



UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT-MONTBÉLIARD

Thèses soutenues

depuis la création de l'établissement UTCs, IPSé, ENIBe, UTBM, UBFC

Denis CHOULIER

N° 1

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 19 décembre 1989

Lieu d'inscription : UTC

"Contribution à l'étude de l'adhérence de revêtements projetés à la torche à plasma. Modélisation et utilisation d'un test d'identification à l'interface "

L'adhérence au substrat est l'une des propriétés les plus importantes des revêtements projetés à la torche à plasma. Ce travail vise à concevoir, étudier, et utiliser un test d'adhérence issu des concepts de la mécanique linéaire de la rupture : le test d'indentation à l'interface ; son principe consiste après polissage d'une coupe métallographique, à charger une pointe vickers positionnée à l'interface substrat/revêtement ; la longueur de la fissure ainsi générée est reliée à l'adhérence. Simple, peu onéreux, ce test s'est également révélé relativement peu dispersif par rapport aux tests classiques, et sensible à la quasi totalité des paramètres de projection ; ce qui a permis l'optimisation de l'adhérence d'un revêtement. Néanmoins, l'analyse mécanique autant que l'expérience font apparaître l'importance des conditions aux limites, et notamment de l'épaisseur et des caractéristiques élastiques du revêtement. De plus, il s'avère que les contraintes résiduelles-inhérentes au mode de fabrication de ces matériaux ont, sur les résultats du test une importance certaine. Ces derniers points nous ont amené à redéfinir la notion d'adhérence en fonction de l'échelle : Propriété de surface à l'échelle microscopique, elle devient résistance à une sollicitation à l'échelle macroscopique.

Nour-Eddine FENINECHE

N° 2

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 12 juin 1990

Lieu d'inscription : UTC

"Etude des relations entre la microstructure et les propriétés magnétiques des dépôts électrolytiques. Cas des alliages cobalt-nickel "

La plupart des dépôts électrolytiques présentent une texture de fibre, c'est à dire que les cristallites constituant le métal sont disposés de telle façon qu'ils aient tous un même axe cristallographique orienté suivant la normale à la surface du dépôt. Ce phénomène de texture leur confère des propriétés magnétiques (champ coercitif, aimantation à saturation remanente et aimantation à saturation, perméabilité magnétique...), mécaniques (dureté, plasticité...) ou physico-chimiques (résistance à la corrosion...) souvent différentes de celles des mêmes métaux et alliages obtenus par d'autres procédés. Plusieurs paramètres électrochimiques, tels que la densité de courant, l'acidité et la température du bain sont susceptibles d'influencer de façon considérable les mécanismes de formation des textures et, par conséquent, les propriétés magnétiques du dépôt. Notre étude a consisté à établir une double corrélation : d'une part, entre les différents paramètres électrochimiques et le type et le degré d'orientation des textures, et d'autre part entre ces textures obtenues et les propriétés magnétiques des dépôts. Dans ce but, une étude bibliographique et analytique a permis le choix de la nature du bain ainsi que les paramètres électrochimiques principaux. Les résultats expérimentaux sont présentés sous forme de diagrammes illustrant les domaines de stabilité des différentes textures. Nous avons ainsi montré que l'examen des frontières séparant les différents domaines de stabilité permet d'identifier les paramètres qui déterminent directement les axes de textures. Ces résultats sont confrontés aux interprétations théoriques de divers auteurs sur la formation de textures.

Alain ROUX

N° 3

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 26 avril 1991

Lieu d'inscription : UTC

"Contribution à l'étude des transferts d'énergie plasma/particules dans le cas de plasma d'induction et de plasma d'arc soufflé "

Après un passage en revue des différentes techniques utilisées pour la projection thermique, nous décrivons l'évolution des modèles numériques ainsi que les méthodes de mesure et de diagnostic du plasma et des particules qui y sont introduites. La technique de projection par plasma d'induction a été mise en œuvre et une nouvelle technique de caractérisation par caméra vidéo rapide a été employée pour visualiser dynamiquement le plasma et les particules. Des mesures statistiques sur la vitesse des particules ont permis de comparer les deux méthodes de projection : par plasma d'induction et par plasma d'arc soufflé.

Frédéric JARNIAS

N° 4

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 18 juin 1991

Lieu d'inscription : UTC

"Modélisation de l'usure d'un système de distribution de moteur automobile : application à l'étude de l'écaillage de fatigue des cames en fonte blanche d'une distribution par culbuteurs basculants"

Un modèle prévisionnel de l'usure et du frottement dans les systèmes de distribution des moteurs automobile a été élaboré, dans le but de permettre que les considérations tribologiques soient intégrées dès le stade du calcul de conception d'une distribution. L'usure par fatigue, ou pitting, des cames en fonte blanche, dans une configuration de type came-culbuteur a focalisé notre attention, cependant d'autres formes d'usure et d'autres configurations ont également fait l'objet de travaux.

Le modèle s'appuie en particulier sur le concept d'épaisseur de film d'huile spécifique, accessible par l'application de la théorie de l'élastohydrodynamique, pour une grande variété d'hypothèses initiales de calcul. Il repose sur une analyse conjointe des contraintes en surface et sous la surface, prenant notamment en considération les effets des efforts de frottement. Le modèle se concrétise par un logiciel permettant d'accéder à tous les paramètres du système et situant les facteurs d'usure par rapport à des valeurs seuil. Il a été validé pour plusieurs profils de cames par des essais en culasse au cours desquels un grand nombre de paramètres opératoires ont été étudiés : la durée, la charge, la vitesse de rotation, la température et sa variation au cours d'un essai, la viscosité du lubrifiant, la nature d'additifs modificateurs de frottement, l'état de contraintes initial des cames, la rugosité des surfaces, les microstructures des fontes blanches. A l'occasion de ces essais, des méthodes d'exploitation des résultats ont été proposées. Une attention particulière a été portée à l'étude et l'analyse des films chimisorbes aux surfaces d'une part, et à l'influence de l'état de contrainte des cames, résultant de divers traitements de surface d'autre part, en relation avec l'écaillage obtenu.

La corrélation des prédictions du modèle avec ces résultats expérimentaux s'avère excellente, tant au point de vue des formes d'usure, que celui de leur localisation et leur gravité.

Françoise BOUQUET
Directeur de thèse : Christian CODDET
Laboratoire LERMPS
Soutenance : le 18 juin 1992
Lieu d'inscription : UTC

N° 5

"Relations entre les propriétés physico-chimiques de surface de l'acier "

Le mémoire comporte trois parties :

- Un premier chapitre, bibliographique, recense les principales techniques de modification des états de surface et en particulier les résultats des recherches antérieures en ce qui concerne la préparation de surface des aciers inoxydables en vue d'améliorer leur aptitude au collage.
- Les deuxième et troisième chapitres présentent la démarche expérimentale et démontrent le souci d'une recherche pluridisciplinaire mettant en œuvre des techniques d'analyse physicochimiques (ESCA, SIMS, SDL), de caractérisation physique (mesures d'énergies superficielles en collaboration avec le Centre de Recherche sur la Physico-Chimie des Surfaces Solides à Mulhouse), de caractérisation mécanique (cisaillement, pelage) ainsi que de préparation chimique et électrochimique des surfaces.
- Le quatrième et le cinquième chapitres présentent les résultats expérimentaux et l'analyse qui en est faite.

Ces résultats montrent le rôle de la micro-géométrie induite par les traitements appliqués ainsi que celui de la composition chimique résultante, et notamment de la teneur en chrome, sur le comportement de l'assemblage collé. Un test original de pelage "humide" a permis de bien mettre en évidence le rôle de ces éléments sur les performances de l'assemblage.

En conclusion, le travail fait ressortir les principaux mécanismes permettant d'obtenir une bonne adhésion entre un acier inoxydable et un polymère : critère de rugosité, critère de morphologie et critère de composition, ces trois critères agissant en synergie.

Yuanli WANG

N° 6

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 9 octobre 1992

Lieu d'inscription : UTC

"Etude des échanges d'énergie entre un plasma d'arc et une surface métallique : application au traitement thermique superficiel des aciers et des fontes "

Les échanges d'énergie entre un plasma d'arc et une surface métallique ont été étudiés en utilisant les transformations de phase au cours des cycles thermiques comme points de repère pour les températures atteintes par le matériau. A partir de ces points de repère, un calcul numérique a permis de déterminer les coefficients de transfert thermique.

Les différents paramètres (puissance du plasma, nature et débit du gaz, vitesse de balayage, distance de tir et modes de refroidissements) ont été étudiés. Une application à la trempe superficielle des aciers 35CD4, 20CD4, 100C6, C55 et des fontes grises, avec des profondeurs de trempe jusqu'à 1,5mm et une largeur de trempe jusqu'à 5mm, a ensuite été développée.

Sylvie VON BANDEL

N° 7

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 22 décembre 1992

Lieu d'inscription : UTC

"Traitement thermique rapide et localisé de trempe et de cémentation des aciers par bombardement électronique : étude structurale et analytique "

Le mémoire comprend sept chapitres. Les trois premiers correspondent à une étude bibliographique et à la recherche d'un modèle utilisable. Dans le chapitre quatre sont exposées les conditions expérimentales de l'étude : géométrie des pièces, choix et composition des aciers, caractéristiques métallurgiques et structurales des aciers. L'étude expérimentale couvre la totalité du chapitre cinq et est structurée autour de quatre axes principaux : domaine de trempabilité, influence de la densité d'énergie et du temps de traitement sur la profondeur trempée et microstructures de trempe. Il ressort de l'étude expérimentale que les profondeurs durcies dépendent de la composition chimique de l'acier et de la valeur de la température d'austénitisation, ainsi que de la vitesse de diffusion du carbone. L'examen métallographique permet en fonction des cinétiques d'évolution de remonter aux températures des isothermes correspondant aux points de transformation AC1 et AC3. Dans le chapitre quatre une approche théorique du problème de transfert de chaleur en régime instationnaire est envisagée sur la base d'un modèle analytique et d'un modèle numérique. Dans le dernier chapitre sont présentés les résultats de cémentation qui montrent que les profondeurs cémentées restent faibles.

Hanlin LIAO

N° 8

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 3 octobre 1994

Lieu d'inscription : UFC

"Etude de l'influence des conditions de projection thermique sur les propriétés mécaniques de revêtements cermets "

L'objectif de ce travail était d'analyser les relations entre les conditions de projection des cermets et leurs propriétés mécaniques, y compris la résistance à l'usure abrasive, les caractéristiques de frottement et la répartition des contraintes. Plusieurs dépôts de cermets ont été réalisés avec différentes méthodes de projection thermique : APS, HVOF, VPS*. Des techniques nouvelles comme la projection HVOF avec le gaz naturel ont été employées avec de bons résultats. En ce qui concerne la répartition de contraintes, c'est la méthode de la flèche qui a été principalement utilisée. Un logiciel de calcul a été construit. Les résultats obtenus montrent que l'histoire de la température pendant la projection est un paramètre très important. Les essais de frottement ont clairement mis en évidence le rôle de la structure des revêtements de cermets : le dépôt WC/CO projeté en APS a un plus faible coefficient de frottement que ceux projetés en VPS et CDS lors d'un frottement contre AL 20 3/TIO 2. L'addition d'un métal dans la céramique AL 20 3/TIO 2 peut diminuer le coefficient de frottement en jouant le rôle d'un lubrifiant solide. Pour une résistance à l'usure abrasive, le revêtement déposé par CDS est par contre meilleur, ensuite viennent les dépôts APS puis VPS. Dans les revêtements déposés par APS et CDS, il semble que ce soit les phases M 6C et M 1 2C qui renforcent l'adhérence des carbures, et assurent ainsi un meilleur comportement que pour le dépôt VPS. Cette étude a aussi mis en évidence l'influence des contraintes sur la résistance à l'usure ; plus faible est la contrainte de traction dans le dépôt, meilleure est sa résistance à l'abrasion.

* APS : Projection plasma atmosphérique

VPS : Projection plasma sous vide

HVOF : Projection à la flamme supersonique.

Pascale AUDIN-OLIVAUX

N° 9

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire LMP

Soutenance : le 18 janvier 1995

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à la modélisation des contours déformables : application à l'analyse de céphalogrammes en orthodontie"

Les travaux présentés dans ce mémoire de thèse concernent la définition d'un ensemble de modèles cohérents pour l'identification semi-automatique des points céphalométriques figurant sur des radiographies du profil de la face, en orthodontie. En effet, l'étude approfondie d'un céphalogramme se fait au moyen d'un tracé, effectué par l'orthodontiste, sur lequel figurent les courbes caractéristiques des éléments anatomiques relevées sur le céphalogramme à partir desquelles il construit géométriquement des points. L'élaboration de ce tracé est un processus manuel fastidieux et quelquefois imprécis, d'où la nécessité d'élaborer, pour les praticiens, un système de vision capable d'opérer une extraction automatique de la position précise de ces points. Le système de reconnaissance de formes que nous proposons est basé sur l'utilisation d'un modèle de contours déformables associés aux contours recherchés et modélisés au moyen de courbes de Bézier. L'élaboration de ce système nous conduit tout d'abord à définir un modèle de prélocalisation des contours déformables et d'estimation de la position des points à identifier, en fonction de l'enrichissement du modèle au fur et à mesure de la détection des points. Cette recherche est basée sur un maillage aux éléments finis, constitué de barres sollicitées en traction-compression. Lors de la phase de prétraitement d'une radiographie, par l'opérateur, la forme du maillage est adaptée au profil crânien étudié, à partir des conditions limites portant sur trois points, et d'un modèle d'adaptation de formes. Les modèles de contours déformables, judicieusement liés au maillage en fonction de la recherche des points de l'analyse céphalométrique de Ricketts, sont prépositionnés sur l'image en mode solide puis se déforment sous l'action d'efforts exercés par les gradients des niveaux de gris de l'image, calculés à partir du produit de corrélation, mettant en jeu une fonction de pondération agissant selon la position relative du point courant le long de la zone d'influence considérée. Cette fonction de pondération a été choisie pour limiter les effets des structures voisines et pour optimiser la rapidité de convergence de l'algorithme d'appariement des contours déformables avec les données de l'image. Les déformations du contour sont opérées en exploitant la théorie des poutres en résistance des matériaux, à partir de l'approximation de la solution exacte de l'équation différentielle de la déformation de la ligne moyenne d'une poutre soumise à un torseur d'efforts.

Frédéric PIERRE

N° 10

Directeur de thèse : P.L. WENDEL

Laboratoire LaRIS

Soutenance : le 27 janvier 1995

Lieu d'inscription : STRASBOURG

"Environnement logiciel pour la programmation d'un système multiprocesseurs hétérogène adapté au traitement d'images "

Le traitement automatique par ordinateur d'informations visuelles est une tâche complexe : la diversité des opérations mises en œuvre, les puissances de calcul nécessaires maintiennent de nombreux problèmes hors des possibilités des machines classiques. L'une des solutions à ces difficultés est de faire appel à des topologies d'ordinateurs plus évoluées fondées sur la coopération de structures complémentaires et le traitement parallèle des informations. Le travail rapporté dans cette thèse présente tout d'abord les contraintes intrinsèques au domaine considéré et le cahier des charges auquel un système de traitement d'images doit répondre. Puis, après un recensement d'outils et de méthodes permettant de répondre aux contraintes fixées, une architecture de machine est proposée : sur le plan matériel, elle associe des processeurs de types différents afin d'appliquer à chaque classe de traitements l'unité de calcul la mieux adaptée ; Dans le domaine logiciel, un environnement de gestion à base d'objets et d'un gestionnaire de base de données offre à un utilisateur non initié à l'architecture des machines une vue synthétique et fonctionnelle du système. Cette approche permet à l'utilisateur de se consacrer à la recherche de nouveaux algorithmes en le libérant de contraintes étrangères à son domaine d'expertise. La mise en pratique des solutions proposées permet de valider les choix qui ont été faits dans des conditions proches de la réalité.

Ghislain MONTAVON

N° 11

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 8 mai 1995

Lieu d'inscription : UFC

**"Etude expérimentale et modélisation heuristique de la formation d'un
dépôt en projection thermique : application à la mise en forme par
projection thermique "**

Les travaux développés dans cette étude ont visé à étudier dans le cas d'une projection thermique les relations entre la morphologie de particules de poudre écrasées à la surface d'un projectile, les caractéristiques finales des revêtements correspondants et les conditions opératoires (paramètres de projection, angle de projection etc...). Dans un premier temps, la morphologie de particules de poudre écrasées à la surface d'un projectile poli a été déterminée d'une part par des facteurs de forme, se rapportant à un diamètre équivalent, un facteur d'élongation et un taux d'éclaboussure, et d'autre part par des mesures tridimensionnelles des profils. Le rendement de projection, le taux de porosité et la résistance à l'usure par érosion de revêtements épais ont été déterminés dans un second temps. Des modèles heuristiques simples, basés sur l'établissement de fonctions de transfert entre la distribution granulométrique de la poudre et la distribution des diamètres équivalents des particules écrasées ont été développés. Ils permettent de remonter la chaîne du processus de formation des revêtements.

Hassane ABOUAÏSSA

N° 12

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire LMP

Soutenance : le 3 octobre 1995

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'unification des méthodes de modélisation et de conception de la commande des systèmes complexes, discrets et continus"

Dans la plupart des applications industrielles, les difficultés rencontrées lors de la conception des systèmes de commande sont principalement liées à la complexité et à la nature des procédés physiques à commander. Les travaux présentés dans ce mémoire de thèse visent à réduire ces difficultés dans le cas de la commande des systèmes complexes discrets et continus. Ainsi, la contribution porte sur le développement d'une méthodologie de conception basée sur l'utilisation conjointe des réseaux de Petri et des bond-graphs.

Après une synthèse des méthodes et outils les plus utilisés dans le domaine industriel, il est proposé un ensemble de critères de choix intégrant le concept d'ingénierie simultanée. A la lumière de ces critères, les réseaux de Petri colorés associés au langage fonctionnel CPN-ML apparaissent comme une solution intéressante dans le cadre de l'étude. Dans ce contexte, un ensemble de modèles génériques a été introduit pour représenter d'une façon claire et réaliste les composants des systèmes de commande.

La nature des procédés physiques à commander a dicté par ailleurs le choix des bond-graphs pour modéliser et analyser le comportement dynamique du système. L'introduction de ceux-ci a nécessité, dans un souci d'unification, de dégager des règles de transformation des modèles bond-graphs en réseaux de Petri colorés, à la base de la méthodologie.

La méthodologie de conception développée permet la validation des résultats par simulation, dès les phases préliminaires, à l'aide de modèles directement exécutables. Les modèles, des applications choisies, ont été implémentés à partir du logiciel Design/CPN.

Mahmoud SAHI

N° 13

Directeurs de thèse : Alain MOLINARI/Richard HERBACH/Rachid RAHOUADJ

Laboratoire Thermomécanique

Soutenance : le 20 décembre 1995

Lieu d'inscription : METZ

**"Contribution à la simulation analytique et physique du forgeage précis :
application à l'élaboration de pignons "**

Le forgeage transverse nous paraît être le procédé le mieux adapté pour l'élaboration de pignons à denture droite ou hélicoïdale. Dans le domaine de la simulation physique, le comportement hyperélastique de la pâte la rend impropre à simuler quantitativement la phase finale de remplissage de la gravure dans des cas de forgeage précis en matrices fermées. Un concept de bande d'accommodation optimale a été introduit pour éviter les discontinuités entre régions déformées quand il s'agit d'un matériau viscoplastique. Deux modélisations analytiques décrivant la fin de remplissage dans des cas de forgeage transverse et par écrasement ont été développées et validées. Une approche analytique traitant le cas du forgeage transverse de pignons à denture droite ou hélicoïdale a été présentée. On note une bonne convergence des prévisions théoriques et de l'expérience. Une étude sur l'extraction des pignons forgés a révélé le rôle important joué par le lubrifiant. Une adaptation de la méthode de la déformation minimale, utilisée pour le dépouillement des marquages subissant de grandes déformations, aux cas d'écoulement continu a été proposée.

Eric BECHE

N° 14

Directeurs de thèse : Christian CODDET/R. BERJOAN

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 24 janvier 1996

Lieu d'inscription : UFC

"Etude par spectrométrie de photoémission (XPS) et d'électrons Auger (AES) des environnements chimiques dans des films minces amorphes à base de silicium SiC_x , SiN_x , SiO_x , SiC_xN_y , SiO_xN_y hydrogénés ou non "

Le but de ce travail était d'étudier par spectrométries de photoélectrons (XPS) et d'électrons Auger (AES) des couches minces amorphes à base de silicium (hydrogénées ou non) élaborées par CVD ou PVD : SiN_x , SiO_x , SiC_xN_y , SiO_xN_y . L'ordre local autour des atomes de silicium ou de carbone a été déterminé d'une part en observant les transitions Auger Si LVV et C KVV et d'autre part en décomposant les pics de photoélectrons Si 2p et C 1s. Les différentes composantes extraites de la décomposition des pics Si 2p ont été attribuées à des environnements tétraédriques variés du silicium. Les distributions expérimentales de chaque composante ont été comparées aux distributions théoriques calculées à partir de deux modèles structuraux décrivant des phases amorphes à base de silicium : Le "Random Bonding Model (RBM)".

Pour les films $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{H}$, les environnements chimiques du silicium et du carbone changent en fonction de la température de dépôt.

Concernant les films $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{H}$ et $\text{SiO}_x\text{N}_y\text{H}$, nos résultats indiquent que la microstructure des couches peut être décrite selon le modèle d'arrangements aléatoires (RBM).

Dans les films $\text{SiC}_x\text{N}_y\text{H}$ riches en azote, des liaisons C-N ont été mises en évidence. L'étude XPS des transitions Si KLL a révélé l'existence d'environnements variés du silicium lorsque le rapport x/y varie.

Concernant les couches SiO_x déposées par PVD, l'étude des décompositions des pics de photoélectrons Si 2p révèle une différence notable entre les distributions des environnements chimiques du silicium expérimentales et théoriques calculées à partir du modèle d'arrangements aléatoires.

Ce travail est une contribution à l'étude de la structure des films amorphes à base de silicium hydrogénés ou non.

Young-Myung YANG

N° 15

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 9 juillet 1996

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation mathématique d'un système de projection thermique à la flamme de type H.V.O.F. : application à l'élaboration de revêtements protecteurs "

L'étude d'un procédé de projection thermique de type HVOF a été entreprise par modélisation mathématique puis appliquée à l'élaboration de revêtements. Les modèles établis permettent d'estimer les caractéristiques de la combustion, de l'écoulement des gaz et du comportement des particules.

La combustion a été modélisée sur la base de l'équilibre chimique pour déterminer la composition chimique des produits, la température adiabatique de la flamme, les propriétés thermodynamiques et de transport ainsi que les propriétés de détonation.

L'écoulement dans la buse a été modélisé en utilisant les équations d'Euler pour un modèle quasi-monodimensionnel et celles de Navier-Stokes complètes pour un modèle bidimensionnel ; l'écoulement externe a été modélisé en utilisant les équations de couche limite. Les modèles de l'écoulement ont été étudiés selon deux approches "systèmes figé" et "système équilibré".

La modélisation du comportement des particules a été effectuée en utilisant une formulation Lagrangienne avec un maillage mobile permettant de traiter le problème de la fusion et de la solidification d'une particule.

Pour la partie applications, un nouveau procédé HVOF dans lequel le gaz naturel est utilisé comme combustible a été étudié. Les résultats de la simulation et des essais expérimentaux ont montré que ce nouveau procédé améliore la fiabilité d'opération du système HVOF, la qualité des revêtements et la sécurité d'utilisation.

Une nouvelle torche X-HVOF à flamme stabilisée dans la chambre de combustion a été également étudiée au niveau de la simulation et des applications.

Le comportement en projection de dépôts MCrAlY a été examiné en particulier du point de vue de leur oxydation en corrélation avec les caractéristiques de combustion. Il est démontré que le taux d'oxydation ne dépend que légèrement de la teneur en oxygène des produits de combustion mais fortement de la température de flamme.

L'ensemble des résultats obtenus dans cette étude a montré qu'une prédiction raisonnable des phénomènes était atteinte en utilisant les modèles élaborés.

Hakim FOURAR-LAIDI

N° 16

Directeurs de thèse : Pierre DESCHIZEAUX/Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire LIS

Soutenance : le 30 septembre 1996

Lieu d'inscription : UHA

"Modélisation des connaissances pour l'animation de squelettes humains et réalisation d'un prototype pour la simulation "

L'animation informatisée est une approche intéressante pour modéliser, simuler et étudier les mouvements et les performances du corps humain. L'assistance fournie à l'animateur est le plus important facteur utilisé pour la classification des systèmes d'animation. Du point de vue de l'utilisateur, nous pouvons distinguer deux approches principales classées en bas ou en haut niveau. Dans le bas niveau, l'utilisateur doit décrire explicitement chaque mouvement et la trajectoire de chaque objet. Dans la seconde approche, l'utilisateur décrit une tâche d'animation en terme d'abstraction et le système se charge de générer la séquence de mouvements nécessaires. Pour cela, le système d'animation doit intégrer plusieurs sortes de connaissances sur les entités à animer et un processus intelligent pour la conversion de l'animation d'une description de haut niveau en instructions de bas niveau. Le but de cette thèse est de présenter une approche de modélisation pour une description de haut niveau de tâches d'animation du squelette humain. L'approche que nous proposons est basée sur deux modèles : le modèle de l'univers et le modèle opérationnel. Le modèle de l'univers comprend la description du squelette humain, de l'environnement et des tâches d'animation. Ce modèle est décrit d'une manière hiérarchique et repose sur les concepts de l'approche orientée objet. Il permet de définir les propriétés, les relations et les opérations des entités de l'univers. Le modèle opérationnel décrit le processus de génération de plans d'animation. Il est basé sur la concept de planification. Nous avons adopté une approche multi-experts qui consiste à structurer le processus de planification en plusieurs sources de connaissances. Chaque source de connaissances traite un domaine précis et contribue à la génération du plan d'animation. Le modèle opérationnel est décrit à travers plusieurs niveaux hiérarchiques en accord avec la décomposition hiérarchique de la tâche d'animation. Pour cela, la décomposition hiérarchique d'une tâche respectivement en actions mouvements puis en primitives nous a amené à structurer les connaissances en quatre niveaux. Le processus de planification élabore d'abord un plan abstrait constitué d'actions. Ce plan est ensuite transformé en mouvements puis finalement en primitives géométriques qui peuvent être exécutées directement par un système de CAO. Basée sur cette approche, nous avons développé un prototype de système d'animation en utilisant le générateur de systèmes experts kool. Le système d'animation est décomposé en deux parties : le système de génération de plans d'animation (SGPA) et le système de CAO CATIA. Etant donnée une tâche, le SGPA génère une séquence de primitives géométriques de bas niveau qui peut être exécutée directement par le systèmes CATIA.

Alain BRIANTAIS

N° 17

Directeurs de thèse : Alain MOLINARI/Rachid RAHOUADJ/Richard HERBACH

Laboratoire Thermomécanique

Soutenance : le 26 novembre 1996

Lieu d'inscription : METZ

"Développement du procédé de formage de précision d'éléments de denture pour boîte de vitesse "

La présente étude constitue une contribution à la simulation analytique et physique du forgeage de précision appliquée à la mise en forme de pignons à denture droite. La prévision de l'effort de mise en forme en fin de forgeage, en liaison avec le degré de remplissage de l'outil, a été plus particulièrement traitée. L'approche physique, menée sur maquette avec un matériau modèle, a montré une bonne prédiction de l'écoulement global de la matière dans la gravure de l'outil. Toutefois, la mesure des efforts dans la phase ultime de remplissage est délicate à cause de l'élasticité du matériau. L'approche analytique du procédé de forgeage a alors été développée. Une première approche du problème, dans le cas isotherme, a consisté à développer une modélisation de l'effort axial de mise en forme en fin de forgeage qui intègre le critère de précision géométrique de la pièce. Mais les prévisions obtenues présentaient des écarts importants avec les résultats d'essais en grandeur réelle. Le couplage thermomécanique faible du modèle, qui prend en compte les phénomènes d'autoéchauffement de la matière en déformation et le frottement à l'interface pièce/outil, a alors permis de réduire les écarts. Avec ce premier modèle, les résultats de simulation sont en bon accord avec nos résultats expérimentaux menés sur presse pilote. Les aspects microstructuraux du matériau pièce, ainsi que leur évolution au cours de la déformation ont également été étudiés, ce qui a contribué à mieux connaître la loi de comportement du matériau dans le domaine du forgeage à mi-chaud et, de ce fait, à optimiser la mise en données des modèles. Enfin, nous avons complété notre étude par une modélisation de la durée de vie des outils en fonction des conditions de pression et de température à la surface des outillages. Dans le contexte industriel du formage de précision, ces modèles sont exploités en tant que moyens de pré-étude dans la conception des gammes de mise en forme de pièces par forgeage. L'application des résultats de simulation nous a permis de proposer des orientations en termes de choix métallurgiques du matériau outillage par rapport aux solutions actuelles. Ainsi, avons-nous proposé des revenus à plus hautes températures des aciers pour outillage et l'utilisation de rechargement en superalliages. Dans le cadre du développement d'un pignon estampé à chaud, la durée de vie de l'outil a ainsi été multipliée par un facteur 10.

Pascale EICHERT

N° 18

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Michel IMBERT

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 9 décembre 1996

Lieu d'inscription : UFC

"Etude de l'écoulement gazeux au sein et à l'extérieur d'une torche de projection à plasma d'arc soufflé à l'aide du code PHOENICS™"

Les travaux développés dans cette étude ont visé à modéliser les écoulements de jets de plasmas thermiques utilisés habituellement en projection à la torche à plasma d'arc soufflé à l'aide du code de calcul PHOENICS™. La détermination des différents paramètres de l'étude a été réalisée à travers une recherche bibliographique, à savoir, par exemple, les hypothèses simplificatrices, le domaine d'étude, les conditions aux limites et les propriétés du mélange de gaz étudié. La modélisation de l'écoulement, depuis l'injection des gaz froids au sein de la buse jusqu'à l'éjection du plasma, ne nécessite pas l'utilisation d'équations de conservation des espèces chimiques car l'hypothèse d'un écoulement à l'équilibre chimique permet d'employer des données de la littérature où les grandeurs thermodynamiques et les coefficients de transport du mélange étudié (argon-hydrogène) ont été calculés à partir de la composition à l'équilibre du mélange et donnés en fonction de la température et pour la pression atmosphérique. Les équations de bilan sont discrétisées par une approche de type volumes finis et le système d'équations algébriques non-linéaire et couplé est résolu à l'aide de l'algorithme SIMPLEST implanté dans le code. La confrontation des résultats avec des données de la littérature montre un bon accord dans la prédiction des écoulements. L'application du modèle est réalisée par l'étude de l'influence de la valeur de la puissance électrique sur l'écoulement. Les caractéristiques des jets libres thermiques subsoniques ainsi que les évolutions des grandeurs (température et vitesse) dans les directions axiale et radiale sont comparées aux observations puisées dans la littérature. L'estimation de l'entraînement de fluide ambiant dans les jets apporte un complément d'information. La difficulté d'approximation de la forme des profils radiaux en sortie de buse par des expressions mathématiques classiques est mise en évidence.

Jean-Pierre GONNET

N° 19

Directeur de thèse : Bernard CRETIN

Laboratoire Microscopie Acoustique

Soutenance : le 10 décembre 1996

Lieu d'inscription : UFC

"Etude par micro-échographie de gradients de réticulation dans les photopolymères "

L'objectif de ce travail consistait en l'étude par méthode acoustique de la réticulation des photopolymères. Le taux de réticulation conditionne les propriétés mécaniques locales du matériau, c'est pourquoi le choix de la technique s'est porté sur la micro-échographie basses fréquences, puisqu'elle permet le tracé d'images acoustiques représentatives des propriétés de la surface de l'objet étudié. Ces images sont issues de l'affectation d'une échelle de couleurs aux valeurs de la tension de sortie du transducteur piézo-électrique. Cette tension dépendant non seulement des propriétés mécaniques, mais aussi de l'influence des variations du relief de celle-ci. La procédure initiale d'enregistrement a donc été optimisée pour aboutir à des images effectivement représentatives des propriétés mécaniques de la surface, donc de sa structure, et par conséquent du taux de réticulation. Expérimentalement, cette nouvelle procédure a permis de mettre en évidence les performances de la micro-échographie quant à l'étude des gradients de réticulation dans différents échantillons photopolymères, en fonction soit de la dose lumineuse qu'ils ont reçue, soit de l'information contenue dans divers masques d'amplitude. Cette technique s'avère également bien adaptée à la caractérisation de la forme de ce type de matériau, conduisant ainsi à des tracés de topographies de surfaces.

Christophe DECREUSE

N° 20

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire LMP

Soutenance : le 10 janvier 1997

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'identification et à l'ordonnancement des tâches de conception en ingénierie simultanée"

Cette thèse s'inscrit dans une démarche globale de réduction de la durée de la phase de conception d'un produit et de son processus d'élaboration, suivant le concept d'ingénierie simultanée.

Un premier chapitre présente un point de vue général de l'ingénierie simultanée en analysant les évolutions des besoins de l'entreprise et ses mutations au cours du temps. Puis nous dressons un bilan des recherches dans ce domaine en situant notre problématique.

Un deuxième chapitre développe une méthode originale d'analyse des activités de conception d'une entreprise manufacturière. Une première phase est consacrée à leur identification grâce à des outils intégrant une approche systémique de l'acte de conception. Nous obtenons alors des tâches élémentaires de conception. Une deuxième phase porte sur la définition d'un modèle commun de représentation de ces tâches élémentaires, exploitable par les différents services de l'entreprise.

Le troisième chapitre vise à garantir la cohérence des activités proposées au concepteur. Afin de satisfaire à cet objectif, nous définissons une méthode d'agrégation des tâches élémentaires. Nous proposons des critères originaux d'évaluation de la partition de tâches élémentaires. Ils mesurent, par exemple, la complexité structurelle ou la charge mentale d'une tâche élémentaire. Puis nous comparons et proposons différentes méthodes d'agrégation.

Le quatrième chapitre traite de l'ordonnancement des tâches élémentaires de conception obtenues à l'issue du deuxième chapitre. Celles-ci représentent en effet une charge de travail dont la réalisation nécessite du temps, des ressources humaines et matérielles adéquates. Cette phase d'ordonnancement est supportée par un modèle de connaissances intégrant des techniques d'intelligence artificielle.

Enfin, le cinquième chapitre présente une synthèse de la méthode de réduction de la durée de la phase de conception qui est ensuite validée sur un exemple industriel.

Daniel RACOCEANU

N° 21

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 10 janvier 1997

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à la modélisation et à l'analyse des chaînes de Markov à échelles de temps et échelles de pondérations multiples. Application à la gestion d'un système hydro-énergétique"

Les travaux présentés dans ce mémoire constituent une contribution à la simplification des systèmes stochastiques représentés par des chaînes de Markov irréductibles ergodiques de grande dimension. L'équation fondamentale d'un tel système présente une structure similaire à celle de l'équation d'état d'un système dynamique discret. Ceci nous a permis d'adapter les techniques de perturbations singulières pour simplifier les chaînes de Markov de grande dimension. La résolution de la chaîne de Markov initiale est ainsi ramenée à la résolution de sa partie lente qui conserve les caractéristiques probabilistes du système initial. Lorsque les probabilités limites d'une chaîne de Markov ergodique peuvent être séparées en deux groupes de grandeurs différentes, nous introduisons une technique de découplage en régime permanent, basée sur la notion de pondération des probabilités. Nous obtenons ainsi un sous-système fort et un sous-système faible qui présentent la propriété de stochasticité. L'utilisation conjointe de l'échelle de temps et de l'échelle de pondération permet le développement d'une nouvelle méthode de réduction de la chaîne de Markov qui consiste à éliminer les états faibles et rapides du système. La détermination des lois de commande de la classe de chaînes de Markov de type bilinéaires est ensuite développée sous deux approches. Dans la première, la définition de la double échelle de temps des chaînes de Markov à commande conduit à l'application des perturbations singulières. Dans la seconde, la propriété de double échelle de pondération permet de généraliser le découplage en régime permanent. Pour illustrer l'efficacité des techniques développées, nous présentons l'étude d'un système hydro-énergétique situé sur le cours du Doubs en Franche-Comté. Dans un premier temps, nous identifions et modélisons le système du point de vue énergétique et des ressources de l'eau. Le modèle retenu pour représenter la gestion des ressources d'eau est sous la forme d'une chaîne de Markov à commande. Vu l'évolution asymptotique différente des variables retrouvées, nous effectuons une mise en évidence de la double échelle de pondération du modèle de chaque barrage, en retenant uniquement les sous-systèmes forts. Avec ces sous-systèmes d'ordre réduit, nous construisons le modèle global sur lequel nous effectuons le calcul de la commande optimale.

Batchazi KAAYOU

N° 22

Directeurs de thèse : Christian LEXCELLENT/Kokou Ezzo ATCHOLI

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 7 novembre 1997

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation du comportement et de l'endommagement des multimatériaux sollicités en torsion "

L'activité principale du Laboratoire d'Etudes et de Recherche sur les Matériaux et les Propriétés de Surface (LERMPS) est centré sur les processus d'élaboration des matériaux structuraux et de revêtements par agrégation de matière : techniques de projection thermique et stéréolithographie. L'objectif de ce travail est de développer des méthodes expérimentales originales de caractérisation mécanique de ces multimatériaux en couches minces, fortement anisotropes et sensibles au cisaillement afin d'écrire leur lois de comportement et d'étudier leur endommagement.

Le chapitre 1 présente les procédés d'élaboration des matériaux et le montage expérimental du test de torsion développé. Quatre matériaux différents (Cuivre VPS, Résine SL5170, Verre époxy, CuZnAl R323) choisis pour la différence de leur mode d'obtention et de comportements ont été testés. Les résultats expérimentaux en statique et dynamique puis la simulation numérique du test de torsion (modélisation élasto-plastique) ont permis de déterminer le rapport de superposition des contraintes et de mettre en évidence le caractère multiaxial du test de torsion.

Le chapitre 2 est consacré à la modélisation de l'endommagement des multimatériaux endommageables (Cuivre VPS, Résine SL5170, Verre époxy) sous torsion avec gauchissement de section. Le modèle présenté dérive du modèle de Chaboche Lemaître et tient compte de la triaxialité des contraintes. Les simulations numériques, avec et sans écrouissage, permettent de suivre principalement l'évolution du facteur d'endommagement en fonction de la déformation plastique cumulée. Les différents résultats sont valables au niveau du point matériel pour le cas simplifié de l'endommagement isotrope.

Les chapitres 3 et 4 portent sur la modélisation des comportements pseudo-élastique et cyclique en torsion du CuZnAl R323. La variable interne h , représentative de la déformation résiduelle a été intégrée au modèle pseudo-élastique. Les résultats expérimentaux et numériques, assez cohérents, expriment le comportement en cisaillement du matériau.

Yvan MAILLOT

N° 23

Directeur de thèse : Serge WENDLING

Laboratoire LaRIS

Soutenance : le 19 décembre 1997

Lieu d'inscription : UFC

**"Contribution à la spécification d'un environnement de simulation à événements discrets
Spécification formelle d'une méthode de traduction automatique d'un modèle comportemental en un modèle exécutable "**

Il y a dix ans à peine, la simulation n'était utilisée qu'en dernier recours. Force est de constater qu'aujourd'hui elle a pris le pas sur les autres techniques d'évaluation de systèmes. L'étude présentée concerne la simulation à événements discrets (SED) dont les outils sont de plus en plus sophistiqués avec, notamment, l'apparition d'environnements de SED.

L'objet de cette thèse est de fournir une contribution à la spécification d'un environnement de SED. Il s'agit, en premier lieu, de cerner ses orientations et de dresser la liste des exigences qu'il doit satisfaire. Un deuxième travail consiste à caractériser le profil d'une méthode de modélisation pour la SED dont l'application conduit à plusieurs abstractions du système étudié, et notamment une description de son comportement basée sur le formalisme des Statecharts. La principale contribution de cette étude est de fournir une spécification formelle d'une méthode de traduction automatique d'un modèle comportemental en un modèle exécutable.

La méthode proposée généralise l'expression de la traduction d'un sous-ensemble des Statecharts en code VHDL. Elle présente des avantages certains par rapport aux outils déjà existants, comme celui d'être clairement reproductible et facilement adaptable en machine, contrairement aux traducteurs commerciaux qui ne dévoilent pas leurs solutions techniques ; en outre, c'est une méthode formelle au sens où l'on sait établir qu'un Statechart est dans l'ensemble des "traduisibles" ; à chacun d'eux, on associe un code unique, dont le calcul est explicite. D'autres avantages majeurs sont inhérents à la technique de traduction qui respecte totalement la structure originelle du modèle et permet de générer un code modulaire, générique, réutilisable et hiérarchique. De plus, la hiérarchie ainsi respectée permet de conserver tout le potentiel de parallélisation du modèle originel.

Dans cette étude, VHDL est considéré paradoxalement comme un langage général de SED. Le formalisme de traduction de Statecharts vers VHDL, ainsi que d'autres travaux concernant les bibliothèques stochastiques, Petri ou files d'attente, renforcent l'idée d'utiliser VHDL à d'autres fins que la description de circuits électroniques. Par ailleurs, ils inspirent l'idée d'une modélisation hybride.

Pavel SPACEK

N° 24

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 12 mars 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation, analyse et commande des systèmes à événements discrets par l'algèbre des dioïdes - Application aux lignes de galvanoplastie"

Ce travail porte sur la modélisation, l'analyse et la commande des systèmes à événements discrets par l'algèbre des dioïdes. Une application aux lignes de galvanoplastie est ensuite développée.

Les systèmes à événements discrets sont des systèmes non-linéaires et complexes. Il existe peu d'outils mathématiques de modélisation et d'analyse systématique. Parmi ces outils, l'algèbre des dioïdes, avec entre autres les algèbres $(\max,+)$ et $(\min,+)$, peuvent nous donner des résultats importants.

Une description sous forme d'une équation d'état et une autre sous forme d'une équation récurrente sont développées. A partir de ces descriptions, les propriétés structurelles et comportementales d'observabilité et de commandabilité, l'ordre minimal d'une équation récurrente et le réglage sous l'aspect d'une structure en boucle fermée sont étudiés.

Nous développons ensuite une application choisie parmi les nombreux systèmes de production : ce sont les lignes de galvanoplastie. Le traitement de surface est souvent une étape obligatoire et critique dans la fabrication de produits manufacturiers. Dans ce domaine, nous voyons apparaître des problèmes d'ordonnancement de tâches liés au contrôle d'un système de manutention dans une ligne de galvanoplastie. Nous avons analysé une ligne mono-produit. Des résultats encourageants sont obtenus. Ces résultats sont appliqués à un exemple industriel. Certains résultats et perspectives sont aussi donnés pour le cas multi-produits.

Akli AMRAH

N° 25

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 23 février 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'analyse et à la commande des systèmes à événements discrets par une approche continue : application aux systèmes de production modélisés par réseaux de Petri continus"

L'utilisation du modèle réseau de Petri continu à vitesses maximales contrôlables (RdPCVC), nous a conduit à présenter un certain nombre de méthodologies pour **l'analyse** et **la commande** des systèmes de production.

La théorie des systèmes continus, permet d'étudier deux propriétés relatives à l'analyse des systèmes à événements discrets en général et les systèmes de production en particulier : la stabilité et l'accessibilité.

L'étude de la stabilité utilise une approche basée sur le principe de comparaison. La propriété d'accessibilité concerne le domaine des marquages accessibles représentant le domaine de variation des niveaux moyens des stocks des lignes de fabrication.

L'ensemble des algorithmes établis permet une détermination systématique des domaines de marquages accessibles stationnaires.

Suite à la résolution du problème de l'accessibilité, nous avons énoncé des propriétés donnant des conditions nécessaires et / ou suffisantes sur le choix des niveaux moyens désirés des stocks. Les niveaux moyens des stocks constituent un état du système dont on a étudié la commande en boucle ouverte. Le calcul de la commande est basé sur des méthodes d'optimisation sous contraintes. Les résultats de cette étude nous ont servi à résoudre un problème pratique, celui de la commande du flux de sortie de ces lignes.

Pour étendre l'étude de la commande du flux de sortie à une classe plus large de systèmes de production nous avons élaboré une seconde approche inspirée des travaux de Sharifnia et Egilmez.

En tenant compte des contraintes de capacité dans la procédure de synthèse de la commande et en ne représentant par un modèle RdPCVC que la partie opérative du système, le modèle analytique RdPCVC d'une classes de systèmes de production est linéaire et stationnaire. L'utilisation du principe de l'invariance positive des domaines engendrés par les contraintes, nous a permis de déduire des conditions suffisantes garantissant l'existence d'un retour d'état linéaire pour ces systèmes.

Pascal BONNET

N° 26

Directeur de thèse : Saïd ABOUDI

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 25 février 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'étude des couplages thermiques et mécaniques dans les multimatériaux sous sollicitations thermiques variables "

Ce travail consiste à étudier le comportement thermomécanique d'un matériau multicouche obtenu par projection thermique sous des conditions thermiques variables. Les résultats en régime élastique montrent l'intérêt de l'étude en régime transitoire qui met en évidence des effets locaux inaccessibles en régime permanent et la nécessité de résoudre le problème thermique pour des conditions aux limites variables. Au-delà du seuil élastique, le comportement thermomécanique du multimatériau est décrit par un modèle thermoélastoplastique couplé avec un modèle d'endommagement.

Un dispositif expérimental de cyclage thermique a été mis au point pour la validation des résultats numériques. Une modification du transfert de chaleur au sein du matériau est constatée lors des essais de caractérisation mettant ainsi en évidence un nouveau couplage entre les problèmes thermiques et mécanique par la variation de sa conductivité thermique effective avec l'endommagement. La prise en compte de ce dernier paramètre a permis au modèle étudié de simuler et d'approcher correctement les résultats expérimentaux.

Vincent FERVEL

N° 27

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Bernard NORMAND

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 3 juillet 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Elaboration et caractérisation tribologique de revêtements cermets Al₂O₃/TiO₂/Cu obtenus par projection à la torche à plasma"

La projection thermique à la torche à plasma (APS) permet d'élaborer des revêtements épais aux propriétés tribologiques intéressantes. Elle permet en outre la mise en œuvre d'une large gamme de matériaux, en particulier des revêtements céramiques et cermets.

Le but de cette étude est l'élaboration et la caractérisation des propriétés tribologiques de revêtements céramiques et cermets de type Al₂O₃/TiO₂ et Al₂O₃/TiO₂/Cu.

Après l'optimisation des paramètres de projection des différents dépôts, la morphologie, la microstructure et les propriétés mécaniques ont été étudiées. Les influences de la composition et de la nature des poudres de départ ont été déterminées.

Cette étude a permis de comprendre les résultats obtenus lors des essais tribologiques ainsi que les différents mécanismes d'usure mis en œuvre.

La réalisation de revêtements cermets au cuivre a permis, sous certaines conditions, d'obtenir des systèmes tribologiques possédant de bas coefficients de frottement ainsi qu'une grande résistance à l'usure.

Il en est de même lorsque l'on confronte un revêtement céramique ou cermet contenant Al₂O₃ et TiO₂ et un revêtement WC17Co. Ce phénomène peut s'expliquer par la présence dans la trace d'usure de composés aux propriétés lubrifiantes tels que WO₃ et le graphite.

Les revêtements céramiques et cermets obtenus ont été comparés aux revêtements bimétalliques Mo/NiCrBSi utilisés actuellement sur des segments de piston. Ils présentent dans l'ensemble une meilleure résistance à l'usure et au grippage que les revêtements à base de Molybdène.

Madjib HAOUANI

N° 28

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 10 juillet 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation et commande des systèmes de production par réseaux de neurones"

Les travaux présentés dans ce mémoire de thèse concernent la modélisation et la commande des systèmes de production à l'aide des réseaux de neurones. Les systèmes considérés sont des ateliers d'assemblage-désassemblage et d'usinage qui ne présentent pas de problèmes d'ordonnancement. Ils sont supposés traiter de grands ensembles de pièces ce qui permet de les considérer à comportement dynamique continu.

L'objectif de ce travail est de proposer une nouvelle approche de modélisation permettant de reproduire avec une précision satisfaisante, le fonctionnement dynamique d'un système de production sous certaines hypothèses. Cette modélisation est complétée par une architecture garantissant une commande souple et efficace du système modélisé. Différentes commandes, proportionnelle, exponentielle et à réseau contrôleur sont développées.

Les résultats de modélisation et de commande obtenus, sont ensuite appliqués sur un exemple concret d'un système industriel. Il s'agit d'un atelier de montage du faisceau de sortie de silencieux d'échappement d'une 205 à moteur diesel tel qu'il se trouve dans l'entreprise ECIA à Belfort. L'ensemble des résultats obtenus par simulation démontre l'efficacité des approches utilisées.

Hamid RIAD

N° 29

Directeur de thèse : Saïd ABBOUDI

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 20 juillet 1998

Lieu d'inscription : UFC

**"Etude des transferts de chaleur et estimation des conditions de frontières
d'un multimatériau de type barrière thermique : analyses numérique et
expérimentale"**

Ce travail est une contribution à l'estimation des conditions de frontières dans un matériau composite de type barrière thermique obtenu par projection thermique.

Une étude directe du problème a permis de confirmer la faisabilité d'un banc de cyclage thermique et de mettre en évidence les problèmes posés sur l'estimation des conditions de frontières en particulier la densité de flux réellement absorbée et échangée avec le milieu extérieur par ces nouveaux matériaux. Quatre méthodes numériques inverses ont été étudiées dont deux de retour vers la surface (Blackwell-Raynaud et Bransier) ; les deux autres sont basées sur le principe de minimisation d'une fonctionnelle traduisant l'écart de température mesurées et estimées (Beck et la régularisation itérative). Une comparaison entre ces deux dernières méthodes, sur un problème test, est largement discutée pour des nombres de Fourier variant de 10^{-3} à 10. Une étude expérimentale a permis de valider ces deux méthodes à partir de mesures de températures internes à l'échantillon. Enfin, dans le cadre des perspectives de ce travail, une extension de la méthode de Beck au cas bidimensionnel est proposée.

Assia KHIAT

N° 30

Directeur de thèse : Mohamed NAÏMI

Laboratoire LaRIS

Soutenance : le 1^{er} décembre 1998

Lieu d'inscription : UFC

"L'allocation répartie des ressources dans les systèmes distribués"

L'allocation répartie des ressources est l'un des paradigmes des problèmes de contrôle rencontrés dans les systèmes répartis. Cette thèse traite des algorithmes distribués d'allocation de ressources permettant de synchroniser un ensemble de processus concurrents afin de garantir l'accès exclusif aux ressources critiques du système distribué. Dans la première partie, nous avons présenté diverses notions pour situer le contexte de notre étude. Nous avons fait ressortir une classification des algorithmes distribués d'exclusion mutuelle selon deux points de vue : leur nature et leur théorie pour réaliser l'accès exclusif à une seule ressource. Dans la deuxième partie, nous avons proposé quatre politiques de généralisation de l'exclusion mutuelle selon les critères : le nombre de ressources disponibles dans le système, le nombre d'exemplaires de chaque ressource, et le nombre de processus en section critique. Nous nous sommes donc intéressés à l'allocation de k ressources disponibles en un seul exemplaire dans un système distribué structuré en k groupes de processus. Dans cette optique, nous avons proposé d'une part trois méthodes de marquage initial d'un sous-ensemble de processus du système réparti. D'autre part, nous avons développé trois nouveaux algorithmes distribués d'allocation de k ressources. Le premier algorithme dit *circulaire* est une généralisation à k ressources de l'algorithme de Le Lann. Cet algorithme fonctionne sur une structure logique statique *des k -anneaux* et se base sur une stratégie de libération simultanée. Le deuxième algorithme dit *hiérarchique* est une généralisation à k ressources de l'algorithme de Naïmi et Tréhel. Cet algorithme fonctionne sur une structure logique dynamique *des k -arborescences* et se base sur une stratégie d'allocation incrémentale. Enfin, un algorithme à *demande globale* qui est une généralisation à k ressources de l'algorithme de Suzuki et Kasami. Cet algorithme est indépendant de toute structure logique et se base sur une stratégie d'allocation simultanée. Des simulations de ces nouveaux algorithmes nous ont permis d'établir une étude comparative en faisant apparaître des résultats quantitatifs et qualitatifs sur le comportement de ces algorithmes en vue de leur mise en œuvre pratique.

Christophe VERDY

N° 31

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 9 décembre 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Structures multicouches mises en forme par projection thermique : élaboration, caractérisation et applications"

La mise en forme par projection thermique consiste à réaliser un ou plusieurs revêtements d'épaisseurs variables à la surface d'un mandrin sacrificiel présentant la forme complémentaire de la pièce à obtenir. Ce mandrin est ensuite éliminé pour laisser la structure constituée uniquement du ou des revêtements. Dans ce cadre, l'objet de cette thèse était de développer une expérience sur l'ensemble des points à maîtriser pour l'élaboration de structures multicouches à hautes caractéristiques par projection thermique.

Une étude bibliographique a d'abord permis de situer la projection thermique par rapport aux différentes technologies utilisables pour la mise en forme de structures multicouches. Ensuite, une première partie a consisté à étudier les caractéristiques de quelques matériaux métalliques mis en forme par projection thermique sous basse pression, à savoir les superalliages. Astroloy (NK 17 CDAT) et Inconel 625 (NC 22 FeD), le TA6V (Ti Al 6 V 4) et le (Cu Ag 3 Zr 0,5), matériaux qui seront à la base des systèmes multicouches étudiés par la suite. Il ressort de cette étude que des dépôts épais à hautes caractéristiques mécaniques se rapprochant de celles des matériaux forgés ou MDP ont été obtenus. La structure de ces matériaux est principalement caractérisée par une taille de grain très fine. L'étude des propriétés mécaniques révèle des contraintes à rupture élevées mais une certaine perte de ductilité, en particulier à haute température par rapport aux matériaux standards équivalents.

Le concept de structures multicouches a ensuite été abordé dans le cadre de deux situations pratiques : l'une portant sur une structure de paroi de chambre de combustion soumise à un haut flux thermique et l'autre sur une structure de blindage de turbomachine devant présenter de hautes propriétés de rétention en cas de rupture de pale ou de disque. L'étude des interfaces a permis de constater que l'élaboration de ces structures imposait des contraintes fortes concernant le choix des matériaux. En effet, l'élaboration de ces structures pendant des durées pouvant dépasser l'heure à des hautes températures et les éventuels traitements thermiques applicables accroissent l'importance des phénomènes d'interdiffusion. Cette interdiffusion entre les dépôts peut s'avérer soit profitable par la création d'un gradient de composition, créant ainsi un gradient de propriétés, soit néfaste par la création de phases intermétalliques fragiles pouvant occasionner des fissures au niveau de l'interface.

L'ensemble des résultats obtenus montre que les perspectives de la mise en forme par projection thermique de telles structures sont prometteuses étant donné la qualité, la diversité et la vitesse de réalisation de dépôts.

Rachid BOUYEKHF

N° 32

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 15 décembre 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'analyse et à la synthèse des systèmes discrets non linéaires par l'application des perturbations singulières"

Ce travail développe la méthode des perturbations singulières pour les systèmes discrets non linéaires. En particulier, nous avons mis en évidence une forme canonique de systèmes non linéaires en temps discret singulièrement perturbés. Nous avons donné une méthode de découplage adaptée à ces systèmes et nous avons montré un théorème d'approximation analogue au théorème de **Tikhonov**. De même, une étude de la stabilité de tels systèmes a été donnée. Nous avons notamment proposé une approche basée sur la seconde méthode de Lyapunov qui a permis d'énoncer des théorèmes de stabilité asymptotique et exponentielle.

Dans la partie de la synthèse, nous avons étudié dans un premier temps l'invariance de la commandabilité et de la stabilisabilité du système rapide par rapport à la commande lente. Cette étude avait pour but d'utiliser la notion de la commande composite pour le système global. Elle a permis l'élaboration d'une commande par retour d'état stabilisante du système singulièrement perturbé. Nous avons aussi étudié la commande optimale des systèmes discrets non linéaires singulièrement perturbés. Ainsi, nous avons proposé une méthode de commande composite optimale qui permet au critère du système initial de converger vers le critère optimal du système lent plus facile à résoudre. Enfin, plusieurs exemples ont été étudiés afin de tester les outils spécifiques que nous avons développés pour ces systèmes.

Martine BOULAIS MONIN

N° 33

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 18 décembre 1998

Lieu d'inscription : UFC

"Etude paramétrique et caractérisation de matériaux obtenus par projection thermique : application à l'évolution des moteurs d'automobiles"

Cette étude concerne les fonctionnalités du système segments – piston – chemise pour les moteurs automobiles. Grâce à sa polyvalence, la technique de projection thermique offre de multiples possibilités pour modifier les propriétés de surface des matériaux. Le substrat considéré est en alliage d'aluminium tandis que les matériaux projetés sont principalement des alliages à base de fer. Les dépôts obtenus à l'aide de différentes techniques de projection ont été caractérisés du point de vue de leur composition, de leur microstructure, de leur adhérence et de leurs propriétés en usinabilité et en frottement. La diffraction des rayons X a notamment permis de suivre l'évolution des phases constituant les dépôts et de contrôler l'absence ou la présence de texture dans les revêtements. La détermination des contraintes résiduelles par la méthode des $\sin^2\psi$ a mis en évidence l'influence de certains paramètres d'élaboration sur le niveau de contraintes résiduelles dans les dépôts.

Les microstructures obtenues au sein des lamelles ont été analysées en fonction des paramètres de projection et de la composition des matériaux projetés. Le rôle de la teneur initiale en carbone et des phénomènes d'oxydation a été particulièrement considéré. L'adhérence des dépôts a été déterminée à partir d'essais de traction et testée de façon plus globale par l'intermédiaire de cyclages thermiques. Des essais tribologiques sur machine amsler ont permis de réaliser un classement parmi les différents revêtements testés du point de vue du frottement et de l'usure en condition lubrifiée. Le comportement à l'usinage a également été étudié et les profils de rodage comparés aux profils standards

Peggy ZWOLINSKI

N° 34

Directeurs de thèse : Claudine GUIDAT/Jean-Claude SAGOT

Laboratoire LIP

Soutenance : le 11 janvier 1999

Lieu d'inscription : INPL

"La simulation de l'activité comme outil d'aide à la conception et à l'innovation"

Dans le cadre du projet de conception du poste de conduite des TGV futurs, nous avons mis en place une démarche de simulation liée à l'activité des conducteurs. C'est cette démarche, qui constitue une véritable aide à la conception et à l'innovation, que nous nous sommes proposés de formaliser.

La première étape de la démarche de simulation consiste à **définir le champ des activités futures souhaitables** des conducteurs de TGV, sur la base de l'examen de leur activité actuelle et des données concernant la conduite future. Cette définition du champ des activités futures souhaitables donne une première représentation commune au groupe projet, permettant de définir quel sera demain, le métier des conducteurs.

A partir de cette définition du champ des activités futures souhaitables, nous avons développé des préconcepts de dispositifs en cabine sous forme de maquettes, pour évaluer l'activité qui peut découler de leur utilisation. Dès lors, nous avons pu mettre en place, avec des conducteurs, des simulations partielles de l'activité sur bancs d'essai afin d'effectuer des **évaluations fonctionnelles et opérationnelles des préconcepts** au cours de leur définition.

Suite à cette étape qui nous a conduits à retenir un concept global lié aux futurs dispositifs en cabine de conduite, nous avons mis en place une phase d'expérimentations sur un simulateur d'étude et de conception, qui nous permet **d'optimiser le système global, d'évaluer la performance du système conducteur-poste de conduite** retenu afin de **valider** les différents choix du groupe projet.

Cette dernière étape, qui permet de valider le passage à la dernière phase du projet, la phase de validation des dispositifs sur le terrain, qui sera réalisée sur une rame prototype de TGV.

La simulation de l'activité constitue un réel moyen d'action dans la conception si elle est intégrée tout au long du processus de conception de systèmes complexes où intervient l'homme. Elle constitue alors une véritable aide dans la conduite du projet et favorise pleinement la démarche participative des groupes projet ainsi que l'innovation.

Samuel GOMES

N° 35

Directeurs de thèse : Claudine GUIDAT/Jean-Claude SAGOT

Laboratoire LIP

Soutenance : le 11 janvier 1999

Lieu d'inscription : INPL

"Contribution de l'analyse de l'activité au processus de conception de produits innovants : Application à la conception de systèmes de contrôle-commande automobiles"

Positionné dans le domaine du génie des systèmes industriels, ce travail propose une réflexion sur les méthodes et les outils à mettre en œuvre pour mieux concevoir des produits nouveaux adaptés aux futurs utilisateurs. Dans ce contexte, une approche transversale est adoptée dans le domaine des méthodologies de conception, en utilisant des principes propres à l'ergonomie et à l'informatique. Face aux difficultés de coopération entre ingénieurs et ergonomes, lorsqu'il s'agit de concevoir de nouveaux produits tenant compte de l'activité d'utilisation, nous formulons différentes propositions. Outre la définition de notre vision du processus de conception de produits, centré sur la nécessaire coopération entre les différents acteurs du projet, nous proposons un nouveau support de coopération : la notion "d'activité gestuelle" d'utilisation du produit. Il s'agit d'abord d'analyser les différentes activités gestuelles d'utilisation des produits existants en adoptant une vision globale du système Homme-Produit-Environnement. Ensuite, il est possible d'appréhender certaines activités gestuelles futures souhaitables d'utilisation du futur produit en faisant appel à des méthodes de modélisation et de simulation. L'application de ces propositions à un projet industriel de conception d'un nouveau système de contrôle-commande d'autoradio a montré la nécessité de développer un nouvel outil logiciel d'aide au concepteur. Il s'agit de MANERCOS, un logiciel dédié à l'analyse, à partir de films vidéographiques, des activités gestuelles réelles d'utilisation des produits existants. Par la suite, ce même logiciel permet de modéliser et de simuler certaines activités gestuelles futures souhaitables d'utilisation du futur produit. Conformément à la démarche d'ingénierie concourante, les mêmes méthodes et outils proposés, vont nous permettre, d'accompagner l'évaluation des moyens de production existants et la conception des futurs moyens de production du futur produit.

Annemarie KÖKÖSY

N° 36

Directeur de thèse : Lyoubomir T. GROUYITCH

Laboratoire LMP

Soutenance : le 18 janvier 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Systèmes de commande automatique et poursuite pratique. Application aux robots industriels"

La première partie de la thèse *développe la théorie de la poursuite de systèmes dynamiques continus, non linéaires*, en l'occurrence de systèmes mécaniques. La synthèse d'une commande garantissant cette qualité de poursuite est particulièrement avantageuse pour les systèmes industriels. Une des différences majeures entre la poursuite au sens de Lyapounov et la poursuite pratique porte sur l'intervalle de temps sur lequel les différentes propriétés de poursuite sont définies. Pour la suite au sens de Lyapounov, le temps final est infini, tandis que pour la poursuite pratique, le temps final peut être fini ou infini. Les différentes propriétés de poursuite pratique sont définies par rapport aux ensembles des erreurs initiales \mathbf{E}_L , des erreurs admissibles à chaque instant \mathbf{E}_A , des erreurs finales acceptées \mathbf{E}_F , à l'ensemble des perturbations admissibles et à l'ensemble des mouvements désirés acceptés. Tous ces ensembles sont préspecifiés par l'utilisateur pour la synthèse des algorithmes de commande, et ils peuvent être définis à l'aide d'une fonction d'agrégation scalaire ou vectorielle. Dans la poursuite au sens de Lyapounov, ces ensembles ne sont pas connus a priori, la seule information portant sur leur existence.

Pour les fonctions d'agrégation scalaires, une simplification des conditions suffisantes développées par Grujic (1986) est réalisée. Cette simplification offre également la possibilité d'une autre simplification au niveau de la synthèse de la commande.

Pour les ensembles décrits par une fonction d'agrégation vectorielle, une généralisation des conditions suffisantes développées par Lazic (1995) est proposée. Cette généralisation est nécessaire pour l'étude d'une commande de poursuite pratique, élément par élément, définie par rapport aux ensembles \mathbf{E}_L , \mathbf{E}_A , \mathbf{E}_F , ayant une autre forme que celle proposée par Lazic.

Après avoir établi les conditions suffisantes garantissant la poursuite pratique, la deuxième partie de la thèse présente *la synthèse d'une commande de poursuite pratique*. Les algorithmes de commande sont développés pour n'importe quel robot industriel. La poursuite pratique est définie par rapport à trois formes des ensembles d'erreurs : les deux premières sont décrites par une fonction d'agrégation scalaire et la troisième par une fonction d'agrégation vectorielle.

Pour les deux premières formes, les algorithmes synthétisés utilisent l'information sur les éléments décrivant le modèle mathématique du robot. Ces algorithmes garantissent la poursuite pratique avec le temps d'établissement, la poursuite pratique avec le temps d'accessibilité et la poursuite pratique avec les temps d'établissement et d'accessibilité.

Pour la troisième forme, les algorithmes garantissent la poursuite pratique élément par élément avec le temps d'établissement vectoriel, la poursuite pratique élément par élément d'accessibilité vectoriel et la poursuite pratique élément par élément avec les temps d'établissement et d'accessibilité vectoriels, que le modèle du robot soit connu ou inconnu. L'étude de la commande a été menée pour réaliser une commande avec ou sans contrainte de bornes fixes.

Tous les résultats théoriques sont illustrés et complètement vérifiés par des simulations réalisées sur un robot à trois degrés de liberté en rotation.

Laurent AMANTON

N° 37

Directeur de thèse : Mohamed NAÏMI

Laboratoire du Génie Informatique

Soutenance : le 19 janvier 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Etude de l'ordonnement des messages dans les systèmes distribués"

Cette thèse regroupe l'étude de la délivrance causale de messages dans les systèmes distribués à travers l'analyse de trois modes de communication : point-à-point, diffusion globale et diffusion restreinte.

Le première partie est consacrée à l'étude des algorithmes de délivrance causale pour les communications point-à-point.

Nous définissons dans la seconde partie le concept de phases causales, qui permet de réduire les temps de latence induits par les synchronisations globales ou locales. Les phases causales engendrent des découpages consistants des exécutions réparties, tout en ordonnant causalement des messages de phases différentes. Ce principe est également bien adapté à la mise à jour de données réparties par diffusion, en respectant leur consistance. Nous développons deux algorithmes d'ordonnement de messages par phases causales, l'un étant centralisé et l'autre permettant d'effectuer des changements de phases depuis un processus quelconque.

Nous proposons dans la troisième partie deux algorithmes de délivrance causale et totale dans des groupes de processus mobiles pouvant se recouvrir. Le premier gère les diffusions restreintes dans des groupes ouverts en les créant virtuellement dès qu'un processus veut envoyer un message vers certains destinataires. Le second permet de réduire le nombre de communications en travaillant sur des groupes clos et dynamiques.

Lionel AMODEO

N° 38

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LMP

Soutenance : le 21 janvier 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à la simplification et à la commande des réseaux de Petri stochastiques. Application aux systèmes de production"

Le travail présenté dans cette thèse constitue une contribution à la simplification et à la commande des réseaux de Petri stochastiques, utilisés pour la modélisation et l'étude des systèmes de production. Dans le contexte industriel actuel où la recherche de la productivité reste l'objectif majeur, l'étude des systèmes manufacturiers s'avère de plus en plus complexe. Dans ce cadre, nous apportons une méthode de réduction de modèles stochastiques, conduisant à une diminution du temps d'obtention des performances du système. Les travaux peuvent se résumer en deux grands points : tout d'abord, une méthode de simplification graphique et analytique des réseaux de Petri stochastiques a été développée. Elle effectue un découplage de RdPS suivant les dynamiques des probabilités de marquage, et utilise les techniques de perturbations singulières en continu puis en discret. En résultat, nous obtenons deux sous-systèmes aux évolutions lentes ou rapides et aux dimensions réduites facilitant ainsi leur analyse. Utilisant la propriété des processus de Markov de la partie lente, une technique de construction du RdPS lent correspondant a été développée. La simplification est alors graphique pour le RdPS et analytique pour le processus de Markov sous-jacent. Ensuite, nous avons étendu cette méthode de simplification graphique et analytique au DdPS a commande avec une application à la recherche de la commande optimale. Dans ce cas, la méthode utilise uniquement les perturbations singulières en continu et la structure du modèle choisie est celle des systèmes bilinéaires. Le découplage suivant les dynamiques s'effectue à la fois sur le processus de Markov à décision et sur l'équation d'optimalité du système. La recherche de la commande optimale est simplifiée puisqu'elle s'effectue sur deux sous-systèmes réduits. Nous avons finalement appliqué cette méthode à un atelier de production d'ailettes de la société Alstom à Belfort. Après une phase de modélisation et de simplification, nous avons déterminé les taux optimaux de maintenance à obtenir sur les différentes machines pour une dépense minimale du service de maintenance.

Jan KOMENDA

N° 39

Directeurs de thèse : Michel FERNEY/Abdellah EL MOUDNI/Ivana HOROVA

Laboratoire LAMPS

Soutenance : le 2 avril 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation, analyse et commande des systèmes de production type hybride"

Les travaux présentés dans ce mémoire visent à étendre certains résultats sur la modélisation et l'analyse des GET dans l'algèbre des dioïdes à une classe des RdP hybrides : les graphes d'événements hybrides.

Nous développons un modèle d'état hybride des RdPH. Celui-ci porte sur l'utilisation conjointe de l'algèbre (min,+) pour la partie discrète et l'algèbre classique pour la partie continue. Le point crucial de ce modèle d'état est la description de l'interface entre la partie discrète et la partie continue.

Pour l'analyse de la commande nous utilisons la méthode des approximations discrètes qui consiste à associer à un graphe d'événements hybride (GEH) un graphe d'événements généralisé temporisé (GEGT). Cette méthode conduit à l'étude des deux parties dans l'algèbre des dioïdes. Dans l'approche d'état deux types de non linéarités interviennent. Pour pallier à cette difficulté, nous avons adopté deux approches. La première utilise une transformation diagonale dans l'algèbre (min,+) et fait disparaître la non linéarité de type polynomiale. La deuxième utilise une transformation au niveau GEGT, appelée expansion de Munier. Elle s'applique pour tout GEH et permet d'obtenir un GET équivalent (avec une description linéaire dans l'algèbre (min,+)).

La description opératoire nous procure une relation entrée-sortie pour les approximations discrètes et le passage à la limite nous donne une relation entrée-sortie pour le graphe d'événements hybride. Le cas, où cette relation est linéaire (admet une matrice de transfert), est identifié. Dans ce cas nous donnons une formule de type résiduation pour la commande optimale vis à vis du critère "juste à temps "

Rodolphe BOLOT

N° 40

Directeurs de thèse : Michel IMBERT/Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 6 mai 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation des écoulements de plasmas d'arc soufflé : application à la projection de matériaux pulvérulents"

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la maîtrise du procédé de projection thermique à la torche à plasma d'arc soufflé.

Le développement d'un code de calcul des propriétés thermodynamiques et des coefficients de transport des plasmas thermiques est réalisé dans un premier temps : les méthodes de calcul utilisées sont décrites et des résultats numériques sont présentés.

Les données calculées sont utilisées dans un second temps pour permettre la détermination des champs de température et de vitesse dans les jets de plasma d'arc soufflé : l'influence de différents éléments tels que le modèle de turbulence ou la nature du gaz environnant sont mis en évidence.

Le cas des jets de plasma impactants sur une surface plane est abordé dans un troisième temps : un modèle permettant la prédiction des échanges thermiques est suggéré et les flux thermiques calculés sont comparés à des résultats expérimentaux.

La dernière partie est consacrée à l'étude de la projection de matériaux pulvérulents. Une approche Lagrangienne est utilisée pour simuler les interactions jet/particules. Un couplage avec l'équation de conduction de la chaleur au sein d'une particule isolée est notamment réalisé et les caractéristiques de particules en vol sont comparés à des mesures expérimentales obtenues avec un système optique.

Le code de calcul PHOENICSTM est utilisé pour les calculs des écoulements de plasma.

Samuel DENIAUD

N° 41

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire LAMPS

Soutenance : le 29 juin 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'élaboration d'un modèle technico-économique de maintenance préventive. Cas de lignes de fabrication industrielles"

Nous proposons dans cette thèse, un modèle technico-économique de maintenance préventive, utile pour aider le responsable de maintenance à la décision en matière de choix de la période de maintenance préventive. L'élaboration de ce modèle part d'une étude de cas industrielle. Le modèle proposé repose sur les concepts de coût global, de réparation minimale et de maintenance préventive imparfaite : l'équipement, suite à la maintenance préventive, n'étant pas à l'état neuf. Les variables techniques et économiques du modèle se limitent à des valeurs moyennes du fait du contexte industriel. Le modèle initialement développé fait ensuite l'objet d'évolutions. La période de l'équipement, intégré dans une ligne de fabrication, étant évaluée sur son cycle de vie, l'actualisation des coûts et le non-chargement éventuel de l'équipement sont pris en compte. Les répercussions sur le coût d'indisponibilité de maintenance préventive sont alors analysées. Le modèle est ensuite mis en œuvre. Les principes d'identification des variables techniques et économiques sont déclinés. L'identification des paramètres de la loi de Weibull, qui modélisent la distribution des pannes, repose sur la méthode graphique de Hartler complétée par une heuristique de recherche du paramètre de position. Une heuristique est ensuite développée pour rechercher la période de maintenance préventive. Ces étapes d'identification et de recherche de la période sont intégrées dans une procédure de mise en œuvre du modèle. Elle est élaborée en adéquation avec le cycle de vie de l'équipement, pour répondre au besoin de dynamique d'utilisation du modèle. Enfin, un support informatique au modèle est décrit. Il répond à la nécessité d'automatiser la procédure de mise en œuvre du modèle.

Hicham BASSIR

N° 42

Directeur de thèse : Matthieu DOMASZEWSKI

Laboratoire LIP

Soutenance : le 7 octobre 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Analyse des sensibilités et optimisation en mécanique des structures"

Ce travail de recherche concerne un domaine en plein développement qui est l'analyse des sensibilités des structures en vue de leur optimisation. Le calcul des sensibilités représente une partie très importante et très complexe dans le processus d'optimisation structurale. Il est donc essentiel de disposer des modules de calcul des sensibilités qui soient efficaces et précis. Dans ce contexte, nous avons développé une méthode numérique d'analyse des sensibilités indépendante du logiciel de calcul des structures par éléments finis. Cette nouvelle méthode est basée sur l'approche continue et appelée "méthode de la mise à échelle des forces internes" (ou "méthode des pseudo-forces"). Les variables de conception concernent les épaisseurs ou les dimensions transversales des éléments. Nous avons développé des algorithmes et des modules numériques d'interfaçage de la nouvelle méthode d'analyse des sensibilités avec un logiciel de calcul des structures. Le code industriel d'éléments finis ABAQUS a été choisi pour effectuer ce couplage. N'importe quel autre logiciel de calcul des structures pourrait être choisi dans cette thèse. Ensuite, nous avons développé des interfaces informatiques entre le module d'analyse des sensibilités, le code d'éléments finis ABAQUS et le programme d'optimisation mathématique afin de réaliser un système de dimensionnement optimal des structures. Afin de valider numériquement ces méthodes et des algorithmes développés sur des exemples d'optimisation des différents types de structures nous avons comparé nos résultats avec d'autres méthodes (différences finies) et avec le logiciel de calcul des structures UAI/NASTRAN.

Zhigang FENG

N° 43

Directeur de thèse : Matthieu DOMASZEWSKI

Laboratoire LIP

Soutenance : le 22 novembre 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation numérique de l'impact d'une particule fondue sur une surface solide avec transfert thermique"

Un outil basé sur la méthode des éléments finis a été construit dans le but de simuler l'impact d'une particule fondue sur un solide avec transfert thermique. Trois modèles ont été développés : le modèle d'écoulement, le modèle thermique et le modèle d'avancement de la surface libre. Le modèle d'écoulement est décrit par les équations de Navier-Stokes complétées par une condition de frottement introduite sur l'interface particule/substrat. Le modèle thermique est basé sur le premier principe de la thermodynamique en utilisant la méthode d'enthalpie. Pour prendre en compte l'influence de l'interface sur le transfert thermique, nous avons introduit des éléments de contact thermique sur l'interface particule/substrat. Le modèle d'avancement de la surface libre est basé sur la méthode lagrangienne. Pour traiter correctement les grandes déformations de la particule dans le processus d'écrasement, nous avons proposé une technique de remaillage automatique afin de garantir une bonne précision des résultats numériques. La résolution du système non linéaire et non stationnaire a été effectuée à l'aide des méthodes de Newton-Raphson et d'Euler implicite. Le code de calcul **SIMEF** (Simulation de l'Impact par la Méthode des Éléments Finis) et le post-processeur **FERView** ont été développés en langage C++ avec la technique de la programmation orientée-objets et le support graphique OpenGL. Des exemples, de complexités variées, illustrent les formulations et les algorithmes proposés.

Frédéric CHARLOT

N° 44

Directeurs de thèse : Eric GAFFET/ F. BERNARD

Laboratoire CNRS Sévenans/Réactivité des Solides (Université de Bourgogne)

Soutenance : le 6 décembre 1999

Lieu d'inscription : UFC

"Etude et compréhension des réactions auto-entretenues activées mécaniquement. Elaboration du composé FeAl nanostructuré"

L'objectif a été d'obtenir à partir d'un procédé de synthèse non conventionnel, le procédé MASHS, un matériau nanostructuré et dense.

Ce procédé, appliqué à la synthèse du composé FeAl, repose sur deux étapes :

- (i) la première étape dite d'activation mécanique (MA) qui est un pré-broyage énergétique de courte durée conduisant à des poudres précurseurs nanostructurées.
- (ii) la seconde étape consiste à synthétiser les composés par une réaction SHS (Self-propagating High-temperature Synthesis).

Une partie du travail a été, dans un premier temps, d'étudier l'influence des différents paramètres contrôlant ce procédé MASHS et, dans un second temps, de comprendre les chemins conduisant à ce matériau nanostructuré à partir d'un dispositif original autorisant le **suivi in-situ et en temps réel** des réactions de combustion en utilisant la **diffraction des rayons X** (rayonnement synchrotron) **couplée à une thermographie infrarouge**.

Il a été mis en évidence plusieurs modes d'activation mécanique, le mode de friction et le mode choc direct grâce au contrôle des conditions de broyage appliquées. Il a été clairement démontré que l'utilisation de poudres activées mécaniquement (friction ou mode direct) entraîne, à cause de la diminution des chemins de diffusion, une diminution de la température d'amorçage d'au moins 100°C de la réaction de combustion ainsi qu'une vitesse de front de propagation multipliée par 4 ou 5. Un des faits importants est l'obtention d'échantillons chimiquement homogènes. Les études in-situ en temps réel ont mis en valeur deux phénomènes, le premier est l'existence d'une phase liquide qui implique que la réaction est de type solide-liquide, le second est l'observation d'une phase transitoire, la forme allotropique gamma du fer théoriquement attendue mais jamais encore observée.

Bien que le procédé MASHS permette d'obtenir en une seule étape la phase désirée nanostructurée, un des points faibles est la densification (densité relative comprise entre 70 et 80 %). Un procédé expérimental a été développé, en collaboration avec Z.A.Munir, permettant de synthétiser, de densifier et d'obtenir une nanostructure en une seule étape.

Ces résultats permettent maintenant d'aller vers la compréhension de **la granulo-dépendance des propriétés mécaniques**.

Tareck EL FOULY

N° 45

Directeurs de thèse : Michel FERNEY/ N. ZERHOUNI

Laboratoire LAMPS

Soutenance : le 14 janvier 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à la modélisation et à la commande des systèmes de production par une approche multimodèle"

Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans le cadre d'une nouvelle approche pour la modélisation et la commande des systèmes de production. Cette approche est basée sur une représentation multi-phases du système modélisé par un réseau de Petri continu à vitesses variables. La décomposition de l'évolution du système par phases permet d'obtenir des modèles linéaires associés aux différentes phases. L'intérêt principal de la modélisation multi-phases réside dans la facilité de mise en œuvre d'une commande par phase. Cette commande consiste à amener le système de proche en proche vers l'état désiré, par le contrôle des phases successives. La commande proposée dans le cas des systèmes de production est effectuée en agissant sur les vitesses des sources et des machines. Deux types de commandes sont étudiés. Le premier effectue le contrôle du niveau de production en s'intéressant uniquement à la manière dont le système est alimenté en entrée. Le second permet, tout à la fois, le contrôle de l'ensemble des en-cours et du niveau de production.

Les résultats de modélisation et de commande obtenus sont ensuite appliqués sur un exemple concret d'un système industriel. Il s'agit d'un atelier de montage de faisceaux de sortie de silencieux d'une ligne d'échappement, pour véhicules automobiles. Les résultats obtenus par simulation sont probants et montrent la simplicité de la mise en œuvre et l'efficacité de l'approche proposée.

Vincent HILAIRE

N° 46

Directeur de thèse : Mohamed NAÏMI

Laboratoire LaRIS

Soutenance : le 26 janvier 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Vers une approche de spécification, de prototypage et de vérification des Systèmes Multi-Agents"

Le travail présenté dans cette thèse s'inscrit dans le cadre d'une démarche méthodique pour la construction de spécifications formelles de Systèmes Multi-Agents. L'idée de base est de définir de tels systèmes comme un ensemble d'entités mettant en œuvre des comportements génériques, des rôles, entre lesquels des interactions sont spécifiés. Ces rôles et ces interactions sont structurés en unités appelée organisation. Pour concevoir les spécifications déduites de cette démarche, un langage d'expression d'objets actifs et réactifs est proposé. Ce langage est basé sur l'utilisation de deux formalismes, Objet-Z et statecharts. La composition de ces formalismes fait l'objet d'une étude et se décompose en un ensemble de règles qui autorise leur intégration syntaxique et sémantique. Ce langage multi-formalisme est caractérisé par :

- un pouvoir d'expression suffisant pour spécifier les différents aspects des SMA,
- des outils pour analyser une spécification,
- la possibilité de raffinements pour aboutir à une spécification proche d'une implémentation.

Notre démarche de spécification de Systèmes Multi-Agents s'inscrit dans un processus de prototypage et de vérification. Le prototypage réalisé grâce à l'animation des statecharts permet de valider la spécification par rapport au comportement attendu du système. La vérification est rendu possible par l'expression de la sémantique du langage multi-formalismes avec les systèmes de transitions et à l'utilisation de ces systèmes de transitions par des logiciels adéquats. La spécification d'un Système Multi-Agents est basé sur un framework exprimé avec le langage multi-formalisme qui formalise les concepts de rôle, interaction et organisation. Nous concrétisons cette étude par la spécification de deux Systèmes Multi-Agents sur lesquelles nous mettons en œuvre le prototypage et la vérification.

Abdelhafid ABOUAISSA

N° 47

Directeur de thèse : Mohamed NAÏMI

Laboratoire LaRIS

Soutenance : le 31 janvier 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Synchronisation multimédia dans les systèmes de communication de groupes"

Les dix dernières années ont constitué le terreau de formidables progrès en matière de technologies et de techniques de communication. Avec l'intégration des systèmes distribués temps réel, l'aptitude de ces réseaux pour maintenir la relation temporelle des applications multimédia devient de plus en plus importante, surtout dans le réseau Internet où les messages consomment de plus en plus de ressources.

A cause du mode de transfert asynchrone utilisé par les réseaux à haut débit tel que ATM, cette relation temporelle risque d'être rompue, ce qui entraîne un déséquencement de messages pendant la phase de livraison.

En effet, l'acheminement des messages de communication entre les processus doit souvent respecter une relation d'ordre particulière. Parmi ces ordonnancements, nous en distinguons trois principaux : FIFO, causal et total.

Ces types d'ordonnement garantissent une contrainte naturelle qui est la relation de cause à effets, cependant ils ne supportent pas de contrainte temporelle imposée par les messages multimédia, d'où l'intérêt d'utiliser un autre concept de causalité appelé Δ -causalité. Dans notre travail, nous nous intéressons à la synchronisation multimédia dans un système de communication de groupes, où les membres peuvent simultanément restituer le même message temps réel, tout en respectant l'ordre causal temps réel. Nous proposons une architecture hiérarchique en k-groupes, où k représente le nombre de sous-groupes de systèmes de communication. Nous présentons une étude de complexité des messages, de même nous étudions les propriétés de vivacité et de sûreté afin d'assurer une bonne qualité de service de l'application multimédia.

Ensuite, nous proposons un protocole de groupement dynamique, qui permet de résoudre le problème de la surcharge des processus durant la communication. Cela permet de réduire sensiblement le nombre de communications pour une diffusion restreinte donnée : seuls les membres du groupe construits dynamiquement et virtuellement sont concernés.

L'architecture hiérarchique en k-groupes permet d'une part de calculer la taille des <<Buffers>> pour résoudre le problème de la gigue, et pour mieux contrôler la synchronisation des horloges locales et d'autre part, de présenter un protocole de livraison causal en temps réel, où les membres de système de groupes peuvent simultanément restituer le même message.

Dans ce travail, nous présentons un protocole de synchronisation virtuelle de groupes basé sur l'ordre causal en phase, pour gérer l'aspect dynamique des groupes. Cet ordonnancement causal par phase est utile pour tout programme nécessitant une synchronisation globale, dans le but est de garantir la livraison causale des messages en temps réel. Enfin, nous avons simulé et validé ces différents algorithmes avec les réseaux de Petri colorés en utilisant l'outil <<Design/CPN>>, pour étudier l'aspect qualitatif et mesurer les performances des protocoles. Ces travaux ont donné lieu à plusieurs publications internationales dans ce domaine.

Bruno SERIO

N° 48

Directeurs de thèse : Jean-Pierre PRENEL/ Christian CODDET

Laboratoires CREST-LERMPS

Soutenance : le 8 juin 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation, élaboration et caractérisation de réseaux de microthermocouples or-palladium en couches minces"

La détection précise et rapide des changements de température de surface est cruciale pour l'étude de nombreux phénomènes physiques ou processus industriels (par ex. usinage laser, projection thermique). Si la température mesurée à l'aide d'un thermocouple ou d'une résistance thermométrique placés en contact direct avec la surface est toujours celle du capteur, le plus souvent elle s'éloigne de celle de la surface elle même. La présence du capteur engendre en effet des erreurs liées à la perturbation qu'il provoque sur le champ des températures à mesurer. La solution développée dans cette thèse pour réduire ces perturbations consiste à déposer le capteur directement sur la surface à caractériser. La technologie développée dans le domaine des microtechniques permet l'élaboration de tels capteurs sous forme de réseaux de thermocouples Au-Pd en couches minces pour la mesure avec une grande précision du profil énergétique des flux lasers focalisés ou encore pour mesurer le champ de température au sein d'un matériau composite. Après une phase de mise au point et d'étalonnage des capteurs en régime statique et dynamique, les comportements statique et dynamique ont été modélisés. De très bons résultats ont été obtenus dans le domaine de la profilométrie énergétique des faisceaux lasers. Des perspectives sont attendues à court terme pour la mesure des températures durant le cyclage thermique de revêtements de surface élaborés par projection thermique.

Valéry MONIN

N° 49

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Bernard NORMAND

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 29 juin 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Amélioration des propriétés de surface et de la durée de vie de segments de moteurs thermiques"

Les conditions de fonctionnement de plus en plus drastiques des moteurs diesels obligent les segmentiers à élaborer de nouveaux revêtements anti-usure sur les segments coup de feu. Les résultats présentés dans cette étude concernent l'élaboration et la caractérisation de revêtements sur des segments mis en œuvre par projection thermique à plasma d'arc soufflé (APS). Ce travail s'inscrit dans le cadre d'une collaboration avec la société Perfect Circle Europe.

Dans un premier temps, l'environnement segment-piston-chemise est présenté. Cet état de l'art permet d'appréhender les conditions de fonctionnement moteur ainsi que l'usure du couple segment-chemise. Il oriente le cahier des charges et définit les nouveaux revêtements à mettre en œuvre. Le choix s'est porté sur un composite à matrice Mo avec un renfort dur de TiN.

La deuxième partie est consacrée à l'optimisation de l'élaboration du revêtement d'origine (Mo-NiCrBFeSi) et à sa caractérisation physico-chimique et tribologique. Une analyse phénoménologique de l'usure montre l'importance de la cohésion interlamellaire sur les applications tribologiques et notamment l'incidence de la diffusion dissymétrique du NiCrBFeSi dans le Mo.

La troisième partie concerne l'élaboration d'un revêtement à base de Mo et de TiN. Deux modes d'élaboration de poudre et deux composites sont développés. Les résultats tribologiques et physico-chimiques des revêtements montrent l'intérêt de renforcer le composite par un liant de type NiCrBFeSi et la potentialité du TiN dans ce type d'application.

La quatrième partie est consacrée à l'évolution de ces revêtements vers leur contexte industriel. Une analyse électrochimique est développée pour appréhender la stabilité chimique des revêtements vis à vis d'un environnement agressif. Cette analyse illustre le caractère sélectif de la corrosion de ces revêtements élaborés par projection thermique.

Pierre-Olivier LAIR

N° 50

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire LAMPS

Soutenance : le 29 juin 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à la modélisation, à l'analyse et à la commande des systèmes de production par une approche bond-graphs"

Les travaux développés au travers de cette thèse s'inscrivent dans le cadre d'une approche continue de la modélisation, de l'analyse et de la commande des systèmes de production. Cette approche est basée sur une représentation du système à partir du formalisme des bond-graphs en exploitant le concept des réseaux de Petri continus à vitesses variables.

La modélisation est développée autour d'une approche modulaire qui vise à représenter les systèmes de production, en associant un sous modèle générique d'éléments bond-graphs à chaque type d'entité. L'intérêt de modéliser ces systèmes par des éléments bond-graphs standards réside dans le fait que le formalisme utilisé permet, d'une part, de préserver la notion de causalité qui est essentielle pour construire l'approche analytique et, d'autre part, d'obtenir une représentation d'état pour développer la synthèse d'une commande.

Deux types de commandes sont étudiés en fonction des propriétés de la machine la plus lente. Le premier privilégie le contrôle du niveau de production en s'intéressant uniquement à la manière dont le système est alimenté en entrée. Le second garantit, tout à la fois, le contrôle du niveau de production et celui de l'ensemble des en-cours, en agissant simultanément sur les vitesses des sources et des machines.

La modélisation et la commande sont ensuite appliquées sur un exemple concret d'un système industriel. Il s'agit d'un atelier de montage de faisceaux de sortie de silencieux d'une ligne d'échappement, pour véhicules automobiles. Les résultats obtenus montrent la simplicité de la mise en œuvre et l'efficacité de l'approche proposée.

Tanguy MORO

N° 51

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SET

Soutenance : le 13 octobre 2000

Lieu d'inscription : UFC

**"Contribution à l'analyse mécano-fiabiliste des problèmes de contact entre solides déformables.
Application aux moteurs piézo-électriques"**

Les contacts mécaniques entre solides déformables existent dans de nombreuses structures. Ils constituent des singularités qu'il est impératif de considérer dès le dimensionnement et tout au long de la durée de vie des structures. Les modélisations théoriques du contact unilatéral conduisent à des problèmes complexes d'équations non-linéaires nécessitant une résolution numérique. Plusieurs méthodes numériques développées récemment apportent une solution efficace à ces problèmes. Toutefois, ces approches restent déterministes et négligent les aléas présents dans tout calcul de structures. Or, l'expérience montre que ces incertitudes sont à l'origine de nombreuses défaillances.

Dans ce travail, nous proposons donc une application de la théorie de la fiabilité aux problèmes de contact entre solides déformables. En suivant la démarche de l'analyse de fiabilité, nous identifions les paramètres aléatoires, définissons les modes de défaillance potentiels dans un problème de contact et évaluons les probabilités de défaillance correspondantes. Pour réaliser ces calculs, nous proposons quatre couplages entre les méthodes numériques de contact de pénalités et du Lagrangien augmenté et les méthodes fiabilistes FORM et de surfaces de réponse. Des exemples d'application démontrent l'intérêt de notre approche. L'importance des différents paramètres dans les risques de défaillance est mise en évidence. Afin d'effectuer une étude de sensibilité dans un problème de contact unilatéral, nous développons une méthode d'éléments finis de contact stochastiques. Un processus numérique, basé sur une méthode de pénalités et une technique de perturbations, autorise le calcul des deux premiers moments statistiques de la réponse de structure. Enfin, une analyse mécano-fiabiliste du moteur piézo-électrique SHINSEI USR 60 nous permet d'établir des recommandations de conception pour remédier au défaut principal du moteur : une durée de vie limitée par une usure rapide de ses composants.

Sophie HENNEQUIN

N° 52

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SET

Soutenance : le 7 décembre 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Multi-modèle flou pour la commande des systèmes de production"

Ce travail concerne la modélisation et la commande des systèmes de production. Des multi-modèles flous de type Takagi-Sugeno-Kang sont définis pour représenter le travail des machines. Ces modèles s'inspirent des réseaux de Petri dépendant du temps, et en particulier des réseaux de Petri T-temporisés sans conflit ou continus à vitesses variables. Le comportement de chaque transition est décrit à l'aide de deux règles floues qui correspondent à deux modèles locaux linéaires. Le modèle global, obtenu après défuzzification, suit la même évolution que les réseaux de Petri. La description par multi-modèles flous correspond à une linéarisation locale et permet d'appliquer simplement une commande analytique. L'objectif de cette commande est de faire suivre à un ou plusieurs stocks une valeur désirée. Des commandes continues, discrètes et hybrides sont étudiées.

Pour l'approche continue, la convergence du modèle global commandé est démontrée sous réserve que les modèles locaux convergent. Pour l'approche discrète, une commande tout ou rien est proposée qui minimise l'erreur quadratique entre la consigne et la valeur réelle du stock. L'apparition dans certains cas d'oscillations et de phénomènes d'instabilité nous a conduit à développer une commande hybride associant à la commande tout ou rien une composante proportionnelle.

Jean-François LAITHIER

N° 53

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 11 décembre 2000

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'optimisation des conditions de réalisation de pièces de formes par projection plasma sous faible pression résiduelle d'Argon"

Cette étude s'inscrit dans un projet visant à réaliser, par projection plasma sous atmosphère contrôlée, des structures multicouches métalliques de grandes dimensions. L'influence de l'atmosphère de projection (gaz inerte, pression réduite) sur des caractéristiques du plasma, les conditions d'élaboration des dépôts ainsi que leurs conséquences sur les propriétés des dépôts obtenus est étudiée. Le rôle des traitements thermiques dans l'optimisation des propriétés mécaniques des dépôts obtenus de forte épaisseur est ensuite mise en évidence. Les aptitudes et les limites du procédé sont illustrées par la réalisation de différentes éprouvettes avec des épaisseurs de dépôt multicouches pouvant dépasser le centimètre.

Une réflexion sur de points particuliers de la projection pouvant être impliqués dans des problèmes récurrents rencontrés au cours de ces réalisations est menée. Ces difficultés sont liées à des problèmes d'adhérence entre les différentes couches déposées, à des colmatages de buses de tuyère plasma ou encore à des défauts de construction du dépôt. Le contrôle de la température du dépôt étant essentiel pour son élaboration, afin de permettre le maintien en température du substrat en cours de projection, un système de chauffage additionnel a été réalisé.

Le comportement de l'Arc Semi – Transféré (AST), utilisé pour le décapage in situ des surfaces en polarisation négative et pour le maintien en température du substrat en polarisation positive, est étudié. Les spécificités de ces conditions d'établissement, associées à la présence du plasma sur le trajet de l'arc, sont dégagées. Le flux thermique supplémentaire fourni au substrat par l'AST⁺ est mesuré par un fluxmètre calorimétrique, tandis que les effets de l'AST sur un substrat sont corrélés à la tension de passage de l'arc. Cette distinction fonction de la polarité de l'arc permet ainsi de dégager deux modes d'accrochage de l'arc électrique sur le substrat/dépôt métallique jouant le rôle d'électrode.

La poudre employée pour les différentes projections fait l'objet d'une analyse granulométrique et morphologique mettant en évidence la présence d'une population importante de particules creuses soupçonnées de favoriser le colmatage de la buse de projection.

Le flux thermique transmis par le plasma en extinction à un substrat froid est également mesuré dans différentes configurations de buse de torche à plasma : profil divergent standard ou profil avec divergent de Laval.

Régis BONNET

N° 54

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 18 décembre 2000

Lieu d'inscription : UFC

"La projection thermique sur des formes complexes : simulation et étalonnage du procédé robotisé"

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration de la maîtrise du procédé robotisé de projection thermique sur des formes à géométrie complexe. Différentes voies ont été étudiées pour mener à bien ce projet. Une structure logicielle a été mise en place et des interfaces spécifiques ont été développées. Le concept de programmation hors ligne a été testé et validé ; un meilleur contrôle des trajectoires d'outil de même que des améliorations du procédé ont été constatés (optimisations des cellules et des outils de projection). Cependant, des problèmes de contrôle de vitesse d'outil et de calibrage géométrique des cellules robotisées ont été mis en évidence. Face aux contraintes économiques et de mise en œuvre des procédés actuels de calibrage, il s'est avéré intéressant de considérer des systèmes de mesure basés sur les ondes ultrasonores. Dans un premier temps, les facteurs influençant la propagation des ondes ultrasonores dans l'air ont été quantifiés. Puis, des prototypes de contrôle (vitesse outil et étalonnage géométrique des cellules robotisées) ont été étudiés et développés. Les résultats présentés montrent que cette technique est parfaitement utilisable dans le cadre de l'optimisation du concept de programmation hors ligne.

Laurent FINCK

N° 55

Directeur de thèse : Zhi-Qiang FENG

Laboratoire M3M

Soutenance : le 1^{er} juin 2001

Lieu d'inscription : UFC

"Modélisation numérique des problèmes de fiabilité en mécanique de la fatigue, de la rupture et du contact"

L'objectif de ce travail est l'étude du couplage des algorithmes fiabilistes avec la méthode des éléments finis en mécanique de la fatigue, de la rupture et du contact. La thèse comporte cinq chapitres :

La première partie est consacrée aux méthodes fiabilistes appliquées en mécanique. Les méthodes numériques de Monte-Carlo et Form (First Order Reliability Method) sont présentées dans un cadre général. Les algorithmes sont programmés et testés sur deux exemples analytiques.

La deuxième partie concerne l'implantation des calculs de sensibilités et des méthodes Form/Sorm dans un code de calcul par éléments finis en élasticité linéaire. L'exemple d'une structure modélisée par éléments finis permet de tester plusieurs types de variables aléatoires. La notion de zone de défaillance est évaluée à partir de calculs élasto-plastiques.

La troisième partie traite des problèmes de fatigue. Form est intégrée dans le code de calcul, avec une fonction d'état limite dépendante du nombre de cycles de sollicitations appliquées. Form est aussi comparée à la notion de facteurs de sécurité. Des exemples numériques illustrent la fonctionnalité de Form pour l'analyse en fatigue.

La quatrième partie établit la problématique du couplage entre Form et les calculs en mécanique de la rupture. Form et les calculs de sensibilités du premier ordre sont intégrés dans le code de calcul utilisant les éléments hybrides métis de déplacement pour le calcul des facteurs d'intensité de contraintes.

La cinquième partie définit certaines restrictions sur l'application de Form dans les problèmes non linéaires de contact avec frottement modélisés par la méthode de flexibilité avec Matériau Standard Implicite. Les problèmes de convergence sont discutés sur un exemple test.

Guillaume JANDIN

N° 56

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 18 juin 2001

Lieu d'inscription : UFC

"Etude d'un procédé de projection thermique à l'arc-fil en vue d'une application pour l'outillage rapide"

L'objectif industriel de la construction par projection thermique de coquilles métalliques implique un apport rapide de grandes quantités de matériau sur une base financièrement économique. Dans cette optique, le choix de la projection à l'arc-fil s'est imposé : le coût au kilogramme déposé en utilisant cette technologie est faible au regard des autres types de procédés et le débit de matière potentiel élevé (jusqu'à 15 kg.h^{-1}). Cette étude porte plus spécifiquement sur l'emploi d'un matériau d'apport à base de fer, du fait de ses bonnes propriétés mécaniques et d'une bonne résistance à l'usure. Mais son utilisation pose d'autres problèmes : il convient d'éviter de dégrader thermiquement le modèle, en général constitué d'une résine stéréolithographique, par un apport de chaleur trop important, d'améliorer la médiocre adhérence dépôt/substrat en cours d'élaboration de la coquille, de maîtriser l'épaisseur du dépôt construit sur des modèles de géométrie plus ou moins. Tous ces éléments doivent être maîtrisés pour envisager une industrialisation du procédé. L'étude menée concerne un unique pistolet de projection et un seul type de fil : un d'acier contenant 0,8 % de carbone, décrits dans le premier chapitre.

Le second chapitre présente la caractérisation en vol des particules formées : leur taille, leur vitesse et leur température, en fonction du débit et du type de gaz d'atomisation et de l'intensité du courant fournie à l'arc. Des outils originaux ont permis de caractériser efficacement les particules composant le jet de matière et de montrer l'influence prépondérante du débit de gaz sur ces caractéristiques.

Ensuite, une autre partie aborde les problèmes de l'adhérence des particules formées sur les substrats à base de polymères, liés au mode d'écrasement et de solidification. Les phénomènes principaux identifiés sont les échanges thermiques de surface intervenant entre le subjectile et la particule. Une étude portant cas concrets et un modèle mathématique élaboré spécifiquement met en évidence cette interprétation et permet d'apporter des solutions technologiques.

Le quatrième chapitre s'intéresse plus précisément à la caractérisation des dépôts une fois construits, avec des spécificités de conditions d'élaboration dues à la nature polymérique des substrats. Les paramètres de projection étudiés sont les mêmes que ceux du second chapitre. Leur influence est testée sur la microstructure (le taux d'oxyde, la porosité, l'épaisseur des lamelles) et les propriétés mécaniques (microdureté, module d'Young) des dépôts. Les fortes interactions entre les conditions opératoires, le comportement en vol des particules, la microstructure et les propriétés mécaniques, ainsi que le caractère prépondérant du débit du gaz d'atomisation ont été ainsi mis en évidence. Les résultats obtenus montrent que le débit du gaz d'atomisation influence fortement la taille et la vitesse des particules formées et ces 2 caractéristiques conditionne le mode d'élaboration du dépôt, donc ses propriétés mécaniques.

Le cinquième chapitre met en application les informations obtenues dans les parties précédentes ainsi que les potentialités de la robotique pour la définition des procédures à suivre pour construire des coquilles. Cette définition s'est concrétisée par la réalisation de plusieurs pièces de démonstration.

Ioana Anca FILIPAS

N° 57

Directeurs de thèse : Abdellah ELMOUDNI/George DRAGHICI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 26 septembre 2001

Lieu d'inscription : UFC

"Définition et mise en oeuvre d'un pilotage adapté à la réactivité industrielle : Application à un atelier de fabrication de coiffes de sièges d'automobile"

Notre thèse part d'un besoin formulé par PSA Peugeot-Citroën : imaginer un atelier de fabrication de coiffes (housse de siège automobile) réactif. Il s'agit d'un idéal vers lequel doit tendre un atelier existant qui n'a jamais connu, depuis sa création en 1965, de réorganisation majeure. Cette thèse propose un certain nombre de concepts, de méthodes et d'outils innovants, associés à la définition, à la mesure et à la mise en place de la réactivité dans un système de production réel.

Nous avons tout d'abord défini la réactivité comme la capacité d'un système de production à percevoir des modifications de son environnement (acuité), à améliorer et à utiliser au mieux sa flexibilité (ici, la polyvalence du personnel), et assurer la fluidité dans la circulation des matières et des informations. Un certain nombre d'indicateurs quantitatifs et statistiques de l'acuité, de la flexibilité et de la fluidité ont été proposés. Afin de pouvoir les agréger dans un indicateur global, nous avons développé un formalisme à base de logique floue. Le modèle obtenu permet de décrire et d'évaluer qualitativement la réactivité.

Une fois la réactivité définie, il faut la mettre en oeuvre. Une démarche de pilotage a été proposée. Elle consiste à déployer l'objectif global d'amélioration de la réactivité sur des composants particuliers du système de production, puis de développer des applications logicielles supports. Celles-ci concernent :

- la réimplantation de l'atelier en cellule réactive (logiciel utilisé : simulation, ARENA) ;
- la formation de groupes de travail réactifs et l'affectation selon les compétences (logiciel utilisé : base de données, ACCESS) ;
- la mesure et le suivi de la réactivité de l'atelier à l'aide d'un système d'indicateurs flou (logiciel utilisé : MATLAB).

Les outils proposés sont en cours de test par l'industriel.

Essolè PADAYODI

N° 58

Directeurs de thèse : Kokou-Esso ATCHOLI/Dominique PERREUX

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 27 novembre 2001

Lieu d'inscription : UFC

"Contribution à l'élaboration des matériaux de construction à base de produits naturels : Caractérisation thermomécanique et physico-chimique des argiles et des fibres naturelles cellulosiques"

Cette étude vise à élaborer des matériaux du Génie Civil économiques et biodégradables à base des argiles et des fibres cellulosiques naturelles en vue de répondre au problème sans cesse croissant que pose le logement en Afrique. Afin d'en tirer meilleur parti, une étude de caractérisation physico-chimique et thermomécanique de six variétés d'argiles tropicales et de trois variétés de fibres cellulosiques naturelles a permis de définir la synoptique d'élaboration d'une gamme de structures utilisables dans l'industrie des matériaux de construction.

Pour résoudre les problèmes de déformation et de fissuration des plaques en cours de séchage, il a été proposé deux approches complémentaires : une approche expérimentale qui a permis d'établir la cinétique de séchage et de déterminer les courbes de Bigot de chaque argile et une modélisation du transfert de l'humidité dans une plaque en argile pour optimiser le séchage. Un modèle diffusif établi à partir des lois de Fick a permis de mettre en évidence l'apparition des contraintes internes dans une matrice en cours de séchage et qui occasionnent sa déformation et sa fissuration.

La caractérisation thermomécanique des matrices cuites entre 500°C et 1060°C a permis de définir la gamme de matrices répondant aux normes des produits de construction en argile cuite et applicables dans l'élaboration des tuiles et briques.

Compte tenu des difficultés techniques que pose l'essai de traction d'une mèche de fibres ou d'une fibre unitaire, la caractérisation a porté sur des éprouvettes composites résine-fibres cellulosiques, les propriétés des fibres étant déduites à partir des équations classiques de la loi des mélanges. Le problème de transfert de charge de la matrice aux fibres dû au caractère hydrophile de celles-ci sera résolu en procédant préalablement à leur traitement chimique.

Dans une dernière approche, l'association de la variété d'argile et de la variété de fibres présentant la meilleure tenue mécanique a permis d'élaborer une structure composite verte applicable dans l'élaboration de tuiles vertes.

Matthieu VERDIER

N° 59

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Sophie COSTIL

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 18 décembre 2001

Lieu d'inscription : UFC

"Caractérisation et développement du procédé PROTAL® couplage d'un laser impulsif et d'une torche de projection thermique pour un procédé de traitement de surface efficace et respectueux de l'environnement"

Les techniques de préparation de surface avant projection thermique par dégraissage et projetage d'abrasifs sont soumises à de nombreuses limitations. Le respect des normes environnementales et les coûts induits, la protection sanitaire des opérateurs, la modification des propriétés mécaniques des matériaux ductiles en sont les principales contraintes. Le procédé PROTAL® est une alternative aux techniques conventionnelles, puisqu'il assure la préparation de surface par un décapage laser de façon simultanée à la projection thermique de matière. Le développement industriel du procédé passe par la maîtrise et la compréhension du rôle des paramètres opératoires dans l'obtention d'une adhérence *élevée* du revêtement. L'approche suivie dans ce travail permet, tout d'abord, d'appréhender les effets produits par le décapage des substrats tant d'un point de vue topographique qu'énergétique. L'analyse des morphologies de particules écrasées précise ensuite les conditions opératoires favorables à la réalisation de revêtements métalliques (NiAl) ou céramiques ($\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$) sur différentes natures de substrats (2017, TA6V, 2C22). Enfin, l'optimisation du protocole opératoire par une analyse factorielle permet de définir des conditions où les niveaux d'adhérence atteints sont supérieurs à ceux obtenus par la procédure de préparation conventionnelle.

Crisalia MATEUS

N° 60

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 7 février 2002

Lieu d'inscription : UFC

"Les revêtements composites céramique/polymère : Etude de la faisabilité par projection thermique à la torche à plasma – Cas du système alumine/polymère fluoré"

Le polytétrafluoroéthylène (PTFE) est un polymère aux propriétés remarquables, notamment un coefficient de frottement très faible. Cependant, sa résistance médiocre à l'usure abrasive limite son emploi dans toutes applications mécaniques soumises à la rayure. Cette étude s'inscrit donc dans le cadre de la faisabilité de revêtements composites céramique/polymère fluoré par projection thermique à la torche à plasma, en vue d'améliorer la résistance à l'abrasion du PTFE. Trois axes de recherche sont alors envisagés.

La première voie s'intéresse à l'injection d'un mélange de poudres d' $\text{Al}_2\text{O}_3\text{-TiO}_2$ et de PTFE, d'une part et de PFA, d'autre part. Les différentes caractérisations, effectuées sur les dépôts ainsi obtenus, aboutissent alors à l'optimisation des paramètres de projection, ainsi qu'à la mise en place d'un post-traitement permettant l'affinement de la microstructure.

La seconde phase aborde la notion de co-injection, ce découplage assurant l'introduction des deux matériaux dans les zones du jet de plasma qui leur sont les plus appropriées. A l'issue d'une étude préliminaire, les conditions d'injection de la poudre de polymère ont été optimisées. L'utilisation de ces paramètres ont ensuite permis l'élaboration de revêtements composites aux microstructures améliorées par post-traitement.

Enfin, la dernière partie se consacre à la mise en forme d'une poudre composite, à architecture particulière, par pulvérisation-séchage ("Spray-drying"). Ce procédé se déroulant en plusieurs étapes, cette étude s'inscrit dans la première phase : la mise en suspension des différents constituants (charges, tensioactif et liant) de la poudre. La nécessité de maintenir une certaine homogénéité au sein des barbotines a alors permis de dégager les teneurs optimales de chaque composant pour aboutir, finalement, à des suspensions pulvérisables.

Thomas LISSAJOUX

N° 61

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire SeT

Soutenance : le 22 novembre 2002

Lieu d'inscription : UFC

"Maillage adaptatif et approche évolutionniste pour le dimensionnement de réseaux radiomobiles"

Les objectifs de cette thèse peuvent être exprimés en trois points. Le premier consiste en la proposition d'une approche permettant de modéliser et de résoudre le problème de dimensionnement de réseaux radiomobiles : le maillage adaptatif. Le second objectif réside dans la validation de cette approche en proposant une solution basée sur une approche évolutionniste et en considérant des études de cas représentatifs. Enfin, le dernier objectif consiste à proposer une infrastructure et un environnement permettant le développement de solutions évolutionnistes par réutilisation de composants logiciels.

Dans le domaine des réseaux radiomobiles le dimensionnement, qui a pour but de définir la forme générale de tels réseaux de façon à répondre à la demande en trafic radiomobile, c'est à dire de déterminer le nombre et l'emplacement des antennes constituant le réseau, est une étape fondamentale du processus de planification de réseaux. Il est envisagé dans cette thèse comme une étape distincte, en amont des autres phases du processus de planification de réseaux et doit permettre de séparer les aspects stratégiques, concernant le respect de la topographie du réseau et l'adaptation à la quantité du trafic, des aspects d'ingénierie liés à la gestion de la propagation et au paramétrage des antennes. Nous abordons ce problème au moyen de techniques de maillage adaptatif, appliquées à des grilles structurées en nid d'abeilles et le définissons en tant que problème d'optimisation, basé sur un ensemble de critères élémentaires permettant la caractérisation des maillages adaptés.

L'approche de maillage adaptatif pour le dimensionnement est validée au travers d'une solution évolutionniste hybride, basée sur la méthode parallèle spécifique HIES, que nous décrivons et dont nous validons individuellement chacun des opérateurs, montrant que leur combinaison permet la définition d'une méthode évolutionniste robuste. Le caractère modulaire de la construction de la méthode évolutionniste, par la combinaison des composants et des opérateurs dans une démarche interactive de mise au point et d'expérimentation de la stratégie globale, apporte ainsi une réponse méthodologique à la construction de systèmes évolutionnistes complexes dans une démarche de prototypage rapide. Des résultats obtenus sur des cas représentatifs, permettent d'apprécier les performances et le caractère polyvalent de la solution évolutionniste proposé.

Ayant montré comment les techniques de réutilisation telles que les infrastructures logicielles rendent possible le prototypage rapide et la mise au point de solutions évolutionnistes, nous présentons l'environnement HECTOS. Basé sur l'infrastructure évolutionniste LIBE, celui-ci facilite la réutilisation, à la fois sur le plan conceptuel et sur le plan technique, et permet la réalisation rapide et fiable de solutions évolutionnistes sur des problèmes nouveaux. Nous illustrons l'utilisation de HECTOS sur le problème du maillage adaptatif en construisant sa solution évolutionniste par l'assemblage graphique de composants logiciels. Au delà de son utilisation dans le cadre évolutionniste, l'environnement HECTOS rend plus généralement possible une approche de réutilisation par composants logiciels.

Hao DENG

N° 62

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 25 avril 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Détermination des flux thermiques et de la température du système revêtement-substrat en cours de projection thermique"

Ce travail a pour but d'étudier l'influence des moyens auxiliaires (préchauffage et refroidissement) utilisés en cours de projection thermique sur le champ de température d'une part, et les propriétés (l'état de contraintes résiduelles, le microdureté et l'adhérence interfaciale) du système revêtement-substrat d'autre part. Une étude s'appuyant sur la spécification de fonction a permis de confirmer la faisabilité et la fiabilité de la méthode du problème inverse en conduction de la chaleur (PICC). Une extension de la méthode de spécification de fonction a été appliquée à la détermination de la vitesse de balayage du procédé HEATCOLL®. A travers l'étude de la méthode inverse du gradient conjugué, une méthode modifiée synthétisant deux méthodes classiques pour un problème plan a été proposée. L'influence du nombre de thermocouples, de la valeur initiale, de l'intensité du maillage et du critère d'arrêt sur la précision et la vitesse de convergence de calcul numérique a systématiquement été étudiée. Une configuration optimale a ensuite été utilisée pour déterminer les profils des flux thermiques tels que les flux de chauffage et de refroidissement. Ces résultats ont alors été vérifiés quantitativement en utilisant un montage bi-éprouvette et qualitativement lors de l'étude sur la vitesse de balayage. La modélisation du champ instantané de température au cours de la réalisation de la première couche a montré l'existence d'une différence de températures à l'interface pour les deux systèmes considérés (NiCrBSi/acier inoxydable et $ZrO_2-8\%Y_2O_3$ /acier inoxydable), mais également l'intérêt de l'utilisation du CO_2 -liquide comme moyen de refroidissement. Enfin, les revêtements réalisés par le procédé HEATCOLL® ont révélé des meilleures performances au niveau de l'état de contraintes résiduelles, de la microdureté et de l'adhérence que ceux réalisés par les configurations classiquement rencontrées (projection seule et projection accompagnée d'un refroidissement).

Hamed FALL

N° 63

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire M3M

Soutenance : le 12 mai 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Sûreté de fonctionnement des systèmes mécaniques actifs"

Cette thèse est consacrée à l'étude de sûreté de fonctionnement des systèmes mécaniques dynamiques actifs, en analysant leur comportement suite à des variations paramétriques liées à leurs incertitudes, et suite à des pannes d'actionneurs et de capteurs.

Le chapitre 1 de cette thèse rappelle les principes d'évaluation de la fiabilité et des outils nécessaires pour le traitement des incertitudes par des approches probabilistes.

Le chapitre 2 décrit le principe du contrôle actif, ainsi que les méthodes (LQG, LQR, LQE) utilisées pour la conception du régulateur et de l'observateur retenu.

Ce contrôleur implémente un modèle réduit modal de la structure et ses caractéristiques de gain et de filtre resteront inchangées quelle que soit la variation des paramètres nominaux. Il est conçu pour le contrôle des vibrations d'une structure dont le nombre de modes de vibration est supérieur à celui considéré dans le contrôleur. La théorie correspondante est détaillée dans le chapitre 3.

Dans le chapitre 4 et 5, on applique ces théories à un panneau en aluminium. L'importance de l'utilisation de la méthode des plans d'expérience y est montrée. L'utilisation de cette méthode permet également de définir un domaine d'étude où le système reste stable quelle que soit la variation des paramètres. Cette méthode se présente comme une étape nécessaire pour le traitement des incertitudes paramétriques par des approches probabilistes (FORM/SORM) dans le cas des systèmes mécaniques adaptatifs.

Le chapitre 6 est consacré à l'étude de l'influence des pannes de capteurs et d'actionneurs sur la performance et la stabilité du système contrôlé.

Ces travaux ont permis de faire la jonction entre les méthodes de conception des systèmes mécaniques actifs et l'approche probabiliste dans le cas des structures continues.

Lucas DEMBINSKI

N° 64

Directeurs de thèse : Thierry GROSDIDIER/Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 4 juin 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution au développement d'alliages à base cuivre en forme par projection thermique"

Cette étude s'inscrit dans le développement d'alliages à base cuivre mis en forme par projection thermique sous pression réduite et atmosphère neutre. Les alliages à base cuivre renforcés par précipitation possèdent un bon compromis entre les propriétés mécaniques et thermiques. En vue d'optimiser les propriétés de ces alliages plasma-formés, trois axes de recherches ont été étudiés.

La première voie s'intéresse à l'influence des paramètres du procédé de projection thermique sur des alliages Cu-Ag élaborés à partir de mélanges de poudres Cu + Ag. Les différentes caractérisations montrent que le mélange de poudres doit être projeté sur un substrat préchauffé afin d'avoir un faible taux de porosité et une mise en solution "in situ" de l'argent qui précipitera lors du refroidissement des pièces. Cependant après élaboration, les analyses ont montré qu'une certaine quantité d'argent était évaporée. Cette quantité dépend de la granulométrie de la poudre d'argent et de la puissance du plasma.

La seconde phase aborde l'influence de la teneur en argent dans les alliages Cu-Ag-Zr. Les résultats montrent que la stabilité à haute température des précipités riches en zirconium dépend du rapport atomique Zr/Ag. Les propriétés de ces alliages ont été optimisées par traitements thermiques. Les cinétiques de durcissement ont été établies et les évolutions microstructurales analysées au MEB.

Face à une certaine sensibilité des alliages Cu-Ag-Zr vis à vis du procédé de projection thermique, la dernière partie de ce travail est consacrée à l'étude d'une nouvelle famille d'alliage Cu-Cr-Nb moins sensible au procédé d'élaboration. La phase Cr₂Nb, très stable à haute température, a pu être synthétisée en partant du mélange de poudre CuCr et CuNb. Les résultats montrent également que, pour ce type d'alliage, le cyclage thermique rapide de la torche à plasma permet un affinement de la microstructure, ce qui produit un gain de dureté par rapport à la poudre initiale.

Nicolae BRINZEI

N° 65

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire M3M

Soutenance : le 19 septembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la modélisation et à la commande modulaires des systèmes de production par une approche UML et réseaux de Petri"

Dans ce mémoire, nous apportons une méthode intégrant le formalisme UML et les réseaux de Petri pour une approche modulaire et distribuée des systèmes de production. Le modèle UML n'accède pas à une étude analytique. Celle-ci est réalisée après transformation du modèle UML en un réseau de Petri. Le formalisme UML conduit vers les réseaux de Petri à objets, auxquels des aspects stochastiques et modulaires sont ajoutés. Nous définissons les réseaux de Petri à objets stochastiques à synchronisations internes. Ces réseaux de Petri permettent d'obtenir un modèle modulaire où chaque entité du système a son propre sous-réseau synchronisé par des messages. Pour déterminer les processus semi-markoviens associés aux sous-réseaux, une évaluation des synchronisations est effectuée. Nous développons une méthode basée sur les objectifs des systèmes de production ; objectifs définis en terme de marquages moyens des places du réseau de Petri. Cette méthode permet de déterminer les taux de franchissement associés aux transitions synchronisées, tout en assurant les performances minimales imposées au système de production. Pour optimiser ces performances, nous intégrons une commande aux taux de franchissement. Nous développons un algorithme de commande optimale en deux étapes. L'évaluation de la stratégie de commande se fait indépendamment pour chaque entité du système et l'amélioration de la stratégie évaluée est réalisée pour le système entier. Nous appliquons finalement cette méthode à un atelier d'assemblage de câbles de commande d'automobiles. Après une phase de modélisation et d'étude de régime permanent, nous déterminons les taux optimaux à obtenir pour un gain maximum de l'atelier.

Hélène MORIN-HAMON

N° 66

Directeur de thèse : Philippe FLUZIN

Laboratoire UMR CNRS 5060

Soutenance : le 13 novembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Les techniques de préparation mécanique des minerais de fer d'altération : XVIe-XIXe siècle : Organisation spatiale et procédés techniques. Les ateliers de lavage du Nord Franche-Comté"

Cette étude rend compte d'un programme inédit de recherche dans l'Est de la France en particulier en Franche-Comté sur les sites de préparation mécanique des minerais de fer d'altération. Les prospections au sol, les relevés topographiques, les études géophysique et sédimentaire ont été complétés par un dépouillement des archives et de la bibliographie. Près de 500 ateliers de lavage d'importance, ont été répertoriés sur un territoire couvrant 130 communes pour le seul département de la Haute-Saône. 101 sites ont été retrouvés et étudiés sur le terrain.

Les prospections ont permis de mettre en évidence la diversité des témoins archéologiques qui ont imprimé le paysage. Plus d'une centaine de sites relativement bien conservés, dont la superficie varie de quelques mètres carrés à plusieurs dizaines d'hectares, constituent l'ossature du corpus documentaire.

L'étude approfondie de ces sites apporte des informations sur l'organisation de l'espace de travail. Les résultats obtenus révèlent une structuration raisonnée des ateliers et mettent en évidence les unités fonctionnelles : zone de captage, réseaux hydrauliques internes, réservoirs, aire de lavage, espace de stockage des minerais, zone de rejets des déchets, zone d'épuration des eaux issues du lavage. Cette organisation est révélatrice d'une chaîne opératoire interne aux ateliers de lavage.

L'étude des bassins-versants permet de comprendre et de caractériser cette industrie. D'abord limitées et concentrées sur le lieu même de l'extraction, les unités de lavage ont largement bénéficié d'innovations étroitement liées à la maîtrise de l'hydraulique et se sont implantées sur le cours principal des rivières.

Une structuration progressive de l'espace de travail et une domestication rationnelle et raisonnée de l'hydraulique s'observent sur le versant des thalwegs. Les premiers lavoirs utilisaient le fond des dépressions remplies par les eaux pluviales ou de ruissellement. Au fur et à mesure de l'éloignement des gîtes, les ateliers sont beaucoup plus étendus et structurés. Ils s'organisent en système dans un environnement qu'ils ont contribué à façonner et à modifier. Ce travail met donc l'accent sur l'importance méthodologique de l'étude micro-topographique des « *haldes* ». Loin d'être une activité annexe le traitement des minerais constitue une véritable industrie. Le résultat des prospections permet de cerner l'ampleur et la diversité des techniques développées et surtout de percevoir au travers de sites particulièrement représentatifs l'évolution technologique des systèmes utilisés et leur adaptation au contexte tant hydrologique que géomorphologique.

L'auteur a utilisé de multiples approches méthodologiques actuellement testées sur d'autres régions comme en Champagne-Ardenne et en Midi-Pyrénées dans des contextes géologiques similaires

Sofiane GUESSASMA

N° 67

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Ghislain MONTAVON

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 20 novembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation et contrôle de procédés de projection thermique par coopération de méthodes d'intelligence artificielle"

Ce travail répond à deux objectifs complémentaires visant à introduire en projection thermique des méthodes implicites basées sur l'emploi de réseaux de neurones artificiels et d'explicitier les corrélations entre les paramètres opératoires et les caractéristiques et propriétés des dépôts. L'intelligence artificielle, à travers les réseaux de neurones, est admise dans ce travail comme un support de développement réalisant la connexion entre les données du problème (base de données) et la réponse quantifiée d'une manière statistique (méthode heuristique).

Une étude de faisabilité a été conduite en considérant des dépôts d'alumine-rutile réalisés par le procédé de projection thermique à la torche à plasma d'arc soufflé atmosphérique (APS). Des réseaux de neurones ont été construits pour décrire les diverses corrélations entre les paramètres opératoires et les caractéristiques des particules en vol et les propriétés et caractéristiques des dépôts. Ces corrélations ont été obtenues grâce à des expériences structurées auxquelles des protocoles d'analyse ont été systématiquement associées. Les résultats obtenus par les réseaux de neurones, représentant un traitement global des bases de données, ont permis de quantifier ces corrélations tout en adhérant aux résultats expérimentaux. Par ailleurs, ils ont permis de prédire des comportements intermédiaires non décrits par les expériences réalisées.

Façal MILED

N° 68

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire M3M

Soutenance : le 08 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à une méthodologie de conception des systèmes dynamiques actifs"

Les travaux de cette thèse portent sur l'étude d'outils et de techniques dédiés à la conception des systèmes dynamiques actifs, du cahier des charges initial jusqu'à la validation de la solution d'avant-projet. Nous considérons la classe des systèmes dynamiques actifs comprenant une ou plusieurs sources d'énergie liées avec une charge par un ou plusieurs éléments de transmission. L'ensemble représente la partie passive du système qui est supervisée par une partie active, la commande. Pour la clarification du problème, nous considérons qu'un système dynamique actif est décomposable en sous-systèmes au regard des fonctions principales. Pour chaque sous-système la conception est centrée sur l'élément de transmission et l'unité de commande. La formulation du problème consiste à synthétiser les spécifications et à proposer une modélisation. Pour la spécification nous exploitons l'intérêt du point de vue comportemental et nous proposons dans ce sens deux tableaux matriciels, l'un pour les états qualitatifs et l'autre pour les états quantitatifs. Ces tableaux spécifient d'une façon quasi-générique les états et transitions entre états des transmissions, en fonction de ceux des sources et de la charge. Pour la modélisation, nous retenons l'outil UML qui offre une modélisation à la fois statique, fonctionnelle et dynamique. Nous exploitons ces modèles pour la validation structurelle de la partie active, en passant aux réseaux de Petri, et pour la recherche des solutions des transmissions en utilisant l'outil bond-graph. Celui-ci permet la validation des solutions au regard des critères, d'une part, structurels exigés pour la synthèse de la commande et, d'autre part, énergétiques et dynamiques pour le dimensionnement. Enfin, nous procédons au choix et à l'élaboration d'une stratégie de commande puis à la validation de la solution d'avant-projet dans son ensemble, en simulant le comportement du système commandé en boucle fermée et en comparant les résultats de simulation avec la spécification. Cette contribution à une méthodologie de conception des systèmes dynamiques actifs est appliquée à l'étude d'une transmission automatique de scooter.

Gang JI

N° 69

Directeur de thèse : Thierry GROSDIDIER

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 10 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration et caractérisation de revêtements nanocritallins Fe-40Al préparés par projection thermique"

Des revêtements nanostructurés à base de FeAl ont été réalisés par projection thermique en utilisant la technique de la flamme supersonique (HVOF). Les revêtements obtenus ainsi que la poudre broyée initiale ont été caractérisés par différentes analyses : la Diffraction des Rayons X (DRX), les Microscopies Electroniques à Balayage (MEB) et en Transmission (MET), la Calorimétrie Différentielle à Balayage (DSC) et la Spectrométrie Mössbauer (SM), afin de construire un modèle pour expliquer les mécanismes de formation des différentes structures dans les revêtements et clarifier l'origine de la nanostructure. L'effet des paramètres du procédé sur la microstructure et sur les propriétés des revêtements (la dureté et la corrosion) a été également étudié par faisant varier la granulométrie de la poudre initiale. Les résultats indiquent que les revêtements présentent une structure bimodale où des nanograins 3D peuvent être conservés dans les particules non fondues. Ces derniers résultent de la recristallisation partielle des nanostructures de la poudre initiale. Si les particules de poudre ont été totalement fondues, des nanograins 2D peuvent être développés par la solidification rapide. Le choix judicieux de la granulométrie de la poudre peut permettre d'optimiser le compromis dureté/résistance à la corrosion.

Servane CLAUDEL

N° 70

Directeur de thèse : Jean-Jacques CLAIR

Soutenance : le 11 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Processus d'innovation pour la sécurité des données dans les réseaux sans fil"

Cette thèse traite de la phase la moins connue de la création d'entreprise : l'émergence de l'idée jusqu'au concept final et son amorçage. Notre but est de proposer certaines règles pour permettre de réduire et de contrôler la part de risque dans les projets d'innovation technologique.

Tout d'abord, nous clarifierons les définitions de technologies de la mobilité. Les technologies sans fil Ultra Wide Band sont des technologies de rupture car le saut en terme de débit a été bien supérieur à la loi de Moore. Puis, à travers les différentes analyses des normes relatives aux technologies de la mobilité, nous montrerons leurs effets stratégiques sur le succès rencontré par les produits innovants sur le marché. Nous essaierons de déterminer quelles sont les tendances historiques de la diffusion d'innovations. Enfin, la dernière partie aborde les notions de valorisation de l'innovation et de transfert technologique universitaire comme privé. L'objectif est de déterminer l'ensemble des facteurs et variables nécessaires à la prise de décision aussi bien technologique, stratégique que financière, dans le cas d'un projet d'amorçage. Grâce à notre modèle de valorisation par les risques, nous montrerons que la valeur du travail des fondateurs et des professeurs assimilés à l'essaiage du projet peut devenir nulle voir négative.

Le management de l'innovation surtout dans les premières phases, d'émergence de l'idée jusqu'au concept final et son amorçage, est très risqué. Le processus de création peut s'arrêter à tout moment. Le but est de réduire les zones d'incertitudes. Des indications sur les facteurs et variables nécessaires à la prise de décision dans le management de projet de rupture technologique seront données. Ces variables permettent de recadrer le développement technique et de réadapter la stratégie.

Nathanaël COTTIN

N° 71

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 15 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la sécurisation des échanges électroniques en environnement réparti objet"

Les systèmes d'information répartis emploient de multiples processus autonomes et complémentaires qui coopèrent afin de remplir des tâches complexes. La plupart de ces systèmes ont recours à des protocoles aptes à rendre confidentiels les messages échangés. Cependant, peu d'entre eux prévoient la gestion des accès aux processus qui les composent.

L'objectif de ce travail est de proposer la modélisation UML d'un système réparti dont les processus sont des objets informatiques. Ce modèle repose sur les principes employés par l'architecture CORBA, tels que l'abstraction entre interfaces et traitements par le biais de l'Interface Description Language (IDL), la prise en compte de l'hétérogénéité des plates-formes et des langages de programmation ainsi que l'emploi de services communs. En complément de la confidentialité des échanges, les techniques de signature électronique sont employées afin d'assurer l'authentification forte des objets, l'intégrité des messages et la non répudiation des informations échangées. Dans ce sens, une grammaire d'un contrat IDL sécurisé (S-IDL) est proposée. La gestion des accès aux objets est en outre complétée par l'intégration de systèmes externes prenant en charge la surveillance des interactions entre les objets ainsi que l'audit des tâches réalisées.

Par ailleurs, le modèle ainsi élaboré s'accompagne d'une proposition relative à la définition d'un format de signature électronique issu de l'étude des standards existants et conforme aux exigences juridiques. Ce format est intégré à un protocole de communication entre objets, modélisé en Abstract Syntax Notation One (ASN.1) et UML. Un prototype valide le modèle proposé. Il est à l'origine d'une architecture répartie à grande échelle appelée « chaîne de confiance », composée de multiples tiers. La collaboration entre ces derniers permet de répondre aux recommandations d'acceptation par les juristes d'une signature électronique au même titre que son homologue sur support papier.

Cette chaîne est mise en relation avec des applications grand public qui font appel à ses services.

Abdel Jalil ABBAS-TURKI

N° 72

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 16 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la modélisation et à la commande par les réseaux de Petri VOD : Application à la minimisation des temps de correspondance des systèmes de transport public"

Pour des raisons stratégiques et économiques, la maîtrise de la planification et de l'exploitation des réseaux de transport collectif est le défi actuel que les compagnies de ce domaine doivent relever. Le point névralgique de la phase de planification qui est la minimisation des temps de correspondance, suscite de nombreux travaux de recherche. Les modèles actuels, issus de la théorie des graphes, supposent que les horaires d'arrivée et de départ des moyens de transport aux stations sont respectés. Or dans la réalité, le fonctionnement du système est perturbé par des aléas quotidiens, ce qui entraîne des retards sur les horaires planifiés.

Ce travail de thèse propose une approche stochastique pour l'amélioration des conditions de correspondance dans le contexte de la planification d'un réseau de transport collectif urbain. Nous introduisons formellement une classe particulière de réseau de Petri adaptée à ces systèmes : Réseau de Petri Véhicule Origine-Destination (RdPVOD). Cet outil est constitué de deux parties qui représentent de manière concise la dynamique des véhicules et des passagers au sein du système. L'utilisation de temporisation stochastique permet d'obtenir un modèle sous forme de processus markovien, semi-markovien ou markovien régénératif. Nous démontrons que les processus sous-jacents peuvent être simplifiés par regroupement d'états, afin de permettre l'analyse des performances du système, notamment pour l'obtention des temps de correspondance.

Le modèle RdPVOD est ensuite appliqué pour la minimisation des temps d'attente dans les problèmes de planification des lignes et des horaires. Dans le premier cas, les chaînes de Markov à temps continu sont utilisées pour formuler le temps de correspondance en fonction des fréquences des lignes et des temps d'arrêt des moyens de transport. Des techniques de résolution du problème de planification des lignes sont alors proposées grâce à l'utilisation des chaînes de Markov à revenu. Dans le deuxième cas, nous résolvons le problème de planification des horaires en prenant en considération les aléas à travers les états du processus markovien régénératif.

Lahcen EL OMARI

N° 73

Directeur de thèse : Prabodh Kumar PANDAY

Laboratoire CREST

Soutenance : le 17 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude de l'évaporation d'un film liquide pur et de solution aqueuse ruisselant sur un cylindre horizontal : Modélisation numérique et expérimentation"

Ce mémoire présente une étude numérique et expérimentale de l'évaporation d'un film liquide pur et de solutions aqueuses ruisselant sur un cylindre horizontal. Les études expérimentales ont été menées pour le cas où l'alimentation est effectuée par un dispositif de distribution d'eau en nappe, colonnes ou en gouttes. Cette dernière est effectuée dans le cas d'un film d'eau ruisselant sur un tube lisse de diamètre 50 mm dans le but de déterminer le nombre de Nusselt moyen et d'estimer le coefficient d'échange thermique local. L'étude numérique est composée de deux parties : la première traite de l'évaporation d'un film ruisselant autour d'un cylindre horizontal dont la température de la surface est supposée uniforme. Dans ce cas, l'alimentation du tube est effectuée par une fente placée sur la génératrice supérieure du tube. La seconde partie traite de l'évaporation d'un film liquide tombant en nappe sur un cylindre horizontal. Dans ce cas la zone d'injection du film liquide est simulée en l'assimilant à la zone de stagnation dans le cas de l'injection d'un écoulement sur une plaque horizontale. Les équations de conservation de masse, de mouvement, d'énergie et d'espèces écrites dans les deux phases ont été résolues par une méthode de différences finies implicite. La viscosité turbulente est estimée en utilisant des modèles de longueur de mélange. L'écoulement gazeux à l'extérieur de la couche limite est supposé potentiel. Ce mémoire traite le cas de l'évaporation d'un film d'eau pure avec ou sans écoulement d'air ou celui d'une solution aqueuse de chlorure de sodium (NaCl/H₂O) ou du bromure de lithium (BrLi/H₂O) dont l'un des deux constituants est non volatil. Les résultats sont comparés à des corrélations expérimentales relevées dans la littérature. L'épaisseur du film liquide a été mesurée par la méthode de fluorescence induite par laser sans évaporation. Les différents régimes d'écoulement (gouttes, gouttes-colonnes, colonnes, colonnes-nappe et nappe) ont été identifiés et les nombres de Reynolds de transition dans le cas d'un débit ascendant et descendant ont été déterminés. Ensuite, l'influence de plusieurs paramètres sur le coefficient d'échange de chaleur telles que le débit massique et la température du film liquide, de la puissance électrique est analysée. A partir des températures mesurées à l'intérieur du cylindre, l'utilisation du problème inverse de conduction de la chaleur (PICC) a permis de déterminer les conditions aux limites difficiles à mesurer telles que : la température de la surface et la densité de flux thermique sur tout le pourtour du tube. Une comparaison des résultats de la résolution du PICC à ceux définis par simulation de l'évaporation d'un film tombant en nappe a été effectuée.

Nadhir MESSAI

N° 74

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 17 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Surveillance du trafic urbain et interurbain à base de modèles neuronaux"

La réduction des effets des congestions non récurrentes est un défi capital que les centres de gestion du trafic essaient de relever en se dotant de certains outils de surveillance. Cependant, les algorithmes de détection généralement employés relèvent de l'ingénierie de trafic plus que de la surveillance des systèmes et sont incompatibles avec les contraintes opérationnelles de l'exploitation des infrastructures.

Ce travail présente une approche de surveillance à base de modèles neuronaux et apporte des arguments en faveur de l'utilisation des réseaux de neurones artificiels (RdN) en proposant des modèles et des algorithmes qui remédient à certaines limitations des approches classiques.

Au niveau de la modélisation, les RdN sont utilisés d'une façon simple et systématique pour extraire des diagrammes fondamentaux (DF) qui ne nécessitent aucun effort de calibrage. Par ailleurs, nous formulons des algorithmes d'initialisation permettant de pallier à la difficulté de convergence vers des minima locaux très éloignés du minimum global. Les RdN sont également employés en tant que modèle prédicteur du débit. Cette approche de modélisation a l'avantage de s'affranchir des difficultés théoriques et expérimentales liées à la validation des modèles existants car elle s'appuie sur une procédure de validation systématique.

Au niveau de la surveillance, nous proposons, dans un premier temps, un algorithme à base de modèle statique. La détection des incidents résulte d'une segmentation de l'espace débit/densité en quatre régions et de la classification des mesures dans l'une de ces zones. Afin de pallier aux limitations de cet algorithme statique, nous nous sommes intéressés à une approche de surveillance basée sur l'analyse de résidus issus de la comparaison du fonctionnement réel avec celui du modèle prédicteur du débit. Par ailleurs, nous développons une procédure alternative qui repose sur quatre réseaux récurrents connectés entre eux. Enfin, la problématique de la supervision du trafic au niveau d'un réseau routier est abordée. Des schémas modulaires et hiérarchiques basés sur des réseaux de Petri sont proposés. Ces schémas présentent l'intérêt de permettre un suivi temporel et spatial de la propagation des incidents et des congestions.

Les approches de modélisation et de surveillance développées sont testées et comparées sur deux cas réels : un carrefour urbain de la ville de Nancy et une portion de l'autoroute Californienne I-880.

Ahmed NAIT SIDI MOH

N° 75

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 17 décembre 2003

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la modélisation, à l'analyse et à la commande des systèmes de transport public par les réseaux de Petri et l'algèbre (max, plus)"

Les travaux présentés dans cette thèse constituent une contribution à la modélisation, à l'analyse et à la commande des systèmes de transport public par l'adaptation des réseaux de Petri (RdP) et algèbre des dioïdes. Nous étudions en particulier la gestion optimisée des correspondances par une planification des horaires d'un réseau de transport en commun. Nous développons dans ce sens des modèles capables d'apporter des solutions aux problèmes d'amélioration de la qualité de service de transport en commun, par les minimisations des temps de correspondance et des ressources matérielles utilisées.

Notre travail est effectué en considérant deux études de cas de fonctionnement des bus au niveau des arrêts de correspondance où des échanges de passagers sont susceptibles de se produire. Un fonctionnement synchronisé pour lequel nous utilisons un modèle graphe d'événements temporisés (GET) et un modèle (max, +) linéaire stationnaire qui lui est associé. Un fonctionnement non-synchronisé modélisé par un graphe d'événements temporisés avec retrait dynamique de jetons (GETRDJ). Ce dernier modèle graphique, possédant des conflits structurels, a une description analytique dans l'algèbre (max, +) de forme linéaire non-stationnaire. La résolution mathématique du modèle obtenu passe par une politique de résolution des conflits associés au modèle graphique. Nous proposons dans ce sens une politique de routage déterminée *a priori* prenant en compte les caractéristiques du système. Cette politique permet d'une part, d'arbitrer les conflits sur le modèle graphique, et d'autre part, de résoudre le modèle mathématique. L'analyse des solutions obtenues ainsi que les éléments propres de la matrice caractéristique du modèle (max, +) permet de déterminer les différents temps de correspondance des voyageurs et d'estimer ainsi les performances du système étudié. Dans le souci de minimiser les temps de correspondance des voyageurs et améliorer la qualité de service, nous proposons une politique de commande de ces réseaux de bus. Deux approches sont alors proposées. La première permet de synthétiser une commande basée sur les techniques développées dans le cadre de la théorie de la résiduation dans les dioïdes. La seconde est fondée sur des résultats de simulation qui permettent d'obtenir une commande à partir des optima globaux des fonctions objectifs. Les résultats obtenus sont validés sur une partie du réseau de transport en commun de la ville de Montbéliard.

Nadine BERGER-KELLER

N° 76

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Ghislaine BERTRAND

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 12 février 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"De la barbotine au revêtement projeté : application au dioxyde de titane"

Cette étude s'inscrit dans une démarche de contrôle de toute la chaîne de réalisation d'un revêtement réalisé par projection thermique, le but étant de réaliser un dépôt d'oxyde métallique : le dioxyde de titane, contenant un taux maximal de TiO_2 dans la phase anatase.

Afin d'y parvenir, nous avons étudié la réalisation de poudres de dioxyde de titane dans la phase anatase par une technique d'agglomération séchage, en nous focalisant sur le contrôle des différentes caractéristiques de ces poudres (densité, morphologie, coulabilité). De nombreux paramètres influencent ce procédé de fabrication des poudres, parmi lesquels la formulation de la barbotine paraît être le plus important. Des mesures de sédimentation, de rhéologie, de potentiel zêta... ainsi que des simulations de séchage sur différents états de barbotine (gélifiée, floculée, dispersée), nous ont permis de choisir deux formulations pour réaliser deux poudres ayant des caractéristiques bien différentes : l'une avec une faible densité (creuse) et l'autre avec une densité plus élevée (pleine).

Ces deux poudres ont ensuite été projetées avec des paramètres plasmagènes appropriés, pour favoriser le maintien de la phase métastable anatase dans le dépôt. L'étude de ces dépôts a permis de montrer le grand intérêt de contrôler les caractéristiques des poudres. En effet, des dépôts avec des structures composites ont été obtenus avec des zones fondues, correspondant au dioxyde de titane dans la phase rutile, tandis que les zones non-fondues sont constituées de phase anatase. L'effet le plus important pour contrôler le taux d'anatase s'est avéré être la poudre. Des dépôts avec un taux important d'anatase (>80%vol.) ont été réalisés avec une poudre dense de forte granulométrie.

Nous avons montré l'importance de suivre toutes les étapes d'élaboration d'un revêtement réalisé par projection thermique et plus particulièrement l'importance de la morphologie de la poudre utilisée quant il s'agit de favoriser une phase métastable.

Samir JEMEÏ

N° 77

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire L2ES

Soutenance : le 14 octobre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation d'une pile à combustible de type PEM par réseaux de neurones"

Ce travail apporte une contribution à la modélisation des piles à combustible de type PEM. La modélisation fait ici appel aux réseaux artificiels de neurones et est appliquée à deux piles à combustible de puissances différentes.

La première partie de ce mémoire rappelle les verrous technologiques liés à l'intégration des piles à combustibles dans un véhicule. Puis l'auteur s'interroge sur la nécessité de modéliser une pile à combustible avant de se pencher sur les différentes méthodes de modélisation existante.

La réalisation d'un modèle neuronal décrivant le comportement statique d'une pile à combustible de type PEM est la première étape de cette étude. La deuxième partie décrit la démarche qui a permis de réaliser ce modèle. Elle se décompose en trois points essentiels ; choix d'une topologie adaptée, choix d'essais expérimentaux pour établir une séquence d'apprentissage représentative du système et choix des entrées/sorties du modèle, étude de différentes techniques d'apprentissage menant à une modélisation satisfaisante.

Afin d'obtenir un modèle complet, le comportement dynamique de la pile doit être décrit. L'élaboration du modèle dynamique à l'aide de réseaux de neurones bouclés est exposée dans la troisième partie.

Pour conclure ce mémoire, une méthode originale basée sur l'analyse de Fourier permet d'obtenir une boîte noire multi-modèle permettant de coupler les modèles dynamiques et statiques pour prédire l'évolution temporelle de la tension de la pile à combustible selon des sollicitations de courant à fréquence variable. Enfin, une étude de sensibilité paramétrique est réalisée.

Laurent DUMERCY

N° 78

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire L2ES

Soutenance : le 27 octobre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la caractérisation thermique et fluide d'une pile combustible à membrane échange de protons"

L'objet de la thèse porte sur la modélisation thermique et fluide d'une pile à combustible à membrane échangeuse de proton. La gestion de la température interne de la pile influe sur ses performances, soit directement au niveau de la réaction électrochimique, soit par la détermination de ses caractéristiques internes (hydratation de la membrane, résistance à la diffusion dans les zones poreuses).

La modélisation s'est effectuée suivant deux axes. D'une part, le comportement thermique a été appréhendé au niveau global. La pile est étudiée, dans son ensemble, sous la forme d'un réseau de résistances thermiques et de sources de chaleur (création de chaleur par la réaction électrochimique, échanges avec les fluides). Des conditions aux limites de Dirichlet ont été utilisées pour fixer les températures de surface. Le maillage du réseau est affiné pour modéliser la cellule centrale. Des conditions aux limites particulières sont appliquées à cette cellule afin de quantifier l'influence des autres. La cellule étudiée peut ainsi être simulée en fonctionnement adiabatique, en série ou en dissipant avec l'extérieur.

D'autre part, les canaux anode et cathode ont été étudiés avec un modèle spécifique, basé sur le calcul par différences finies d'un système d'équations différentielles. Prenant en compte les principales grandeurs physiques et thermophysiques (pressions, débits, coefficients d'échange d'eau et de chaleur), il couple les grandeurs internes aux canaux et l'état thermique du système global. L'étude du changement de phase de l'eau dans les canaux, son transfert entre l'anode et la cathode et son influence sur le bilan thermique de la pile sont étudiés.

Abdelhafid KELLOU

N° 79

Directeurs de thèse : Hafid AOURAG/Thierry GROSDIDIER

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 12 novembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Stabilité, effet d'addition et propriétés d'intermétalliques et d'alliages à précipitation : étude numérique (ab-initio) des bases Cu-Ag et Fe-Al"

Ce travail présente une application d'une méthode de calcul type ab initio à des alliages métalliques. Il consiste à déterminer les tendances générales qui caractérisent leurs comportements ainsi que l'amélioration de leurs propriétés physiques (mécaniques, transports, ...). Les calculs effectués dans ce travail ont clairement mis en évidence les effets des additions ternaires 3d (Ti, V, Cr) et 4d (Zr, Nb, Mo) pour les alliages Cu-Ag et leurs rôles sur les propriétés mécaniques et de transport. En parallèle, les effets des petits atomes (B, C, N, O) en substitution, des lacunes ainsi que la non-stœchiométrie ont été bien éclaircis dans le cadre des alliages FeAl. Les résultats obtenus ont également démontré la stabilité et le rôle des précipitations qui peuvent renforcer la matrice pure : structures des Laves binaires et ternaires du système Cr-Zr-Nb et leurs comportement à haute températures pour les alliages base Cu et structures Heusler Fe₂AlTi et Fe₂AlCr pour le FeAl. Les calculs ont été aussi élargis aux couches fines (multicouches) à base Cu/Ag et Cu/AgZr en vue de leur éventuel développement par les techniques de croissance récemment acquises par le laboratoire (notamment les techniques PVD et CVD). Cette étude a clairement démontré le potentiel des méthodes de calcul dans la conception de nouveaux matériaux en combinant les effets de température, de concentration, des défauts, ...etc. En connaissant les tendances et la corrélation entre les propriétés microscopiques et macroscopiques, le concepteur peut ainsi être guidé dans ses choix pour trouver les alliages correspondants aux propriétés requises sans avoir recours à des expériences coûteuses.

M'Hamed ARROUF

N° 80

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire M3M

Soutenance : le 08 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation multicritère appliquée aux systèmes mécaniques adaptatifs"

Le travail de cette thèse consiste à étendre les méthodes d'optimisation multicritère à la conception des structures actives, et plus particulièrement à l'emplacement des capteurs et des actionneurs sur une structure mécanique.

Les systèmes mécaniques adaptatifs font appel à des régulateurs LQG (Linear Quadratic Gaussien). Les principales matrices du contrôle optimal LQG, sont déterminées par minimisation d'un critère quadratique mais avec en plus des contraintes qui sont prises en compte au cours d'un processus itératif (exemple : l'utilisation des actionneurs au maximum de leurs possibilités conduit à modifier itérativement des rapports spécifiques des pondérations). Nous avons proposé une stratégie originale pour l'optimisation de la matrice de gain du régulateur, en tenant compte des contraintes sur la commande des actionneurs et sur les sorties. Puisqu'il s'agit d'un problème d'optimisation sous contrainte, nous avons choisi un algorithme de recherche de point-selles de type Uzawa.

Le choix et le positionnement des actionneurs et des capteurs se fait en fonction bien sûr des objectifs à atteindre mais peut être guidé par quelques idées simples d'une base de connaissance. Nous avons développé une méthode de positionnement optimal des actionneurs basée sur l'approche logique floue. En effet, l'approche logique floue permet la prise en compte de connaissances expertes ainsi que l'introduction facile de règles expertes supplémentaires.

Enfin, nous avons indiqué des pistes pour l'emplacement du premier capteur sur la structure active en se basant sur les normes énergétiques de perturbabilités et d'observabilités. Ces travaux ont été appliqués à l'étude d'un panneau en aluminium.

Florin-Iuliu TRIFA

N° 81

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Ghislain MONTAVON/Marioara ABRUDEANU

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 09 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Modèle de dépôt pour la simulation, la conception et la réalisation de revêtements élaborés par projection thermique : application au cas de l'alumine-rutile (Al_2O_3 -13% TiO_2) projetée à la torche atmosphérique à plasma d'arc"

Cette étude a pour objectif d'élaborer un modèle de dépôt par projection thermique interfacé avec une simulation robotique pour aider à la conception, à la simulation et à la réalisation des recouvrements de structures. Le cas étudié est celui de la poudre d'alumine – rutile (Al_2O_3 – 13 % masse TiO_2) projetée à la torche à plasma d'arc soufflé atmosphérique (APS).

Dans un premier temps, une étude expérimentale a été conduite pour quantifier l'influence de paramètres opératoires influant sur la géométrie et certaines propriétés des dépôts. Les paramètres étudiés ont considéré le nombre de passes, la vitesse relative torche – substrat, l'angle de projection, la distance de projection, le pas de balayage, la direction d'injection de la poudre et le débit massique de poudre. Des dispositifs précis et des protocoles expérimentaux fiabilisés ont été utilisés pour assurer la qualité et la reproductibilité des résultats analysés le plus souvent sous l'angle statistique.

Toutes les fonctions mathématiques reliant les paramètres opératoires considérés avec la géométrie et les propriétés étudiées ont été groupées au sein du modèle mathématique de dépôt. Toutes les connaissances acquises ont ainsi été capitalisées au sein d'un logiciel, système expert, qui aide au choix des paramètres opératoires pour la conception des dépôts. Le modèle de dépôt a ensuite été interfacé avec une simulation robotique de la trajectoire de la torche. On obtient alors une simulation de l'opération de dépôt selon une trajectoire optimisée.

Certes, ce système considère actuellement le seul cas de revêtements d'alumine – rutile élaborés à la torche à plasma d'arc soufflé, mais la méthodologie développée est simplement applicable à d'autres natures de dépôt et à d'autres procédés de projection.

Rabah HAMZAOUI

N° 82

Directeurs de thèse : Omar EL KEDIM/Eric GAFFET

Laboratoire UMR CNRS 5060

Soutenance : le 10 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Mécanosynthèse et propriétés magnétiques d'alliages Fe-Ni"

Une étude de l'influence de la durée de broyage sur la structure et les propriétés magnétiques des alliages Fe-10%Ni et Fe-20%Ni a été réalisée en utilisant un broyeur planétaire type RETSCH PM400. Cette étude nous a permis, l'obtention de la solution solide Fe(Ni) cubique centré hors équilibre des alliages Fe-10%Ni et Fe-20%Ni après 24 h de broyage, avec une taille de grain de 10 nm dans le cas de l'alliage Fe-20%Ni. Pour une durée de broyage de 96 h, nous avons trouvé une aimantation à saturation élevée (de 227 et 219 Am² /kg) et une coercivité faible (de 200 et 110 A/m), respectivement pour les alliages Fe-10%Ni et Fe-20%Ni. L'effet des conditions de broyage (variation du rapport Ω / ω , respectivement vitesse de rotation du plateau et vitesse de rotation des jarres) sur les propriétés magnétiques des mêmes alliages Fe-Ni pour une durée de broyage fixée à 36 h, a été réalisée en utilisant un broyeur de type FRITSCH P4. Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en évidence deux modes différents d'élaboration; un mode de choc ($\Omega \gg \omega$) et un mode de friction ($\Omega \ll \omega$). La formation de la solution solide Fe (Ni) de structure cubique centré dépend de la puissance de choc. Lorsque la puissance de choc augmente la taille des cristallites diminue et le paramètre de maille augmente. La coercivité dépend du mode d'élaboration utilisé (choc ou friction) Enfin, la mise au point d'un modèle prédictif a été conçue par l'intermédiaire de réseaux de neurones artificiels. Il permet de relier les conditions de broyage aux propriétés magnétiques des alliages Fe-10%Ni et Fe-20%Ni, en maintenant fixe la durée de broyage à 36 h.

Pierre SECHEL

N° 83

Directeurs de thèse : Alexandre HERLEA/Abdellatif MIRAOU

Soutenance : le 14 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"L'architecture hybride des convertisseurs statiques utilisés dans le pilotage des entraînements asynchrones en traction électrique (1970-1995)"

Les hypothèses de recherche engendrées par les présents travaux ont pour but d'étudier les phénomènes d'hybridation qui sont à l'origine des deux familles de convertisseurs statiques utilisés dans les entraînements asynchrones, à savoir les convertisseurs I et U. Les convertisseurs statiques à 2 étages qui alimentent aujourd'hui les engins – moteurs asynchrones sont l'aboutissement d'un processus complexe d'une vingtaine d'années au cours desquelles ont été progressivement combinés plusieurs développements technologiques provenant d'autres modes de traction, à l'instar des ponts redresseurs et des hacheurs, avec les onduleurs pilotés par la modulation de largeur d'impulsions.

Pour autant, la densité des technologies employées dans les systèmes à double conversion ne suffit pas à expliquer la complexité des entraînements asynchrones. D'autres critères qui relèvent de l'énoncé théorique de la mécanique des solides nous aideront à comprendre pourquoi deux décennies se sont avérées nécessaires pour standardiser les systèmes de conversion et éliminer les blocages consécutifs à des préalables techniques. C'est la raison pour laquelle, l'analyse rétrospective des montages et coupes d'installation se rapportant à des applications représentatives des technologies asynchrones n'est pas dissociée des fondements théoriques qu'elle a impliqués. Médiation théorique qui souvent, fait émerger les seuls critères pertinents susceptibles d'introduire un rapport de causalité entre un choix technique et le faisceau de contraintes qui a déterminé ce choix.

Dans cette optique, le travail d'analyse à entreprendre va nous conduire à investir chronologiquement le variateur de courant et ses sous-systèmes constitués de blocs redresseurs et de blocs hacheurs afin d'identifier l'influence de la tension de ligne sur les montages. Ensuite, les investigations porteront sur l'onduleur de tension et sur l'usage des lois intersectives de la modulation de largeur d'impulsions dans les fonctions de pilotage vectoriel utilisé en phase de démarrage et de pilotage scalaire au-delà de la vitesse nominale. Enfin, il conviendra d'observer les phénomènes de commutation dans la transmission du couple moteur avec un onduleur de courant.

Abdelhamid BERDAI

N° 84

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire SeT

Soutenance : le 16 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Une approche multi agents pour la simulation de réseaux de transport par bus"

Le travail présenté dans cette thèse constitue une contribution à la modélisation et la simulation d'un réseau de transport de passagers par bus. L'idée de base est de concevoir un modèle fondé sur le paradigme multi-agents qui tient en considération des aléas affectant le réseau de transport. Ces aléas subissent des variations temporelles et spatiales.

Afin de comprendre et analyser le fonctionnement du réseau urbain, un modèle à base de l'approche multi-agents a été élaboré. Nous avons déterminé d'abord la structure du système comme étant une hiérarchie d'organisation dont chacune fédère des rôles et leurs interactions. Puis, nous avons défini un ensemble d'agents, à chacun desquels on assigne un ensemble de rôles. Enfin, les interactions entre les rôles deviennent à ce stade des interactions entre agents, que nous avons modélisées sous la forme de diagramme d'interaction.

Pour rendre le modèle proposé accessible à une simulation, une étape de spécification des comportements des agents a été abordée. Cette étape s'inscrit dans un processus de prototypage d'un simulateur à base d'agents en permettant une description des modèles comportementaux des agents. Donc, on a proposé un ensemble de règles de transformation permettant d'obtenir le squelette des modèles comportementaux d'agents à partir des diagrammes d'interaction. La dernière étape est la conception du simulateur lui même à partir des modèles spécifiés précédemment. Un soin particulier a été apporté au développement de l'interface homme-machine de l'environnement de simulation, sa configuration et son paramétrage. Finalement, nous avons accordé une attention particulière à l'évaluation de quelques paramètres de qualité des services de transport en prenant en considération les aléas perturbant un réseau d'autobus.

Filofteia-Laura TOMA

N° 85

Directeurs de thèse : Didier KLEIN/Ghislaine BERTRAND

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 17 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration et mise en forme de matériaux à base de TiO₂ pour le développement de traitements passifs de l'environnement (application aux oxydes d'azote)"

L'objectif de ce travail de thèse consiste dans l'étude des matériaux de dioxyde de titane sous forme de poudres et de dépôts obtenus par la technique de projection plasma, afin de comprendre l'influence de différents paramètres sur leur efficacités photocatalytiques vis-à-vis de la dégradation des polluants atmosphériques, en particulier les oxydes d'azote.

Une chambre test environnementale a été développée dans le cadre de cette thèse pour étudier l'activité photocatalytique du TiO₂. Les tests photocatalytiques réalisés sur plusieurs types de poudres de dioxyde de titane ont montré que l'efficacité photocatalytique dépend fortement de différents paramètres liés à la fois aux propriétés extrinsèques du matériau qu'aux caractéristiques microstructurales, dont la structure cristalline est une des plus importante.

Pour obtenir des dépôts de dioxyde de titane par projection thermique, deux procédés ont été utilisés : la projection par plasma à partir d'une poudre nanométrique agglomérée (projection conventionnelle) et la projection thermique des suspensions de poudre (projection liquide). Les dépôts obtenus ont présenté des caractéristiques et des réponses photocatalytiques différentes, fonction des paramètres et des méthodes de projection. De plus il a été souligné, une fois encore, l'importance de la structure cristalline sur les propriétés photocatalytiques des dépôts de TiO₂. La technique de projection plasma d'une suspension est une méthode prometteuse d'élaboration des dépôts photocatalytiques pour la dégradation des oxydes d'azote.

Chérif TOLBA

N° 86

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 17 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à l'utilisation des réseaux de Petri pour la modélisation et la régulation du trafic urbain et interurbain"

Le domaine du transport est en évolution permanente et nécessite la mise en œuvre des techniques avancées pour améliorer la sécurité et la qualité de service des infrastructures routières. Ces techniques reposent sur des outils spécifiques permettant de rendre compte des caractéristiques du trafic urbain et interurbain. Une étape dans la réalisation de telles techniques est la modélisation de l'écoulement du trafic. On distingue généralement deux classes des modèles du trafic routier : les modèles macroscopiques et microscopiques.

Ce travail de thèse propose une approche unifiée basée sur les réseaux de Petri (RdP) pour la modélisation et la régulation du trafic urbain et interurbain. Par un maillage du réseau de voiries, nous avons établi une analogie entre les paramètres des réseaux de Petri continus à vitesses variables et les caractéristiques globales du trafic, à savoir : le débit, la densité et la vitesse. La discrétisation spatiale consiste à subdiviser une section de route en un ensemble de segments. Chaque segment est représenté par un RdPCV dans lequel l'évolution des franchissements des transitions représente les débits moyens. Cette évolution permet de calculer le nombre de véhicules sur le segment conformément à l'équation d'évolution fondamentale du RdPCV. Le modèle macroscopique par RdPCV nous a permis de reproduire soigneusement le comportement moyen d'un flot de véhicules.

Dans le but de décrire la composition du flot de véhicules et les interactions inter-véhiculaires, nous avons opté pour une discrétisation spatiale plus fine du modèle initial qui consiste en une modélisation microscopique du trafic. Chaque segment du modèle RdPCV macroscopique, est à nouveau divisé en un nombre fini de cellules et chaque cellule, caractérise l'emplacement possible d'un véhicule. Afin de mieux appréhender le comportement individuel des véhicules, nous avons introduit les réseaux de Petri discret temporisés dans la description de l'évolution du trafic. Ce modèle est inspiré du principe de fonctionnement des automates cellulaires. Les résultats obtenus sont satisfaisants dans le sens où les trajectoires individuelles des véhicules sont faciles à suivre.

Les modèles obtenus ont été ensuite exploités pour la régulation du trafic dans les carrefours en vue de résoudre les problèmes liés à la congestion. Dans cette optique, nous avons décrit le comportement global du trafic dans le carrefour par des modèles hybrides non linéaires (RdPH). Ces modèles englobent simultanément l'évolution continue des files d'attente et l'évolution discrète des feux tricolores. Compte tenu des caractéristiques non linéaires du modèle RdPH nous avons opté pour une méthode de linéarisation par approche multi-modèles. Cette approche consiste à décrire l'évolution du trafic dans le carrefour par un ensemble de modèles linéaires validés dans des domaines de fonctionnement particuliers et activés séquentiellement sur occurrence des événements internes (franchissement d'un seuil) ou externes (commutation des feux). Chaque modèle linéaire caractérise une situation du trafic. La détection des domaines de validité (seuil) de chaque modèle linéaire a permis de synthétiser des lois de commandes appliquées aux feux tricolores. Dans ce contexte, nous avons mis au point trois algorithmes de commande événementielle :

- ❶ *Algorithme de commande par rupture de seuils bas* : il s'agit de privilégier la résorption de la file d'attente sur la voie dont la phase de feu est «vert».
- ❷ *Algorithme de commande par rupture de seuils hauts* : il s'agit d'empêcher la formation d'une file d'attente sur la voie dont la phase de feu est «rouge».
- ❸ *Algorithme de commande par rupture de seuils mixtes (bas et hauts)* : l'objectif de cet algorithme est double : il consiste à empêcher la formation d'une file d'attente dont la phase de feu est «rouge» et de résorber la file d'attente sur la voie dont la phase de feu est «vert»

Enrique VEGA

N° 87

Directeur de thèse : Philippe FLUZIN

Laboratoire UMR CNRS 5060

Soutenance : le 17 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Altération des objets ferreux archéologiques du site de GLINET (Seine Maritime, France – XVIe siècle). Caractérisation des produits de corrosion et étude des mécanismes"

Ce travail de recherche concerne à la fois, le domaine de la conservation/restauration des matériaux du patrimoine, et la prévision de l'altération des matériaux dans l'industrie contemporaine. Il porte sur le vieillissement à très long terme d'objets ferreux en milieux aqueux dans les sols argileux.

Une étude typologique des faciès de corrosion, menée sur un corpus constitué à partir du matériel issu du site archéologique de Glinet datant du 16ème siècle AD, a montré qu'il s'agit majoritairement de goethite ainsi que de sidérite, et dans une moindre mesure de magnétite et/ou de maghémite. Les phénomènes de transport dans ces couches ont été abordés par la caractérisation du système poreux et des paramètres qui le décrivent, ainsi que par des essais d'immersion dans des solutions aqueuses contenant des marqueurs chimiques ou isotopiques. Les résultats montrent une localisation de la réduction de l'oxygène au niveau de l'interface métal/oxyde. La comparaison de vitesses de corrosion obtenues par plusieurs approches suggère que la cinétique des réactions est contrôlée, au stade actuel de la corrosion, par la migration de l'oxygène dans les pores.

De plus, des mécanismes de formation des couches de corrosion ont été proposés en tenant compte des propriétés du transport à l'intérieur de ces couches et en s'appuyant sur les données thermodynamiques issues des analyses des sols menées in situ. En particulier, l'altération des couches de sidérite pourrait s'expliquer par le rôle déterminant des fissures. Aux mécanismes engendrés par ces fissures semblent se substituer les mécanismes qui conduisent à des faciès de corrosion plus "classiques" ne contenant plus de sidérite.

Mohamed HARITI

N° 88

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire SeT

Soutenance : le 20 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Une méthode rapide d'appariement d'images stéréoscopiques : Application à la perception de l'environnement d'un véhicule"

La stéréovision passive est une approche très utilisée pour la reconstruction 3-D à partir d'images prises sous des angles de vue différents. Le problème clé de cette approche est celui de la mise en correspondance de primitives extraites d'images stéréoscopiques. Ce problème a une nature combinatoire et la complexité des algorithmes de mise en correspondance constitue souvent un handicap face à des applications temps réel, telles que la détection d'obstacles à l'avant d'un véhicule routier.

Dans cette thèse, nous proposons une nouvelle méthode, à la fois robuste et rapide, pour mettre en correspondance les points de contour extraits d'images stéréoscopiques. À l'issue de leur extraction par dérivation d'une image brute, les points de contour sont caractérisés par 3 attributs : la position dans l'image, le signe et l'amplitude du gradient. Basée sur une approche de recherche globale, notre méthode de mise en correspondance consiste à attribuer un score à chaque couple de points de contour vérifiant deux contraintes locales : les contraintes de position et de signe du gradient. Ce score, qui représente une mesure de qualité de l'appariement d'un couple de points de contour, est calculé en utilisant une technique de vote qui exploite 3 contraintes globales : les contraintes d'unicité, d'ordre et de continuité de la disparité.

Nous présentons ensuite une technique de pondération des scores des couples en exploitant l'attribut de l'amplitude du gradient des points de contour. Le coefficient de pondération associé à chaque couple est calculé en comparant les amplitudes du gradient des points de contour. Cette comparaison s'effectue de telle sorte que plus les amplitudes des points de contour d'un couple sont proches, plus le poids affecté à ce couple est important (et inversement).

Enfin, nous proposons une autre façon pour exploiter l'amplitude du gradient des points de contour dans notre procédure de mise en correspondance. Il s'agit de mettre en correspondance les points de contour hiérarchiquement et à plusieurs niveaux de recherche, en partant des points de contour les plus significatifs (ayant des fortes amplitudes) vers les points de contour les moins significatifs (ayant des faibles amplitudes). À partir d'un niveau de recherche donné, les points de contour les plus significatifs sont sélectionnés et mis en correspondance. Les couples de points de contour appariés sont ensuite utilisés comme couples de référence pour mettre en correspondance les points de contour restants au niveau de recherche suivant, en réappliquant la même stratégie.

Les performances de notre méthode de mise en correspondance sont évaluées et comparées avec les performances d'autres méthodes récentes, dans le cadre de la détection d'obstacles à l'avant d'un véhicule en utilisant la stéréovision linéaire.

Daniel SCHLEGEL

N° 89

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire M3M

Soutenance : le 20 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à l'intégration du métier maintenance dans le processus de conception : une approche expérimentale"

La maintenance peut contribuer largement au coût d'exploitation d'un produit. Pour pouvoir la prendre en compte au plus tôt dans le processus de conception, nous recherchons des principes et méthodes simples et aisés à utiliser. A cette fin, nous avons réalisé une expérience de conception, au cours de laquelle quatre concepteurs ont conçu un produit mécanique sujet à maintenance. Cette expérience a été filmée et enregistrée.

Des problématiques de maintenance, relatives aux problèmes posés par une opération de maintenance, ont alors été identifiées et suivies tout au long de l'expérience. Nous y avons analysé les modules impliqués dans la maintenance, les fonctions concernées, et la transformation des fonctions en structure. Les actes de conception ont enfin conduit à dresser une typologie des problématiques.

Ces travaux ont montré que les fonctions les plus concernées sont associées aux milieux extérieurs les plus sévères. Ils montrent également une succession de phases d'intégration des contraintes fonctionnelles et des contraintes structurelles. La mise en place des concepts est une phase cruciale de l'intégration de la maintenance, car c'est au cours de cette phase qu'un grand nombre de contraintes sont prises en compte. Cela traduit la transition d'une phase de compréhension de la maintenance et des contraintes associées, vers une phase de production et d'évaluation des solutions de maintenance. Un modèle descriptif du cycle de vie des problématiques de maintenance est proposé. Il décrit les états possibles d'une problématique, et les transitions entre ces états. Une méthode d'intégration de la maintenance et un outil de suivi des problématiques ont alors été proposés.

Zahir SALHI

N° 90

Directeur de thèse : Didier KLEIN

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 22 décembre 2004

Lieu d'inscription : UTBM

"Développement de techniques pour le diagnostic des procédés de projection thermique sous pression réduite"

Le procédé de projection plasma à pression réduite (voire très réduite, inférieur à 10mbar) est en plein essor et connaît actuellement un développement considérable. Cette technique permet d'obtenir des revêtements très denses avec un taux de porosité très faible tout en gardant un bon rendement de projection. Les caractéristiques des dépôts sont directement liées aux paramètres de projection (gaz plasmagène, puissance de la torche, débit de poudre), le réglage de ces paramètres peut être fait en mesurant les caractéristiques du plasma et des particules en vol. Le développement d'un tel procédé nécessite donc des moyens de diagnostics et de contrôle performants. Le but de ce travail est d'explorer les différents moyens de diagnostic optique applicable dans de telles conditions de projection. Notre approche pour cette étude utilise principalement le DPV2000 et la spectrométrie d'émission. Le DPV2000 est utilisé pour les mesures de la température, la vitesse et le diamètre des particules en vol. Dans le cas de fines particules et/ou de basse température les particules sont éclairées par un laser afin de mesurer la vitesse et le flux de particules en vol, la spectrométrie d'émission pour l'étude de la vaporisation des particules en vol et les dimensions de l'écoulement plasma.

Ezio PENA

N° 91

Directeur de thèse : Olivier GARRO

Laboratoire M3M

Soutenance : le 17 mai 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Analyse expérimentale de la phase conceptuelle de la conception : un cadre pour de nouveaux outils d'aide à la conception collaborative"

Cette thèse vise à observer, analyser et modéliser le processus conception, en particulier la phase conceptuelle. Ce travail est nécessaire car nous constatons, d'une part un écart entre la description actuelle de l'activité et le travail réel des concepteurs, d'autre part une évolution vers du travail collaboratif à distance. La démarche expérimentale utilisée est une réflexion sur l'observation, la capture, l'analyse, et la structuration des données. Elle permet de mieux maîtriser les expériences réalisées et autorise la comparaison de nos résultats avec d'autres travaux.

Nous avons analysé trois types d'expériences correspondant à 3 situations courantes lors de cette phase conceptuelle. Lors de la présentation de problèmes, nous analysons les interactions entre un émetteur de problème et son récepteur. Une influence possible du type d'objet manipulé est constatée. Pour un travail asynchrone individuel, nous proposons un modèle de capitalisation venant en complément du modèle produit CAO. En situation de conception collaborative synchrone, l'analyse des actions des concepteurs dans les différents espaces de travail montre les rôles des objets manipulés (Dessins, schémas...). Ces objets sont également utilisés comme indicateurs de phases. Les phases sont ensuite qualifiées avec une approche linguistique (acte de conception), et avec le modèle produit FBS (Function Structure Behavior) qui permet de mieux comprendre la distribution des activités au sein de chaque phase. Toutefois, ce modèle doit être complété.

Les résultats de ce travail peuvent aider à la spécification d'outils pour le travail conceptuel, dans un contexte distribué. Quelques spécifications sont proposées.

Idriss Halawlaw YACOUB

N° 92

Directeur de thèse : Olivier GARRO

Laboratoire M3M

Soutenance : le 12 juillet 2005

Lieu d'inscription : UTBM

**"Contribution à une méthodologie de transfert de technologie Nord-Sud.
Cas de la mise en valeur de la spiruline au Tchad"**

Ce travail est consacré à la problématique des transferts de technologie Nord-Sud. Un pays, le Tchad et un produit, la spiruline servent de support à ce travail. Les transferts de technologie entrepris jusque là n'ont pas rencontré le succès escomptés malgré des investissements humains et matériels très importants. Les raisons de ces échecs ont un caractère fondamental. Il ne suffit pas de transférer des objets techniques ayant fait leur preuve dans les conditions des pays du Nord sans tenir compte de l'environnement d'accueil, mais il s'agit de concevoir le transfert de technologie comme une démarche d'innovation. Une méthodologie, fondée sur ce principe a été mise sur pied. Cette approche a été appliquée à la mise en valeur de la spiruline (algue microscopique à haute teneur en protéines). Ceci a nécessité une étude thermophysique de l'algue et une expérimentation de son séchage. La démarche a abouti à l'esquisse d'un séchoir à algues adapté aux conditions des pays du Sud.

Daniel FODOREAN

N° 93

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Ioan Adrian VIOREL

Laboratoire L2ES

Soutenance : le 12 juillet 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Conception et réalisation d'une machine synchrone à double excitation : Application à l'entraînement direct"

L'entraînement direct a l'avantage de supprimer les organes de transmissions mécaniques : réducteurs, multiplicateurs, transformation de mouvement de rotation et mouvement linéaire... . En même temps, dans un contexte général où les opinions publiques sont de plus en plus sensibles aux problèmes liés à la pollution et à l'épuisement des sources d'énergie fossiles (pétrole, gaz etc...), un nombre croissant d'industriels et d'organismes de recherche publics ou privés tentent de trouver des solutions technologiques innovantes, permettant une meilleure gestion de l'énergie. Les machines synchrones à double excitation (MSDE) sont parmi les solutions les plus intéressantes qui ne cessent d'émerger dans cette perspective. Ce travail de thèse s'inscrit dans le cadre de la conception d'une MSDE destinée à l'entraînement électromécanique direct. A l'issue de ce travail de recherche une MSDE a été dimensionnée, réalisée et testée. Un rapport de gain en vitesse de 3 a été atteint ; ce qui constitue une performance certaine compte tenu des autres structures existantes actuellement publiées dans la littérature.

Après une étude bibliographique concernant les applications des différentes possibilités d'entraînement dans les véhicules électriques, le cahier des charges dimensionnant de sa motorisation et les différentes solutions envisageables pour l'entraînement direct. L'étude comparative de ces solutions nous a justifié le choix des MSDE en général et en particulier la structure proposée (MSDE série). Ensuite, nous avons développé les modèles analytiques (par résolution des équations de Maxwell et par réseaux de perméances) d'une part et numérique par élément fini couplé à Matlab/Simulink d'autre part. Ces derniers ont été utilisés avec succès dans le dimensionnement et la validation de la structure proposée. En effet, l'étude analytique permet un dimensionnement rapide certes mais il demeure moins précis que la simulation numérique (par éléments finis). Aussi, nous avons utilisé le logiciel Flux 2D afin de valider nos choix de dimensions mais aussi afin d'affiner les paramètres de façon définitive avant la réalisation. L'association avec Matlab/Simulink permet d'apprécier avec une bonne précision les performances attendues.

Dans un deuxième temps nous avons étudié en grandeur nature la solution proposée et cela à travers la réalisation d'un prototype de 3kW de MSDE pour laquelle la double excitation est située au rotor. Les tests pratiques valident les résultats théoriques tant au niveau des paramètres physiques qu'au niveau des performances du défluxage.

Priscille ROY

N° 94

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 13 juillet 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation de l'architecture de poudres pour la réalisation par projection plasma de barrières thermiques à conductivité thermique réduite"

Les présents travaux portent sur les barrières thermiques élaborées par projection à la torche à plasma depuis l'élaboration de la poudre de zircone yttrée, son étude en vol, à l'impact sur le substrat et les caractéristiques des dépôts.

Tout d'abord, un outil basé sur le séchage de gouttelettes suspendues a été développé afin de prédire la morphologie des poudres céramiques avant leur élaboration par agglomération séchage. Il a été observé qu'un état dispersé des barbotines favorisait l'obtention de poudres creuses. Cet état de dispersion, influencé par le pH, la concentration en dispersant et en liant, a pu être caractérisé par des mesures de sédimentation. La prédiction de l'épaisseur de la coquille des poudres creuses est également possible par le biais du banc de séchage et dépend du volume sédimentaire. Une poudre de zircone yttrée prédite creuse par les tests préliminaires a été élaborée par agglomération séchage puis consolidée au four à 1050°C avant son utilisation en projection thermique.

Puis, des analyses de particules en vol ont permis d'observer que les vitesses et les températures des poudres dans le plasma varient en fonction de la distance de projection ainsi que des débits d'argon et d'hydrogène. Finalement, la poudre commerciale N204 a révélé des vitesses et températures en vol plus faibles que celles de la poudre agglomérée séchée au laboratoire pour les mêmes conditions opératoires.

Ensuite, une étude des impacts des poudres sur le substrat a montré qu'un préchauffage du substrat ainsi qu'une forte température des poudres alliée à une faible vitesse améliore leur étalement à l'impact. Les lamelles de 1,5 à 3 µm d'épaisseur se superposent pour former une structure lamellaire poreuse.

Par la suite, un plan factoriel d'expériences a permis de mettre en évidence l'influence de certains paramètres opératoires sur les caractéristiques des dépôts. Ainsi, de grandes distances de projection conduisent à de faibles valeurs de rugosité, tandis que le rendement dépend fortement de la distance, de l'angle de projection ainsi que du débit d'argon. La porosité totale varie selon le débit d'argon, l'intensité et la distance de projection alors que le taux de microporosité évolue selon les débits d'argon et d'hydrogène et le refroidissement. Des températures de particules en vol élevées améliorent le rendement, tout en réduisant la porosité totale.

Finalement, une étude de la conductivité thermique des dépôts ne révèle pas de corrélation évidente entre la conductivité et la porosité totale ou même la microporosité. La conductivité thermique est 5% plus faible pour les dépôts élaborés à partir de la poudre agglomérée séchée qu'avec la N204.

Pour conclure, une étude en vieillissement thermique des dépôts montre que les microfissures ont tendance à disparaître pendant le traitement thermique (100 heures à 1200°C) alors que les macroporosités évoluent peu. La phase tétragonale métastable quant à elle commence à se transformer en phase cubique et tétragonale stable pour des traitements de 100h à 1300°C.

Mohamed CHERIGUI

N° 95

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 11 octobre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Réalisation par projection thermique de revêtements amorphes et nanocristallins destinés au blindage magnétique"

La relation importante entre la taille des cristaux et les différentes propriétés des matériaux fait le sujet de plusieurs études dans le domaine de l'élaboration des matériaux nanocristallins et amorphes ces derniers temps. En effet l'absence de la structure cristalline entraîne un comportement macroscopique de l'alliage qui est tout à fait différent du même alliage dans un état polycristallin, en particulier, dans le domaine des propriétés magnétiques et mécaniques. L'aspect amorphe de certains matériaux magnétiques qui est souvent considéré comme un point faible, peut devenir un avantage en utilisant ces matériaux dans les différentes applications magnétiques en raison de leur ferromagnétisme doux (faible champ coercitif, pertes électromagnétiques faibles et une grande perméabilité magnétique). Cette perméabilité magnétique est très importante dans le domaine du blindage magnétique puisque elle détermine l'aptitude du matériau à absorber le rayonnement électromagnétique ou la surcharge en courant électrique.

Ce travail s'inscrit dans l'étude de revêtements amorphes et nanostructurés à base de fer élaborés par projection thermique et ayant de bonnes propriétés magnétiques. L'élaboration d'un dépôt avec un tel procédé requiert la compréhension la plus complète possible des corrélations existant entre les paramètres de projection, les propriétés en service et les caractéristiques structurales des dépôts.

Une étude de faisabilité des dépôts amorphes et nanostructurés a été faite en premier temps en utilisant le procédé de projection thermique à la torche à plasma atmosphérique (APS). En deuxième temps, des dépôts nanocristallins à caractère ferromagnétique ont été élaborés à partir des poudres broyées en utilisant la projection thermique à la flamme supersonique (HVOF). Les revêtements obtenus ont montré une bonne stabilité des propriétés magnétiques après des traitements thermiques à des températures élevées.

Houda Imane FARAOUN

N° 96

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 24 octobre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation des propriétés thermomécaniques des matériaux abradables"

Les exigences croissantes du transport aérien induisent constamment des demandes de perfectionnement des turbines et compresseurs industriels, incluant en particulier une augmentation de la puissance développée par les moteurs. Un des points critiques considérés est de réduire le jeu entre les extrémités des aubes et les parties statiques, réduisant ainsi la fuite des flux gazeux à travers les diverses jonctions. La mise au point de joints sophistiqués dans les passages des gaz chauds dans les turbines a bien progressé durant les dernières années avec un gain significatif dans la performance de la mise en œuvre, bien que le comportement en service des aubes des rotors en fasse un vrai défi.

L'utilisation des joints abradables est une solution des plus efficaces mais aussi les plus potentielles sur un plan économique.

Les techniques de projection thermique sont couramment mises en œuvre pour la réalisation des dépôts abradables. Ces techniques offrent l'avantage de la facilité des opérations de remise en forme des joints usés.

Les matériaux abradables conçus pour le contrôle des fuites de gaz consistent souvent en un mélange composite de deux ou trois composants structuraux : une matrice métallique et une seconde phase de lubrifiant solide ou d'élément dislocateur avec un taux contrôlé de porosité. Le développement de la composition et de la structure des matériaux abradables a été principalement empirique par le biais de bancs d'essais et de tribomètres fournissant une indication sur le système tribologique examiné et permettant de tracer des cartes d'usure, un moyen utile qui aide à déterminer sous quelles conditions un type d'usure spécifique est dominant. Toutefois, les études théoriques des matériaux abradables se résument en quelques modèles schématiques établis d'après des observations expérimentales et essayant d'expliquer le mécanisme d'usure.

Dans ce travail, il s'agit d'initier un modèle qui puisse servir de point de départ pour une investigation théorique en vue de l'amélioration de la conception des structures des joints abradables. Une attention particulière est dédiée à la microstructure et son impact sur le comportement mécanique du revêtement. La première activité a donc été d'acquérir une compréhension supplémentaire de la relation entre l'abradabilité et la structure par le biais de description théorique améliorée de la structure des revêtements. Une procédure d'analyse d'images a été développée pour quantifier les différents paramètres géométriques des éléments structuraux des revêtements abradables. Cette description est ensuite utilisée pour estimer quantitativement les propriétés thermomécaniques de quelques revêtements de référence en mettant en œuvre la méthode des éléments finis. Le modèle ainsi conçu est étendu pour proposer une approche de prédiction de structure. Elle consiste à créer des images à bases d'ellipses en partant d'un ensemble de paramètres morphologiques définis en fonction des caractéristiques souhaitées pour le revêtement à modéliser.

Ce travail est une partie d'une activité de recherche plus large entreprise dans le cadre d'un contrat européen dont le but est de développer des matériaux abradables avec une durée de vie en service plus longue

Mounir BOUSSEDJRA

N° 97

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire seT

Soutenance : le 25 novembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la résolution du problème de plus court chemin multiobjectif par algorithmes évolutionnistes : Application aux systèmes de transport intermodal"

L'objectif des travaux présentés dans cette thèse est l'évaluation des performances des systèmes de transport intermodal. Ces systèmes offrent la possibilité d'utiliser différents modes de transports pendant le même trajet.

L'évaluation est réalisée en déterminant les « meilleurs » itinéraires à emprunter pour réaliser un déplacement entre un point de départ et un point de destination spécifiés. Ceci revient à résoudre la variante du plus court chemin intermodal multiobjectif pour un couple de sommets, encore peu étudiée à ce jour. Le concept d'intermodalité et le nombre d'objectifs à prendre en compte rendent le problème NP-Complet. C'est la raison pour laquelle les approches polynomiales proposées dans cette thèse reposent sur une transformation du problème. Ces approches utilisent l'ordre lexicographique et la somme pondérée pour résoudre, respectivement, la variante biobjectif et la variante multiobjectif du problème. De plus, elles utilisent une stratégie bidirectionnelle et les contraintes du problème pour restreindre l'espace de recherche. Le principal inconvénient de cette simplification du problème est l'obtention d'une solution unique, alors que la solution d'un problème d'optimisation multiobjectif est un ensemble de solutions de compromis. Pour éliminer cet inconvénient, différents algorithmes évolutionnistes (AE) sont proposés. Ces algorithmes exploitent les mêmes opérateurs génétiques et ne se distinguent que par la fonction d'évaluation des solutions. Parmi les fonctions utilisées une contribution particulière est apportée à la somme pondérée en lui associant des poids dynamiques en fonction de la qualité des solutions. Afin d'augmenter la diversité des solutions fournies par ces algorithmes, un nouvel opérateur de diversification basé sur le concept de la liste Tabou est développé. L'impact de cet opérateur sur les différents AE est comparé avec celui d'un opérateur classique basé sur le degré de similitude. La validation des approches proposées est faite, selon les cas, sur un jeu de données réel ou sur des jeux de données aléatoires obtenus par un générateur de graphe que nous avons développé.

Rachida TERKI

N° 98

Directeur de thèse : Hafid AOURAG

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 5 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Simulation du comportement des barrières thermiques déposées par projection thermique"

Le concept de barrière thermique est un objectif majeur dans le développement des parties chaudes des turbines à gaz. A l'heure actuelle, les systèmes les plus performants sont constitués de revêtements de zircone partiellement stabilisée par l'yttrine. Cependant l'altération des propriétés thermomécaniques du revêtement en service, incite à l'exploration de nouvelles pistes susceptibles de fournir une alternative à la zircone yttrée. C'est pourquoi, dans le cadre de cette thèse, nous avons envisagé d'étudier une série de matériaux céramiques. L'objectif principal est de proposer de nouveaux matériaux pour les revêtements de qualité globale égale ou supérieure à celle obtenue jusqu'à maintenant. L'idée sous-jacente est, cependant, de mettre en place une base de données regroupant toutes les informations sur les différents matériaux traités et qui pourrait ouvrir la voie à d'autres applications technologiques. L'outil utilisé est la simulation numérique qui permet d'observer aussi finement que possible le comportement de la matière à l'échelle désirée.

Le choix des composés est orienté sur deux grandes familles, à savoir les pérovskites et les pyrochlores. Nous avons aussi étudié les matériaux de base des barrières thermiques qui sont la zircone pure et son homologue l'hafnie. Le silicate de zirconium (un dérivé de la zircone) a également été considéré dans ce travail.

La simulation générale du comportement des systèmes barrières thermiques n'est pas possible sans la connaissance parfaite des structures électroniques. Comme première étape, nous avons d'abord commencé par calculer les propriétés électroniques via une approche *ab-initio* dite méthode des ondes planes linéairement augmentées à tout électron, implémentée dans le code WIEN2k. Par la suite, nous avons utilisé le modèle quasi-harmonique de Debye, implémenté dans le pseudo-code Gibbs, pour rendre compte des effets de température. Cette étude est aussi corroborée par une estimation qualitative de la conductivité thermique. Enfin une étude de la sous-stœchiométrie a permis de mettre en exergue l'influence des défauts sur les propriétés du réseau pérovskite.

En conclusion, nos travaux indiquent que parmi les matériaux étudiés, le pyrohafnate est le meilleur candidat pour les barrières thermiques. Ses caractéristiques le placent comme un sérieux remplaçant pour la zircone yttrée.

Mouhcine CHAMI

N° 99

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Janah SAADI

Laboratoire L2ES

Soutenance : le 6 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation et simulation des systèmes multi-physiques à l'aide des réseaux dynamiques hybrides à composants : Application à la conversion de l'énergie et au transport électrique terrestre"

L'objectif de ce travail est la modélisation et la simulation de systèmes multi - physique (électrique, mécanique, hydraulique, . . .) et hybrides (comprenant une partie continue et une partie discrète). Pour répondre à cette attente nous avons étudié deux modèles : Le bond graph hybride et le Réseau Dynamique Hybride à Composants (RDHC).

Ce dernier nous a semblé particulièrement bien adapté à la simulation parce qu'il intègre la topologie du système étudié et ne nécessite en conséquence pas de phase de traitement avant d'aboutir aux équations du système. D'autre part sa représentation de la partie discrète est plus naturelle puisqu'elle utilise les Réseaux de Petri. Pour toutes ces raisons nous avons opté pour ce modèle comme ossature à notre outil de simulation SimRDHC. Cet outil est réalisé en DELPHI sous Windows est structuré en trois modules :

- Edition de schéma "Tschemata"
- Simulation "Srdhc"
- Tracé de courbes "Tcourbe"

Ces trois modules ont été réalisés avec le souci de concevoir un outil de simulation alliant performance et convivialité. En effet l'utilisateur dispose d'une base de données dans laquelle les composants sont représentés sous forme graphique. L'utilisateur accède par menu déroulant à ces composants. Lorsque le schéma est achevé, Il peut modifier les paramètres de chaque composant de manière interactive et lancer la simulation. Il peut ensuite visualiser les résultats en choisissant les variables dans un menu déroulant.

Les résultats de simulation ont été validés grâce à une comparaison avec des logiciels du commerce comme MATLAB et SIMPLORER. Nous avons en particulier testé notre logiciel à l'aide de deux applications : Une voiture électrique associant une pile à combustible et des supercapacités et un ascenseur utilisant des supercapacités pour la récupération de l'énergie les résultats ont été satisfaisants.

Hakim Saber ZIRE

N° 100

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire L2ES

Soutenance : le 12 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Conception et optimisation des moteurs à aimants destinés à l'entraînement direct"

Les travaux de recherche s'inscrivent dans le cadre de l'étude des moteurs synchrones à aimants permanents de forte puissance destinés à l'entraînement direct. L'objectif est de réaliser un dimensionnement optimal pour différents cahier des charges : le premier pour une application à fort couple et basse vitesse pour l'entraînement électrique d'un navire (moteur 17 Mw), le deuxième pour l'entraînement électrique d'une roue motrice pour une application véhicule électrique (moteur 45 kW) et le dernier pour une application à fort couple et basse vitesse (moteur 10kW). Dans ce contexte, l'analyse du processus de conception est formulée sous forme d'un problème d'optimisation non linéaire sous contraintes. Il définit tous les phénomènes physiques, les variables, les contraintes et la fonction objectif. Le but des travaux réside donc dans l'élaboration des différentes méthodes d'optimisations permettant de répondre aux exigences des cahiers des charges. Pour cela, l'approche d'optimisation par un modèle analytique et méthode du gradient (en utilisant l'outil Pro@DESIGN) est adoptée comme une méthodologie principale pour l'étude et la conception optimale des structures considérés.

Afin d'améliorer la solution optimale obtenue à l'aide du modèle analytique, nous avons réalisé une approche d'optimisation liée à la simulation numérique. L'objectif est de donner une approximation de la fonction objectif à partir des caractéristiques électromagnétiques et les paramètres les plus influents. Ces démarches sont appliquées sur le moteur 10kW. Enfin, nous nous sommes orientés vers une autre approche d'optimisation utilisant les algorithmes génétiques. Le but est de comparer la solution obtenue par rapport à celle obtenue par Pro@DESIGN pour le cas du moteur 17 Mw.

Noureddine HAYARI

N° 101

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire SeT

Soutenance : le 13 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Cartes auto-organisatrices et approche évolutionniste pour les problèmes de tournées de véhicules avec regroupements"

Le but principal des travaux de recherche présentés dans ce mémoire est l'étude des problèmes de tournées de véhicules avec regroupement. Le regroupement consiste à affecter les usagers à des points de ramassage ou arrêts de bus et déterminer les tournées optimales passant par ces points. Quatre variantes du problème, de complexité croissante sont étudiées : le TSPCluster qui est une extension du problème du voyageur de commerce, le MTSPCluster qui est une généralisation du problème précédent en considérant le cas de plusieurs véhicules, le VRPCluster qui introduit les contraintes de capacités des véhicules, et enfin le VRPTWCluster qui tient compte de contraintes de fenêtres de temps. Pour résoudre ces problèmes, une approche metaheuristique basée sur l'incorporation de l'algorithme des cartes auto-organisatrices de Kohonen dans un algorithme de population est développée. L'approche propose une réponse aux problèmes de regroupement en ce qu'elle traite le regroupement et le routage simultanément. Elle introduit le concept de modèle visuel soumis à des déformations continues. Cet aspect permet de suivre en temps réel et visuellement le déroulement de l'optimisation. La validation de l'approche développée et l'analyse de ses performances sont réalisés, à l'aide d'un environnement logiciel de simulation, sur les principaux jeux de tests, rencontrés dans la littérature et représentatifs de la problématique. Les résultats de l'approche proposée sont comparés avec ceux des stratégies neuronales connues sur les différents problèmes de tournées de véhicules standards et avec les méthodes introduisant le routage.

Ga ZHANG

N° 102

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 14 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Etudes des procédés d'élaboration et des propriétés des revêtements de PEEK et de ses composites"

Depuis plusieurs années, des dépôts thermoplastiques deviennent attrayants pour répondre aux exigences économiques et écologiques du domaine industriel. Le PEEK (polyétheréthercéone) est un polymère aux propriétés mécaniques, notamment tribologiques, remarquables. Son comportement tribologique, notamment sa capacité anti-usure, peut être amélioré par l'ajout de renforts sous forme de particules ou de fibres. Des études préliminaires montrent que des dépôts de PEEK purs ont de bonnes propriétés mécaniques. Cependant, il est difficile d'obtenir des dépôts composites homogènes à base de PEEK en utilisant les techniques traditionnelles de l'élaboration du dépôt en raison de l'agglomération inévitable de ces renforts et de la mauvaise coulabilité des poudres de PEEK.

Cette étude a donc pour objectif de réaliser des dépôts à base de PEEK (PEEK pur et PEEK+renfort) et d'étudier leurs propriétés mécaniques, notamment leurs comportements en frottement. Dans ce contexte, quatre aspects ont été étudiés. Dans un premier temps, un nouveau procédé a été développé pour élaborer des dépôts à base de PEEK (dépôt pur et composite) par la technique de sérigraphie. Des formules de pâtes ont été optimisées pour obtenir les dépôts adaptés pour une application avec frottement. La seconde phase traite le comportement lors de la cristallisation du dépôt amorphe de PEEK ; la corrélation entre ce comportement et certaines propriétés mécaniques des dépôts a été établie. Ensuite, le comportement en frottement et le mécanisme tribologique des dépôts à base de PEEK ont été étudiés. Les résultats montrent que l'ajout de nano grain de SiC améliore les comportement de frottement et surtout réduit l'usure du dépôt. Enfin, une étude sur la faisabilité de densification par laser des dépôts à base de PEEK a été effectuée afin d'éviter une possible surchauffe du dépôt métallique provoqué par le traitement thermique destiné à densifier le dépôt. Le dépôt PEEK sur l'acier inoxydable a été élaboré avec succès.

Sebastian RODRIGUEZ

N° 103

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire SeT

Soutenance : le 14 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"From Analysis to Design of Holonic Multi-agent Systems : A Framework, Methodological Guidelines and applications"

Le travail présenté dans cette thèse concerne le développement d'un Framework pour les Systèmes Multi-Agents Holoniques. Ce type de système se compose de structures auto-similaires appelées holons. Un ensemble de holons peut être vu, selon le niveau d'observation, comme une entité unique ou comme un groupe de holons en interactions.

Pour concevoir un framework générique et modulaire, nous utilisons une approche organisationnelle. Nous définissons les comportements des entités du framework en terme de rôles et d'interactions. Le framework met l'accent sur la modélisation et la représentation de trois aspects important d'un SMA Holonique:

Structure et Gestion d'un Holon

Cette partie du framework prend en compte l'organisation des membres et la gestion du super-holon. Une organisation spécifique est proposée pour définir les statuts des membres vis-à-vis de leur super-holon.

Interactions dépendantes du Problème

Pour réaliser les buts et les tâches du super-holon, les membres doivent interagir et coordonner leurs actions. Ces comportements, dépendants du problème, sont appelés les organisations internes. Notre framework offre aussi la possibilité de modéliser ces aspects.

Dynamique

La dynamique est une caractéristique inhérente des SMA. Le framework considère en plus deux caractéristiques propres aux SMA holoniques : la Fusion (création et intégration dans le super-holon) et l'Auto-Organisation. Chaque organisation est modélisée en utilisant le modèle Rôle-Interaction-Organisation (RIO). Ce modèle offre une spécification formelle des rôles et permet la vérification et la validation des spécifications. Nous avons spécifiés formellement le framework. Avec cette formalisation, nous avons prouvé des propriétés importantes sur l'autoorganisation du système. Nous proposons une méthodologie pour l'analyse et la conception des systèmes complexes basée sur la notion de vues du système. Chaque vue se consacre à un aspect particulier du système et est représentée par une holarchie. Deux application illustrent les concepts présentés dans ce travail. La première utilise le framework pour le Maillage Adaptatif appliqué au dimensionnement de réseaux radiomobiles. Cette application illustre le raffinement de la partie auto-organisation du framework et la spécification formelle d'un problème réel. La deuxième présente l'application de SMA holonique pour la simulation d'un important site industriel. Plusieurs holarchies sont utilisées pour capturer les interactions entre les chaînes de production et le trafic routier interne au site.

Larbi MOULLA

N° 105

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 19 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Mesures des températures de surface des substrats et dépôts en condition de projection thermique"

Les caractéristiques des dépôts réalisés par projection thermique dépendent entre autres, des états thermique et cinétique des particules avant impact (vitesse, taille, température...), de la température de contact particule/substrat ou particule/dépôt durant l'impact mais aussi de celle du dépôt durant son élaboration et refroidissement. Ainsi, au-delà d'une température critique du substrat, dépendant principalement du matériau projeté, un meilleur contact thermique film liquide/substrat est obtenu. C'est pourquoi, la mesure et le contrôle des températures durant l'impact des particules sur le substrat et en cours d'élaboration du dépôt sont des éléments déterminants pour assurer qualité et reproductibilité de ces dépôts. L'objectif de cette thèse vise à assurer une meilleure connaissance de la température de surface des dépôts lors de leur élaboration par projection thermique. L'utilisation de la pyrométrie optique pour contrôler ces températures s'avère pertinente mais l'emploi de cette technique nécessite quelques précautions : d'une part, il faut évaluer les émissivités spectrales aux longueurs d'onde de mesure des pyromètres. D'autre part, il faut se prémunir de l'influence des flux parasites en provenance des torches de projection et qui sont réfléchis par la cible de mesure. Dans ce but, les propriétés radiatives des objets mesurés (principalement, l'émissivité et la réflectivité) ont été étudiées. Des méthodes ont été aussi mises au point pour la détermination de ces propriétés et la mesure des températures des matériaux semi transparents, comme par exemple, les barrières thermiques de zircone pour certaines longueurs d'onde.

L'évaluation des flux parasites correspondant aux flux qui proviennent de sources autres que celle issue de l'émission propre de l'objet a été appréhendée. Une méthode a été développée pour la détermination des flux provenant d'une torche plasma ou HVOF et réfléchis par un substrat. Cette méthode utilise un substrat d'émissivité connue (préalablement mesurée) et refroidi par un jet d'air pour maintenir sa température constante (température ambiante).

Enfin, un algorithme de correction des températures a été développé de manière à prendre en compte l'émissivité effective des matériaux ainsi que l'influence des flux réfléchis en cours de projection. Un logiciel d'acquisition et de correction des températures a été développé sur la base de cet algorithme. Le logiciel d'acquisition permet de contrôler une unité d'acquisition de température, de corriger la lecture, d'afficher et d'enregistrer les données en continu.

Mohamed BAKHOUYA

N° 106

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM /Jaafar GABER

Laboratoire SeT

Soutenance : le 21 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Approche auto-adaptative à base d'agents mobiles et inspirée du système immunitaire de l'Homme pour la découverte de services dans les réseaux à grande échelle"

Dans ce travail, une approche auto-adaptative, basée sur les agents mobiles et inspirée du système

immunitaire de l'Homme, pour la découverte de services dans un réseau à grande échelle est présentée. Le système immunitaire possède un ensemble de principes de fonctionnement tels que l'auto-régulation et l'auto-organisation qui lui permettent de s'adapter à un environnement dont l'évolution est dynamique et aléatoire. L'utilisation de ces principes permet, d'une part, de réguler dynamiquement et d'une manière distribuée la taille d'une population d'agents mobiles et d'autre part, d'organiser les serveurs en communautés par la création de réseaux d'affinités pour représenter les services dans le réseau. L'établissement des liens affinités entre les serveurs permet de résoudre, par collaboration, les requêtes des utilisateurs. Un mécanisme d'apprentissage par renforcement des valeurs des liens d'affinités entre les serveurs est présenté. Ce mécanisme d'apprentissage permet au système de découverte de s'adapter d'une manière dynamique à la disponibilité des services et aux requêtes des utilisateurs.

Jianfei LI

N° 107

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 22 décembre 2005

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation de la formation des contraintes résiduelles dans les dépôts élaborés par projection thermique"

A l'issue d'une étude bibliographique, la température du substrat en cours de projection est considérée comme un des plus importants paramètres influant sur l'écrasement des particules, sur les propriétés des dépôts et par conséquent, sur la qualité finale des dépôts produits. La première étape de recherche au travers de cette thèse vise à étudier le transfert thermique produit par un jet de plasma impactant sur un substrat plan. Pour déterminer le flux transféré du jet de plasma au substrat et le champ transitoire de température, un modèle thermique en couplant les méthodes des différences finies et des éléments finis a été développé. Différentes propriétés de matériaux et différentes répartitions de flux thermique (selon des paramètres opératoires du jet de plasma) ont été intégrées, afin d'avoir, dans un premier temps, leur effet sur la performance du transfert thermique assimilée dans ce cas au préchauffage de substrat.

Le modèle a été amélioré à différents niveaux pour qu'il soit capable de considérer des cas plus complexes et qu'il puisse servir à optimiser les paramètres opératoires. Il s'agit de:

- Simulation du chauffage d'une pièce plane pour différents types de trajectoires de torche à différents paramètres cinétique du jet.
- Applications du modèle en éléments finis sur des géométries couramment utilisées de types « cylindre » et « cône »
- Simulation du chauffage d'une géométrie complexe.

Par la suite, un modèle thermomécanique bidimensionnel a été développé sur la base du modèle thermique. Ce modèle contient un système constitué de plusieurs couches (le substrat et des sous-couches du dépôt). A partir des mesures de profil du dépôt, la distribution de flux massique de particules est déterminée et la distribution de flux thermique transféré par les particules au substrat a été en déduites. Un modèle numérique de CFD a été utilisé pour estimer la contribution du jet plasma au chauffage du substrat. Les effets des défauts sur les caractéristiques du dépôt sont pris en compte en utilisant des propriétés thermomécaniques mesurées expérimentalement dans la littérature. La croissance des sous-couches du dépôt a été simulée en appliquant la technique d'activation progressive des mailles représentant le dépôt. La mise en évidence des résultats numériques a été effectuée par une comparaison avec la déformation mesurée expérimentalement et des mesures issues de la littérature, ce qui a permis de constater que la simulation des contraintes résiduelles est raisonnable. Les études des l'influence des paramètres a montré l'importance de maîtriser la température du système dépôt/substrat lors de la projection et que l'utilisation de refroidissement forcé pendant la projection est une méthode efficace pour diminuer l'amplitude de contraintes résiduelle dans le dépôt et ainsi de baisser le risque de défaillance du dépôt.

Réza MOVAHEDKHAH

N° 108

Directeurs de thèse : Olivier GARRO/Egon OSTROSI

Laboratoire M3M

Soutenance : le 27 janvier 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à l'analyse du processus de conception collaborative et distribuée, en vue du développement des systèmes multi-agents"

Bien que de nombreuses recherches soient consacrées au processus de conception collaborative, peu d'informations sont disponibles au sujet de l'analyse du processus de conception collaborative et distribuée, en vue de développer des systèmes multi-agents d'assistance à la conception collaborative et distribuée. Nous considérons que l'implémentation des systèmes multi-agents d'aide à la conception collaborative et distribuée requiert une compréhension plus approfondie des interactions réelles entre les acteurs, à l'intérieur des équipes multidisciplinaires. A cet effet, il est considéré que, *pour l'implémentation des systèmes multi-agents d'assistance à la conception collaborative et distribuée, il faut observer, modéliser et analyser le processus de conception collaborative et distribuée à des niveaux de granularités plus fines*. L'étude menée dans cette thèse consiste alors à *modéliser et à analyser le processus de conception collaborative et distribuée*. Les contributions de la thèse s'articulent essentiellement autour de trois axes, à savoir : (1) *Emergence des concepts*, (2) *Recherche des propriétés* du processus de conception collaborative et distribuée, (3) *Etude sur les Objet Intermédiaires de Conception (OIC)*. La première contribution met en évidence qu'il existe une relation directe entre l'émergence des concepts et les évolutions des états du processus de conception collaborative et distribuée, lors des verbalisations des pensées à partager. Pour la compréhension de la dynamique des interactions entre les acteurs, une modélisation de l'ensemble des variables intervenant pendant ces interactions a été réalisée. L'approche proposée consiste, alors, à discerner, à partir des interactions réelles et de l'émergence des concepts, les différents micro et macro état-problèmes qui caractérisent le processus de la conception collaborative et distribuée. L'analyse des micro et macro état-problèmes, dans une expérience réelle de la conception collaborative et distribuée, montre que la dynamique des interactions se caractérise plutôt par de nombreux sauts irréguliers. Ces sauts, probablement imprévisibles, montrent que le processus de la conception, à une échelle micro, est loin d'être harmonieux. La deuxième contribution concerne l'identification des propriétés du processus de conception collaborative et distribuée, en vue du développement des systèmes multi-agents d'assistance à la conception. Pour cela, une approche formelle basée sur le corpus a été développée. Cette partie travail a mis en évidence la formation des *microgroupes* caractérisés par un coefficient de cohésion. A travers différents types d'interactions à l'intérieur des microgroupes et entre les microgroupes, trois types de coopération ont été distingués, à savoir : (1) *Coopération complète (totale)*, (2) *Coopération bilatérale* et (3) *Coopération quasi-nulle*. De plus, cette partie du travail a permis d'identifier d'une part le(s) acteur(s) clé(s) et d'autre part quelques propriétés intéressantes de la conception collaborative et distribuée, telles que: (1) *Auto-organisation*, (2) *Dynamique de processus*, (3) *Auto-similarité*, (4) *Convergence/Divergence des discussions*. La troisième contribution concerne l'analyse des OICs en s'appuyant sur l'émergence des concepts. La démarche a été conçue à partir des interactions réelles des acteurs sur les OICs, de l'émergence des état-problèmes (acteurs-acteurs) et de couplage des état-problèmes avec des OICs. L'apparition dynamique des OICs, en apparence instantanée, a montré que le processus de conception collaborative dépend fortement du couplage état-problème et OICs. Grâce à la simultanéité entre les état-problèmes apparus avec les OICs, nous démontrons, d'une part, la formation des groupes homogènes des OICs, et d'autre part, la détermination des OICs pivots, caractérisés par une forte représentation mentale.

Ilham ELMAHI

N° 109

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire SeT

Soutenance : le 21 février 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation et commande des systèmes de chaînes logistiques par les réseaux de Petri et l'algèbre des dioïdes"

Dans les systèmes de transport de marchandises, notamment des chaînes logistiques, la compétitivité par les délais et la qualité des services est devenue un facteur essentiel à la survie des entreprises. La problématique de l'organisation et l'amélioration de la chaîne logistique a suscité, depuis plusieurs années, un nombre croissant de travaux de recherche. Nous nous intéressons dans ce mémoire à étudier les systèmes de chaînes logistiques à l'aide de ce qu'on appelle récemment, la théorie des systèmes à événements discrets.

Le sujet de cette thèse porte sur la modélisation, la commande et l'optimisation des systèmes de chaînes logistiques qui sont max-plus-linéaires. Les graphes d'événements temporisés (GET) -sous classe des réseaux de Petri où n'interviennent que des phénomènes de synchronisation- sont des exemples typiques de tels systèmes. L'objectif est de proposer une approche d'analyse et de commande dans un contexte de juste-à- temps pour la production et le transport dans une chaîne logistique. Un modèle basé sur les GET et l'algèbre (max,+) est proposé et des évaluations de performances en terme des dates de livraisons et des temps de stockage des en-cours sont effectuées.

Le modèle proposé a été ensuite enrichi par un nouveau type de transitions afin de prendre en compte les particularités du système étudié. En effet, une modélisation plus adaptée nous conduit à distinguer, au moins, deux modes de fonctionnement différents dans la phase de transport de la chaîne logistique. Ainsi, nous intégrons, dans le modèle initial, des contraintes variables afin de modéliser le mode de *chargement* ou le mode de *voyage* chacun durant l'intervalle de temps correspondant.

Le modèle obtenu est ensuite appliqué pour déterminer la commande optimale d'un système de chaîne logistique connaissant la sortie désirée pour ce système. Pour cet objectif, on calcule sous les contraintes introduites les dates d'entrée optimales pour que les livraisons soient faites au plus tard à leurs dates dues.

Ceci, nous a conduit à considérer le problème de minimisation des durées des stockages et à soulever ainsi la problématique de l'optimisation des coûts de la chaîne logistique. Nous avons alors proposé une approche basée sur le principe de commande prédictive référencée modèle (MPC) où le calcul des dates d'entrée du modèle est effectué tout en minimisant un critère coût défini au préalable.

Wolfgang NZIE

N° 110

Directeur de thèse : Olivier GARRO

Laboratoire M3M

Soutenance : le 27 février 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Intégration de la maintenance en conception : Application à un équipement agroalimentaire"

L'objectif visé est de contribuer à une méthodologie qui permet de prendre en compte les points de vue de l'acteur de maintenance dans le choix des solutions fonctionnelles et technologiques des équipements pendant la conception et faciliter leur maintenance lors de l'exploitation. En effet, d'une part, il est prouvé que les causes intrinsèques de défaillances des équipements trouvent leur origine en conception, la fabrication et l'assemblage. Et d'autre part, il est unanimement accepté que 90% des coûts de fonctionnement et de maintenance des équipements sont prédéterminés lors de leur mise en service.

Pour atteindre cet objectif, les travaux de cette thèse portent d'abord sur la compréhension des activités de la conception et de la maintenance. Plusieurs recherches ont été déployées pour intégrer la maintenance. Elles portent essentiellement sur les outils et méthodes (AMDEC, ADD, APR, APD, etc.), qui l'intègrent par ses leviers que sont la fiabilité, la maintenabilité, la sécurité et le soutien logistique. Malheureusement l'applicabilité de ces outils et méthodes par les concepteurs n'est pas toujours facile. Et leurs limites font que, bien qu'utilisés, les équipements ne sont pas toujours à l'abri des défaillances potentielles, souvent causes des situations de blessure de personne, de dommage de produit ou de moyens de production.

La contribution de la thèse pour dépasser ces limites, porte sur l'interaction et les échanges entre l'acteur de maintenance et les autres métiers au cours du processus de conception. Cette solution s'inscrit donc dans le cadre de l'interactionnisme entre métiers. Elle est basée sur le Modèle de Conception Distribué (MCD) défini par Salaü. L'apport essentiel de ce travail est d'étendre ce modèle à la maintenance. Pour cela, sont définis les éléments ou données que doit manipuler la maintenance pour communiquer avec d'autres métiers pendant le processus de conception. Ce sont les Features Fonctionnelles (FF) de maintenance, les Features Structurelles (FS) de maintenance et les Features Comportementales (FC) de maintenance qui ont été modélisées et définies. Les FF, FS et FC de maintenance ont permis de modéliser les vues fonctionnelle, structurelle et comportementale de maintenance du produit, prenant en compte les critères de maintenabilité. Trois formalismes algébriques de maintenance ont été développés pour définir trois langages d'échanges entre la maintenance et les autres métiers ou modules (en particulier les modules fonctionnel, structurel et de fabrication) lors de la modélisation fonctionnelle, structurelle et comportementale du produit en conception. Ainsi à chaque étape de la conception du produit il est défini une équation de cahier de charges de la maintenance qu'il faut satisfaire pour que les points de vue de la maintenance soient considérés.

Théoriquement il est montré comment le métier de maintenance enrichit le produit avec d'autres fonctions, composants lors des échanges avec les modules fonctionnel, structurel et de fabrication. De cet échange il émerge un produit dont l'objectif global est obtenu par suite des compromis des objectifs locaux spécifiques des métiers. L'application est faite sur un équipement agroalimentaire, le moulin à écraser.

Hui LI

N° 111

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire LERMPS

Soutenance : le 06 avril 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Rôle d'une ablation laser in situ sur les propriétés mécaniques d'un revêtement élaboré par projection thermique"

Le procédé PROTAL® met en œuvre de façon simultanée un nettoyage laser impulsif et une torche de projection thermique. Cependant, les effets physico-chimiques de l'irradiation laser n'ont pas été clairement identifiés en fonction de la nature du matériau à traiter. L'objectif de cette étude est donc d'appréhender les effets produits par l'ablation des substrats et d'étudier l'effet du traitement laser sur l'adhérence des dépôts.

Les modifications morphologiques produites par l'irradiation laser à différents niveaux de densité d'énergie et de nombre de tirs ont été estimées par microscopie électronique à balayage et rugosimétrie. Les mécanismes d'interaction ont même été présumés. Les phénomènes observés peuvent se traduire par le biais de phénomènes thermiques. Il est ainsi constaté que l'interaction laser-matière dépend fortement des conditions de surface et des propriétés des matériaux. Pour tous les matériaux traités dans ces travaux, la formation de cratères induits par une ablation préférentielle apparaît dans un premier temps. Ce phénomène devient plus intensif en augmentant la densité d'énergie du laser ou le nombre de tirs. Pour les substrats d'alliages de titane, un autre aspect notable est apparu, caractérisé par un effet de lissage, lié probablement à la formation d'une couche mince de surface.

Les effets du nettoyage laser sur l'écrasement des particules et le phénomène d'éclaboussure ont été constatés. L'efficacité du nettoyage de la surface, ainsi que son rôle sur les conditions favorables à la réalisation de revêtements ont aussi été mis en évidence. Il a été montré que l'éclaboussure des particules lors de leur impact sur le substrat s'associe souvent à l'évaporation de divers absorbats/condensats de surface. L'énergie des particules et la nature du substrat jouent aussi un rôle important sur le phénomène d'éclaboussure.

L'effet significatif du traitement laser sur l'adhésion interfaciale semble plus lié à la création de liaisons physiques puisque l'importance de l'effet du nettoyage laser sur les divers contaminants de surface a été vérifiée. Pour l'alliage de titane, la formation d'une couche d'oxyde semble limiter la création de liaisons métalliques à l'interface. Pour l'alliage d'aluminium, la formation de cratères sous forme de cavités profondes, induits soit par une fluence laser élevée soit par le nombre d'impacts, tend à générer des effets néfastes sur l'adhésion interfaciale. Ainsi, nous remarqueront principalement que le choix des paramètres laser visant à bien nettoyer les contaminants de surface est important afin d'assurer une surface propre sans dommage avant la projection de particules.

Mohamed Rachid AOUAS

N° 112

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 15 juin 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Substitution du chrome électrolytique par des dépôts physiques à phase vapeur"

Le carbure et le nitrure de carbone ont été élaborés par les procédés physiques en phase vapeur. Ce procédé a permis d'une part l'étude structurale électronique du revêtement et d'autre part de l'étude des systèmes CrC et CrN en considérant à la fois des dépôts monocouche (MC) et des dépôts bicouches (BC) et tricouches (TC) et d'autre part à l'étude des revêtements multicouches constitués par un empilement CrC ou CrC/CrN. L'influence des différents paramètres expérimentaux a été étudiée sur la microstructure des revêtements, tout en intégrant l'interaction avec le substrat. L'analyse de l'influence des lacunes réalisée a permis d'expliquer le comportement vis à vis de la dureté de différents dépôts.

Ould Mohamed Abdellahi MOHAMED EL-MOUSTAPHA

N° 113

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire : M3M

Soutenance : le 15 juin 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à une méthode de chiffrage paramétrique dédiée à la conception amont de systèmes mécaniques"

Bien estimer et gérer le coût en conception est devenu critique pour les bureaux d'études de nombreuses entreprises, notamment de l'automobile. Toutefois, malgré le caractère critique du chiffrage, il n'existe pas encore de méthodes et d'outils satisfaisants, utilisables en conception amont. Aussi cette thèse entend-elle proposer une méthode prescriptive, dédiée à l'estimation paramétrique du coût en conception amont des systèmes mécaniques. Cette méthode destinée à la fois au chiffrageur, au chef de projet et au concepteur mécanicien, identifie, recense et organise les tâches liées au chiffrage, qu'elles soient antérieures au projet de conception (préparation du chiffrage), courante (estimation) ou postérieure (amélioration des données, outils et modèles). Son applicabilité informatique a été validée avec le développement de l'outil *Kostimator*. Sa pertinence pour le chiffrageur ou le concepteur mécanicien a été appréciée dans le cas du chiffrage amont d'une boîte de vitesses manuelle.

Mots Clefs : Automobile, Chiffrage, Conception, Coût (estimation paramétrique), Ingénierie du coût, *Life Cycle Cost*, Méthodologie.

James GARNIER

N° 114

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire : L2ES

Soutenance : le 20 juin 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Association en parallèle de générateurs pile à combustible PMFC"

L'augmentation de la demande énergétique mondiale, ainsi que les limitations actuelles en combustible fossile, poussent les grands acteurs mondiaux à développer la filière hydrogène. C'est ainsi que les générateurs pile à combustible sont devenus l'un des enjeux majeurs dans le domaine des transports. Le développement des générateurs PAC et plus particulièrement de type PEM (à membrane échangeuse de proton) suscite de la part de la communauté scientifique un réel engouement. Dans le domaine de l'électronique de puissance, de nombreuses études ont été menées sur la conception de convertisseurs statiques dédiés. Cependant, seule une minorité de ces travaux portent sur une possible augmentation de puissance grâce à l'association directe de plusieurs générateurs.

Cette thèse a pour objectif d'étudier les différents modes de couplage des générateurs pile à combustible au moyen d'un convertisseur statique unique. Dans le but de pouvoir anticiper les différents problèmes inhérents à cette technologie en développement, il est apparu nécessaire d'étudier les diverses contraintes de fonctionnement grâce à un modèle équivalent. Dans une deuxième phase, nous avons comparé différentes topologies de convertisseurs statiques et défini une structure originale qui a donné lieu à un prototype.

Le modèle développé dans la première partie de cette étude est basé sur une approche électrochimique dite petit signal. Cette méthode de modélisation apparaît adaptée à l'étude des différents phénomènes physico-chimiques générés dans les cellules de pile à combustible. Ce modèle permet également grâce à un formalisme par circuit électrique équivalent d'étudier une partie des interactions entre le générateur et le convertisseur.

La seconde partie de cette thèse quant à elle porte sur l'étude d'un convertisseur statique dit bi-pile, permettant d'évaluer la validité d'une association de type parallèle. Différents critères liés aux applications transports tels que la modularité et la compacité ont été pris en compte lors de sa réalisation. Ce convertisseur statique se voulant le plus ouvert possible quant à son utilisation dans l'étude des associations de stack, il permet également des évolutions telles que l'association série ou l'utilisation d'un nombre de stack supérieur à deux.

Le convertisseur ainsi réalisé a été utilisé sur le banc bi-pile pour faire débiter en parallèle deux stacks non identiques, ce qui permet de montrer les potentialités de cette structure. Les commandes sont quasi-indépendantes et les deux stacks peuvent fonctionner à leur point optimal suivant la puissance globale demandée ; la fiabilité du générateur ainsi conçu est nettement améliorée.

Pascal CHAMBREUIL

N° 115

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 23 juin 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation du saut de fréquence des systèmes FTDMA pour l'évaluation de la qualité de service GSM/GPRS/EDGE et le choix d'ingénieries de fréquences"

Cette thèse présente un nouveau modèle d'évaluation de la qualité pour des services voix et données dans les réseaux FTDMA utilisant un saut de fréquences lent. Ce modèle est basé sur un processus complet d'évaluation de l'interférence dans un mode maillé pour les réseaux FTDMA. Ce modèle se construit en deux étapes. La première permet le calcul d'une probabilité d'apparition de *bursts* d'un secteur brouilleur sur un canal de fréquences. La deuxième étape permet le calcul de la distribution de probabilité du taux d'effacement de bits sur un ensemble de trames de service. Il permet de prendre en compte des secteurs brouilleurs de puissances différentes intervenant sur le service.

L'application du modèle d'évaluation à l'évaluation de qualité d'un service voix en GSM est validée sur un ensemble de points de mesures. Une étude de comparaison de différentes stratégies d'ingénierie d'allocation des fréquences est ensuite effectuée et validée par une expérimentation à l'échelle d'un réseau réel. Cette expérimentation montre le lien fort qui existe entre un critère radio lié à l'interférences, tel le FER, et des indicateurs remontés du réseau, tels que le taux de coupure ou les HO sur qualité.

Enfin, les adaptations à apporter au modèle pour que celui-ci puisse évaluer la qualité de services de données sont discutées. Ces évolutions, peu importantes pour les services GPRS demandent à faire de nombreuses hypothèses simplificatrices pour les services EDGE.

Bouchra WAHDAME

N° 116

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire : L2ES

Soutenance : le 21 novembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Analyse et optimisation du fonctionnement de piles à combustible par la méthode des plans d'expérience"

Les générateurs piles à combustibles (PAC) ont des performances qui dépendent fortement des conditions de fonctionnement liées à l'environnement dans lequel ils se trouvent. De plus, le pilotage de ces systèmes demeure délicat en raison du grand nombre de paramètres physiques mis en jeu tels que le profil du courant imposé par la charge, la température du stack, les températures, pressions, débits, taux d'hydratation du combustible et du comburant... La méthodologie des plans d'expériences permet de définir de manière rationnelle les essais visant à caractériser rapidement et efficacement la PAC. Elle permet de déterminer les paramètres les plus influents sur le comportement du générateur pile et de mettre en évidence les interactions éventuelles qui lient ces facteurs. D'autre part, la caractérisation complète du générateur PAC par des plans d'expériences a pour finalité de prédire le comportement du système sur l'étendue de ses paramètres de fonctionnement et d'envisager ainsi, par la suite, des stratégies de pilotage du système visant à optimiser un critère déterminant de fonctionnement tel que le rendement, la consommation d'hydrogène, la puissance électrique maximale, voire la durée de vie du stack.

Le manuscrit est divisé en six chapitres. Après un bref aperçu du fonctionnement et des contraintes d'une pile à combustible, l'auteur donne les éléments essentiels de la méthodologie des plans d'expériences nécessaires à la compréhension de la suite du travail. Un premier plan d'expériences destiné à étudier l'influence des débits et des pressions, côté hydrogène et côté air, sur la puissance maximale de la pile a été réalisé sur un stack PEM 500W (utilisé en mode régulation de pression). Le plan complet comporte seize essais. Les analyses de la variance pour le plan complet et pour le plan fractionnaire (huit expériences choisies judicieusement parmi les seize réalisées) ont conduit à des résultats sensiblement identiques, à savoir une influence majeure du facteur débit d'air sur le niveau de puissance maximal atteint par la pile étudiée.

Les plans et les outils logiciels mis au point ont été développés et utilisés pour analyser des résultats expérimentaux collectés en 2004 sur la pile HELION 5kW dans le cadre du projet SPACT. Les analyses réalisées permettent de cerner clairement et d'exprimer quantitativement, pour différents niveaux de courant de charge, les incidences des paramètres température de stack, pressions et surstoéchiométries des gaz réactifs sur les performances de la PAC. Une modélisation statistique de la tension de pile en fonction des paramètres étudiés est mise en œuvre pour optimiser les conditions de fonctionnement de la pile.

Le cinquième chapitre est consacré à l'analyse par la méthode des surfaces de réponse de résultats expérimentaux issus d'un essai d'endurance d'une PAC 100W ayant fonctionné en régime stationnaire pendant 1000 heures. Cette étude a permis de montrer l'importance de fonctionner en surstoéchiométrie variable en fonction de la durée d'utilisation du stack mais également l'impact sur le vieillissement de différents facteurs, courant, position de la cellule, ...

Le dernier chapitre montre comment les plans d'expérience peuvent contribuer à une meilleure compréhension des phénomènes physiques intervenant dans les piles à combustible. Trois domaines sont considérés, les plaques bipolaires distributrices des gaz réactifs, l'impact de l'humidification sur la variation de la résistance interne de la pile et le vieillissement à une température de fonctionnement supérieure à la valeur normale.

Sihao DENG

N° 117

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 24 novembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Programmation robotique hors-ligne et contrôle en temps réel des trajectoires – Développement d'une extension logicielle de "Robotstudio" pour la projection thermique"

Cette étude s'inscrit dans le cadre de l'amélioration et la maîtrise du procédé robotisé appliqué à la projection thermique sur des formes à géométrie complexe. Différentes voies ont été étudiées pour mener à bien ce projet. Une structure logicielle (RobotStudio™) a été mise en place et le concept de programmation hors-ligne a été testé et validé. Cependant, des problèmes de génération de la trajectoire sur les échantillons de forme complexe et de contrôle de la trajectoire robot réel (vitesse et trace d'outil) ont été mis en évidence. Face aux contraintes économiques et de mise en œuvre des procédés actuels, une trousse à outil dédiée à la projection thermique dit « Thermal Spray Toolkit » a été développée sur la plateforme RobotStudio™. Cette trousse à outil consiste en trois modules (« PathKit », « MonitorKit », « ProfileKit ») qui fournissent respectivement les créations de la trajectoire robot, le contrôle du robot en ligne et l'analyse du profil du dépôt.

Dans un premier temps, des principes de l'extension logicielle pour RobotStudio™ ont été étudiés et la structure globale du logiciel a été établie. Puis, des méthodes et protocoles de communication ont été analysés et testés pour la connexion avec le robot. Ensuite, la caractérisation et qualification de la surface du dépôt ont été étudiées afin d'évaluer la qualité du dépôt. A la fin, plusieurs expérimentations ont été effectuées pour tester les fonctionnalités et la stabilité du logiciel. Les résultats présentés montrent que ce développement est parfaitement utilisable en projection thermique pour la génération et l'optimisation de trajectoire robot hors-ligne.

Khadija EL KADRI

N° 118

Directeur de thèse : Alain BERTHON

Laboratoire : L2ES

Soutenance : le 27 novembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la conception d'un générateur hybride d'énergie électrique pour véhicule. *Modélisation, simulation, dimensionnement*"

Ce sujet s'inscrit dans la continuité de travaux menés par le laboratoire L2ES dans le cadre d'un contrat avec la DGA portant sur la conception d'une plate-forme d'essais mobile des constituants d'une chaîne de traction électrique. (Projet ECCE).

L'étude proposée définit et évalue le concept d'un groupe de génération et de conversion électrique destiné à être intégré dans un système de transmission électrique de véhicule terrestre à rendement élevé. Les caractéristiques sont adaptables en fonction des applications visées (véhicules militaires). Le véhicule comporte 2 groupes de génération et de conversion électrique. La définition et la validation du concept de générateur hybride sont effectuées à l'aide de simulations et du démonstrateur ECCE d'une puissance utile 120 kW. L'ensemble du groupe comporte des moyens de génération, de conversion, de stockage et de gestion de l'énergie nécessaires au fonctionnement du système de transmission électrique du véhicule.

Le premier chapitre de la thèse est consacré à la présentation des différents composants de la plateforme d'essai qui jouent un rôle très important dans la chaîne de traction du véhicule hybride. Pour bien comprendre et analyser le fonctionnement de notre système, notre travail a consisté à construire un outil de simulation qui représente les différents composants du véhicule en se focalisant sur les groupes énergétiques. Pour cela une étape de modélisation incontournable fait l'objet du deuxième chapitre. Nous avons commencé par une modélisation des différents sous ensembles vus par le bus continu de la chaîne électrique puis des simulations sont présentées pour mettre en évidence certains phénomènes comme la résonance et les problèmes de couplage des sources d'énergie sur le même bus. Ensuite une modélisation plus avancée est proposée pour enrichir notre outil de simulation et le rendre plus représentatif du système réel.

Le troisième chapitre présente les résultats de simulation en faisant une analyse des différentes formes d'onde observées et leur pertinence par rapport au fonctionnement de la plateforme.

Etant donné que l'élément de stockage d'énergie constitue un composant très sensible et important dans le fonctionnement de la chaîne de traction, le quatrième chapitre est consacré à la caractérisation de la batterie et l'identification des paramètres de son modèle. Une partie expérimentale qui explique le protocole d'essai adopté pour identifier les paramètres du modèle choisi pour la batterie et la validation de ce modèle sont présentées.

Dans la réalisation de tout système électrique et dans le souci du respect des consignes de sécurité vu le niveau de tension élevé utilisé au bord du véhicule, le dernier chapitre est dédié à l'étude de la problématique des risques électrique. Un éclairage est apporté aux différentes normes qui réglementent l'utilisation d'un tel niveau de tension et les conséquences sur la protection de personnel et des équipements. A la fin de ce chapitre, des enregistrements sur le véhicule sont donnés qui ont comme caractère la validation des fonctionnalités de base sur le camion suite aux essais de roulage que nous avons effectué sur le camion.

Andréas Ignacio HERNANDEZ
Directeur de thèse : Rachid OUTBIB
Laboratoire : L2ES
Soutenance : le 28 novembre 2006
Lieu d'inscription : UTBM

N° 119

"Diagnostic d'une pile à combustible de type PEFC"

Les travaux de recherche effectués dans cette thèse traitent du problème du diagnostic des piles à combustible de type PEFC (Polymer Electrolyte Fuel Cell). Il s'agit de détecter la présence éventuelle d'un défaut, puis de le localiser. A travers ces opérations, le but est d'exploiter ces informations pour agir afin d'augmenter la fiabilité et la durée de vie du système.

Les stratégies adoptées sont de deux types. D'une part, une approche basée sur l'analyse statistique et ne nécessitent donc pas de modèle. D'autre part, deux techniques fondées sur l'utilisation de modèles décrivant le comportement dynamique de la pile. Ainsi, une partie de ce travail a été consacrée à la modélisation de la pile à combustible PEFC en vu du diagnostic. Plus précisément trois approches de ont été explorées

La première approche réalise le diagnostic d'une pile à combustible PEFC à partir d'un modèle d'état non linéaire. Le modèle proposé intègre une description probabiliste du phénomène d'évaporation et de formation d'eau dans le coeur de la pile. Cette est composé de deux parties. La première partie concerne le développement d'un modèle diphasique en utilisant des équations de nature déterministe pour modéliser les phénomènes d'évaporation et condensation. Dans une deuxième partie un modèle intégrant les principes de probabilité sera introduit pour la modéliser les phénomènes d'évaporation et de condensation qui peuvent se produire simultanément.

La deuxième approche est dédiée à la modélisation et au diagnostic par l'équivalence à des circuits électriques. Les principes fondamentaux de conservation de matière, charge et énergie sont utilisés pour établir une analyse topologique entre les composants du système pile à combustible et des composants électriques. Dans ce cas, la stratégie pour le diagnostic de défauts sera basée sur la technique d'identification paramétrique. Il s'agit d'associer la variation de certaines grandeurs à des défauts spécifiques.

La troisième approche vise le diagnostic de défauts sans utilisation de modèles. En fait, il s'agit d'une analyse des données statistiques. Cette approche représente un compromis entre la fiabilité du diagnostic, la complexité d'exploitation et le coût de la métrologie.

Il est à noter que les modèles proposés ont été validés par des expérimentations directes sur des piles à combustible au sein du laboratoire L2ES.

Belkacem SID

N° 120

Directeur de thèse : Matthieu DOMASZEWSKI

Laboratoire :M3M

Soutenance : le 05 décembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation topologique de structure par algorithmes génétiques"

L'intérêt que suscite l'optimisation topologique s'explique par sa capacité à offrir des solutions innovantes permettant un gain notable de performance. Pendant la dernière décennie, des efforts considérables en recherche fondamentale ont été consacrés au développement de nouvelles méthodes, fiables et efficaces, pour l'optimisation topologique des structures. Cette thèse apporte une contribution dans ce domaine en proposant l'utilisation des algorithmes génétiques. Deux méthodes ont été développées. La première propose une approche par algorithme génétique basée sur une représentation graphique par courbes de Bézier. Le principe consiste à construire la structure en utilisant d'abord un squelette que l'on complète ensuite avec de la chair. Le squelette est composé par l'ensemble des courbes cubiques de Bézier reliant les surfaces d'application des conditions aux limites entre elles. La chair, sous forme de couches d'épaisseurs variables, complète le squelette pour donner la forme finale de la structure. Avec cette technique, les éléments de la structure sont tous reliés entre eux. Il n'y a donc pas de matière déconnectée ni problème de damier. La deuxième méthode propose une approche, toujours par algorithmes génétiques mais basée cette fois ci sur une représentation par adjacence. Le principe de base de cette représentation est fondé sur le concept de connectivité des éléments finis, considérés comme cellules. Ce principe s'exprime par une matrice d'adjacence similaire à celle utilisée en théorie des graphes. Le codage des structures solutions utilise cette matrice en transformant cette dernière en une chaîne binaire unidimensionnelle. Les deux méthodes proposées ont fait l'objet d'une implémentation informatique dans l'environnement de programmation Matlab. Elles ont été validées par des applications numériques sur des benchmarks simples en élasticité linéaire bidimensionnelle.

Lyamine BOUHAFS

N° 121

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 14 décembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Une approche hybride pour le localisation et le routage avec contraintes de capacité : application aux réseaux de distribution"

Le travail présenté dans cette thèse s'inscrit dans le cadre de l'étude du problème de localisation-routage avec contraintes de capacité (CLRP : Capacitated Location-Routing Problem). Le CLRP consiste à déterminer les positions des dépôts et les routes des véhicules pour desservir des clients, géographiquement distribués, tout en respectant un ensemble de contraintes, telles que la capacité des dépôts et des véhicules, et en minimisant le coût global des routes et des dépôts. L'importance du CLRP se montre dans ses applications tant elles sont nombreuses. La plupart de ces applications se concentrent sur des problèmes dans le domaine de la distribution.

Avant d'aborder le problème de localisation-routage (CLRP), nous avons étudié le problème des tournées de véhicules (VRP). Ce dernier constitue une des principales composantes du CLRP. Nous nous sommes particulièrement intéressés à deux variantes du VRP, à savoir le VRP avec contraintes de capacité (CVRP) et le VRP avec contraintes de fenêtres de temps (CVRPTW). Notre contribution dans l'étude du CVRP et CVRPTW consiste à proposer deux approches hybrides fondées sur les colonies de fourmis et des recherches locales. L'un est dédié au CVRP et l'autre au CVRPTW. Nous avons combiné ensuite notre algorithme de colonies de fourmis hybride, proposé pour le CVRP, avec un algorithme de recuit simulé pour résoudre le problème de localisation-routage avec contraintes de capacité (CLRP). Dans cette approche, le CLRP est divisé en deux phases : la localisation des dépôts et les tournées des véhicules. La première phase utilise le recuit simulé pour trouver une bonne localisation des dépôts. La deuxième phase, quand à elle, exploite notre algorithme de colonie de fourmis hybride pour permettre de trouver le bon routage correspondant à cette localisation. La validation des algorithmes proposés dans cette thèse et l'analyse de leurs performances sont réalisées à l'aide d'une plate-forme que nous avons développée. Les résultats expérimentaux et les tests de comparaison effectués ont montré l'efficacité de nos algorithmes.

Corneliu Alexandru SLAVILA
Directeur de thèse : Michel FERNEY
Laboratoire : M3M
Soutenance : le 14 décembre 2006
Lieu d'inscription : UTBM

N° 122

"Mesure partagée de la maintenabilité d'un produit en cours de conception"

Dans le cadre général de l'ingénierie simultanée, les travaux présentés dans cette thèse portent sur l'évaluation de la maintenabilité d'un produit mécanique pendant sa conception. Ainsi, notre objectif est d'identifier une méthode et des outils permettant à l'acteur métier maintenance d'évaluer et de mesurer, et ce au plus tôt dans la conception, la maintenabilité du futur produit.

Nous proposons d'abord une redéfinition des critères de maintenabilité selon une structure hiérarchique avec trois niveaux, nous introduisons ainsi les notions de critère élémentaire et sous critère de maintenabilité. Ensuite nous avons présenté une méthode de modélisation des données de conception qui permet de conserver leur incertitude et leur imprécision dans l'indice final de maintenabilité, ainsi que de calculer un indice de confiance pour l'évaluation.

Pour l'évaluation de l'indice de maintenabilité nous avons proposé une approche intégrée dans les systèmes avancés de CAO, simplifiant ainsi l'échange d'informations entre l'évaluateur de la maintenabilité et les autres concepteurs. La valeur numérique de l'indice de maintenabilité est déterminée par l'agrégation des critères normalisés de maintenabilité. Nous avons dressé les spécifications pour un outil d'évaluation de la maintenabilité d'un produit en cours de conception, outil interfacé avec un système avancé de CAO.

Enfin, nous avons présenté l'application de notre méthode d'évaluation dans le cas de reconception d'un micromoteur dédié au modélisme.

Gilbert KUATE

N° 123

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire : M3M

Soutenance : le 15 décembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Analyse d'activités de conception : Contribution à la traçabilité des intentions de conception dans les modèles CAO"

Au cours de son travail, le concepteur a besoin d'extérioriser ses pensées pour pouvoir laisser les traces des intentions et raisonnements qu'il a eu au cours de son travail, surtout si à ce moment là, il conçoit seul pour le compte d'une équipe de conception travaillant en collaboration. A cet effet, il a besoin d'être assisté par un système que nous avons appelé « système d'intentions de conception ». L'idéal d'un tel système a été virtuellement subdivisé en modules et chaque module a été décrit. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement aux systèmes CAO, qui présentent, de nos jours, une « suprématie apparente » en conception et plus particulièrement en conception des produits mécaniques. Il s'agissait, dans un premier temps, de voir si ces systèmes présentaient en leur sein tous les modules d'un système idéal d'intentions de conception, et dans le cas échéant, de contribuer à leur amélioration. Nous avons alors entrepris d'analyser une séquence de conception à l'aide d'outils CAO. Nous avons adopté la méthode expérimentale, notamment celle du *protocol analysis*, ou le concepteur travaille et verbalise ses pensées au cours de la conception (*Concurrent Think Aloud* ou CTA) ou après (*Retrospective Think Aloud* ou RTA). Quatre expériences de conception ont été ainsi réalisées avec la participation de quatre concepteurs différents et le même problème de conception. L'analyse du CTA nous a permis de mieux comprendre la conception à l'aide d'outils CAO et de proposer un modèle d'activités. Le RTA a été à son tour analysé. Une comparaison avec le CTA nous a permis de détecter quelques insuffisances de l'outil CAO utilisé dans la représentation des intentions de conception. Pour contribuer à pallier à ces insuffisances, nous avons proposé un cadre, qui pourra permettre d'attacher les intentions de conception au modèle CAO du produit. Ainsi, plusieurs des modules d'un système idéal d'intentions de conception se trouveront améliorés au sein des systèmes CAO actuels.

Alain ALLIMANT

N° 124

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 18 décembre 2006

Lieu d'inscription : UTBM

"Atomisation sous gaz de poudres métalliques : optimisation du procédé à partir de la modélisation du jet et du diagnostic in-situ"

L'atomisation sous jet gazeux de métal liquide à travers une buse De Laval est considérée comme l'un des procédés les plus performants tant du point de vue de la qualité de la poudre obtenue en terme de taille et de composition que de la consommation de gaz inerte utilisé pour atomiser ce métal liquide. Malgré tout, l'optimisation de ce procédé passe par une meilleure compréhension des phénomènes mis en jeu et les études engagées actuellement s'orientent aussi bien vers des recherches expérimentales que numériques.

Ainsi, les travaux développés au cours de cette thèse, qui visaient à l'optimisation de ce procédé, concernent des résultats issus d'expérience et des résultats obtenus par modélisation.

D'un point de vue expérimental, trois étapes du procédé ont été séparément analysées qui correspondent chronologiquement à la fusion du bain métallique, l'atomisation primaire et l'atomisation secondaire. La technique Vélocimétrie par Images de Particules a été utilisée permettant d'obtenir des résultats de vitesse de particules dans la chambre d'atomisation et apporte des données essentielles sur les phénomènes d'atomisations primaire et secondaire. Concernant la mise en fusion du bain, le choix initial des consommables en contact avec le bain est déterminant intervenant surtout sur la température maximale tolérée ou sur les réactivités entre bain et pièces en contact. L'atomisation primaire semble dominée dans les premiers instants de l'atomisation par la montée en pression de l'autoclave. Le jet métallique est alors faiblement atomisé et les particules produites possèdent de forts diamètres. Au cours du temps, la pression dans l'autoclave augmentant, la taille des jets diminue et simultanément les particules diminuent en diamètre. Enfin, l'atomisation secondaire semble préférentiellement influencée par le rapport débits de gaz sur métal. Ainsi, à tout autre paramètre constant, la hauteur du bain métallique diminuant au cours du temps, l'énergie disponible pour désintégrer le jet est plus forte et la taille des particules varie en conséquence. Finalement, le lien entre la pression d'atomisation et la taille de la poudre produite est confirmé, ainsi que l'importance du rapport de débits de gaz sur métal.

D'un point de vue numérique, la modalisation des écoulements gazeux produits par ce système d'atomisation a été développée sous Fluent de manière à formaliser les effets des principaux paramètres opératoires. Les effets du phénomène d'aspiration présent sous la buse de coulée, de la détente du gaz au passage de la buse de Laval et de géométrie de buses sur les champs de vitesse, de température et de pression ont pu être mis en évidence et les tendances notées corroborent les résultats expérimentaux. Le choix des caractéristiques géométriques des composants utilisés pour la fusion, la coulée et l'atomisation influencent le débit de métal, ce qui a également un impact sur la taille de la poudre produite. Enfin, le procédé est instationnaire durant toute la phase d'atomisation. En effet, la coulée du métal doit souvent être mise en route au cours de la pressurisation de l'autoclave pour éviter le colmatage de la buse de coulée, puis la vidange progressive du creuset conduite à une réduction du débit de métal.

Une solution pour rendre le procédé quasiment stationnaire est proposée en perspective, étape essentielle vers un procédé optimisé.

Jean-Bosco BAONGA

N° 125

Directeurs de thèse : Michel IMBERT/Hasna LOUAHLIA-GUALOUS

Laboratoire : FEMTO-ST

Soutenance : le 27 mars 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude de transfert thermique local en régime transitoire lors de refroidissement par un mini-jet"

Ce travail présente une étude expérimentale du refroidissement par un mini jet d'eau impactant un disque chauffé. Les essais sont menés avec des injecteurs de diamètres 2mm et 4mm, pour des nombres de Reynolds variant entre 1300 et 9000. Pour une hauteur d'impact variant entre 13mm et 95mm, une puissance électrique de chauffe comprise entre 41 et 171W, nous avons mené les essais dans le but de déterminer les mécanismes du transfert thermique qui ont lieu lors du refroidissement.

Pour éviter de perturber l'écoulement, nous avons opté pour des mesures optiques fondées sur la fluorescence induite par laser. La diminution du diamètre du jet sous l'effet des forces gravitationnelles et inter faciales est analysée. Le profil de vitesse moyenne du jet, de l'injecteur à la zone de stagnation a été établi. Les évolutions de l'épaisseur du film et de la vitesse moyenne de l'écoulement sur le disque sont étudiées. Le saut hydraulique observé pour des nombres de Reynolds modérés est caractérisé par son rayon. Nous avons démontré que le saut hydraulique est clairement influencé par la température du jet. Nous avons proposé une relation donnant le rayon du saut avec une incertitude de 7% par rapport aux valeurs mesurées.

Par fluorescence induite par laser, nous avons mesuré la température du jet et celle de la surface de la plaque dans la zone de stagnation. L'étude du transfert thermique en régimes permanent et transitoire est menée en utilisant les techniques inverses. L'analyse du transfert thermique local révèle une intensification des échanges thermiques dans la zone de stagnation et une décroissance progressive de ces échanges avec le rayon du disque.

Daniel-Constantin ANGHEL

N° 126

Directeurs de thèse : Olivier GARRO/Ion UNGUREANU

Laboratoire : M3M

Soutenance : le 29 mai 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à l'analyse des itérations dans le processus de conception : proposition d'indicateurs d'évaluation de performances"

Les itérations sont l'une des caractéristiques importantes qui influencent les performances du processus de conception. Leur analyse est un facteur clé pour la compression des délais et des coûts. Il est donc essentiel de développer des méthodes d'observation, de modélisation et de traitement pour mettre en évidence ces itérations et leur impact, puis en réduire les conséquences.

Le travail présenté dans cette thèse s'inscrit dans ce contexte. Dans un premier temps, la notion d'itération est définie puis une classification des itérations est proposée. Cette étape est basée sur une étude bibliographique portant sur la modélisation du processus de conception, notamment dans un contexte d'ingénierie simultanée, et sur la modélisation des flux d'informations en conception. Cette classification va permettre un meilleur choix des méthodes de traitement des itérations afin de les éliminer ou les réduire.

La deuxième étape, basée sur des expériences de conception, a pour objectif de valider et d'enrichir la classification proposée. Cette étape permet également d'aborder l'analyse quantitative des itérations. Dans la troisième partie, nous proposons des indicateurs d'évaluation des performances du processus de conception basés sur l'étude des itérations. On y présente : (1) les indicateurs de processus, développés à partir de l'analyse des objets intermédiaires de conception et des interactions entre les concepteurs ; (2) les indicateurs de résultat, développés à partir de l'analyse quantitative des itérations.

Dans les différentes étapes de ce travail, des stratégies de réduction des itérations et/ou de leurs impacts sur le processus de conception, sont proposées.

Adina Mariana MUNTEAN

N° 127

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Mircea RADULESCU

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 12 juillet 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Analyse et contrôle du couple des moteurs synchrones à aimants permanents pour la propulsion des véhicules électriques"

L'intérêt croissant pour la conservation de l'énergie et la protection de l'environnement a accéléré le développement récent de la technologie des véhicules électriques. Le système de propulsion, qui constitue la composante majeure d'un véhicule électrique, joue le rôle d'interface électromécanique entre la source d'énergie embarquée et les roues motrices. Du point de vue fonctionnel, il réside en deux parties: électrique et mécanique, la première comportant le moteur électrique, son alimentation électronique de puissance et sa commande.

En compétition avec les moteurs asynchrones et réductants autocommutés, les moteurs synchrones à aimants permanents et à alimentation par onduleurs de tension offrent pour la propulsion des véhicules électriques, surtout légers, les avantages d'un rapport couple/ poids, d'une puissance volumique et d'un rendement supérieures.

Le travail présenté dans les six chapitres structurant cette thèse de doctorat s'insère dans la problématique actuelle des actionneurs pour véhicules électriques, ayant pour objectif l'analyse et le contrôle du couple développé par un moteur synchrone avec excitation par aimants permanents enterrés dans le rotor et enroulement induit triphasé au stator à alimentation par onduleur de tension, en vue des applications de propulsion des véhicules électriques légers.

Le premier chapitre décrit les caractéristiques essentielles d'un système de propulsion des véhicules électriques. Après l'argumentation détaillée des avantages des moteurs synchrones à aimants permanents dans une telle application, les topologies appropriées du rotor et stator de ces moteurs pour la propulsion des véhicules électriques légers sont examinées de près. La modélisation dynamique non linéaire du moteur synchrone à aimants permanents enterrés, en modes d'opération à couple constant jusqu'à la vitesse de base et à puissance constante avec défluxage à hautes vitesses, est développée dans le deuxième chapitre. On présente d'abord le modèle de circuit à variables de phase considérant la saturation magnétique. Ensuite, des modèles non linéaires dq diphasés équivalents, concernant les modes d'opération à couple constant (avec rapport couple/courant induit maximal) et à puissance constante (avec défluxage à maximisation du couple disponible), sont développés en considérant la saturation et les pertes en fer.

Dans le troisième chapitre, une analyse numérique du champ magnétique et des composants - mutuel, réductant, de détente et pulsatoire - du couple caractérisant un moteur synchrone à aimants permanents enterrés est présentée.

Une ample étude électromagnétique comparative, par simulation à l'aide de la méthode des éléments finis du logiciel FLUX 2D, est effectuée sur les moteurs synchrones à aimants permanents enterrés en mono- et double-couche.

Le quatrième chapitre s'occupe des stratégies de contrôle du couple pour les moteurs synchrones à aimants permanents enterrés. Les contrôles indirect et direct (DTC) du couple en modes d'opération à couple constant et à puissance constante sont présentés. Une synthèse consistante sur les techniques d'implémentation du contrôle DTC aux moteurs synchrones à aimants permanents enterrés. Un schéma de contrôle DTC pour moteurs synchrones à aimants permanents enterrés en modes d'opération à couple constant (avec rapport couple/courant induit maximal) jusqu'à la vitesse de base et à puissance constante (avec défluxage à maximisation du couple disponible) à hautes vitesses est proposé et validé par des résultats de simulation dynamique. A la fin du chapitre, les problèmes issus de l'implémentation du contrôle direct du couple (DTC) pour les moteurs synchrones à aimants permanents enterrés sont identifiés et leurs solutions possibles sont envisagées.

Dans le cinquième chapitre, le banc d'essais réalisé et les résultats expérimentaux correspondants sont présentés. Les réponses dynamiques en couple des moteurs synchrones à aimants permanents enterrés, sous contrôles direct (DTC) et indirect du couple en vue des applications de propulsion des véhicules électriques légers sont précisément et comparativement analysées.

Le dernier chapitre résume les contributions originales de l'auteur de cette thèse et suggère les perspectives de développement des recherches dans le même domaine.

Eugeniu-Radu DECIU

N° 128

Directeurs de thèse : Michel FERNEY/Marian GHEORGHE

Laboratoire : M3M

Soutenance : le 04 octobre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à une démarche de conception pour la configuration des familles de produits"

Cette thèse aborde la problématique de la *conception des familles de produits configurables*, née notamment de l'évolution du marché des produits personnalisables soumis à la contrainte de diversité.

La modélisation du produit est un aspect essentiel pour cette approche. Elle doit prendre en compte plusieurs aspects concernant le processus de conception. Différents points sont ainsi abordés dans cette thèse.

D'une part, nous prenons en compte l'approche multivue et le caractère flou des informations engendrées par le processus de conception pour la configuration, en proposant et développant une *approche de conception pour la configuration basée sur de multiples modèles flous*. Le passage d'un modèle à l'autre, de la phase de spécifications à la phase finale d'émergence de configurations du produit, se fait par l'intégration de multiples modèles flous, c'est-à-dire : *le modèle flou de spécifications, le réseau flou fonctionnel, le modèle flou de solutions physiques, et le modèle flou de contraintes*.

D'autre part, nous contribuons à l'aspect génératif des structures des produits configurables en proposant et en développant une *approche de conception basée sur les grammaires de configuration* pour la modélisation des familles de produits. L'approche s'intéresse à deux types de grammaires : *les grammaires de configuration fonctionnelles* et *les grammaires de configuration structurelles*, celles-ci ayant deux formes de représentation.

Enfin, le concepteur est assisté dans cette démarche par la création de plusieurs outils informatiques qui viennent implémenter différents points de l'approche floue.

Salah Eddine MERZOUK

N° 129

Directeurs de thèse : Mohammed EL BAGDOURI/Olivier GRUNDER

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 08 novembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Problème de dimensionnement de lots et de livraisons : Application au cas d'une chaîne logistique"

Les exigences des clients en termes de coûts et de délais étant en constante augmentation, l'optimisation des activités de production, de transport et de stockage simultanément est devenue un facteur clef dans la réussite d'une entreprise d'une manière particulière, et de toute la chaîne logistique d'une manière plus générale. En effet, la compétition mondiale a amené la plupart des sociétés industrielles à reconnaître la nécessité de prendre en considération la chaîne logistique entière pour réduire leurs coûts et augmenter leur réactivité face aux évolutions perpétuelles du marché.

Notre étude s'intéresse particulièrement à l'optimisation du flux physique d'un seul type de produits échangé entre les sites d'une chaîne logistique "linéaire", composée d'un ensemble de sites manufacturiers organisés en cascade. Chaque deux sites qui se succèdent sont reliés entre eux par un seul transporteur dont la capacité de chargement est limitée et dont le rôle est d'acheminer les produits du premier vers le second site. L'objectif est de trouver la séquence des tailles de lots de livraison tout au long de la chaîne qui permet, d'une part de satisfaire les différentes contraintes du système, en particulier les délais imposés par le client final, et d'autre part, de minimiser le coût global induit par les différentes opérations de production, de stockage et de transport.

Nous proposons alors un modèle mathématique de la structure de base de la chaîne linéaire qui est "le maillon logistique" et dont les composantes se résument à deux sites et leurs transporteur correspondant. Les propriétés mathématiques que nous avons démontré pour ce modèle nous ont permis de développer une procédure efficace de Séparation Évaluation Progressive (SEP) qui permet de trouver la solution optimale en un temps très réduit.

Le modèle proposé a été ensuite généralisé au cas de la chaîne linéaire. Les résultats obtenus précédemment ont pu être utilisés à différents niveaux et ont amené à développer une autre SEP "globale" (SEP-G). Les résultats expérimentaux effectués ont montré que la SEP-G permet de résoudre des problèmes de taille moyenne avec une préférence pour les problèmes où le transport est le plus important. Nous avons alors proposé un algorithme génétique afin de pouvoir traiter les problèmes pour lesquels la SEP-G devenait trop coûteuse en temps de calcul.

Nicolas GAUD

N° 130

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Stéphane GALLAND

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 07 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Systèmes multi-agents holoniques : De l'analyse à l'implantation des systèmes complexes. Méta-modèle, méthodologie, et simulation multi-niveau"

Cette thèse propose un guide méthodologique pour l'analyse, la conception, l'implantation et la simulation des Systèmes Multi-Agents Holoniques (SMAH). Ce type de système repose sur une structure hiérarchique auto-similaire, une structure gigogne où les agents sont composés d'agents. La brique de construction de tels systèmes est nommée \textit{Holon} . Un holon est une entité qui, selon le niveau d'observation, peut être vu, soit comme une partie composante d'un élément de niveau supérieur, soit comme un tout composé d'autres holons. Les SMAH sont utilisés pour analyser les systèmes considérés comme complexes. Ces derniers exhibent généralement une structure hiérarchique où le système est composé de sous-systèmes qui, à leur tour, ont leurs propres sous-systèmes. L'approche adoptée dans cette thèse consiste à exploiter la nature intrinsèquement hiérarchique des systèmes complexes pour les analyser et les modéliser. Afin de concevoir des modèles modulaires et réutilisables, une approche organisationnelle est adoptée. Le principe de l'analyse repose sur l'identification d'une hiérarchie d'organisations, dont le comportement global est en mesure de représenter le système selon une certaine perspective. Les comportements du système sont récursivement décomposés en un ensemble de sous-comportements en interaction, chacun d'entre-eux étant à son tour décomposé jusqu'à atteindre un niveau où les comportements correspondants peuvent être considérés comme élémentaires. A un niveau donné, le comportement composé est représenté par une organisation, et les sous-comportements associés par des rôles. Cette hiérarchie d'organisations est ensuite projetée sur une holarchie (hiérarchie de holons) en charge de lui donner vie et d'exécuter les comportements qui la composent. En sus de la modélisation des systèmes complexes, cette thèse aborde également les problématiques liées à leur simulation. Simuler précisément de tels systèmes requiert généralement d'importantes ressources de calcul. La simulation multi-niveaux permet d'obtenir un compromis entre la précision de la simulation et les ressources de calcul disponibles. L'approche défendue dans ce manuscrit exploite les propriétés des SMAH pour concevoir un modèle de simulation multi-agents multi-niveaux, lequel est ensuite appliqué à la simulation de piétons en environnements urbains virtuels.

Morad MAHDJOUR

N° 131

Directeurs de thèse : Jean-Claude SAGOT/Samuel GOMES

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 06 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"La réalité virtuelle pour une conception de systèmes mécaniques centrée sur l'homme"

Nos travaux de thèse, menés au sein du laboratoire Systèmes et Transports dans l'équipe Ergonomie et Conception des Systèmes, traitent de la **conception de systèmes mécaniques centrée sur l'utilisateur**. Notre recherche est plus spécifiquement orientée vers l'étude des systèmes mécaniques de type poste de travail. En effet, l'une des problématiques actuelles pour les industriels est de pouvoir concevoir des postes de travail en adéquation avec la composante humaine et ceci dans le but d'éviter l'apparition de dysfonctionnements qui sont aujourd'hui matérialisés par des maladies professionnelles de type Troubles Musculo-Squelettiques (1^{ère} maladie professionnelle déclarée en France et en Europe).

Nous proposons pour cela d'étudier la notion d'usage (ou d'utilisabilité) des produits industriels à travers l'intégration de la discipline « ergonomie » dans le processus de conception. En effet, nos travaux bien que conduits dans le domaine des Sciences Pour l'Ingénieur, spécialité Génie mécanique, ont tenté de prendre en considération le point de vue du métier ergonomie à travers une approche pluridisciplinaire. Dans ce contexte, nous positionnons notre recherche dans les domaines du Design For Ergonomics (conception pour l'ergonomie) et du Design For Usability (Conception pour l'utilisabilité) qui s'inscrivent plus globalement dans le Design For X (Conception en vue de X). **Ainsi, notre objectif est de définir une méthodologie et des outils adaptés qui visent à être intégrés au processus de conception de produit pour concevoir l'usage à travers l'ergonomie.**

Pour cela, à travers une première série d'expérimentations menée dans le domaine de la fabrication d'articles de maroquinerie de luxe, nous étudions successivement deux hypothèses de recherche.

Notre première hypothèse de recherche consiste à étudier l'usage d'un système mécanique, à l'état numérique, **par l'intermédiaire de la conception d'une interaction entre l'utilisateur réel et ce système.**

La deuxième hypothèse consiste à étudier la contribution de **la réalité virtuelle, en tant qu'outil de prototypage virtuel temps réel, pour concevoir la fonction d'usage d'un produit donc l'interaction homme/produit numérique.**

Dans le cadre d'une deuxième série d'expérimentations conduites dans le domaine de l'industrie automobile et de l'agroalimentaire, nous étudions une troisième hypothèse de recherche.

Cette troisième hypothèse suppose que **la RV peut être utilisée pour concevoir de manière interactive le couple produit/usage plus tôt dans le processus de conception et notamment durant la phase d'études préliminaires et les études détaillées.**

Dans un souci de généralisation de nos résultats expérimentaux, nous avons émis différentes limitations à nos résultats. Ces dernières nous ont amené à considérer l'intégration de la réalité virtuelle dans le processus de conception à travers la définition « d'activités de conception ».

Nous proposons ainsi une quatrième hypothèse de recherche : « **la réalité virtuelle peut être intégrée, de manière structurée, au processus de conception et de développement de produits centré sur l'homme** ».

Notre contribution finale, basée sur le retour d'expérience de l'ensemble des expérimentations présentées, introduit donc une méthodologie originale de **Conception de l'Usage assistée par Réalité Virtuelle (CURV)**. La première originalité de nos travaux est de proposer l'application de notre méthodologie à tous les stades de la conception mettant en jeu des maquettes numériques (ou prototype virtuel). **Nous introduisons pour cela la notion de « point de rencontre virtuel » qui permet de soutenir la collaboration et l'intégration des différents métiers dans la conception.** La méthodologie CURV définit de manière structurée l'impact des outils de RV durant le processus de conception du produit et de l'usage associé. Ainsi, nous avons défini les acteurs de la conception touchés par les simulations en RV du prototype virtuel et de l'usage associé mais aussi le contexte d'action pour les concepteurs à travers la définition de rôles qui peuvent leur être assignés lors des simulations en RV.

Nous proposons ainsi trois activités de conception mettant en œuvre les outils de RV, dans le cadre de la méthodologie CURV, qui sont **l'analyse ergonomique qualitative du couple produit/usage en RV, l'évaluation ergonomique quantitative du couple produit/usage en RV et la conception en RV du prototype virtuel et de l'usage associé.**

La première activité de conception en RV propose d'évaluer, de manière immersive et interactive, le couple produit/usage sur la base de commentaires subjectifs (aspects qualitatifs de l'usage). La seconde originalité de nos travaux est de proposer une deuxième activité de conception, supportée par la RV, qui intègre des outils d'analyses ergonomiques quantitatifs de l'usage pour compléter les recommandations qualitatives déjà obtenues. La troisième originalité de nos travaux réside dans la troisième activité de conception en RV qui consiste à **modifier, de manière interactive et en temps réel, le prototype virtuel lors des simulations en RV en fonction des évaluations ergonomiques (objectives et subjectives) précédentes.** Pour cela, nous avons développé un module d'assemblage en RV, de type CAO, qui permet à l'ingénieur mécanicien de modifier dans une certaine limite l'architecture du poste de travail virtuel. Un retour direct, des modifications apportées lors des simulations en RV, au niveau du modèle CAO natif est réalisé grâce au couplage des outils de RV et des outils de CAO paramétrée ce qui diminue en partie les problèmes d'interopérabilité. Nous assurons finalement une continuité dans l'évolution du prototype virtuel au cours de sa conception. **En effet, les paramètres modifiés sur le prototype virtuel sont stockés dans un outil de conception collaboratif de type PLM et peuvent être réutilisés, par la suite, par d'autres acteurs de la conception, assurant ainsi une mise à jour permanente des données du produit.**

Isabelle DEVARENNE

N° 132

Directeurs de thèse : Alexandre CAMINADA/Hakim MABED

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 20 novembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Etudes en recherche locale adaptative pour l'optimisation combinatoire"

Toutes les méthodes d'optimisation ont des paramètres internes qui prennent une part prépondérante dans leurs performances. La difficulté pour leurs utilisateurs est de trouver un bon réglage pour chaque problème. Depuis quelques années une part importante de la recherche en optimisation combinatoire porte sur la conception de méthodes adaptatives. L'objectif de cette démarche est de définir des procédés qui tentent d'adapter dynamiquement le paramétrage des méthodes en fonction du problème. Dans ce contexte, cette thèse porte sur les mécanismes de mémoire et d'adaptation dans le but de mettre au point une méthode de *Recherche Locale Adaptative* (RLA) combinant des mécanismes d'extension et de restriction du voisinage. L'extension du voisinage est définie par une procédure de détection de blocage de la recherche en étudiant l'historique des choix effectués par la méthode afin d'intervenir sur son comportement. Le mécanisme de restriction quant à lui est basé sur l'utilisation d'une liste Tabou à paramétrage adaptatif pour gérer l'accès aux variables. La méthode ainsi obtenue a été appliquée à deux problèmes : un problème académique, la k -coloration de graphes, et un problème réel, l'affectation de fréquences en réseaux de radiocommunications. Plusieurs variantes de RLA ont été développées et comparées à des résultats publics sur les deux problèmes.

Sébastien LUKAT

N° 133

Directeurs de thèse : Sophie COSTIL/Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 20 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation de l'adhérence de revêtements d'alumine projetés sur matériaux composites à matrice céramique. Application à l'instrumentation extensométrique"

SOUTENANCE A HUIS CLOS

Abdoul-Fatah KANTA

N° 134

Directeurs de thèse : Ghislain MONTAVON/Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 04 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Développement d'un système expert basé sur l'intelligence artificielle pour la prédiction et le contrôle du procédé de projection plasma"

La projection thermique à la torche à plasma est un procédé dans lequel les propriétés en service du dépôt sont indirectement couplées aux paramètres opératoires sélectionnés (paramètres de puissance, paramètres d'injection, paramètres cinématiques et paramètres environnementaux). Ce procédé se caractérise par des phénomènes de fluctuations et des dérives paramétriques à différents temps caractéristiques (100 à 500 μ s). Ces phénomènes ont pour origine l'usure des électrodes (en dizaines d'heures) et les fluctuations intrinsèques de l'arc électrique.

L'objectif des travaux de cette thèse est de développer un système expert qui permette d'ajuster en temps réel les paramètres opératoires du procédé en fonction, dans un premier temps, des valeurs mesurées sur les caractéristiques en vol des particules (température de surface et vitesse) pour réaliser le dépôt.

Considérant l'amplitude de ces dérives et fluctuations, la stratégie à adopter pour développer ce système expert dépend des corrections requises à appliquer aux caractéristiques en vol des particules. L'intelligence artificielle basée sur le réseau de neurones et le contrôleur flou s'avèrent être des outils pertinents pour atteindre cet objectif. En effet, la logique floue permet de définir les règles de correction paramétrique et le réseau de neurones permet de prédire les caractéristiques en vol des particules et celles du dépôt. Coupler le protocole neuronal à la logique floue permet alors de développer un contrôleur indépendant.

Ce système offre la possibilité d'ajuster les paramètres opératoires dans le but d'assurer la reproductibilité du procédé et également, d'optimiser les conditions de la réalisation du dépôt en tenant compte des effets de l'usure de l'électrode en particulier.

Ce système est flexible pour permettre un contrôle total basé sur des règles prédéfinies qui permettent de maintenir à valeurs constantes les caractéristiques en vol des particules en ajustant en temps réel l'intensité du courant d'arc, le débit total des gaz plasmagènes et la fraction d'hydrogène.

Régine RAMPON

N° 135

Directeur de thèse : Ghislaine BERTRAND

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 19 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration et caractérisation d'électrolyte pour pile à combustible à oxyde solide (SOFC) par projection plasma de suspension"

La température d'utilisation importante des SOFC est à l'origine de nombreux problèmes tant au niveau du choix des matériaux que de la durée de vie des piles. Un point clef dans l'obtention d'une pile fonctionnant à température réduite est la production d'un électrolyte dense et mince (une vingtaine de microns). Dans ce but, le procédé de projection par plasma d'arc soufflé atmosphérique (APS) a été adapté en remplaçant la poudre usuellement injectée dans le plasma par une suspension de fines particules. Pour mener à bien ces travaux, une bonne compréhension des phénomènes mis en jeu est nécessaire au contrôle de la microstructure des dépôts.

Tout d'abord, une étude a été menée dans le but de comprendre les interactions entre les suspensions, l'injection et le procédé de projection. Des suspensions dispersées et stables ont été élaborées dans trois solvants : l'eau, le méthanol ou l'azéotrope éthanol/méthyléthylcétone. L'ajout de plastifiant a permis de contrôler la viscosité tandis que seul la nature du solvant a permis de modifier la tension de surface. Les comportements des suspensions vis-à-vis de l'atomisation ont ensuite été évalués. Ainsi pour l'eau les distributions de taille de gouttes sont quasi monomodales pour un faible débit de gaz ou une forte viscosité de la suspension, tandis que pour les alcools elles sont extrêmement larges et contiennent des gouttes de tailles très variées. Enfin en tirant des tendances sur les différences de comportement des suspensions vis-à-vis de l'atomisation, des hypothèses quant aux trajectoires des gouttes dans le plasma ont été avancées afin d'expliquer les évolutions des vitesses et température des particules en vol. L'étude de la microstructure des dépôts a ensuite montré que l'utilisation de l'eau comme solvant et la diminution du débit de gaz porteur se traduisent par une diminution drastique des taux de porosité.

Outre les effets de la formulation des suspensions et de l'injection, certains paramètres opératoires de projection ont été évalués afin d'être optimisés. Ainsi la distance de projection est un paramètre particulièrement important. Les paramètres plasma permettent également la modification de la microstructure des dépôts, les plus intéressants ont donc été sélectionnés grâce aux températures et vitesses de particules mesurées avec l'accuraspray. Enfin les paramètres cinématiques optimaux ont été déterminés.

Enfin l'obtention de dépôt dense étant délicate, une autre piste a été explorée de façon préliminaire afin d'obtenir des couches denses : le traitement thermique in situ. De premiers dépôts ont été traités par passage du plasma à très faible distance des dépôts précédemment réalisés. Des couches très denses sont alors obtenues en surface sur des épaisseurs très réduites. Des dépôts présentant les différentes microstructures obtenues dans ces travaux ont alors été testés par spectroscopie d'impédance.

Sana MOUJAHED

N° 136

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Khaled GHEDIRA

Co-encadrant : Olivier SIMONIN

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 07 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Approche Multi-Agents réactive pour l'optimisation de systèmes spatialement distribués et dynamiques : application aux problèmes de positionnement"

Ce travail s'inscrit dans la continuité des travaux qui prônent l'idée que la résolution de problèmes complexes peut être élaborée à partir d'éléments réactifs simples en interaction. L'objectif de cette thèse est de proposer une approche auto-organisée d'inspiration physique pour le problème de positionnement mono et multi-niveaux. Ce type de problème concerne le positionnement d'un ensemble de facilities par rapport à des demandes de façon à optimiser un objectif global.

L'enjeu de notre approche est la conception d'un comportement intelligent d'un point de vue global à partir d'agents ayant des comportements réactifs simples. La solution au problème de positionnement peut être considérée comme un phénomène émergent dû à l'organisation spatiale issue des interactions des agents entre eux et avec leur environnement. Le point nodal est alors la mise au point de comportements élémentaires simples afin d'obtenir un résultat émergent correspondant aux objectifs désirés.

Les comportements des agents facilities se basent sur des lois physiques simples d'attraction et de répulsion. Ces agents sont attirés vers la demande pour satisfaire leurs objectifs locaux et repoussés entre eux pour assurer une répartition cohérente sur l'environnement. La solution globale du problème correspond à un agencement cohérent des agents par rapport à la demande. Notre travail porte donc sur plusieurs aspects : l'agentification du problème de positionnement, la définition du processus de résolution, et l'évaluation des caractéristiques quantitatives et qualitatives de l'approche à travers divers cas d'applications. Les applications traitées dans cette thèse sont très variées en terme de caractéristiques et de contraintes. Elles ont permis de traiter plusieurs variantes du problème de positionnement, notamment le problème de positionnement multi-niveaux, et de montrer la pertinence de notre approche.

Fateh KAAKAI

N° 137

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 13 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation et évaluation des pôles d'échanges multimodaux : une approche hybride multiéchelle basée sur les réseaux de Petri lots"

Les pôles d'échanges multimodaux (PEM) constituent aujourd'hui la vitrine des réseaux de transport. Nœuds stratégiques au sein desquels convergent des modes de transport publics et privés de plus en plus diversifiés, les PEM se caractérisent également par une forte concentration de voyageurs et d'activités de service. C'est un système de transport complexe dont le bon fonctionnement conditionne celui du réseau de transport dans son ensemble. Dans le but de prévenir, de réduire ou si possible d'éviter les dysfonctionnements, les incidents et les accidents qui affectent quotidiennement un grand nombre de sites en exploitation, et qui, par ricochet, détériorent l'image et l'attractivité des transports collectifs en général, il devient nécessaire de systématiser l'évaluation à priori et à posteriori des performances des PEM comme cela s'est fait avec succès dans d'autres domaines, tels que celui des systèmes industriels de production. Ainsi, l'objectif de ces travaux de recherche est d'élaborer un modèle de simulation pour la mesure d'un certain nombre d'indicateurs quantitatifs de performance dédiés aux PEM. Parmi les indicateurs les plus importants, on peut citer les taux d'occupation des stations ou des infrastructures de transit, la longueur des files d'attente devant des guichets ou des automates, les temps de service moyens, les temps de correspondance entre deux stations en période creuse ou durant les heures de pointe, les temps d'évacuation en cas de situation de crise, l'effet d'un retard prolongé d'un TC sur les conditions d'attente en station, etc. Le modèle de simulation proposé est basé sur les réseaux de Petri Lots, une extension des réseaux de Petri Hybrides particulièrement adaptée pour la modélisation des systèmes multiéchelles complexes. Ce paradigme de modélisation offre, en outre, des techniques d'analyse formelle pour la vérification et la commande du modèle élaboré. Pour les PEM déjà existants et en cours d'exploitation, le modèle de simulation proposé sera utile pour définir et programmer à court terme des opérations de maintenance dans le but de prévenir des dysfonctionnements latents ou probables. Concernant les projets de PEM en cours de réalisation, il permettra d'éclairer les choix préalables à la conception des différentes composantes de ces sites en assistant les concepteurs dans les procédures de dimensionnement et de planification.

Benjamin BLUNIER

N° 138

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : L2ES

Soutenance : le 07 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation de moto-compresseurs en vue de la gestion de l'air dans les systèmes pile à combustible – Simulation et validation expérimentale"

L'amélioration, l'avenir et la commercialisation des piles à combustible reposent en grande partie sur l'optimisation et la conception du système de gestion de l'air et en particulier sur le système de compression. La thèse a donc porté sur la modélisation d'un compresseur volumétrique (scroll) et le développement d'un modèle de pile à combustible orienté « gestion de l'air ». Ces deux modèles ont été développés dans un langage de description multi-physique standardisé par IEEE : le VHDL-AMS (Very High Speed Integrated Circuit Hardware Description Language, Analog and Mixed-Signal Extensions).

Modélisation analytique du compresseur scroll :

La première partie du travail a consisté en une recherche approfondie sur les piles à combustibles (fonctionnement, besoins, contraintes etc.), la gestion de l'air et sur les compresseurs (fonctionnement, types de compresseurs, efficacité etc.). Une analyse exhaustive des différents systèmes de compression a été faite en prenant en compte les besoins et contraintes de la pile (débit, rapport de compression, air exempt d'huile etc.). Cette recherche a montré que dans une première phase, deux types de compresseurs sont à privilégier : le compresseur centrifuge et le compresseur à spirales (scroll). Une modélisation analytique du compresseur à spirales a été réalisée et comprend (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) :

- l'expression des points de contact entre les spirales avec leur condition d'existence,
- les lois d'évolution du volume en fonction du temps qui permettent de lier le modèle géométrique au modèle physique,
- la modélisation thermodynamique permettant de prédire les pressions dans les différentes chambres, les fuites internes et les ondulations de pression.

Le modèle étant analytique, il devra permettre par le moyen d'une optimisation sous contrainte d'obtenir différentes géométries qui seront adaptées aux objectifs visés.

Tout le travail de modélisation a nécessité également un accompagnement expérimental qui a permis de valider les outils et le modèle mis en place. Un banc de test automatisé (voir **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**) a été réalisé, dimensionné, instrumenté et équipé de capteurs. Il est d'autre part pourvu d'un système d'acquisition et de commande (dSPACE) permettant, d'identifier le système, de tester des lois de commande en vue d'une commande optimale du compresseur. Les résultats comparés à l'expérimentation ont montrés des résultats très satisfaisants.

Modélisation de la pile à combustible

Afin de contrôler le compresseur et de déterminer son influence dans la gestion de l'air de la pile, il a été nécessaire de modéliser la pile à combustible. Ce modèle a été réalisé en utilisant une approche originale : chaque partie de la pile est modélisée séparément en incluant les phénomènes multiphysiques au sein du même composant.

Cette approche est appelée « approche structurelle » en opposition à l'« approche fonctionnelle » qui est la plus couramment utilisée. En effet, la tension totale de la pile n'est pas obtenue au moyen d'une seule fonction combinant tous les phénomènes d'irréversibilités mais en mettant en série les divers composants dans lesquels la chute de tension associée est calculée. Le modèle prend en compte la dynamique des pressions dans les canaux cathodiques, les phénomènes de diffusion ainsi que les phénomènes de transferts d'eau dans la membrane permettant de voir l'influence des différents paramètres sur la gestion de l'eau dans la pile. Le modèle a été validé expérimentalement sur un module Nexa (1,2 kW) de Ballard.

Aurélien CORREIA

N° 139

Directeurs de thèse : Abdellah EL MOUDNI/Abdel-Jalil ABBAS-TURKI

Laboratoire : SeT

Soutenance : le 18 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation de conflits dans l'algèbre des dioïdes : application à la régulation de trafic dans les carrefours"

Le trafic routier entraîne de nombreux effets néfastes, dont la pollution, l'insécurité et la congestion. Dans la gestion de l'espace urbain alloué aux véhicules, les carrefours à feux sont des lieux stratégiques. Bien que de nombreux travaux de recherche proposent des modélisations et des commandes des feux, les outils les plus éprouvés actuellement arrivent à leurs limites. Dans ce mémoire, nous proposons une nouvelle vision du trafic. Nous considérons les carrefours à feux comme des systèmes discrets dans l'espace et le temps. Plus précisément, nous proposons un modèle analytique du trafic urbain dans l'algèbre des dioïdes. Afin de valider ce modèle, nous vérifions, à travers son application à des segments de rue, qu'il permet de représenter les deux états du trafic, à savoir fluide et congestionné. En outre, il fournit les différentes grandeurs macroscopiques et microscopiques du trafic.

La généralisation du modèle aux carrefours pose le problème de la modélisation de conflits par l'algèbre des dioïdes. Or, les travaux proposés dans la littérature ne nous permettent pas de nous affranchir de cette difficulté d'une manière adaptée au problème étudié. Ainsi, nous définissons deux modélisations analytiques. Nous prouvons que ces modèles décrivent formellement tout système constitué d'un nombre invariant de ressources à partager entre des utilisateurs. Ainsi, ce nouveau formalisme nous conduit vers une assimilation du carrefour à un problème de ressources partagées. En adaptant des algorithmes d'ordonnancement aux modèles, nous proposons plusieurs commandes en fonction des hypothèses retenues.

Afin de valider notre approche, nous l'appliquons au problème de régulation du trafic. Les simulations sur un carrefour élémentaire montrent que la prise en considération des véhicules d'une manière individuelle permet d'améliorer sensiblement la fluidité du trafic. Ceci nous a encouragé à généraliser l'approche pour deux carrefours successifs pour la comparer aux ondes vertes. Bien que notre commande optimise localement la circulation, elle donne des résultats comparables.

Aurélie STIHLE

N° 140

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Nathalie BONASSO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 17 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration de revêtements à propriétés tribologiques améliorés pour la réduction des frottements dans le moteur"

L'automobile a connu un développement remarquable au cours des dernières décennies. Elle est aujourd'hui confrontée à de nombreux défis dont l'un des plus importants est celui de la maîtrise de son impact sur l'environnement et particulièrement sa contribution aux émissions de gaz à effet de serre, au premier rang duquel se trouve le gaz carbonique.

Un des moyens de réduire les émissions de CO₂ est de diminuer les émissions à la source c'est-à-dire la consommation en carburant. La solution envisagée dans cette étude est la réduction des frottements dans le bloc moteur, sachant que le principal poste frottant est le poste Segments/Piston/Chemise (SPC).

Un des objectifs de ce travail a été de contribuer à la mise au point de revêtements internes de cylindres moteurs par projection thermique pour différentes solutions matériaux. Deux types de composites à base de quasicristaux, sont à l'heure actuelle envisagés. La seconde partie de projet concerne l'élaboration de films minces par pulvérisation cathodique magnétron sur les segments.

Les premiers essais de projection nous ont montré qu'il était possible de conserver la phase quasicristalline lors de la projection, et qu'il existait des relations entre les paramètres de projection et la conservation de la phase.

Après des essais de projection avec différents paramètres plasmagènes pour les solutions matériaux envisagées, un premier type de composite se dégage lors des essais de frottement. Les essais non lubrifiés donnent des résultats surprenants, notamment dans certains cas des coefficients de frottements relativement faibles. Mais cette constatation n'est pas valable pour tous les revêtements de même nature obtenus par projection thermique. Pour certains revêtements un phénomène de grippage apparaît après quelques mètres de frottement. Plusieurs hypothèses ont été éprouvées ; il en ressort que certaines morphologies de surface provoquent un phénomène de grippage lors des essais. Afin de s'affranchir de ce phénomène, des essais lubrifiés ont été réalisés. On constate que les revêtements obtenus présentent des propriétés tribologiques identiques aux meilleurs dépôts élaborés par la concurrence.

Dans un second temps, des films minces ont été obtenus par pulvérisation cathodique magnétron à partir d'une cible quasicristalline réalisée par APS. Après pulvérisation de cette cible, nous avons pu obtenir des films cristallins. Les caractéristiques des films obtenus dépendent fortement des conditions opératoires. Après traitement thermique de ces films, la diffraction des rayons X confirme la présence d'une phase quasicristalline. La réalisation de tests de frottements met en évidence des comportements tribologiques différents selon les films. Ces essais ont démontré la possibilité de réaliser des films minces composites par pulvérisation cathodique magnétron.

Abdelhakim HORRIGUE

N° 141

Directeur de thèse : Michel FERNEY

Laboratoire : M3M

Soutenance : le 19 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation du processus de partage de connaissances produits en conception collaborative"

Le processus de conception mécanique est basé sur la mobilisation de connaissances de différents intervenants sur le produit. La distribution dans les structures actuelles des entreprises entraîne la distribution des connaissances mobilisées pendant le processus de conception. Une prise en compte des points de vue des différents intervenants passe par le partage de certaines de leurs connaissances individuelles.

Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans ce contexte et portent sur l'étude du processus de partage de connaissances en conception collaborative. Nous considérons que le développement d'outils supports au partage de connaissances doit être précédé par une observation de la manière dont ce processus se déroule réellement dans les équipes de conception. Nous avons réalisé deux expériences de conception provoquées en laboratoire : la première est distribuée et a été conçue de façon à provoquer des situations de partage de "connaissances produit" entre les acteurs du processus, la seconde est colocalisée et les situations de partage de connaissances qui ont eu lieu durant sont complètement émergentes. Nous avons ensuite proposé un modèle du processus de partage de connaissances basé sur les situations observées pendant la première expérience. Il consiste en une succession de cinq étapes : le déclenchement, la transmission, l'absorption, la validation intermédiaire, l'action et, enfin, la validation finale. Ensuite, ce modèle a été validé au regard des processus de partage de connaissances observés dans la deuxième expérience. Ainsi certaines situations observées suivent parfaitement le modèle, d'autres sont incomplètes ou confuses. Nous avons aussi réalisé une étude qualitative et quantitative des modalités d'exécution des étapes de ce processus. Ainsi, nous avons recensé trois modes de déclenchement : proposition spontanée de l'émetteur, demande explicite par le récepteur, réaction à une activité de conception. Deux modes de transmission ont été trouvés : le mode verbal et le mode graphique. Nous avons étudié les liens entre le déclenchement du processus de partage de connaissances et les activités de conception mobilisant ces connaissances. Nous avons aussi montré que la distribution des rôles (émetteur / récepteur) sur l'ensemble des acteurs dépend du mode de déclenchement du processus.

Le modèle proposé est itératif et dynamique : des retours vers des étapes précédentes et une dynamique des rôles pendant le processus sont possibles. Ce modèle a aussi la particularité de faire la distinction entre le partage de données ou d'informations et le partage de connaissances. Notre contribution a été complétée par une modélisation, à l'aide des outils SADT et UML, qui permettra, par la suite, de spécifier des micro-outils d'aide au partage de "connaissances produit" dans les équipes de conception collaborative distribuées.

Younès ABBASSI

N° 142

Directeurs de thèse : Rachid OUTBIB/AIT AMIRAT

Laboratoire : L2ES

Soutenance : le 20 décembre 2007

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la modélisation et la commande de la dynamique du véhicule"

Le travail présenté s'inscrit dans la problématique de modélisation et de commande de la dynamique d'un véhicule automobile associant études théoriques et simulations numériques. L'originalité de ce travail consiste à utiliser les énergies développées par le véhicule et la fonction de dissipation de Rayleigh pour une modélisation globale de sa dynamique. Le modèle global, ainsi obtenu, est ensuite simplifié pour faciliter la synthèse des lois de commande aussi bien avec une approche linéaire que non linéaire.

La première partie de la thèse est dédiée à la modélisation globale de la dynamique du véhicule en utilisant le formalisme complet de Lagrange. Le modèle complet obtenu est de 20 degrés de liberté. Il tient compte du comportement des différentes parties composant le véhicule. Le but de cette modélisation est de disposer d'un modèle capable de décrire et d'évaluer le comportement non linéaire du véhicule dans des différentes situations délicates. Par exemple, le freinage ou l'accélération dans un virage.

La deuxième partie de la thèse a été consacrée particulièrement au problème de la synthèse des lois de commande stabilisantes par rétroaction et le suivi de trajectoire. Les modèles considérés sont ceux établis dans la première partie. Ces modèles sont fortement non linéaires. Les stratégies de commande ont été conçues en tenant compte de ces non linéarités et sans aucun type de linéarisation.

Réda KAROUM

N° 143

Directeur de thèse : Alain BILLARD

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : le 11 janvier 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Potentialités de la pulvérisation cathodique magnétron pour la mise en œuvre de la promotion électrochimique de la catalyse appliquée à la réduction catalytique sélective du monoxyde d'azote et à la combustion du propène"

L'objectif de la thèse est d'évaluer les potentialités des catalyseurs électrochimiques appliqués à la dépollution du gaz d'échappement de la motorisation Diesel. Il est particulièrement développé l'apport de la technique de pulvérisation cathodique magnétron comme mode d'élaboration de ces catalyseurs. Ces derniers sont toujours comparés en termes d'activité, de sélectivité et de quantité de platine à des catalyseurs de référence. Deux réactions ont été étudiées, la réduction catalytique sélective des NO_x par le propène et l'oxydation totale du propène en présence de vapeur d'eau. Il est apparu que le système utilisant un électrolyte solide de type BIMEVOX n'est pas le plus adapté, mais que le conducteur ionique à base de CGO est plus en adéquation avec les besoins industriels. Les polarisations ont ainsi permis l'amélioration des performances catalytiques notamment pour l'oxydation du propène aux basses températures. Cependant, soumis à des fortes contraintes thermiques, les catalyseurs électrochimiques perdent au fur et à mesure leurs propriétés, c'est pourquoi afin de palier à cette faiblesse une nouvelle configuration de catalyseur proposée. Il semblerait que ce « design » inédit soit d'une part une piste prometteuse à suivre pour limiter les effets néfastes du frittage de la phase active du catalyseur électrochimique, et d'autre part généralisable à d'autres systèmes catalytiques.

Davy MONTICOLO

N° 144

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Samuel GOMES

Laboratoire : SeT

Soutenance : 26 février 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Une approche organisationnelle pour la conception d'un système de gestion des connaissances fondé sur le paradigme agent"

Ce travail est fondé sur une approche organisationnelle pour la gestion des connaissances lors des projets de conception mécanique. Lors de ces travaux, nous avons pris en compte les aspects sociaux et coopératifs du processus de conception où les acteurs métier travaillent ensemble, créent, utilisent et partagent leurs connaissances pour atteindre le même objectif : le développement d'un nouveau système mécanique. Quatre aspects ont été développés dans ce travail :

- L'élaboration d'un modèle organisationnel du processus de conception où sont représentés les rôles des acteurs métier, leurs compétences, leurs interactions ainsi que les connaissances qu'ils utilisent et partagent tout au long des activités de conception. Ce modèle est un guide pour la capitalisation et la réutilisation des connaissances lors des projets de conception ;
- La définition d'un modèle de mémoire organisationnelle, MemoDesign, fournissant un cadre pour la structuration et l'indexation des connaissances à archiver lors des projets de conception ;
- La construction d'une ontologie appelée OntoDesign permettant de manipuler et les connaissances du domaine ;
- La conception et l'implantation du système multi-agents KATRAS prenant en compte les aspects sociaux et coopératifs du processus de conception et chargé de la construction de mémoires de projet au fil de l'eau des projets de conception mécaniques.

Aiman NOUH

N° 145

Directeurs de thèse : Mohamed EL BAGDOURI/Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : SeT

Soutenance : 26 mars 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution au développement d'un simulateur pour les véhicules électriques routiers"

Les pollutions sonores et par gaz à effet de serre ainsi qu'une consommation de carburant en constante augmentation, impliquent de plus en plus le véhicule électrique (VE) au coeur des débats autour de l'énergie. Le VE est l'une des solutions préconisées, par les constructeurs automobiles et les organismes de recherche, pour remplacer peu à peu les véhicules classiques notamment dans les centres villes. Dans ce contexte, la simulation numérique générique, rapide et précise s'impose comme le moyen incontournable dans la conception de VE de plus en plus performants et compétitifs.

Ainsi, ce travail de thèse a comme objectif principal de développer notre simulateur dédié aux VE et nommé ELEctric Vehicle Simulator (ELEVES). Il utilise un formalisme graphique nommé Réseau Dynamique Hybride à Composant (RDHC) pour extraire le système d'équations. Le point fort d'ELEVES réside dans le fait qu'il permet à l'utilisateur non seulement de construire et simuler un VE à partir de ses bibliothèques pré-établies, mais également de construire ses propres modèles. Un modèle dynamique du véhicule à trois degrés de liberté, et une modélisation d'un moteur synchrone à aimants permanents ainsi que son alimentation ont été construits à l'aide d'ELEVES. Afin d'inclure la fonctionnalité de la commande du VE, nous avons adopté une démarche systémique à travers la représentation énergétique macroscopique (REM) du système. Ensuite, la structure maximale de commande (SMC) a été établie à partir de la REM globale du système dans l'optique de contrôler la vitesse du véhicule.

Enfin, trois architectures de VE ont été traitées afin de mettre en évidence quelques fonctionnalités d'ELEVES et de montrer les étapes suivies lors de la réalisation de telles applications. Ces systèmes sont le VE à deux roues motrices d'abord sans puis avec la commande de la vitesse du véhicule et le VE à quatre roues motrices sans la commande de la vitesse du véhicule. La confrontation des résultats de notre outil avec ceux fournis par le logiciel Matlab/Simulink donne de très bonnes corrélations entre les deux outils.

Guillaume DOUCHY

N° 146

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 12 juin 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Procédé de projection à froid interne et caractérisation des revêtements résultants – application aux moteurs d'automobile"

Dans un cadre de recherche pour diminuer la consommation des véhicules et donc pour limiter les émissions de gaz, une des solutions les plus accessibles techniquement et économiquement consiste à diminuer les pertes par frottement de manière générale au sein même des moteurs, et en particulier au niveau du poste Segments/Piston/Chemise (SPC), qui représente, à lui seul, près de la moitié de ces pertes, et ceci aussi bien pour les motorisations essence que diesel.

Afin de trouver des nouveaux revêtements dans les cylindres des blocs moteurs, le nouveau procédé dit de projection à froid a été adapté à la projection interne. Le travail de cette thèse a consisté à développer un pistolet de projection à froid interne et à étudier les dépôts obtenus par la buse développée.

La première partie de cette thèse fût de concevoir un pistolet de projection à froid. Basé sur une étude des géométries des buses de projection dite de De Laval, une nouvelle injection de la poudre a été proposée. Cette géométrie permet de réduire considérablement l'encombrement de la buse de projection. Ainsi une buse capable de rentrer dans un cylindre de moteur a été conçue fabriquée et validée par les dépôts obtenues. Par ailleurs, les simulations numériques des écoulements dans les buses ont permis de déterminer comment optimiser chaque paramètre géométrique du convergent pour obtenir une vitesse des particules optimales.

La seconde partie de la thèse étudie les revêtements qu'il est possible d'obtenir avec la buse interne. Des dépôts de fer et de bronze ont été obtenus. Pour lancer les bases des prochains dépôts développés, les paramètres de projection et l'obtention de dépôts composites ont été étudiés. Les essais menés ont soulignés les difficultés pour obtenir les dépôts composites, mais ont montré aussi leurs avantages au niveau de leurs propriétés.

Chao ZHANG

N° 147

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 13 juin 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude de la perméabilité des gaz et de la conductivité ionique des revêtements de zircone yttrié réalisés par projection plasma pour piles à combustible à oxyde solide"

Les piles à combustible ont été largement étudiées comme une alternative aux combustibles fossiles traditionnels plus respectueuses de l'environnement. Le seul sous-produit direct de l'oxydation de l'hydrogène pour la production d'énergie est l'eau, ce qui signifie qu'elles pourraient réduire sensiblement la pollution et les produits de gaz à effet de serre. Les SOFCs (piles à combustible à oxyde solide) sont un type de pile à combustible prometteur, qui peut éliminer les problèmes de corrosion ou de fuite communs aux autres piles à combustible à électrolyte liquide. Les températures de fonctionnement des SOFCs sont typiquement de l'ordre de 800-1000°C, pouvant conduire à plusieurs avantages, tels le réformage interne, l'utilisation du monoxyde de carbone comme combustible et la possibilité de réaliser la production combinée de chaleur et d'électricité. Depuis plusieurs années, les efforts de commercialisation sur les systèmes SOFC sont orientés vers la recherche de la réduction des coûts, afin de rivaliser plus efficacement avec d'autres méthodes de production d'énergie traditionnelles. Dans un tel contexte, les dépôts électrolytiques attire particulièrement l'attention. La projection plasma est un procédé prometteur, offrant des avantages tels que des rendements élevés des dépôts et la possibilité de masquer les dépôts. L'objectif de ces travaux est donc d'optimiser la projection plasma de revêtements électrolytiques, d'étudier les performances électriques et l'étanchéité aux gaz des revêtements. Dans ce contexte, quatre aspects ont été abordés. Dans un premier temps, l'optimisation des paramètres de la projection et la microstructure de revêtements a été réalisée par la mesure de particules en vol. D'autre part, la conductivité ionique des revêtements YSZ en fonction de la température a été examinée. La modification de la microstructure et de la conductivité ionique de revêtements projetés par frittage micro-ondes a également été étudiée. Enfin, l'étanchéité des revêtements YSZ ainsi que les mécanismes de perméation des gaz ont été étudiés par la mesure de la perméabilité. Finalement, les piles à combustible à oxyde solide tubulaires Ni-YSZ/YSZ/LSM(La_{0,8}Sr_{0,2}MnO₃) ont été fabriqués grâce au procédé de projection thermique intégrée. En outre, les mesures de tension du circuit de sortie et de la densité de puissance des piles ont été effectuées.

John-Gabriel FENIX

N° 148

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 25 juin 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Conception centrée sur l'opérateur final – Application à la conception d'une interface d'aide à la conduite ferroviaire"

S'appuyant sur le modèle de l'ingénierie concourante, nos travaux tentent de proposer, dans le cadre de la conception d'un nouveau produit immatériel, les critères et la mise en œuvre d'une démarche d'évaluation appropriée pour valider l'adéquation d'un produit par rapport aux attentes et besoins des opérateurs. Favorable à l'idée d'une ergonomie dite "totale" dans le processus, c'est-à-dire d'une ergonomie qui se donne les moyens de suivre la conception du début à la fin, nos travaux mettent en lumière les avantages d'une « "démarche d'évaluations combinées de l'activité" » adéquate, démarche qui consiste à déployer plusieurs méthodes d'évaluations à chaque étape de la conception de produit, et ceci au plus tôt dans la conception.

Une démarche adaptée permet d'intégrer dès le début du processus la fonction d'usage et d'éliminer très tôt les premiers préconcepts qui ne correspondent pas aux attentes et besoins des opérateurs. Dès lors l'émergence rapide d'un concept de produit considéré acceptable pour l'ensemble des acteurs du groupe projet est facilitée. La démarche proposée traduit un réel intérêt pour une conception qui se veut centrée sur l'homme, facteur de sécurité et d'efficacité. Nos travaux se sont appuyés sur la conception d'une interface d'aide à la conduite ferroviaire. Cette interface est destinée à permettre aux conducteurs d'assurer une conduite horaire selon des critères précis. La démarche adoptée a permis l'émergence rapide d'un concept de produit acceptable par l'ensemble du groupe projet.

Amel TABET AOUL , épouse BENYOUCEF

N° 149

Directeurs de thèse : Didier KLEIN/Boumédienne BENYOUCEF

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 28 août 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration et caractérisation de nouveaux cermets d'anodes pour piles à combustible SOFC"

Ce travail de thèse, traite du développement de nouveaux cermets d'anodes pour piles à combustibles de type SOFC, fonctionnant directement sous méthane. Deux aspects majeurs sont pris en compte : la composition chimique du matériau d'anode et sa microstructure. Pour se faire, des cermets à base de métaux, tels que le nickel, le cuivre et le cobalt et une base céramique en zircono totalement stabilisée à l'yttrine, ont été élaborés par projection plasma atmosphérique (APS), dans des conditions optimisées. Le choix des matériaux utilisés, s'est fait de sorte, à répondre aux exigences requises pour une application anodique, à savoir, une porosité suffisante, pour assurer la diffusion des gaz, de bonnes propriétés conductrices ionique et électronique, une bonne compatibilité chimique et mécanique avec l'électrolyte, une bonne stabilité thermique à haute température et de bonnes propriétés électrochimiques et électrocatalytiques, vis-à-vis les réactions d'oxydation et du reformage interne du combustible. Les différentes caractérisations morphologiques et structurales, menées sur les différents cermets réalisés, ont révélé l'obtention de dépôts poreux, formés par la succession de lamelles métalliques et céramiques, avec sauvegarde des phases cristallines, identifiées initialement, pour les poudres de départ. Le comportement électrique, en fonction de la température, manifesté par différents cermets obtenus, se rapproche de celui des métaux purs, malgré la présence de la matrice céramique. Pour ce qui est de la stabilité thermique, certains cermets obtenus, ont dévoilé une bonne stabilité à une température de 800°C. Ainsi, les cermets d'anodes, avec la bonne composition chimique et ayant été élaborés dans des conditions optimisées de projection APS, présentent donc la bonne morphologie et microstructure, pour une application anodique, dans des piles SOFC fonctionnant directement sous méthane, à des températures avoisinant 800°C, sans risques de détériorations majeures.

Abdellah BENYOUCEF

N° 150

Directeurs de thèse : Didier KLEIN/Boumédienne BENYOUCEF

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 28 août 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Développement de surfaces à base de TiO_2 obtenues par PVD pour le développement de cellule solaire photovoltaïques"

Les cellules solaires sensibilisées par colorant ont été intensivement étudiées ces dernières décennies du fait de leur coût relativement bas. Cependant, la principale voie utilisée actuellement pour déposer la couche de dioxyde de titane (TiO_2) nécessite un traitement thermique à 450°C ce qui empêche l'usage des substrats transparents conducteurs à faible coût. Le travail présenté concerne l'élaboration des couches à base de TiO_2 par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive en optimisant la structure et la morphologie pour les meilleurs performances photovoltaïques et pour la possibilité d'utiliser des substrats à faible coût (PET-ITO et Verre-ITO). Deux voies de contrôle des paramètres du dépôt ont été utilisées : une voie classique par contrôle du débit de gaz et une autre par système d'asservissement de l'émission plasma. La couche idéale recherchée est celle ayant la plus grande surface spécifique tout en ayant une bonne cristallinité. Les résultats ont montrée que le domaine des hautes pressions favorise la morphologie désirée au détriment de la structure cristalline, un compromis était donc nécessaire. Le rapport de la pression partielle d'oxygène sur la pression totale (PO_2/Pt) s'est avérée être un paramètre aussi crucial sur les propriétés des couches. La porosité des couches a pu être estimée par des mesures optiques, où il est apparu qu'elle augmentait à la fois avec la pression totale, le rapport PO_2/Pt et l'épaisseur des couches. L'inclinaison des substrats s'est imposait comme paramètre alternatif à la pression pour le contrôle de la morphologie. Les performances photovoltaïques ont été corrélées aux propriétés structurales et morphologiques. L'inclinaison des substrats s'est répercutée fortement sur les performances de la cellule, où une inclinaison optimale (60°) a été mise en évidence.

Vicky ROUSS

N° 151

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : M3M

Soutenance : 12 septembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Expérimentation en dynamique des systèmes mécaniques complexes pour le transport"

Ce travail a été réalisé dans le cadre de FCLAB, institut national de recherche sur les systèmes piles à combustible, avec pour objectif de développer, dans une approche expérimentale, une procédure d'identification, c'est-à-dire de reconnaissance du comportement, de systèmes mécaniques complexes. Pratiquement, il apporte une contribution à la modélisation de l'aspect mécanique vibratoire d'une pile à combustible de type PEM.

La première partie de ce mémoire développe le sujet de la thèse. Elle comporte trois sous-parties: une présentation de la plate-forme des essais vibratoires de l'UTBM, une introduction aux systèmes mécaniques complexes ainsi qu'à leur procédure d'identification et une description de la pile à combustible de type PEM en développant son aspect mécanique non-linéaire.

La procédure d'identification des systèmes mécaniques complexes comporte trois étapes qui vont définir les parties deux, trois et quatre successivement.

La première étape est la réalisation des essais vibratoires. Pour cela, une procédure des essais vibratoires pour des systèmes mécaniques complexes est développée dans la partie deux. Cette procédure est fondamentale pour le bon déroulement des essais et la bonne exploitation des résultats. Les données tirées des essais sont utilisées pour les deux étapes suivantes.

La deuxième étape de la procédure d'identification, développée dans la troisième partie, consiste à caractériser les non-linéarités à partir des données expérimentales. La caractérisation englobe la détection, le classement et la localisation des non-linéarités.

La troisième et dernière étape de la procédure d'identification traite de la modélisation des systèmes mécaniques complexes avec les réseaux de neurones. Elle explique la démarche de création d'un modèle neuronal et est développée dans la quatrième partie.

Pour conclure ce mémoire, la procédure d'identification d'un système complexe, allant de la réalisation des essais vibratoires, la caractérisation des non-linéarités jusqu'à la modélisation par réseaux de neurones est appliquée à une pile à combustible de type PEM. Les résultats sont exposés et commentés dans la cinquième partie.

Wei GAO

N° 152

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 12 septembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Synthèse et caractérisation de revêtements de silicates de lanthane de structure apatite élaborés par projection plasma dédiés aux piles à combustibles IT-SOFCs"

Dans le domaine de la production d'énergie électrique, le développement des piles à combustible à oxyde solide (SOFC) est limité en raison de leurs températures de fonctionnement élevées. Deux solutions sont généralement envisagées pour l'abaissement de la température: diminuer l'épaisseur de l'électrolyte actuel (YSZ) et/ou utiliser de nouveaux matériaux. La deuxième solution paraît la plus exploitable car la température dite "intermédiaire", comprise entre 500 et 800°C (IT-SOFC), ne peut être atteinte qu'avec de nouveaux matériaux. Parmi les nombreuses céramiques susceptibles d'être employées pour cette application, les apatites sont des candidats très prometteurs à l'heure actuelle.

L'objectif de cette thèse est la synthèse et la caractérisation de couches d'électrolytes à structure apatite de type $\text{La}_{10}(\text{SiO}_4)_6\text{O}_3$ dédiées aux SOFC fonctionnant à température intermédiaire (IT-SOFC).

Dans un premier temps, ce travail consiste à synthétiser des poudres de $\text{La}_{10}(\text{SiO}_4)_6\text{O}_3$ par voie solide. L'accent est particulièrement mis sur l'optimisation des protocoles de mise en œuvre. Le contrôle des paramètres de synthèse (nature des réactifs, co-broyage, température et durée du traitement thermique, ...) permet d'obtenir la phase apatite pour une température de traitement comprise entre 1350 °C et 1650 °C. Des poudres de microstructure contrôlée ont été mises à profit pour préparer des dépôts de densité supérieure à 90%.

La variation des conditions de projection par plasma atmosphérique (APS) permet de déposer des revêtements denses qui présentent, après traitement thermique à 1000 °C pendant 4 heures, des microstructures très variées. L'influence des paramètres de projection sur la microstructure des dépôts a été étudiée. Les effets de la porosité sur la réponse électrique ont également été abordés. Un état de l'art des recherches déjà effectuées sur les propriétés de conduction ionique des dépôts d'apatites a été dressé

L'amélioration de la conductivité ionique est basée sur la maîtrise des propriétés des revêtements élaborés. Ainsi, plusieurs séries d'échantillons à stœchiométrie contrôlée ont été synthétisées et caractérisées. Cette étude a notamment permis d'établir une corrélation entre la microstructure et les propriétés de conduction de cette céramique.

Anne-Marie DESSAULTY

N° 153

Directeurs de thèse : Philippe FLUZIN

Laboratoire : LMC

Soutenance : 24 septembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Apport des analyses chimiques multi technique à la compréhension du comportement des éléments traces dans les filières sidérurgiques anciennes. Application aux études de provenance et à la distinction des procédés. Le cas du Pays de Bray normand"

Afin de déterminer la provenance et le procédé d'élaboration (procédé direct, indirect) d'objet en fer archéologiques, cette étude a cherché à préciser le comportement des éléments traces dans les filières sidérurgiques anciennes. Pour caractériser ce comportement il est nécessaire d'étudier les déchets et produits issus de l'ensemble des deux filières (minerai, scorie, laitier...). Rappelons qu'à l'issue de ces procédés anciens, l'objet a la particularité de contenir une partie de scorie, le déchet de la réduction (procédé direct) ou de l'affinage (procédé indirect) sous forme d'inclusion. La taille de ces inclusions (10 µm-500 µm) et d'une manière générale l'hétérogénéité des échantillons archéologiques ont nécessité pour déterminer leur composition en éléments majeurs et traces d'employer une approche multi échelle (analyses macroscopique, microscopique) requérant l'utilisation d'un grand nombre de techniques d'analyse (EDS, ICP-MS, INAA, LA-ICP-MS)¹. Le corpus étudié est composé d'échantillons provenant de sites archéologiques du Pays de Bray et de réductions expérimentales effectuées à partir de minerai brayon. Cette région a été choisie comme zone d'étude car les deux filières de production s'y sont succédé, les minerais de fer ont une composition en éléments majeurs peu « typée » et les débouchés commerciaux du fer brayon sont mal connus. Afin de vérifier et d'appliquer la méthodologie mise en place, le corpus a été complété par des spécimens provenant d'autres régions et des données de la base Palsid ont également été utilisées.

L'étude de ces échantillons a montré que les scories et donc les inclusions des objets issues de la réduction directe contiennent la plupart des éléments traces présents initialement dans le minerai, alors que les inclusions et scories indirectes sont issues de l'affinage d'une fonte considérablement épurée. Ce sont donc les ordres de grandeur des teneurs de ces éléments (La, Ce, Sm, U...) dans les inclusions des objets, qui permettent de distinguer les deux procédés.

Une méthodologie afin de caractériser la signature chimique d'une région géologique a également été établie. La « signature métal » permet de pister le minerai utilisé dans le métal de l'objet (Co/Ni, As/Sb). La « signature déchet » valable uniquement pour des échantillons issus du procédé direct permet de relier les scories, et les inclusions de l'objet fini aux minerais employés (teneurs absolues en éléments majeurs et traces, Si/Al, K/Ca, Mg/Al, K/Al, Sm/Th, Th/U, La/Yb, Y/Yb, Hf/Nb, Eu/Sm, Cs/Rb, Th/Sc). Les « signatures déchet et métal » du Pays de Bray ont été comparées à celles d'autres régions afin de tester leur pouvoir de discrimination. Il apparaît que l'utilisation de ces signatures permet de nettement séparer des échantillons d'origines différentes. Il est ainsi possible d'appliquer cette méthodologie à une problématique historique précise : la détermination des échanges commerciaux entre Rouen et le Pays de Bray au Moyen Âge. Dans ce but des fers de construction des églises rouennaises ont été étudiés. Les « signatures déchets » de ces objets sont très variables d'un échantillon à l'autre et différentes de celle du Pays de Bray. Ces résultats permettent de réfuter l'hypothèse d'une arrivée massive de fer brayon à Rouen au Moyen Âge et plaident pour un approvisionnement des chantiers de la ville fortement lié aux opportunités économiques et politiques, expliquant ainsi la très grande diversité des signatures.

¹ EDS pour Energy Dispersive Spectrometry, ICP-MS pour Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry, INAA pour Instrumental Neutron Activation Analyses, LA-ICP-MS pour Laser Ablation Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry.

Moussa CHNANI

N° 154

Directeurs de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN/Marie-Cécile PERA

Laboratoire : FEMTO-ST

Soutenance : 06 octobre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation macroscopique de piles SOFC et PEFC en vue de leur couplage"

L'ambition du projet Européen « FELICITAS » est le développement de générateurs piles à combustible performants pour les applications transport de type ferroviaire, routier lourd et maritime. Les travaux présentés concernent plus particulièrement l'évaluation d'une hybridation de sources originale où sont couplées en série une pile haute température de type oxyde solide (SOFC) alimentée en diesel et une pile basse température de type électrolyte polymère (PEFC). La SOFC participe ainsi à la fourniture de puissance électrique et contribue également au procédé de purification du combustible destiné à la PEFC en oxydant une fraction du monoxyde de carbone.

Une approche de modélisation macroscopique a été développée. La complexité d'une pile à combustible réside notamment dans la prise en compte de son caractère multiphysique : elle est le siège des phénomènes électrochimique, fluidiques et thermiques. Cette difficulté a été surmontée en utilisant une analogie avec un circuit électrique équivalent pour unifier ses trois aspects, implanter et coupler ces sous-modèles dans un logiciel unique sous Matlab/Simulink™.

Un modèle de pile SOFC est proposé, appliquant le principe d'analogie électrique pour les circuits anodiques et cathodiques ainsi qu'une méthode nodale pour le comportement thermique. Le combustible considéré est un mélange d'hydrogène, d'azote, de monoxyde de carbone, de dioxyde de carbone et de vapeur d'eau, dont la composition est proche de celle obtenue à la sortie d'un reformeur. Un banc d'essai spécifique a été conçu et réalisé pour le test de petits empilements afin de valider le modèle. Deux types de conception de stack ont été étudiés : une technologie à combustion libre du gaz anodique dans le fluide et une technologie à collecteur de gaz d'échappement anodique.

Un modèle de pile PEFC isotherme a également été développé sur le même principe. La validation expérimentale a été faite sur un banc disponible au laboratoire. Une bibliothèque des éléments fluidique d'un générateur à pile à combustible a été enrichie (électrovanne, régulateur de débit, détendeur...) notamment par un modèle simplifié de compresseur d'air.

Hattab MAKER

N° 155

Directeurs de thèse : Hamid GUALOUS/Rachid OUTBIB

Laboratoire : SeT

Soutenance : 04 novembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Optimisation et gestion d'énergie pour un système hybride : association Pile à Combustible et Supercondensateurs"

Ce mémoire de thèse est une contribution à la résolution du problème de l'optimisation de la gestion d'énergie dans un véhicule à pile à combustible. Ce véhicule est équipé d'une pile de type PEMFC, utilisée comme source principale et un module de supercondensateurs comme source d'appoint de puissance. L'adaptation des niveaux de tension entre les sources et la charge dans le véhicule nécessite deux convertisseurs DC-DC, l'un de type Boost, l'autre Buck/Boost, permettant de maintenir constante la tension du bus continu et d'imposer la puissance ou le courant demandé par la charge.

L'optimisation de la gestion d'énergie dans le véhicule a pour objectif d'établir une nouvelle loi de gestion d'énergie robuste et précise permettant d'améliorer les performances du véhicule en termes d'accélération et de longévité. Dans ce volet, la commande optimale sous contraintes a été adoptée. Elle a permis d'établir une gestion optimale de l'énergie provenant de la pile à combustible en tenant compte des contraintes subies par celle-ci. La commande par mode de glissement a été utilisée pour contrôler les convertisseurs DC-DC. Deux stratégies de cette commande ont été étudiées et réalisées expérimentalement : la première concerne une surface de glissement linéaire. La seconde utilise une surface de glissement munie d'une action intégrale.

Ce travail a été clôturé par l'association des deux commandes pour contrôler les convertisseurs DC-DC pour forcer les deux sources du véhicule à suivre les trajectoires de référence fournies par la commande optimale. Les simulations ont permis de montrer la complémentarité entre ces deux commandes.

Mira BARAKET

N° 156

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 04 novembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration et caractérisation de revêtements nano-structurés à base de nitrure de chrome par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive – propriétés mécaniques et tribologiques"

Cette étude porte sur l'élaboration et la caractérisation des propriétés de revêtements nano-structurés à base de nitrure de chrome (CrN) en vue de leur application sur des outils de coupe et/ou de mise en forme. Les dépôts ont été élaborés par pulvérisation cathodique magnétron en conditions réactives à partir de cibles métalliques (Cr, Si et Ag) sur un porte substrat statique et rotatif polarisable en courant continu (DC) et en radio fréquence (RF).

La première partie de l'étude porte sur l'influence des principaux paramètres d'élaboration (pression partielle d'azote, polarisation du substrat) sur les propriétés du CrN. L'effet de ces paramètres a été suivi principalement sur les propriétés mécaniques (dureté, module de Young, contraintes internes etc.) et structurales.

Une attention particulière a ensuite été portée à l'influence de l'addition de silicium aux revêtements de CrN. Les caractéristiques chimiques, mécaniques, tribologiques et structurales des dépôts du type CrSiN ont été étudiées en fonction de la teneur en silicium des films (nano-dureté, module de Young, DRX, MET etc.). Une étude par XPS a permis de mettre en évidence la présence de liaisons Si-N et de la phase Si_3N_4 dans les revêtements présentant des taux de silicium supérieur à 1 at.%. La résistance à l'oxydation à haute température a également été étudiée en fonction des conditions de dépôt.

Finalement, des revêtements multicouches nanométriques CrN/Ag et CrSiN/Ag ont été élaborés avec des périodicités comprises entre 8 et 24 nm. L'épaisseur de la couche d'argent ainsi que l'épaisseur totale ont été maintenues constantes pour l'ensemble des dépôts, le seul paramètre variable étant l'épaisseur de la couche de nitrure. L'influence de l'épaisseur de cette couche (CrN ou CrSiN) sur les propriétés mécaniques, tribologiques et sur la résistance à l'oxydation des multicouches est alors présentée et discutée.

Sami HLIOUI

N° 157

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : SeT

Soutenance : 02 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude d'une machine synchrone à double excitation – Contribution à la mise en place d'une plate-forme logicielle en vue d'un dimensionnement optimal"

Dans le cadre de la motorisation électrique des véhicules dits « propres » (tels que les véhicules hybrides) où le cahier des charges est difficile à satisfaire, une dizaine d'équipes dans le monde prospectent des topologies de machines synchrones qui permettraient de combiner la souplesse de fonctionnement de la machine synchrone à excitation bobinée aux avantages de la machine synchrone à aimants permanents.

Parmi ces structures, nous trouvons la *Machine Synchrone à Aimants Permanents à Concentration de Flux et à Double Excitation (MSAPConFDE)* qui fait l'objet des travaux de recherche présentés dans cette thèse réalisée dans le cadre d'une coopération interuniversitaire entre le laboratoire SET de l'Université de Technologie de Belfort-Montbéliard et le laboratoire SATIE de l'Ecole Normale Supérieure de Cachan. On s'est intéressé, en premier lieu, à l'étude par la méthode des éléments finis de cette structure. Les modèles prennent en compte l'aspect tridimensionnel de la MSAPConFDE, l'anisotropie du feuilletage et la saturation magnétique. Ils ont permis d'approfondir la compréhension des phénomènes qui régissent le fonctionnement d'une telle structure et d'analyser les différents trajets de flux. En second lieu, des modèles analytiques, basés sur la méthode des schémas réductants, ont été établis. Les trajets de flux tridimensionnels, la saturation magnétique et les différents trajets de fuites ont été pris en compte. Finalement, ces modèles ont été exploités dans une démarche de pré-dimensionnement optimal basée sur l'algorithme génétique. Les résultats obtenus nous encouragent à enrichir l'outil de pré-dimensionnement par de nouveaux modèles de machines synchrones et par différents algorithmes d'optimisation. Ceci permettra d'aboutir vers une plate-forme de logiciels pour le pré-dimensionnement optimal des machines synchrones pour un cahier des charges

David BOUQUAIN

N° 158

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Maurizio CIRRINCIONE

Laboratoire : SeT

Soutenance : 03 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Contribution à la modélisation et à l'optimisation des architectures pour véhicules hybrides"

Le véhicule électrique ou hybride est constitué de différents composants et organes : la (ou les) source d'énergie, son stockage et sa conversion, la (ou les) motorisation, la transmission mécanique et/ou électronique (pour les véhicules complètement électriques), la commande et la gestion des différents composants (outils de commande, cartes électroniques, Bus véhiculant la puissance et l'information), Chaque organe possède sa propre physique mais également une dynamique appropriée. Il constitue à lui seul un sous système nécessitant ainsi une approche de modélisation et de simulation bien particulière.

Le premier axe de la thèse a concerné la modélisation physique de ces composants constituant une chaîne de traction. Ces modèles ont été intégrés dans une plate-forme, numérique et modulaire, de dimensionnement énergétique. Ils possèdent, selon l'usage, une précision et une complexité à plusieurs niveaux.

La plate-forme numérique initiée sert à l'optimisation, au dimensionnement et à la conception des architectures hybrides par une approche de prototypage virtuel rapide.

Le deuxième axe de travail a été dédié la conception et la mise en place d'un banc de test d'essai modulaire (fig. 2). Ce banc d'essai a permis, d'une part de valider les différents modèles théoriques développés et d'autres d'évaluer les différentes architecture et technologies dans le domaine des motorisations électriques et hybrides. En effet, l'une des approches actuellement développées à l'UTBM, dans l'objectif d'optimiser des chaînes de motorisations des véhicules consiste à comparer différentes architectures de celles-ci en fonction des technologies disponibles.

Giuseppe MARSALA

N° 159

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Maurizio CIRRINCIONE

Laboratoire : SeT

Soutenance : 04 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation et réalisation d'un émulateur de système de piles à combustibles – Développement des stratégies et des lois de commande"

Le sujet de thèse traite de la modélisation d'un système d'énergie avec piles à combustibles (PàC) de type PEMFC destiné à être intégré dans les véhicules électriques. Le but recherché par la réalisation de cet émulateur (objet matériel qui a le même comportement qu'un système réel) est de développer des lois de commande assurant un bon fonctionnement du système PàC.

Après une étude bibliographique sur les différentes modélisations de cœur de Pile à Combustible (PàC), le choix d'un convertisseur de type Buck a été retenu et mis en œuvre pour l'émulateur. L'originalité de ce travail réside dans la prise en compte de toutes les auxiliaires du système PàC. Les auxiliaires ont été introduites sous forme Hardware In the Loop (HIL). Pour cela l'environnement DSPACE a été utilisé. Plusieurs lois de commande et de contrôle ont été étudiées et mises en œuvre. L'émulateur a été conçu avec une large bande passante.

Le contrôle de la tension est réalisé avec la technique toute récente du « state- space controller », qui est capable de fixer correctement les pôles du système à boucle-fermé afin d'assurer la bande passante souhaité.

Le cas particulier de la gestion de l'air a été largement développé et a permis de valider le principe d'émulation retenu. En effet, différentes stratégies de commande (open-loop static feedforward, PI) ont été étudiées et comparées avec une nouvelle stratégie de commande basée sur les réseaux neuronaux. Cette dernière repose sur le principe d'inversion de la relation entre la vitesse de rotation du compresseur et le coefficient de « oxygen excess ration », dont la régulation est d'importance capitale pour éviter l'appauvrissement en oxygène de la membrane.

Jawad Ahmed FAROOQ

N° 160

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : SeT

Soutenance : 05 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude du problème inverse en électromagnétisme en vue de la localisation des défauts de désaimantation dans les actionneurs à aimants permanents"

Les machines synchrones à aimant permanents (MSAP) sont actuellement considérées parmi les actionneurs électriques les plus prometteurs dans les domaines de l'entraînement et de la traction électrique. En effet, l'utilisation des aimants permanents, permet d'augmenter significativement le rendement, le couple massique et le couple volumique. Ce dernier est dû aux pertes de l'induction rémanente B_r . Lors de phases de conception ou de diagnostic des MSAP, la connaissance et la modélisation fine de ce phénomène de désaimantation constituent un verrou scientifique important. Ceci est particulièrement significatif pour les applications d'entraînement direct comme par exemple ceux liés aux transports terrestres.

Dans les applications faible vitesse fort couple, on est souvent amené à faire évoluer la MSAP aux limites " inférieure et supérieure " de son flux d'excitation. Ce procédé que l'on appelle "défluxage" est destiné à augmenter la plage de fonctionnement en vitesse. Dans une MSAP classique, il est obtenu en réalisant une commande adéquate du courant d'induit. Dans les structures à double excitation, le défluxage est assuré par le contrôle du courant de la bobine d'excitation. A des régimes de fonctionnement critiques (champs extérieurs, températures élevées, vibration ...), les grandeurs essentielles de l'aimant comme induction rémanente, subissent des variations dont les effets se matérialisent par des pertes de flux dans l'entrefer. Ce travail s'intéresse aux causes et localisation de la désaimantation dans une machine à aimants, à partir d'une forme d'onde de couple, de FEM ou de flux magnétique.

Ces travaux de thèse sont liés à la formulation d'un problème inverse. Dans les domaines de sciences de l'ingénieur, les problèmes inverses peuvent être considérés comme un processus de reconnaissance de la structure et du dispositif du système original à partir des données observées. Ils sont caractérisés par problèmes d'identification de paramètre et de synthèse. Les problèmes d'identification ont pour l'objectif de déterminer la source réelle qui produit l'effet existant. Tandis que dans les problèmes de synthèse, la source est exigée pour produire un effet approximatif plus proche du problème supposé. Ainsi un problème d'identification de paramètre peut être considéré comme un processus dans lequel on choisit premièrement quelques mesures appropriées à partir desquelles on estime d'autres paramètres du système.

Comme l'objectif principal été l'étude du problème de désaimantation dans les machines à aimants, la première étape dans ce contexte été donc de développer un modèle (ou des modèles) qui peuvent représenter la désaimantation dans les différentes parties de les aimants. La désaimantation est normalement non uniforme dans l'aimant, ainsi pour augmenter la précision du modèle, il est indispensable de subdiviser l'aimant dans le modèle en un certain nombre d'éléments.

Deux techniques de modélisation ont été utilisées (résolution par les équations de Maxwell et par la méthode de réseaux des perméances) pour avoir une comparaison entre les résultats des modèles et l'efficacité de un sur l'autre. A partir de mesure (FEM) obtenu avec un logiciel éléments finis, un algorithme basé sur la méthode de gradient a été appliqué pour résoudre ce problème inverse.

Les résultats observés ont prouvé que les deux modèles convergent en utilisant les données des mesures. Le temps de simulation est moins important avec le modèle de Maxwell. Le problème avec ce modèle est qu'il ne prend pas compte l'effet de denture et il est difficile aussi de modéliser l'effet d'un élément de l'aimant sur l'autre. Pour résoudre ces problèmes, le modèle de réseaux des perméances a été développé qui se base sur la géométrie real de machine et donc les résultats proche des mesures.

Nous avons également développé un modèle de court circuit au niveau de bobinage statorique qui peut provoquer une désaimantation. Le développement de ce modèle dynamique de court-circuit peut être utilisé pour estimer l'importance de désaimantation. Ce modèle a été validé au premier temps par des simulations éléments finis.

Concernant le partir expérimental, un banc d'essai a été mis an place avec un moteur à aimants permanents spécialement construire pour simulé les courts circuits. Un algorithme de control/commande pour la machine a été développé avec un algorithme pour le capteur de position 'résolveur'. Les résultats de différent court circuit simulé ont validé des résultats de modèle analytique et simulations éléments finis.

Alexandre GONDRAN

N° 161

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : 08 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Modélisation et optimisation de la planification de réseaux locaux sans fil"

Le problème de planification de réseaux WLAN consiste d'une part à positionner et à paramétrer des antennes dans un bâtiment et d'autre part à leur affecter une fréquence afin d'offrir aux clients un accès sans fil au réseau local. Le réseau ainsi construit doit répondre à des critères de couverture et de qualité de service, tout en minimisant le coût financier.

Notre modélisation est basée sur le calcul du débit réel offert en chaque point de demande de service du réseau. Nous montrons que ce critère de débit réel permet une modélisation complète de la qualité de service car il unifie les critères habituels de couverture, de gestion des interférences et de capacité.

Notre optimisation traite simultanément le problème de placement des points d'accès et le problème d'affectation de fréquences par un algorithme à Voisinages Variables Aléatoires VVA : à chaque itération de cette recherche locale le type de voisinage est tiré au hasard. Cet algorithme est très modulaire et permet facilement de combiner les deux sous problèmes (placement et affectation).

Ces travaux ont donné lieu à des collaborations et partenariats industriels : logiciel de planification globale des WLAN avec Orange Labs et solutions de planification séquentielle avec la start-up Trinaps.

Enfin nous approfondissons la modélisation théorique du problème en explicitant les liens entre le calcul du débit réel et les SINR. Dans une première étape, nous montrons que les contraintes de seuil sur les SINR induisent un problème de T-coloration de graphe (condition nécessaire). Pour obtenir une équivalence rendant compte des interférences multiples, une généralisation du problème de T-coloration pour les hypergraphes est introduite. Dans une seconde étape, nous définissons un algorithme déduisant les seuils de SINR à partir des contraintes sur les débits réels. Cette nouvelle modélisation est la base de nos développements futurs.

Davis MEIGNAN

N° 162

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : SeT

Soutenance : 08 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Une approche organisationnelle et multi-agent pour la modélisation et l'implantation de métaheuristiques"

Un objectif de cette thèse est de fournir des outils d'analyse, de conception et d'implantation des approches métaheuristiques pour l'optimisation combinatoire en les formulant dans le cadre des systèmes multi-agents. L'accent est mis sur la potentialité de mise en œuvre distribuée des approches et sur l'utilisation de techniques d'apprentissage permettant d'adapter dynamiquement des méthodes de recherche.

Dans le cadre de cette thèse nous proposons tout d'abord, un framework organisationnel et multi-agent pour la modélisation et l'implantation de métaheuristiques. Ce framework nommé AMF (Agent Metaheuristic Framework), introduit un modèle organisationnel de métaheuristiques qui décrit le système sous la forme d'une organisation composée de rôles en interaction. Le premier objectif de ce modèle est de donner un cadre d'analyse et de comparaison des différentes métaheuristiques existantes. Ensuite, il doit faciliter la conception de nouveaux algorithmes en encourageant une approche multi-agent. L'intérêt de l'approche organisationnelle, actuellement utilisée dans les systèmes multi-agents, est de pouvoir décrire un système aussi bien comme un tout, le système multi-agent, que comme un assemblage de composants, les agents. De plus, cette approche permet de distinguer l'analyse des fonctions du système, de l'analyse de son architecture. Enfin, l'approche organisationnelle encourage la modularité et la réutilisation des modèles. Nous proposons en complément de ce modèle un guide méthodologique. Il définit un ensemble d'étapes permettant de passer du modèle organisationnel à une méthode d'optimisation exprimée en termes d'agent.

Ensuite, nous présentons une métaheuristique fondée sur la métaphore de la coalition, CBM (Coalition Based Metaheuristic), mettant en avant l'intérêt d'utiliser les systèmes multi-agents pour la conception de métaheuristiques. Dans cette métaheuristique, la recherche de solution est effectuée par un ensemble d'agents regroupés dans une coalition. Chaque agent est capable d'effectuer indépendamment des autres une recherche dans l'espace des solutions à l'aide d'opérateurs de déplacement dans un voisinage de la solution courante et d'adapter sa stratégie par apprentissage par renforcement. Des mécanismes de coopération entre agents permettent d'améliorer l'efficacité de la recherche. La structure de coalition permet d'intégrer naturellement au système de résolution des aspects de distribution et de décentralisation du contrôle, de même que des procédés d'apprentissage individuels et collectifs. L'efficacité de notre approche est évaluée expérimentalement en traitant deux problèmes d'optimisation combinatoire: un problème de tournées de véhicules et un problème de positionnement.

Mustapha OUGHDI

N° 163

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : 09 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Régulation de la demande dans les réseaux mobiles par optimisation de la tarification"

Le contrôle de la congestion dans les réseaux mobiles dépend de la répartition spatiale et temporelle du trafic. Lorsque la congestion est localisée dans le temps, la tarification est un moyen incitatif efficace pour la redistribution de la demande.

L'objectif de la thèse est de proposer un modèle de tarification, une procédure d'optimisation et une vérification avec incertitude sur les données pour l'optimisation de l'utilisation des ressources du réseau. L'étude est confrontée d'une part à la diversité des propriétés de la demande offerte et au dimensionnement non homogène des cellules, et d'autre part à des contraintes cognitives liées à la lisibilité de la grille tarifaire et sa perception par les clients.

Les travaux fondamentaux effectués s'appuient d'abord sur des probabilités pour modéliser le comportement du client, puis sur des méthodes statistiques, d'analyse de données et de classification automatique pour identifier les propriétés pertinentes des cellules du réseau. Par la suite un travail sur les méthodes d'optimisation approchée basées sur la recherche locale et les algorithmes génétiques est réalisé pour l'optimisation de l'utilisation des ressources et pour le partitionnement spatial du réseau.

Enfin la dernière partie porte sur une étude d'optimisation robuste où l'incertitude sur les données d'entrée du problème est appréhendée par l'examen de la stabilité du modèle vis-à-vis de perturbations sur les données. On cherche à connaître la variation de la valeur de l'optimum local obtenu par l'algorithme en fonction de la demande estimée après calcul de la grille. Tous les résultats sont comparés sur des critères de congestion du réseau, de taux d'utilisation de celui-ci et de revenu financier.

Kepeng QIU

N° 164

Directeur de thèse : Matthieu DOMASZEWSKI

Laboratoire : M3M

Soutenance : 11 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Analysis and optimal design of lightweight sandwich structures and materials"

Le travail présenté dans ce mémoire concerne les performances de l'analyse et de l'optimisation de structures composites légères du type « solides cellulaires et sandwichs ». Une étude spécifique est consacrée à l'optimisation topologique de solides cellulaires à périodicité. La méthode de super élément est développée et appliquée à l'analyse statique et dynamique de plaques composites en flexion considérant l'influence de la topologie et des dimensions de cellules périodiques constituant la structure.

La méthode multi-phase d'homogénéisation 3D est appliquée pour calculer les propriétés élastiques équivalentes de structures multi-couche nid d'abeille. Nos résultats sont conformes à ceux obtenus par des méthodes classiques basées sur l'approche énergétique ou sur les méthodes empiriques d'ingénieur. Ensuite, une méthode inverse d'homogénéisation est appliquée pour obtenir une configuration de la micro-structure. Elle concerne la maximisation de propriétés élastiques uni-axial ou multi-axial ainsi que de conductivités thermiques.

L'optimisation topologique est mise en œuvre pour maximiser la rigidité globale de différentes structures cellulaires comprenant les cellules carrées, à symétrie cyclique ou cylindrique. Tous les éléments volumiques représentatifs (RVE – representative volume element) d'une structure cellulaire périodique sont modélisés en utilisant la méthode de super-élément (SE). La technique de liaison de variables d'optimisation est utilisée afin de supposer la périodicité dans les structures optimales. Les différentes configurations optimales RVE-SE étudiées permettent d'illustrer l'influence du paramètre d'échelle entre RVE et SE sur le processus d'optimisation.

Pour finir, un travail particulier est consacré à l'influence de l'effet d'échelle dans le super-élément et dans la micro-structure dans le cadre de l'optimisation topologique des structures composites en statique et en dynamique. Des relations entre les dimensions d'une cellule et le nombre de cellules dans une plaque avec différentes conditions aux limites et leurs influences sur les solutions optimales en statique et en dynamique sont étudiées.

Zhiguo ZHANG

N° 165

Directeurs de thèse : Christian CODDET/Chuang DONG

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 12 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Elaboration de dépôts nano-composés par pulvérisation cathodique magnétron pour substitution du chrome électrolytique"

Cette thèse concerne l'élaboration et la caractérisation de multicouches à base de CrN pour le remplacement du chrome électrolytique. L'objectif principal est d'élaborer des revêtements, dont les propriétés (structurales, mécaniques, tribologiques etc.) sont contrôlables par pulvérisation cathodique magnétron. Les structures des dépôts sont caractérisées par diverses techniques telles que la Spectroscopie à Décharge Luminescente (SDL), la Diffraction de Rayons X (DRX), la Microscopie Electronique à Balayage (MEB), la Microscopie Electronique à Transmission (MET). Les propriétés mécaniques, tribologiques et de corrosion des dépôts sont évaluées en utilisant respectivement un nano-indentateur, des tests de rayure et de pion-disque et des mesures de polarisation dynamique.

La première étude concerne la synthèse du nitrure de chrome. Les courbes de la tension de la décharge et de la pression totale en fonction du débit d'azote injecté sont utilisées pour prévoir la phase d'obtention du nitrure de chrome. L'analyse optique par spectroscopie d'émission (OES) a permis de corrélérer le taux d'azote dans les revêtements avec la tension de polarisation du substrat.

La deuxième étude concerne le système Cr-Zr-N. Dans un premier temps, le zirconium est introduit en solution solide dans CrN pour former CrN(Zr). Des multicouches CrN/ZrN à l'échelle nanométrique sont ensuite élaborés avec des périodicités comprises entre 11.7 et 66.7 nm. Concernant la dureté des revêtements, on a montré que CrN(Zr) présente un maximum de dureté de 240 GPa à 1,5 at.% de Zr. Par ailleurs, les multicouches CrN/ZrN présentent une valeur de dureté constante de 29 GPa. Les essais de corrosion réalisés sur ses dépôts ont montré une bonne stabilité chimique des revêtements et de faibles densités de courant.

Du silicium est ensuite ajouté au système multicouche CrN/ZrN. Les revêtements multicouche CrSiN/ZrN et CrN/ZrSiN avec des périodicités différentes sont synthétisés et forment des structures nanocristalline/amorphe. Une amélioration de la tenue à la corrosion pour le système CrSiN/ZrN est observée comparée aux mono-couches CrN et ZrSiN. De même, la structure CrN/ZrSiN permet une bonne combinaison de la dureté élevée de ZrSiN et de l'excellente résilience de CrN. De plus, on constate que l'addition du silicium dans ZrN empêche de manière efficace la corrosion de type piquration.

Abdeslam OMARA

N° 166

Directeur de thèse : Saïd ABBOUDI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 15 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Etude de la convection mixte transitoire conjuguée dans une conduite verticale épaisse"

Le travail de thèse porte sur la modélisation numérique des transferts convectifs mixtes en régime laminaire et transitoire dans un conduit cylindrique verticale d'épaisseur non négligeable.

L'objectif de ce travail consiste à mettre au point un code numérique bidimensionnel pour étudier les problèmes de convection forcée, libre et mixte en régime transitoire dans des conduites cylindriques épaisses.

L'originalité de cette étude s'explique par la prise en compte des phénomènes transitoires et du couplage paroi-fluide. De nombreuses analyses et illustrations présentées dans ce mémoire mettent en évidence des résultats originaux et intéressants qui contribuent à l'amélioration des connaissances dans le domaine des transferts thermiques en général et des transferts convectifs en particulier.

Après une brève introduction qui rappelle la nécessité et l'intérêt de poursuivre les recherches et les développements des problèmes de convection dans de nombreuses applications industrielles, l'auteur présente quatre chapitres que l'on peut résumer ainsi :

Le premier chapitre donne une description des principaux travaux publiés sur le sujet, présentée selon leur nature expérimentale ou numérique en distinguant d'une part les études réalisées en régimes stationnaire et instationnaire et d'autre part les études consacrées à la convection forcée et mixte. A travers ce travail bibliographique, l'auteur conclue et justifie le manque de travaux sur le sujet dans le domaine de la convection mixte transitoire en présence de paroi épaisse.

Le second chapitre est consacré à la présentation du modèle mathématique étudié. Les équations de bilan de masse, de quantité de mouvement et d'énergie dans le fluide et dans la paroi du cylindre sont présentées en régime transitoire. Le fluide est supposé incompressible, satisfaisant l'hypothèse de Boussinesq. L'écoulement fluide et le transfert de chaleur sont supposés axisymétriques (bidimensionnels). Pour mettre en évidence les effets de paroi, le cylindre est partiellement chauffé sur une zone centrale comprise entre deux zones adiabatiques amont et aval. La vitesse d'entrée du fluide est supposée parabolique avec une température d'entrée uniforme. L'ensemble du système est présenté sous forme adimensionnelle faisant apparaître les nombres de Reynolds, de Grashof et de Peclet et les rapports des conductivités, des épaisseurs et des diffusivités de paroi et du fluide.

Une description détaillée de la méthode numérique de résolution du système complet des équations de conservation est présentée dans le troisième chapitre. La méthode des volumes finis avec correction de la pression et des vitesses (algorithme SIMPLE) est largement détaillée dans ce chapitre avec de nombreuses illustrations permettant ainsi au lecteur non familier avec la méthode de bien comprendre le principe et de se rendre compte des différents décalages au niveau du maillage utilisés pour traiter les principales grandeurs du système telles que la vitesse, la pression et la température et plus particulièrement au niveau de l'interface paroi fluide.

Le dernier chapitre est consacré à la présentation des résultats du code développé au laboratoire. L'influence du maillage spatial dans les directions radiale et axiale de l'écoulement, est largement analysée dans ce chapitre et validée avec les travaux présentés par différents auteurs, en régime permanent. L'auteur présente ensuite, pour un exemple type, les distributions, à différents instants du régime transitoire, du flux interfacial normalisé, du coefficient de frottement, des températures et des vecteurs vitesses. Ces grandeurs sont ensuite analysées et largement commentées en fonction des variations des nombres de Reynolds et de Grashoff ainsi que des rapports des conductivités, des épaisseurs et des diffusivités.

Abdelkrim SALAH

N° 167

Directeurs de thèse : Rachid OUTBIB/Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 19 décembre 2008

Lieu d'inscription : UTBM

"Simulation et contrôle de l'aspect thermique d'une pile à combustible PEMFC"

Le travail de cette thèse est dédié aux problèmes de la gestion thermique de la pile à combustible PEMFC destiné au transport automobile. En effet, 50% de l'énergie produite par la PEMFC est transformée en chaleur. L'utilisation effective et optimale de la pile nécessite une bonne compréhension du champ thermique afin de contrôler les flux de chaleur qui la traversent. Les approches de modélisation communément utilisées, reposent sur la résolution de l'équation de la chaleur. Cependant, comme la pile est un système hétérogène constitué d'une part d'une partie solide représentant la cellule et les plaques bipolaires, et d'autre part d'une partie fluide constituée des canaux des gaz et du circuit de refroidissement. Un phénomène de couplage thermique résultant de la conduction et de la convection thermique s'installe. La résolution des équations de la modélisation thermique devient alors complexe et très coûteuse en ressources et en temps de calcul. Il est dès lors nécessaire de développer de nouvelles approches alternatives permettant d'étudier le comportement thermique global de la pile en tenant en compte de deux facteurs importants : la précision des résultats de la simulation et un coût réduit en temps de calcul. Dans la première partie de cette thèse, nous avons développé l'approche nodale, inspirée de l'analogie thermique-électrique, pour un cas de transfert thermique couplé conduction-convection. Cette approche présente l'avantage d'une part, de présenter le phénomène thermique dans la pile à combustible sans avoir recours au couplage entre codes de calculs, et d'autre part, sa mise en œuvre pour la le calcul intensif. Nous montrerons que les temps des simulations sont considérablement réduits.

Dans la deuxième partie de cette thèse, nous avons exploité l'approche nodale pour la régulation de la température de la pile à combustible. Nous avons obtenu un modèle d'état qui révèle un lien bilinéaire entre la variable d'état représentée par la température et les entrées du système. Nous montrerons dans ce travail qu'il est possible de réguler localement la température de la pile à combustible autour d'un point de fonctionnement choisi.

Dmitry Evgenevitch SOKOLOV

N° 168

Directeurs de thèse : Didier KLEIN/Nicolay ZUBKOV

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 10 mars 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Contribution au développement de la projection thermique à très faible pression"

Le but de ce travail est de mettre au point une nouvelle technologie de dépôts de matériaux par voie sèche. Pour ce faire, nous avons développé, par une approche théorique et expérimentale, un nouveau procédé qui met en oeuvre la technologie de la projection thermique dans le domaine des basses pressions (inférieures à 10 hPa).

Le domaine des basses pressions concerné par cette étude permet de générer de fortes enthalpies au niveau de la source thermique, à pression élevées, et de travailler à faibles pressions au niveau du substrat. Ce qui d'une part évite les contaminations chimiques (oxydation, réactions chimiques,...) dans les matériaux du dépôt et d'autre part réduit le taux de porosité et améliore l'adhérence de la couche ainsi construite. Ainsi, les propriétés physiques des dépôts obtenus s'approchent de celles des dépôts réalisés par le procédé de déposition en phase vapeur sous vide (PVD) en ayant l'avantage d'en accroître la vitesse d'obtention.

Pendant ce travail, une approche théorique par des moyens de calcul (FLUENT) a permis d'étudier les conditions d'écoulement du plasma et l'effet de l'injection du matériau. Les résultats ont permis de définir un divergent de géométrie Laval adaptable à une torche classique F4VB de projection thermique sous pression réduite (VLPPS). En parallèle, une enceinte de grand volume adoptée au procédé a été conçue, réalisée et testée au sein du laboratoire. Cette enceinte, constituée d'une chambre mobile et d'une chambre fixe, est équipée d'un robot, de différents systèmes de diagnostics (thermocouples, DPV, spectromètre optique, pyromètre optique, etc.), de systèmes de refroidissement d'un porte substrat.

Différents essais de matériaux métalliques ont permis de valider le concept et le procédé. Ensuite l'étude a concerné l'obtention de différents dépôts de matériaux à base de cuivre, à différentes pressions.

Pour étudier les différents constituants du matériau issu de la torche, une méthode spécifique a été développée, qui permet de caractériser les phases vapeurs et solides créées de manière séparée et indépendante. Les résultats ont permis de comparer la structure des dépôts obtenus par ce procédé et par le procédé PVD, et de confirmer la possibilité d'obtention de revêtements denses ou colonnaires.

Louay EL SOUFI

N° 169

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : M3M

Soutenance : 15 mai 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Contribution à la fabrication des structures thermoplastiques actives"

Les recherches effectuées sont centrées sur l'intégration de composants piézoélectriques dans des matrices thermodurcissables. Cependant, le problème de recyclage constitue un grand axe nécessitant le remplacement des matériaux thermodurcissables par des matériaux thermoplastiques. Toutefois, les procédés actuels de fabrication des pièces en composite actif à matière thermoplastique ne sont pas directement exploitables pour l'intégration de composants fragiles tels que les composants piézoélectriques. Le travail présenté dans ce mémoire de thèse est dédié à une contribution à la fabrication des structures thermoplastiques intelligentes. Dans ce contexte, l'objectif de la thèse est de déterminer le rapport entre le procédé de fabrication et les modèles de comportement à développer pour l'utilisation des composants piézoélectriques intégrés. Deux études sont réalisées séparément : Une première étude traite les conditions thermiques et mécaniques qui accompagnent la fabrication des structures thermoplastiques. L'influence de ces conditions sur le matériau piézocéramique intégré est analysée dans une deuxième étude. Les résultats des deux études permettent de choisir le matériau approprié pour chaque procédé et condition de mise en œuvre, de manière à minimiser l'endommagement du matériau intelligent. Cet apport permet de surmonter les obstacles relatifs à l'utilisation du thermoplastique dans les structures intelligentes.

Ahmad HADDAD

N° 170

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 25 juin 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Modélisation dynamique non linéaire de la pile à combustible de type PEM : Application à la régulation de l'humidité dans la membrane électrolytique"

Bien que les piles à combustible de type PEM représentent de composantes majeures capables de provoquer l'évolution du domaine énergétique, il reste néanmoins de nombreux problèmes à résoudre avant d'envisager leur développement et leur commercialisation. Le caractère très fortement couplé des phénomènes physico-chimiques se produisant dans le coeur de piles rend ces systèmes très complexes et difficiles à maîtriser. Dans ce contexte, la modélisation mathématique se positionne comme un outil précieux pour la compréhension, la prédiction et l'amélioration du comportement de ces systèmes. Parmi les différentes approches de modélisation existantes, nous nous sommes intéressés à la représentation d'état qui présente des avantages vis-à-vis de l'analyse, de la commande et de la prédiction des processus internes. Ce travail de thèse propose une modélisation dynamique non linéaire qui prend en compte le couplage entre les différents phénomènes physiques internes afin de traduire aussi bien que possible le comportement réel du système. Nous élaborons des modèles sous forme de représentation d'état destinés aux applications stationnaires et de transport. Le circuit équivalent électrique proposé pour la cellule permet de coupler les différents phénomènes étudiés. Les modèles qui sont évalués par des simulations, sont ensuite validés expérimentalement sur une pile PEM de puissance 50 W. Le modèle de transport est exploité pour élaborer une stratégie de commande assurant une régulation de l'humidité en fonction de la demande de puissance. La régulation proposée a permis d'améliorer le rendement électrique du système.

Jean-Paul M'BATNA

N° 171

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 26 juin 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Contribution à la modélisation tridimensionnelle du comportement thermo fluide d'une cellule de pile à combustible à membrane échangeuse de protons"

La connaissance du comportement thermo fluide d'une cellule de pile à combustible à membrane échangeuse de protons est indispensable pour en optimiser la conception, en particulier les canaux d'amenée de gaz. C'est également indispensable pour la conduite d'une pile et éviter le noyage ou l'assèchement de la membrane. Les modélisations sont généralement mono ou bidimensionnelles et nous proposons dans ce mémoire une modélisation tridimensionnelle effectuée avec le logiciel Fluent. La validation est faite au moyens d'essais effectués sur un stack comportant 3 cellules de surface 100cm².

Le chapitre 1 permet de placer une pile PEMFC dans son contexte et de décrire la constitution d'une cellule et d'un stack. L'analyse bibliographique est centrée sur la modélisation des processus physico-chimiques dans la membrane, les électrodes, les diffuseurs et catalyseurs et sur les problèmes traités par la suite et plus particulièrement la gestion de l'eau.

La mise en équation de la modélisation tridimensionnelle est faite dans le chapitre 2 en partant des phénomènes électrochimiques, thermiques et fluidiques pour traduire les transferts de masse et de chaleur. La géométrie des canaux correspond à celle des stacks utilisés pour l'expérimentation dont nous donnons les éléments principaux. Un certain nombre d'hypothèses a du être fait en particulier pour l'environnement thermique pris isotherme car les canaux de refroidissement à eau ne sont pas modélisés. Les propriétés thermophysiques des matériaux sont tirées de la littérature mais il sera nécessaire de les valider.

La validation est menée dans le chapitre 3 à partir des températures, des chutes de pression et des débits volumiques mesurés dans le cadre des thèses de L.Dumercy et de S.Hajjej. Le modèle tridimensionnel ainsi obtenu avec Fluent est comparé au modèle monodimensionnel de L.Dumercy et au modèle pseudo 2D nodal de J.Ramousse. Les comparaisons portent sur les températures, les débits volumiques, les pressions et la pression partielle de vapeur d'eau dans les canaux, à l'anode et à la cathode. Une étude de sensibilité est faite également sur certains paramètres thermophysiques.

Le modèle est exploité dans le chapitre 4 pour déterminer les pertes de charge, les profils de température dans les canaux à l'anode et à la cathode et dans les zones actives, en fonction des conditions opératoires, à savoir la densité de courant, la température de l'eau de refroidissement et de l'hygrométrie d'entrée. Les profils de débits molaires, de pressions partielles et d'humidité relative sont analysés en fonction des paramètres d'entrée permettant de prévoir ainsi les conditions de noyage

Xueping GUO

N° 172

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 1^{er} juillet 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etudes des procédés d'élaboration et caractérisation des revêtements de bronze et de ses composites préparés par la projection à froid"

Dans cette étude, la technologie de la projection à froid a été utilisée pour réaliser des projections de bronze et ses composites de manière à obtenir un revêtement qui possède bonnes performances en frottement. Les recherches suivantes ont été exécutées dans ce travail à savoir :

- la fabrication, la sélection et le post-traitement des poudres de bronzes et de quasi-cristaux ;
 - la réalisation de revêtements de bronze et ses composites ;
 - l'analyses des performances en frottement des revêtements fabriqués ;
 - la comparaison des caractéristiques et des comportements en frottement entre les revêtements fabriqués par la projection à froid et par la projection thermique conventionnelle.
- Les résultats montrent que la projection à froid peut être une technologie fiable pour réaliser des revêtements composites à base de bronze, la transformation de phase et l'oxydation qui sont associées aux revêtements fabriqués par les autres techniques de projection thermique conventionnelle peuvent être évitées ou atténuées efficacement par utilisation du procédé de projection à froid, le revêtement composite présente une meilleure propriété tribologique par rapport aux revêtements de bronzes seuls. Les performances en frottement des revêtements fabriqués par projection à froid sont comparables à celles des revêtements fabriqués par projection thermique.

Jérôme MULOT

N° 173

Directeur de thèse : Jean-Marie KAUFFMANN

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 7 juillet 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Contribution à l'analyse et à la caractérisation d'une alimentation auxiliaire de puissance utilisant une pile à combustible à oxyde solide (APU SOFC) pour les applications transport"

La technologie SOFC se révèle être une technologie prometteuse tant pour le stationnaire que pour le transport. Le challenge est d'utiliser une APU SOFC sur les véhicules routiers pour alimenter les auxiliaires. Cette solution devrait permettre de réduire la consommation et par voie de conséquence la pollution. Elle permet de combattre le très mauvais rendement d'un moteur à combustion interne lorsqu'il est faiblement chargé. Cette solution ne se conçoit que si l'APU SOFC est alimentée à partir d'un hydrocarbure liquide (essence ou gazole).

L'APU SOFC est placée dans son contexte dans le premier chapitre parmi d'autres solutions possibles et déjà exploitées pour certaines. L'intérêt économique est évident pour le moment, pour les poids lourds sur le continent nord américain mais ce n'est pas la seule application envisagée.

La constitution d'une cellule élémentaire d'une pile à oxyde solide est décrite en mettant l'accent sur les matériaux utilisés pour les constituants d'une cellule, et tout particulièrement, anode, cathode et électrolyte. Différentes technologies sont possibles mais celle utilisée par Delphi, partenaire du projet a été privilégiée. Le fonctionnement idéal puis le comportement réel ont été explicités dans ce même chapitre 2.

Un petit stack de 5 cellules a été caractérisé dans un laboratoire du CEA. Ceci a nécessité la conception d'un banc d'essai pour piles à haute température et la définition du protocole d'essais en concertation avec Delphi. Le stack a été caractérisé avec différentes alimentations. Ceci a été complété par un essai de vieillissement.

L'APU SOFC a été testée dans les laboratoires de l'Institut FC-Lab (Belfort) mais également dans ceux du Centre de recherche de Delphi à Rochester. La maturité du dispositif et le programme de développement de Delphi a fait que l'APU SOFC avec une alimentation méthane ou gaz naturel a d'abord été testée. Le banc d'essai qui a été conçu et réalisé à Belfort est défini dans le chapitre 4. Il permet une alimentation gazeuse ou liquide avec les sécurités indispensables et la fiabilité nécessaire. Le protocole d'essai a été mis au point tant en statique qu'en dynamique sur un profil transport.

Tous les résultats des essais sur l'APU SOFC alimentée avec du gaz naturel ou du méthane sont regroupés dans le chapitre 5. Les essais statiques permettent de tracer la courbe de polarisation et d'étudier le comportement sous deux aspects fondamentaux pour une utilisation dans une application transport, le rendement et les émissions polluantes. Les résultats sont donnés avec un reformeur externe et pour un reformage interne.

Le dernier chapitre est plus particulièrement consacré à l'application transport avec d'une part la comparaison avec une solution traditionnelle utilisant un alternateur, sur le plan de la consommation et des rejets polluants et d'autre part le couplage avec une batterie pour optimiser le fonctionnement global. Les premiers résultats obtenus sur une APU SOFC alimentée avec du gazole démontrent la faisabilité et confirment l'intérêt.

Amélie GUILLAUMOT

N° 174

Directeur de thèse : Cécile LANGLADE

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 8 octobre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude d'une décharge HIPIMS pour l'optimisation de l'adhérence et la croissance de nitrures de métaux de transition"

Les récents besoins de l'industrie, aux exigences de plus en plus sévères, contraignent cette dernière à mettre en jeu des matériaux sophistiqués et complexes tels que superalliages, composites ou sandwiches. Ceux-ci nécessitent alors des outils adaptés lorsqu'il s'agit de les mettre en forme. Or actuellement, la solution dite « miracle » reste encore indéterminée. Les outils traditionnels employés s'usent extrêmement vite, et leur coût de revient est exorbitant. Afin de répondre à cette problématique, plusieurs orientations peuvent être envisageables. On note parmi-elles la possibilité de revêtir les outils de films minces afin de figer le plus longtemps possible la géométrie tout lui apportant de nouvelles propriétés. Cependant, afin de garantir une grande efficacité du dépôt malgré le niveau de contraintes élevé exercé pendant les opérations de coupe, il est primordial que le revêtement possède un excellent degré d'adhérence avec le substrat qu'est l'outil coupant.

Conditionnée par le décapage ionique, l'adhérence peut être accrue en ayant recours à des procédés favorisant la création des plasmas hautement ionisés et très énergétiques comme l'High Power Impulse Magnetron Sputtering (HIPIMS). Ce procédé permet de contrôler le bombardement ionique par application d'une tension de polarisation négative au niveau des échantillons dans le but d'accroître considérablement l'efficacité du décapage. Les ions, pré-orientés par les lignes de champs du magnétron, seront donc ainsi attirés vers les substrats et, par effet balistique, vont re-pulvériser les atomes en surface. Les films élaborés sur des échantillons ainsi traités possèdent une excellente accroche avec une bonne homogénéité de l'épaisseur.

Le travail de thèse s'est donc orienté sur l'étude de ce nouveau procédé de dépôt afin de comprendre et maîtriser ce type de décharge pour synthétiser des films denses de TiN, AlN et (Al,Ti)N mais aussi et surtout d'améliorer leur adhérence. Dans un premier temps, et à partir des données bibliographiques les plus récentes, les avantages et inconvénients de la décharge HIPIMS qui sont associés à la production d'ions métalliques énergétiques sont renseignés. Dans un second temps, les caractéristiques électriques de la décharge HIPIMS sont mises en avant pour différentes configurations magnétiques, pressions de travail, tensions de décharge et polarisations des substrats afin de mieux comprendre le fonctionnement de cette nouvelle technique, mais également de trouver des conditions permettant un décapage ionique « in situ » efficace. Enfin, pour mener plus loin l'étude, une application aux cas de la synthèse de revêtements (Al,Ti)N est effectuée pour apporter des informations complémentaires sur l'influence d'une décharge HIPIMS sur leurs propriétés chimiques, structurales et mécaniques.

Sandra REICHERT

N° 175

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : SeT

Soutenance : 10 octobre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Nouveaux outils de communication pour le diagnostic partagé et la surveillance du patient. Application au domaine de l'auscultation"

Ce travail est fondé sur l'étude de nouveaux outils de télémédecine ; l'accent est mis sur la création d'un système d'auscultation. Trois points ont été développés :

- *la conception d'une plateforme innovante pour un meilleur suivi du patient et des échanges simplifiés entre professionnels de santé.* Le système d'auscultation proposé permet notamment de réaliser des enregistrements et visualisations d'auscultations antérieures, des télé-auscultations, des envois de données auscultatoires à un expert, de demander un second avis temps réel, d'apporter une aide pédagogique pour l'enseignement de l'auscultation.

- *l'étude et la réalisation d'un prototype de stéthoscope électronique.* En effet, nos travaux ont mis en lumière la nécessité de disposer d'un outil de capture du son performant et adapté à une analyse automatique. Cet outil doit disposer de caractéristiques particulières en termes de courbe de réponse, de bande de fréquence, de filtrage... mais également d'ergonomie.

- *l'étude d'un format d'échange des données auscultatoires.* Aujourd'hui, il n'existe pas de standard pour transmettre de telles données. Nous avons mis en lumière l'intérêt de permettre cet échange d'informations, défini la nature des données devant être transportées (son mais également données patient, médico-légales, sémiologie...) et le moyen de les transmettre.

Jérémy LAGORSE

N° 176

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : SeT

Soutenance : 5 novembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Modélisation, dimensionnement et optimisation des systèmes d'alimentation décentralisés à énergie renouvelable – Application des systèmes multi-agents pour la gestion de l'énergie"

Face au défi énergétique actuel, les systèmes hybrides à énergie renouvelable apparaissent comme une solution potentielle pour la production d'électricité. Cependant, de nombreux verrous, comme par exemple le coût, l'intermittence de l'énergie produite ou encore la fiabilité de ces systèmes, empêchent le recours massif à l'utilisation de telles solutions. Afin de les surmonter, des solutions doivent être apportées aux deux problématiques majeures de ces systèmes que sont le dimensionnement optimal et la gestion de l'énergie. Cette thèse propose donc des solutions pour chacune de ces deux thématiques.

La première partie de ce mémoire définit ces deux problématiques. Puis, avant de proposer certaines voies d'améliorations, les solutions déjà apportées sont analysées en soulignant leurs intérêts mais aussi leurs limites.

La seconde partie détaille la solution apportée pour le dimensionnement optimal, en s'appuyant sur un système composé d'un générateur photovoltaïque (PV), de batteries et d'une pile à combustible (PàC). La solution repose sur l'utilisation d'une fonction de coût, d'un modèle énergétique permettant d'évaluer les contraintes subies par les composants et d'un algorithme génétique pour l'optimisation. A partir de deux cas d'études, les résultats d'optimisation sont donnés et l'intérêt du couplage PV-PàC est analysé.

Les deux dernières parties présentent l'application du principe des systèmes multi-agents (SMA) pour la gestion d'énergie d'un système multi-sources. Le chapitre 3 expose l'intérêt de cette méthode et détaille sa mise en oeuvre. Ensuite, la création d'un modèle de simulation du système permet de valider le principe imaginé. Enfin, le dernier chapitre présente les résultats expérimentaux obtenus à partir d'un système composé de super-condensateurs, d'une batterie, d'un PV et du réseau. Pour la première fois, ces résultats montrent expérimentalement le fonctionnement d'un SMA pour la gestion d'énergie.

Mohammad ARAB POUR YAZDI

N° 177

Directeur de thèse : Alain BILLARD

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 12 novembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Synthèse par pulvérisation cathodique et caractérisation d'électrolytes conducteurs protoniques pour les piles à combustible de type PCFC"

Les tendances récentes en matière de piles à combustible à oxydes solides visent à exploiter la conduction du proton par l'utilisation d'électrolytes de structure pérovskite, plus performants à température modérée que les électrolytes conducteurs de l'ion oxyde. Une seconde voie d'amélioration des performances des piles consiste à diminuer l'épaisseur de l'électrolyte aux alentours de 5-10 μm pour minimiser sa résistance. Dans ce contexte, les procédés de dépôt physique trouvent un intérêt majeur.

Dans ce travail, nous nous sommes attachés à étudier la faisabilité de couches denses de cérites ou de zirconates de baryum ou de strontium ($\text{BaCe}_{1-x}\text{Y}_x\text{O}_{3-\alpha}$, $\text{BaZr}_{1-x}\text{Y}_x\text{O}_{3-\alpha}$ et $\text{SrZr}_{1-x}\text{Y}_x\text{O}_{3-\alpha}$), les électrolytes conducteurs protoniques les plus aptes à répondre aux besoins de l'application, par co pulvérisation de cibles métalliques en présence d'une atmosphère réactive d'argon-oxygène.

Après une description du dispositif expérimental utilisé pour les synthèses des couches, nous étudions plus particulièrement l'influence des paramètres de dépôt sur la composition des revêtements. Les revêtements bruts d'élaboration étant amorphes, leur cristallisation est étudiée lors de synthèses en température ou au cours de recuits ex situ. Enfin, les propriétés de conduction ionique des couches de composition visée sont étudiées par spectroscopie d'impédance électrochimique et comparées à celle des matériaux massifs correspondant.

Rafik NOUAR

N° 178

Directeurs de thèse : Nouredine FENINECHE/Alain BILLARD

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 18 novembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude et réalisation de couches minces à caractère magnétique par pulvérisation cathodique magnétron. Application pour des capteurs de type GMI"

Cette étude vise à établir des corrélations entre les propriétés structurales et les propriétés magnétiques des revêtements Fe-Si élaborés par pulvérisation cathodique magnétron. L'alliage Fe-Si (coté riche en Fe) a été choisi en raison de son caractère ferromagnétique doux et de son fort potentiel applicatif dans différents systèmes magnétiques. Dans cet esprit, nous avons réalisé une série d'alliages avec différents teneurs en Si. Les résultats obtenus nous ont permis de mettre en évidence les propriétés magnétiques extrêmement douces de l'alliage Fe-Si à 25 at.% de Si. L'étude des domaines magnétiques de cet alliage par effet Kerr a révélé une configuration en domaines parfaitement parallèle sur une surface importante de l'échantillon. Ce type de configuration est particulièrement recherché dans les couches minces magnétiques utilisées dans les capteurs à magnéto-impédance géante. C'est pourquoi nous avons étendu notre étude des propriétés de cet alliage par la réalisation de capteurs à magnéto-impédance en structure sandwich. La caractérisation de ces capteurs a clairement montré l'influence de l'orientation des domaines magnétiques ainsi que l'épaisseur totale des capteurs sur la variation d'impédance de ces derniers.

Jean-Bernard BLUNTZER

N° 179

Directeurs de thèse : Jean-Claude SAGOT/Samuel GOMES

Laboratoire : SeT

Soutenance : 20 novembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Intégration des savoir-faire métier produit-process pour une amélioration de la productivité en développement de produits de styles"

Face à un durcissement des objectifs de performance Qualité-Coûts-Délais des donneurs d'ordre, à un environnement économique à faible croissance et à forte concurrence, nous constatons une baisse de compétitivité des fournisseurs français au sein de la filière automobile. L'intensification de cette concurrence leur impose un renouvellement rapide de leurs produits à des coûts toujours plus réduits.

Aujourd'hui, les processus d'ingénierie qualifiés de "reconception" représentent dans les bureaux d'études de ces fournisseurs environ 80% du temps, 20% du temps restant étant dédiés à l'innovation, processus hautement stratégique pour assurer la pérennité de l'entreprise. La conception de produits nouveaux reste au cœur des problématiques industrielles. De ce fait, le renouvellement continu de leurs gammes de produits et l'innovation deviennent dès lors indispensables.

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous intéressons à la problématique d'ingénierie collaborative en entreprise étendue et à l'intégration des connaissances métier en conception routinière et innovante pour accélérer justement le processus de conception de produits, afin de faire des produits toujours plus robustes et dans des délais toujours plus courts.

A travers différentes expérimentations conduites aussi bien en contexte académique qu'en contexte industriel, ce travail de recherche nous a amené à développer un modèle permettant d'accélérer le processus de conception de produits en réduisant les temps qui sont dédiés à la reconception. Se fondant sur le paradigme de raisonnement à partir de cas, ce nouveau modèle montre qu'il est ainsi possible de fournir un système d'aide efficace aux différents acteurs métier impliqués dans le processus de conception et de développement de produit. Ce travail montre également quelques limites au modèle arrêté et propose à cet égard des perspectives de recherche pour avancer sur le sujet.

Ana ROXIN

N° 180

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : SeT

Soutenance : 30 novembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Protocole de découverte sensible au contexte pour les services Web sémantiques"

Le Web d'aujourd'hui représente un espace où les utilisateurs recherchent, découvrent et partagent des informations. Dans ce cadre, les processus de découverte de services Web jouent un rôle fondamental. Un tel processus permet de faire le lien entre des informations publiées par des fournisseurs de services et des requêtes créées par les internautes. Généralement, un tel processus repose sur une recherche « textuelle » ou à base de « mots clés ». Or, ce type de recherche ne parvient pas à toujours identifier les services les plus pertinents. Notre idée est de concevoir un système plus « intelligent », permettant d'utiliser, lors du processus de découverte, une base de connaissances associées aux informations, comme c'est le cas pour le Web sémantique.

Cette thèse présente une plate-forme pour la découverte de services Web sémantiques, utilisant des caractéristiques non-fonctionnelles (descriptives) des services. Notre approche emploie le langage OWL-S (Web Ontology Language for Services) pour définir un modèle de description des paramètres non-fonctionnels des services. Ce modèle a pour but de faciliter la découverte de services Web sémantiques. Ce modèle représente le centre de notre contribution, étant utilisé pour la conception des interfaces et des requêtes. Deux interfaces sont développées, l'une s'adressant aux fournisseurs de services, alors que la deuxième interface est conçue pour l'utilisateur final. L'algorithme de recherche présenté dans cette thèse a pour but d'améliorer la précision et la complétude du processus de découverte de services.

Jean-Michel CONTET

N° 181

Directeur de thèse : Pablo GRUER

Laboratoire : SeT

Soutenance : 4 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Modèle multi-agent réactif pour la navigation multi-véhicule : spécification et vérification formelle"

Cette thèse propose des modèles multi-agents réactifs fondés sur un cadre formel pour la vérification de propriétés et les valider par la simulation et l'expérimentation en considérant la navigation multi-véhicules comme domaine d'application. La navigation multi-véhicules soulève plusieurs problématiques : perception de l'environnement, communication inter-véhicule, évitement d'obstacle, ...

Dans ce contexte, nous avons abordé plus particulièrement les aspects suivants :

– Concernant la navigation multi-véhicules nous avons abordé deux problèmes spécifiques : la conduite en convoi ou platooning et la navigation autonome. En ce qui concerne la navigation autonome, nous avons mis l'accent sur l'évitement d'obstacles.

– Concernant l'approche proposée : nous adoptons les systèmes multi-agents réactifs, dont les interactions sont inspirées de la physique. Pour la conduite en convoi, nous proposons un modèle d'interaction basé sur la physique classique. En ce qui concerne l'évitement d'obstacles, nous adoptant un modèle inspiré de la physique statistique.

– Nous plaçons les systèmes multi-agents réactifs dans un cadre formel pour la vérification des propriétés, compte-tenu des contraintes de sécurité imposées par la classe d'applications cible. Pour faire face à la complexité des modèles, nous proposons une règle et une méthode de vérification compositionnelle. Cela nous a permis de vérifier la satisfaction d'une propriété de sûreté essentielle : la non-collision entre véhicules lors de la conduite en convoi.

– Nous abordons également la question de la validation du système multi-agents par la simulation et l'expérimentation : nous avons contribué au développement d'un simulateur de la conduite en convoi et la navigation autonome. Le simulateur prend en compte les caractéristiques physiques des véhicules et est couplé à un outil de visualisation 3D. Nous avons aussi expérimenté nos modèles sur des véhicules tels que le Cycab et le GEM Car.

Pawel KMIOTEK

N° 182

Directeurs de thèse : Yassine RUICHEK/Krzysztof CETNAROWITCZ

Laboratoire : SeT

Soutenance : 7 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM/POLOGNE

Spécialité : Informatique

"Multi-sensor data fusion for representing and tracking dynamic objets"

The subject of the thesis lies within the scope of the project "Intelligent Vehicle and its integration in the city of the future", led by the Systems and Transportation laboratory of the University of Technology of Belfort-Montbéliard. The objective of this project is to ensure a vehicle autonomous navigation in an urban environment. The autonomous navigation of a vehicle consists of a data processing sequence made up by three stages. The first one relates to the perception of the vehicle environment. In this stage, a dynamic map of entities present around the vehicle is constructed. The second stage consists of localizing globally the vehicle in its environment. The third stage is a path planning of the vehicle displacements, while avoiding obstacles and collisions with dynamic objects.

This thesis concerns in particular the perception of the dynamic objects in the vehicle environment by combining several sensors. This is a core part of the autonomous navigation system. The goal is to detect and track the dynamic objects (cars and/or pedestrians) and locate them relatively to the instrumented vehicle. The estimate of objects states is an entry data of path planning and collision avoidance algorithms.

Multi-sensor based dynamic objects perception issue can be divided into three main parts: objects representation, data association, and state estimation and tracking. The contribution of the thesis starts by proposing a new Oriented Bounding Box (OBB) object representation model, including Inter-Rays uncertainty (IR) and Fixed Size assumption (FS). To increase the quality of object state estimation and tracking, a two laser scanners based fusion algorithm is presented. Finally, two methods for data association are described. The first one, called NNFS, is an adaptation of the Nearest-Neighbourhood (NN) principle to the OBB object representation using the FS assumption. The second method solves the problem of laser scanner data point clustering by fusing laser scanner (LS) and stereo-vision (SV) sensory data.

It is shown in this thesis that the proposed representation model is adequate to be used in the task of object tracking. The integration of the IR and FS algorithms upgrades the quality of objects position and size estimation. The position and size estimation plays an important role in the data association part. The two laser scanners architecture allows an improvement of angular resolution, which is exploited in the fusion algorithm. The proposed fusion technique increases the tracking system reliability by better object velocity, size and orientation estimation. The NNFS data association algorithm gives reliable results. Indeed, it is able to separate coalescing objects (even if the objects touch each other). The second data association algorithm uses two different sensors. Based on this data association algorithm, the fusion method allows clustering correctly the ambiguous LS data points' configurations for which existing clustering approaches fail.

To test and evaluate the proposed algorithm, a 3D dynamic based simulator is developed. In the simulator, several sensors are implemented: laser scanner (2D, and 3D), mono- and stereo-vision, odometer and GPS. The proposed simulation platform gives the possibility to create different scenarios by adding static and dynamic entities and defining paths to be followed. The platform based testing allows to find errors in early stages of implementation and to experiment different scenarios (including difficult or very expensive ones e.g. when vehicles touch each other). It also saves time by reducing real world tests.

The proposed algorithms are tested and evaluated using the aforementioned simulator and an experimental vehicle (automated electrical vehicle), equipped with several sensors such as: 2D and 3D laser scanners, stereo-vision and GPS- RTK.

Emmanuel LELEU

N° 183

Directeur de thèse : Abdelatif MIRAOUI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 8 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Minimisation des vibrations dans les entraînements électriques alimentés par des onduleurs M.L.I. de grande puissance"

Ce travail de thèse a pour objectif de développer des moyens de modélisation et d'analyse des vibrations d'origine électromagnétique, dans l'optique finale de minimiser les vibrations dans les entraînements électriques alimentés par des onduleurs M.L.I. de grande puissance. L'étude porte essentiellement sur une propulsion électrique associant un onduleur de tension 3 niveaux avec un moteur asynchrone. Nous présentons les différentes origines des vibrations dans une machine électrique et les méthodes pour les identifier. La prédétermination des vibrations d'origine électromagnétique est basée sur le calcul de la force de Maxwell dans l'entrefer, principale source de ces vibrations. Pour déterminer cette force, nous optons pour une modélisation analytique qui prend en compte tous les paramètres du design électrotechnique du moteur (bobinage, harmoniques d'encoches, géométrie du stator et du rotor). Ce modèle utilise comme donnée d'entrée le courant d'alimentation du moteur, permettant ainsi de tester n'importe quelle forme d'onde du courant. L'évaluation de la force de Maxwell, précisant la fréquence d'excitation et le mode de déformation associé, permet de tester différentes stratégies de réduction des vibrations d'origine électromagnétique. Ce modèle analytique est validé dans ce mémoire en comparant ses résultats avec les résultats d'une modélisation électromagnétique numérique, utilisant la méthode par éléments finis 2D. De plus, les vibrations calculées sont comparées à des mesures vibratoires. Une autre approche, pour prédéterminer les vibrations, utilise des techniques d'identification afin d'estimer la fonction de transfert entre l'alimentation électrique de la machine et les vibrations mesurées pendant les essais. Enfin, le modèle analytique des vibrations retenu met en évidence l'influence de plusieurs paramètres de l'ensemble convertisseur-moteur sur la discrétion acoustique et vibratoire du système. Il en découle des propositions d'optimisation du design et de la commande de l'ensemble convertisseur-machine, certaines stratégies étant vérifiées expérimentalement.

Sergio NOGUEIRA

N° 184

Directeurs de thèse : Yassine RUICHEK/François CHARPILLET

Laboratoire : SeT

Soutenance : 9 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Localisation de mobiles par construction de modèles en 3D en utilisant la stéréovision"

Les travaux présentés dans cette thèse contribuent aux systèmes de localisation pour un robot mobile en utilisant la stéréovision. Ces travaux s'inscrivent dans le cadre d'une collaboration entre le LORIA-INRIA de Nancy et le laboratoire SeT de l'UTBM. L'approche proposée est décomposée en deux étapes. La première étape constitue une phase d'apprentissage et permet de construire un modèle 3D de l'environnement de navigation. La deuxième étape est consacrée à la localisation du véhicule par rapport au modèle 3D.

La phase d'apprentissage a pour objectif de construire un modèle tridimensionnel, à partir de points d'intérêt pouvant être appariés sous différentes contraintes géométriques (translation, rotation, changement d'échelle) et/ou des contraintes de changements d'illuminations. Dans l'objectif de répondre à toutes ses contraintes, nous utilisons la méthode SIFT (Scale Invariant Feature Transform) permettant des mises en correspondances de vues éloignées. Ces points d'intérêts sont décrits par de nombreux attributs qui font d'eux des caractéristiques très intéressantes pour une localisation robuste. Suite à la mise en correspondance de ces points, un modèle tridimensionnel est construit, en utilisant une méthode incrémentale. Un ajustement des positions est effectué afin d'écarter les éventuelles déviations.

La phase de localisation consiste à déterminer la position du mobile par rapport au modèle 3D représentant l'environnement de navigation. Elle consiste à appairer les points 3D reconstruits à partir d'une pose du capteur stéréoscopie et les points 3D du modèle. Cet appariement est effectué par l'intermédiaire des points d'intérêt, issus de la méthode d'extraction SIFT.

L'approche proposée a été évaluée en utilisant une plateforme de simulation permettant de simuler un capteur stéréoscopique, installé sur véhicule naviguant dans un environnement 3D virtuel. Par ailleurs, le système de localisation développé a été testé en utilisant le véhicule instrumenté du laboratoire SeT afin d'évaluer ses performances en conditions réelles d'utilisation.

Boualem BADJI

N° 185

Directeurs de thèse : Mohammed EL BAGDOURI/Abdelaltif MIRAOUI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 15 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Caractérisation du comportement non linéaire en dynamique du véhicule"

En industrie automobile la créativité et l'innovation technologique sont les principaux atouts de développement et croissance économique. Le potentiel des constructeurs à innover et à rester compétitive font que la concurrence soit intense et durable. Ces évolutions technologiques des moyens de conception ont permis l'émergence de solutions orientées vers un perfectionnement continu du confort et de la sécurité active.

Concevoir de tels systèmes requière une bonne connaissance du comportement du véhicule. Ceci peut être fait par une modélisation rigoureuse des différents organes afin de constituer un modèle dont la représentativité soit la plus proche possible du véhicule réel. A ce jour, il existe une multitude de modèles analytiques généralement issus d'une linéarisation individuelle du comportement de chaque composante du véhicule (surtout au niveau le comportement du pneumatique) autour d'une gamme d'excitation définie, comme le modèle bicyclette linéaire ou le modèle linéaire 4 roues. La maniabilité et la simplicité des méthodes d'analyses linéaires font que ces modèles soient largement utilisés dans l'industrie automobile pour l'analyse des réponses du véhicule. Cependant, ces modèles linéarisés sont très limités en termes de domaine de validité. En effet, pour les grandes sollicitations, le véhicule est généralement soumis à de fortes accélérations latérales (supérieurs à $4ms^{-2}$) qui provoquent un fonctionnement non linéaire saturé des pneumatiques. Dans ce cas les modèles non linéaires deviennent obsolètes et ne permettent pas de prédire correctement les réponses d'un véhicule.

Afin d'obtenir des modèles représentative dans le domaine non linéaire, l'approche principale est de considérer la totalité du modèle de pneumatique dans le modèle du véhicule à savoir la formule de Pacejka. De cette procédure résulte un modèle non linéaire complexe dont la résolution analytique pour extraire les caractéristiques des réponses est quasi-impossible. Dans ce cas la résolution numérique reste préférable. Afin d'éviter l'utilisation de la formule de Pacejka nous proposons d'utiliser un modèle bicyclette non linéaire basé sur une approximation polynomiale. L'idée principale est l'utilisation de méthodes non linéaires avancées dans le but d'obtenir les caractéristiques statiques et dynamiques des réponses du véhicule.

Notre travail est orienté principalement dans l'analyse des non linéarités causées par de forts glissements latéraux des pneumatiques. Trois méthodes ont été retenues : La première est la méthode des séries de séries de Volterra et qui permet d'étudier l'impact des non linéarités sur les réponses d'un système dans le domaine temporel et fréquentiel. La deuxième méthode est l'équilibrage harmonique qui permet de déterminer analytiquement les fonctions réponses fréquentielles et des paramètres modaux non linéaires et leurs dépendances à l'amplitude d'excitation. La dernière technique est la méthode de Krylov-Bogoliubov qui permet l'analyse des réponses transitoire harmonique du véhicule pour excitations sinusoïdales. A l'issu de notre travail de recherche, nous avons réussi à répondre aux besoins de la problématique et nous avons abouti à des résultats innovants et très concluants concernant la dynamique non linéaire du véhicule. Ces résultats n'ont jamais été obtenus auparavant et ont donné lieu à deux publications internationales. Une première publication dans le journal de la dynamique de véhicule et une deuxième publication au congrès international de la dynamique de véhicule de la SIA (Société des Ingénieurs de l'Automobiles) à Lyon.

Yoann DANLOS

N° 185

Directeur de thèse : Sophie COSTIL

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 16 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude de l'association laser-projection thermique pour l'optimisation de revêtements"

En projection thermique, la qualité d'un dépôt dépend de nombreux paramètres. L'un des plus importants d'entre eux est l'état de surface de la zone à revêtir : sa température, sa mouillabilité, sa géométrie ainsi que sa propreté pour favoriser une adhésion et une cohésion du dépôt la plus adéquate. C'est pourquoi des techniques de préparation des surfaces sont employées afin de créer des conditions de dépôt optimales. Dans le cadre de cette étude, deux lasers présentant des caractéristiques différentes ont ainsi été utilisés afin de combiner les effets bénéfiques du nettoyage et de l'augmentation de la température des substrats pour l'adhérence des dépôts.

Une étude de l'impact des différents traitements lasers sur des surfaces d'alliage d'aluminium (aluminium 2017), d'alliage de Titane (TA6V) et d'acier inoxydable (304L) a alors été menée. Les observations et les caractérisations des morphologies de surface par MEB, AFM et par profilométrie, ont permis de mettre en évidence l'effet du préchauffage sur les modifications de surface et notamment l'accentuation de l'efficacité du laser d'ablation avec l'augmentation de la température. Afin d'étudier l'influence de ces différents traitements lasers avant projection, des analyses particulières liées à l'étude de l'impact de matière sur les surfaces traitées ont été menées. Pour ce faire, des particules de Nickel-Aluminium ont été projetées à faible débit et des observations microscopiques ont été effectuées. Des différences de comportement à l'écrasement en fonction de la nature du substrat ont alors été observées. Les principales causes mises en évidence se sont révélées être liées aux modifications chimiques (par oxydation) et morphologiques des surfaces initiées par les lasers. Une étude statistique de ces micrographies a permis ensuite de sélectionner les conditions de pré-traitement idéales pour le bon étalement des particules et donc pour une adhérence optimale des dépôts.

Tenant compte de ces paramètres, des projections par plasma atmosphérique de Ni/Al et par Cold Spray de cuivre et de l'aluminium ont alors été effectuées sur les différents substrats préparés par la combinaison du laser de préchauffage avec le laser d'ablation. Par analyse de l'adhérence, il a ainsi pu être démontré l'impact bénéfique de tels traitements sur la tenue des revêtements, des valeurs supérieures aux grandeurs obtenues par préparation conventionnelles ont même été mesurées dans le cas des projections à froid.

Ainsi En complément des techniques conventionnelles de traitement de surface, les rayonnements lasers apparaissent alors comme des outils prometteurs pour améliorer les propriétés interfaciales des matériaux. En paliant les difficultés des différents systèmes (d'un point de vue matériaux ou technique), il se distingue de nouvelles solutions technologiques plus respectueuse de l'environnement..

Nissrine ABDALLAH

N° 186

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOUI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 16 décembre 2009

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude et développement d'un concept de locomotive hybride à chaîne de traction électrique autonome propre et durable"

Dans une démarche globale d'asservissement du bilan énergétique et climatique de son pack d'engins ferroviaires, et pour acquérir le savoir-faire en matière de spécification de futures locomotives électriques multi-tensions dépendant d'un kit autonome hybride, ALSTOM Transport s'intéresse de près à la problématique de l'hybridation ferroviaire pour des locomotives électriques multi-tensions en leurs intégrant une source d'énergie hybride embarquée. C'est dans cet élan que s'inscrit le projet d' «Etude et développement d'un concept de locomotive hybride à chaîne de traction électrique autonome propre et durable ». Ce projet a été réalisé dans le cadre d'une thèse CIFRE lancé par l'Association Nationale de la Recherche Technique (ANRT) et mené par la société ALSTOM Transport et le laboratoire SET-UTBM. Il a pour but d'étudier et de développer un kit autonome hybride respectant l'environnement, à intégrer dans une locomotive électrique multi-tensions à chaîne de traction électrique, en prenant en compte l'encombrement disponible ; ceci est prévu pour des applications dans les domaines de locomotives tirant jusqu'à 1800 Tonnes et circulant en Europe, remplaçant ainsi les locomotives de manœuvre dans certains bouts de lignes non-électrifiées afin d'éviter le trafic ferroviaire, et les temps d'attente en réduisant ainsi les coûts d'exploitation, et en minimisant fortement la consommation du carburant, et les émissions du CO₂. Ce qui ramène la nouveauté dans le projet est de pouvoir intégrer un groupe hybride autonome dans une locomotive électrique multi-tension sans effectuer des modifications dans son architecture.

Les travaux réalisés ont consisté dans un premier temps à définir les différentes missions ferroviaires auprès des opérateurs privés sur des bouts de lignes non-électrifiées répondant à notre problématique, et permettant ainsi de réaliser un dimensionnement énergétique du kit hybride autonome, respectant le cahier des charges de l'étude lié essentiellement à l'encombrement disponible. Ensuite, nous avons identifié les deux sources de tension et de courant de la source d'énergie hybride embarquée après avoir évalué plusieurs technologies potentielles.

Dans un deuxième temps, et après avoir défini l'architecture technique de la chaîne de traction de la locomotive électrique multi-tension à option du kit hybride, nous avons présenté la démarche de dimensionnement et de modélisation des ces deux sources d'énergie et de puissance.

La structure étant définie, nous avons abordé enfin la dernière phase d'étude qui est le développement du contrôle-commande, et la mise en oeuvre de la gestion d'énergie entre les deux sources présentes à bord du véhicule, en tenant compte des limitations énergétiques du système de stockage et du dimensionnement du système. Le but de ces stratégies d'énergie est de maximiser par exemple le rendement global de la chaîne de traction. Les dimensions et choix en termes de stratégie de gestion issus de cette thèse seront directement exploités dans le projet au moment de sa construction.

Elise SAOUTIEFF

N° 187

Directeur de thèse : Ghislaine BERTRAND

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 12 janvier 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Elaboration de couches de protections pour interconnecteurs de piles à combustibles à oxyde solide"

Les alliages ferritiques à base de chrome sont utilisés en tant qu'interconnecteur de pile à combustible à oxyde solide (SOFC). Ces alliages forment à haute température, sous conditions oxydantes, une double couche d'oxydes de $MnCr_2O_4$ | Cr_2O_3 . L'évaporation des espèces volatiles de chrome provenant de cette double couche d'oxydes peut entraîner l'empoisonnement de la cathode et par conséquent conduire à une dégradation des performances de la cellule SOFC. Une solution pour limiter les pertes de performances du système est d'appliquer une couche barrière contre le chrome sur l'interconnecteur.

Le travail de thèse s'intéresse au développement de ces couches de protection pour un alliage ferritique commercial d'ArcelorMittal K41X. Dans un premier temps, une étude sur le comportement en corrosion de l'alliage a été réalisée. Ensuite, l'électrodéposition, de par sa simplicité et sa rapidité de mise en œuvre a permis l'identification des compositions de revêtements les plus prometteurs. Les couches formulées sont des oxydes spinelle à base de métaux de transition (Co, Mn, Cu, Ni, Fe). Enfin, les différentes compositions de couches retenues ont été déposées par in-situ et par ex-situ. En in-situ, les dépôts sont réalisés sous forme métallique, par électrodéposition (dépôt multicouches) et par pulvérisation cathodique (dépôt d'alliage). Un traitement thermique est nécessaire afin d'oxyder le dépôt métallique et de former l'oxyde spinelle jouant le rôle de couche barrière du chrome. En ex-situ la couche de protection est directement déposée sur le substrat par projection atmosphérique plasma.

Les différentes couches ont été caractérisées par des analyses MEB, EDX et DRX ainsi que par des mesures de résistances spécifiques de surface ASR.

Nous montrons que les couches de protection étudiées réduisent l'ASR ($<50 \text{ m}\Omega.\text{cm}^2$) et inhibent la diffusion du chrome. Le travail conclut sur une étude comparative des avantages et des inconvénients des trois procédés industriels utilisés pour le dépôt d'une couche de protection.

Yigeng HUANGFU

N° 188

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Weiguo LIU

Laboratoire : SeT

Soutenance : 12 janvier 2010

Lieu d'inscription : UTBM/NORTHWESTERN POLYTECHNICAL UNIVERSITY

Spécialité : Génie Electrique

"Research of Nonlinear System High Order Sliding Mode Control and its Applications for PMSM"

Les travaux concernent la commande d'un moteur synchrone à aimants permanents en utilisant les techniques de modes glissants par ordres supérieurs. On a développé une méthodologie complète partant des études théoriques relatives à la linéarisation exacte des systèmes non linéaires par retour d'état et aux techniques de commande par modes glissants, jusque l'implémentation des lois de commande obtenues tant en simulation que sur une plateforme expérimentale.

Après avoir posé les objectifs de la thèse et donné les principales motivations, on propose en premier lieu un état de l'art historique du développement de la théorie de la commande pour les systèmes non linéaires. Les divers principes de base de la commande par modes glissants d'ordre un est présenté et explicitée et monte ainsi les avantages et les inconvénients. Une illustration est proposée avec exemple assez simple. Le phénomène de réticence ou de «chattering» est abordé et les solutions les plus classiques utilisées pour le réduire sont rappelées.

L'application des techniques de modes glissants d'ordres supérieurs au moteur synchrone à aimants permanents est ensuite présentée. Partant des équations électriques, électromagnétiques et mécaniques qui régissent le système, le modèle d'état est clairement posé. Ensuite, l'auteur décline les objectifs de commande et décrit la synthèse d'une loi de commande, basée sur les modes glissants d'ordres supérieurs, permettant de les atteindre. L'étude qui est faite pour l'établissement du modèle tient aussi compte du fait que les paramètres du système varient dans le temps. Deux surfaces de glissements sont définies en accord avec les objectifs de commande : le courant i_d et la position angulaire. L'étape suivante a consisté alors à linéariser et découpler par retour d'état, ce système ayant deux entrées et deux sorties. Par la suite, une fois le système linéarisé et découplé, l'auteur fait la synthèse de complète de son correcteur à savoir la loi de commande et des dérivateurs basés sur des modes glissants par ordres supérieurs. De nombreuses simulations montrent l'efficacité du schéma de commande élaboré.

Les résultats obtenus en implémentant les lois de commande étudiées sur une plateforme expérimentale sont présentés. L'auteur décrit d'abord la plateforme dSpace utilisée ainsi que le banc expérimental (moteur, capteurs, actionneurs filtres....). Ensuite, sont détaillées les différentes étapes d'implémentation de la commande en utilisant le logiciel MATLAB/SIMULINK. La méthodologie utilisée et les résultats expérimentaux obtenus sont exposés et commentés.

Olivier MARCHAND

N° 189

Directeur de thèse : Ghislaine BERTRAND

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 01 mars 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude du procédé de projection plasma de suspensions pour l'élaboration du cœur de pile à combustible SOFC"

Augmenter la durée de vie des piles à combustible de type SOFC en abaissant leur température de fonctionnement tout en maintenant un prix de fabrication raisonnable est un des enjeux du secteur énergétique. Ces travaux de recherche entrent dans ce cadre par l'utilisation de la projection plasma de suspensions pour fabriquer des couches céramiques ou cermets finement structurées sur support métallique poreux. Dans cet objectif, la compréhension du procédé s'est avérée être une étape indispensable. A cette fin l'utilisation de la Vélocimétrie par Image de Particules (PIV) spécialement adaptée aux contraintes de la projection plasma a permis une meilleure caractérisation des jets injectés mais aussi une compréhension plus poussée des phénomènes régissant le traitement des particules. Fort de ces informations, les couches composant le cœur de pile ont été élaborées : l'anode et l'électrolyte, constituée respectivement d'un cermet nickel-zircone yttrée et de zircone yttrée et enfin la cathode composée d'un conducteur mixte La_2NiO_4 .

Stéphanie LEROY

N° 190

Directeur de thèse : Philippe DILLMANN

Laboratoire : UMR 5060

Soutenance : 07 avril 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Circulation au Moyen Age des matériaux ferreux issus des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie. Apport du couplage des analyse en éléments traces et multivariées"

Cette étude de provenance porte sur la compréhension de la circulation et le commerce, au Moyen Âge, de matériaux ferreux archéologiques issus de filières spécifiques liées à l'usage de minerais manganésifères. Cette recherche s'intéresse particulièrement aux cas des Pyrénées ariégeoises et de la Lombardie, deux zones de production sidérurgiques qui occupaient une place majeure dans l'économie médiévale de leur région. Trois problématiques historiques spécifiques ont été abordées. D'une part, l'étude de la circulation des produits sidérurgiques, aux XIIIe-XVe siècles, en Ariège, et à proximité, dans le but de contribuer à la compréhension de l'organisation du marché du fer au sein de ce bassin sidérurgique. D'autre part, l'identification des sources d'approvisionnement dans la construction du Palais des Papes d'Avignon (XIVe siècle) situé à la confluence des zones d'exportations des produits lombards et ariégeois. Enfin, la vérification d'une hypothèse de provenance lombarde, attribuée par les études stylistiques et techniques, à des pièces d'armures de la Wallace Collection.

L'origine géographique d'un objet archéologique ferreux issu du procédé d'élaboration direct peut être déterminée en reliant la signature chimique des inclusions non métalliques piégées au sein de sa matrice métallique à celle des produits, scories et minerais issus d'une zone de production sidérurgique spécifique. Celle-ci est étudiée à l'aide d'une approche combinant l'apport des éléments majeurs et de ceux présents à l'état de traces. Le premier axe de ce travail a donc consisté à déterminer la composition des minerais et des scories, issus des espaces ariégeois et lombard, à l'échelle macroscopique, et des inclusions des objets à l'échelle microscopique, à l'aide d'un croisement de techniques (EDS, ICP-MS, INAA, LA-ICP-MS, μ XRF confocale). L'accent a été mis sur les techniques de caractérisation microscopique des inclusions dans l'objet, en particulier la microfluorescence des rayons X en géométrie confocale sous rayonnement synchrotron pour les très petites inclusions (<30 μ m).

Le nombre conséquent de données analytiques ainsi acquises a requis la mise en place d'une méthodologie basée sur l'analyse multivariée. Elle consiste, dans une première étape, à sélectionner les éléments discriminants et à appliquer une transformation logarithmique aux rapports des données élémentaires. Dans une deuxième étape, la méthodologie s'appuie sur l'analyse discriminante linéaire appliquée aux logarithmes de rapports définissant les espaces sidérurgiques et les objets d'origine inconnue.

Cet outil méthodologique a été appliqué aux éléments retenus pour l'étude du marché ariégeois et des fournitures des fers d'oeuvre du Palais des Papes au Moyen Âge. Les résultats illustrent la complexité du marché du fer au sein de l'espace sidérurgique ariégeois aux XIIIe-XVe siècles. En plus d'être une région où la production est effective, l'Ariège est tout autant un espace de marché où circulent des produits de différentes provenances. La présence du « fer de Foix » dans la collégiale St Etienne à Capestang a également été mise en évidence. Pour le Palais des Papes, six sources d'approvisionnement, au minimum, peuvent être différenciées pour quatre chantiers du palais neuf, révélant par ailleurs des fournitures qui demeuraient à ce jour inconnues : le « fer de Foix » et possiblement celui du Dauphiné. L'étude sur les échantillons d'armures, telle qu'elle a pu être réalisée avec la méthode d'analyse mise en jeu, a conduit à remettre en question la provenance lombarde attribuée à certains morions.

Etienne VINSON

N° 191

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 15 juin 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Energétique

"Développement d'un procédé de pulvérisation haute pression pour des alliages métalliques réactifs"

Le développement de plusieurs procédés innovants (frittage laser, MIM, projection thermique, etc.) attendus par des industries de hautes technologies comme l'aéronautique ou le biomédical, est limité par le coût ou la qualité des poudres de métaux réactifs (alliages à base de titane, de zirconium, de magnésium, etc.).

Le procédé d'atomisation sous pression de gaz inerte présent au LERMPS fonctionnant à partir du procédé d'atomisation Nanoval®, ne permet pas d'obtenir des poudres de métaux réactifs avec un niveau de pureté satisfaisant. Cette étude visant à modifier l'installation d'atomisation existante en vue de produire des poudres conformes en termes de pureté, a permis d'envisager de nouveaux contenants (creusets réfractaires avec un revêtement interne en yttrine réalisé par projection thermique et creusets froids) associés à divers moyens de chauffage.

Deux réalisations expérimentales ont été testées avec d'une part des creusets réfractaires non refroidis, chauffés par induction et réalisés soit en graphite avec un revêtement intérieur multicouche en molybdène et yttrine soit en molybdène avec un revêtement intérieur monocouche en yttrine et d'autre part, un creuset froid en cuivre chauffé par induction et refroidi par circulation d'eau. Auparavant, des simulations par approche analytique et calculs par éléments finis ont permis de valider le dimensionnement des systèmes.

L'utilisation de revêtements en yttrine dans le cas des creusets réfractaires bien que satisfaisante au niveau mécanique a révélé un niveau de pollution inacceptable pour les poudres fabriquées. L'intégration d'un creuset froid dans l'installation d'atomisation existante a été validée avec la production de poudres conformes aux attentes en termes de granulométrie mais la puissance actuellement disponible s'est révélée insuffisante pour produire des poudres d'alliages de titane. La production de lots de poudre d'une dizaine de kilogrammes en creuset froid exigera un investissement comportant entre autre, un générateur de chauffage par induction de plusieurs centaines de kW.

-Virgil BORCEA

N° 192

Directeurs de thèse : Didier KLEIN/Alexandru MUNTEANU

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 15 juin 2010

Lieux d'inscription : UTBM/UNIVERSITE TRANSILVANA DE BRASOV

Spécialité : Matériaux

"Recherche théorique et expérimentale pour le développement et la caractérisation de couches minces (PVD), déposées sur des outils, pour accroître les fonctionnalités mécaniques"

Les couches PVD de nitrure de titane sont utilisées comme des revêtements de surfaces des outils coupants, grâce à leurs valeurs de dureté très élevées et à leurs comportements à l'usure. Par contre, leurs propriétés thermiques sont souvent insuffisantes pour des applications technologiques employant de grandes vitesses de coupe. Afin d'augmenter la résistance à l'oxydation et le comportement à l'usure, nous avons étudié les améliorations des couches de nitrure de titane par l'incorporation de silicium lors de leurs élaborations par PVD.

Pour obtenir des couches minces basées sur les systèmes Ti-Si-N, il a été développé un procédé de pulvérisation cathodique magnétron (*magnetron sputtering*) utilisant la méthode hybride de dépôt DC pulsé (HIPIMS/DC) dans des conditions réactives.

La composition des couches a été déterminée par analyse SDL (Spectométrie à Décharge Luminescente). La concentration atomique de silicium varie de 0 à 5,3% et celle de l'azote de 43% à 52%. Les propriétés structurales et morphologiques ont été étudiées par microscopie électronique à balayage (MEB) et par diffraction de rayons X. Dans le cas du système Ti-Si-N, les cristaux de TiN colonnaires se développent dans la direction de croissance de la couche. Les résultats montrent que seule la phase cristalline du nitrure de titane est identifiée dans la couche déposée. Par conséquent, les couches déposées sont constituées de nanocristallites de nitrure de titane implantées dans une matrice amorphe de nitrure de silicium. Cette structure même après un traitement thermique à 500°C évolue très peu. On peut en conclure que la couche est de type nano-composite.

L'adhérence des couches TiSiN a été déterminée à l'aide du test rapide MERCEDES. Les résultats montrent une diminution de l'adhérence avec la concentration en silicium, l'adhérence optimale est enregistrée en présence d'environ 3% d'atomes de Si.

La micro dureté des couches de TiN se situe à environ 28 GPa pour les couches déposées par pulvérisation cathodique magnétron classique. Dans le cas des couches nanocomposites de Ti-Si-N on a enregistré des valeurs supérieures à 35 GPa. Cette valeur maximale est atteinte en présence de 5% d'atomes de silicium dans la couche.

Les propriétés mécaniques et tribologiques de la couche nanocomposite de TiN/Si_xN_y, sont étudiées et comparées à celles d'une couche classique de TiN. Les résultats obtenus permettent de conclure que l'incorporation de silicium dans la couche diminue les valeurs du coefficient de frottement mais l'addition de 5% de Si permet d'obtenir une valeur proche de 85% de celle de couche TiN classique.

Le coefficient de frottement et le degré d'usure de la couche ont été déterminés à l'aide d'un appareil appelé *CSM Tribometer*, par le test classique pion – disque. Les résultats permettent de conclure que l'incorporation de Si améliore le comportement à l'usure du film. Le bas degré d'usure est en corrélation directe avec l'incorporation de silicium dans les couches déposées, et en même temps, il est le résultat de la présence de couches nano-composites pour les grains de TiN

Monzer AL SAKKA

N° 193

Directeurs de thèse : Hamid GUALOUS/Joeri VAN MIERLO

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 02 juillet 2010

Lieux d'inscription : UTBM/UNIVERSITE de BRUXELLES VUB

Spécialité : Génie Electrique

" Supercondensateurs et convertisseurs DC/DC pour véhicule à pile à combustible "

Les véhicules électriques, hybrides et à piles à combustible sont devenus de plus en plus populaires en ce qui concerne la performance et la conception des composants ainsi que les prototypes continuent à démontrer la faisabilité du système. En général, la chaîne de traction d'un véhicule à pile à combustible est composée au moins de deux sources d'énergie: une Pile à Combustible (PAC) comme une source primaire permet de conduire à long terme et un module de supercondensateurs (SCs), module de stockage de l'énergie, qui offre une bonne accélération et récupération de l'énergie de freinage. Généralement, des convertisseurs DC/DC sont utilisés pour connecter la PAC et/ou le module de SCs au bus continu. Pour des applications embarquées, la structure de convertisseur de puissance doit être fiable, légère, non volumineuse, avec un faible niveau d'interférence électromagnétique et avec un rendement élevé. Et elle doit présenter une faible ondulation de moins de 10% de courant d'entrée pour interfacer la PAC. En ce qui concerne l'utilisation de SCs, il est important de prendre en compte l'échauffement, parce que le vieillissement des cellules de SCs est considérablement influencé par la température.

Dans cette thèse, un modèle thermique du supercondensateur est proposé. Ce modèle thermique est utilisé pour la modélisation des modules de supercondensateurs afin d'étudier l'évolution de la température avant de concevoir le module, ce qui permet de savoir si un système de refroidissement est nécessaire pour l'application et de dimensionner ce système.

Une nouvelle topologie appelée "matrice de supercondensateurs" est proposée, cette topologie permet de réduire le nombre des circuits d'équilibrage et permet au système de fonctionner en mode dégradé. Elle permet d'améliorer la fiabilité du système. En effet, la puissance électrique est fournie continuellement à la charge, même quand il y a une ou plusieurs cellules défectueuses.

En outre, une étude comparative de trois topologies de convertisseurs DC/DC (convertisseur boost, convertisseur multicanaux entrelacés et convertisseur pont-complet) a été développée. Cette comparaison considère des résultats de simulation pour chaque topologie avec une puissance de 30KW et elle prend en compte le poids, le volume, les ondulations de courant et de tension, les interférences électromagnétiques (EMI) et le rendement de chaque convertisseur. L'objectif de cette étude est de choisir le convertisseur le plus approprié pour les applications des véhicules électriques à pile à combustible.

Enfin, un convertisseur DC/DC de 30 KW avec 4-canaux entrelacés a été sélectionné. Un prototype de ce convertisseur a été conçu, construit et testé expérimentalement afin de vérifier l'analyse théorique. Les instructions pour concevoir et sélectionner les composants de l'étage de puissance sont présentées

Frédéric DEMOLY

N° 194

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : M3M

Soutenance : 16 juillet 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Conception intégrée et gestion d'informations techniques : application à l'ingénierie du produit et de sa séquence d'assemblage"

Dans le contexte concurrentiel actuel, les entreprises issues des secteurs automobile et aéronautique doivent impérativement mettre en place, de manière efficace, des stratégies d'ingénierie intégrée et de gestion de cycle de vie des produits, ceci afin de maintenir leurs facteurs de compétitivité, tels que la productivité, l'efficacité et la flexibilité, en particulier en phase de début de cycle de vie des produits (développement et industrialisation). Dans ce contexte, une condition industrielle nécessaire est requise pour l'intégration des contraintes liées aux différentes phases du cycle de vie du produit au sein du processus de développement avec le support de systèmes permettant la gestion des données-informations-connaissances. Dès lors, il est important d'apporter, le plus tôt possible, une aide à la décision en ingénierie, afin de fournir un produit se prêtant aux problématiques liées aux phases de son cycle de vie.

Ce travail de thèse s'inscrit dans les domaines de la conception intégrée et de la gestion des informations techniques, plus particulièrement centrée sur le produit et sa séquence d'assemblage. Celui-ci a consisté à la mise en place d'un modèle multi-vues baptisé MUlti-Vues Orienté Assemblage (MUVOA) visant à cartographier les concepts dans les domaines du produit et du processus d'assemblage pour la définition, la propagation et la traçabilité des informations du couple produit-process. Un ensemble de vues interdépendantes (fonctionnelle, comportementale, structurelle, géométrique, technologique et contextuelle) a été défini en fonction des profils (rôle, préoccupation, termes métier, processus métier, etc.) des acteurs métier impliqués dans les questions de conception orientée assemblage, à savoir l'architecte produit, le gammiste, le concepteur et l'expert process.

Sur la base de ce modèle MUVOA, un cadre méthodologique baptisé Proactive ASsembly Oriented DEsign (PASODE) a été proposé, ceci afin de définir une séquence d'assemblage optimale dans les phases préliminaires du processus de développement, et de l'utiliser pour définir un contexte d'assemblage à base de squelettes dans la vue géométrique produit. De ce fait, le cadre méthodologique PASODE proposé regroupe trois approches, telles que : l'approche basée sur l'algorithme ASDA (Assembly Sequence Definition Algorithm) dédiée à la définition/planification de séquences d'assemblage en phases préliminaires du processus de développement des produits, l'approche SKL-ACD (SKeLeton-based Assembly Context Definition) dédiée à la définition d'un contexte d'assemblage à base de squelettes géométriques, et l'approche PRM (Product Relationships Management) dédiée à la gestion des relations du produit à différents niveaux d'abstraction en contexte PLM. Le modèle MUVOA ainsi que le cadre méthodologique PASODE ont été mis œuvre dans un outil informatique appelé PEGASUS, situé à l'interface des systèmes PLM (Product Lifecycle Management) associés à la gestion des informations techniques du couple produit-process, tels que les systèmes PDM (Product Data Management), MPM (Manufacturing Process Management) et CAO (Conception Assistée par Ordinateur). Cette implémentation informatique, basée sur la méthode Modèle Vue - VueModèle et le langage C#, nous a permis de réaliser trois expérimentations industrielles, afin d'illustrer et de valider les trois approches du cadre méthodologique. Parmi les cas d'applications, nous avons introduit un cas de conception d'un combiné Catalyseur - Filtre à Particules en collaboration avec l'entreprise Faurecia Technologies de Contrôle des Emissions (ECT), la conception de la partie structurelle d'un avion de type A320 en collaboration avec l'entreprise EADS Innovation Works, et un dernier cas avec l'entreprise MABI sur la conception d'un marteau burineur pneumatique.

Christophe DUMEZ
Directeur de thèse : Maxime WACK
Laboratoire : SeT
Soutenance : 31 août 2010
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Informatique

N° 195

"Approche dirigée par les modèles pour la spécification, la vérification formelle et la mise en œuvre de services Web composés"

Dans ce travail, une approche pour la spécification, la vérification formelle et la mise en œuvre de services Web composés est proposée. Il s'agit d'une approche dirigée par les modèles fidèle aux principes de MDA définis par l'OMG. Elle permet au développeur de s'abstraire des difficultés liées à l'implémentation en travaillant sur les modèles de haut niveau, indépendants de la plateforme ou de la technologie d'implémentation cible. Les modèles sont réalisés à l'aide du langage de modélisation UML. Plus précisément, une extension à UML nommée UML-S est proposée pour adapter le langage au domaine de la composition de services. Les modèles UML-S sont suffisamment expressifs et précis pour être directement transformés en code exécutable tout en conservant leur lisibilité.

Ces modèles peuvent également être transformés en descriptions formelles LOTOS afin de procéder à leur vérification formelle. L'approche proposée contribue à réduire les temps et les coûts de développement tout en assurant la fiabilité des services composés.

Chibli JOUMAA

N° 196

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : 16 novembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Analyse de données évolutives par caractérisation spatio-temporelle et modélisation stochastique de la mobilité"

L'augmentation des besoins en termes de dimensionnement et de localisation des habitats, des services économiques et sociaux, des infrastructures et services pour les transports, des infrastructures et services de télécommunications ... rendent nécessaire d'avoir de plus en plus de précision et de mises à jour des informations sur la localisation et le déplacement des personnes. Jusqu'à présent, les études de planification se sont basées sur des données statiques telles que des informations géographiques, la répartition de la population (nombre de personnes par bâtiment et identité sociale de ces personnes) et des informations économiques (localisation des commerces, industries, écoles, administration ...). D'autres sources d'information utiles pour localiser des individus et identifier les flux de mobilité au fil du temps sont les données de réseau de téléphonie mobile : appels entrants et sortants pour chaque cellule, et handover entrant et sortant pour chaque cellule, etc. Le travail présenté dans cette thèse est dans un contexte environnemental et économique majeur qui est l'aménagement du territoire pour les besoins des personnes et le déplacement des marchandises. La thèse est divisée en trois grandes parties. Premièrement, une étude de caractérisation du terrain faite par analyse statistique des données recueillies du réseau de bus (type d'abonnement, arrêt de bus, temps de voyage ...), et du réseau mobile (appels entrants et sortants, handover entrants et sortant ...). Les résultats de cette étude donnent tous les éléments nécessaires pour construire un environnement de simulation. Deuxièmement un modèle de mobilité et un modèle d'écoulement de flux sont développés dans ce travail, visant à la fois la simulation du déplacement des personnes et des flux de populations sur une carte sur une période de temps prédéfinie. Ces modèles sont validés par des tests, dans la troisième partie qui porte sur les applications (simulation du déplacement des individus dans une étude de contrôle de puissance dans les réseaux UMTS) et les comparaisons (comparaison entre le modèle de mobilité avec d'autres modèles de mobilité de la littérature).

Ali YAHYAOU

N° 197

Directeurs de thèse : Hamid GUALOUS/Mohamed LAMRINI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 30 novembre 2010

Lieux d'inscription : UTBM/UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH DE FES

Spécialité : Génie Electrique

"Conception et développement d'une architecture à base de système multi-agents. Application : gestion intelligente de l'énergie dans un véhicule électrique"

Aujourd'hui, parmi les axes de recherche et de développement qui ont pris une grande importance dans le domaine de transport, on trouve les véhicules hybrides et la gestion d'énergie à bord de ces engins. Généralement, les véhicules hybrides sont constitués de différents composants: les sources et les stockeurs d'énergie, les convertisseurs, la(les) motorisation(s) et la commande de ces composants. L'objectif de cette thèse est de contribuer au développement des outils de gestion de l'énergie et de prise de décisions collaborative dans les véhicules hybrides, en particulier les véhicules électriques hybrides.

Nous avons travaillé sur un véhicule électrique hybride. La configuration de ce véhicule comporte une pile à combustible comme source principale d'énergie, et un pack de supercondensateurs comme source auxiliaire pour répondre aux demandes de fortes puissances pendant les régimes transitoires. Ces éléments sont montés en parallèle et liés au bus continu à l'aide de convertisseurs statiques DC/DC.

Nous présentons dans ce mémoire une structure multi-agents permettant la gestion intelligente de l'énergie à bord de ce véhicule. L'application développée vise à partager, d'une manière intelligente et instantanée, la demande de la puissance électrique entre une pile à combustible de type PEM (Proton Exchange Membrane) et un module de supercondensateurs. Elle permet d'optimiser la consommation d'énergie de la source principale, en gérant les cycles charge/décharge des supercondensateurs, tout en répondant adéquatement aux demandes de puissance de la chaîne de traction. Les résultats obtenus par simulation de cette application, selon un cycle de fonctionnement normalisé, montrent que l'approche multi-agents peut remédier à certains problèmes liés à la gestion centralisée de l'énergie hybride.

Salim LAMRI

N° 198

Directeur de thèse : Cécile LANGLADE

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 02 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Mécanismes d'endommagement des dépôts minces sous impact répété "

Les techniques d'élaboration de dépôts par voie sèche, plus respectueuses de l'environnement que la plupart des techniques généralement utilisées dans l'industrie, sont actuellement en plein essor. Les techniques de dépôt physique (PVD) en phase vapeur sont aujourd'hui utilisées dans un très grand nombre de domaines industriels, plus particulièrement pour l'amélioration des performances mécaniques et tribologiques des pièces en service soumises à des sollicitations cycliques. Les méthodes de caractérisation mécanique usuelles telles que le scratch test, les essais de frottement pion/plan et la micro/nanoindentation, sont souvent mal adaptées pour prédire à elles seules la durée de vie et les mécanismes d'endommagement en service des dépôts. Afin d'identifier ces mécanismes d'endommagement, un dispositif d'essai d'impacts a été instrumenté, étalonné pour contrôler parfaitement les paramètres d'essai. Ensuite des essais d'impacts répétés à courte ou longue durée ont été réalisés. Lors de ces campagnes d'essais un mécanisme de rupture par flambement et cloquage a été observé et confirmé.

Dans le but mieux comprendre les conditions de formation des cloques observées et de pouvoir contrôler leur apparition, une étude expérimentale de l'influence des paramètres du dépôt, du substrat et des conditions de l'impact a été menée. Un modèle numérique par éléments finis de la sollicitation d'impact a également été réalisé et les résultats issus de la simulation ont ensuite été comparés aux résultats expérimentaux obtenus. L'étude a finalement mis en évidence l'existence d'une épaisseur critique de film sur le cloquage, d'une relaxation de contrainte liée au flambement et le rôle important de la microstructure du substrat dans l'amorçage des cloques.

Luis TOUSSAINT

N° 199

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : M3M

Soutenance : 02 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Modèles et méthodes pour une conception hautement productive orientée vers la fabrication : application à l'ingénierie routinière de pièces plastiques"

Les stratégies de Recherche et Développement (R&D) au sein des entreprises s'orientent aujourd'hui vers l'amélioration de la productivité du processus de développement des produits mécaniques. L'implication des différents acteurs métiers, dans toutes les phases de développement, devient critique pour maintenir les facteurs de compétitivité. Ce constat est en cohérence avec la récente stratégie de gestion du cycle de vie des produits (PLM), qui propose une gestion intégrée de l'ensemble des informations et des processus liés au produit, sur la totalité de son cycle de vie, dans un contexte d'entreprise étendue. Des approches, qualifiées d'« ingénierie intégrée » et « concourante », ont émergées au carrefour des approches de conception routinière et conception innovante. Ceci a permis l'intégration des contraintes des métiers situés en aval, au plus tôt dans les processus de développement. Ce travail de thèse s'inscrit dans les domaines de la conception intégrée et de la gestion des informations techniques, plus particulièrement centrée sur le couple des informations produit-process. Celui-ci consiste à la mise en place d'une méthodologie baptisée Fabrication Based On Knowledge (FaBK) visant à aider le développement des produits, à l'aide des applications de Knowledge Based Engineering (KBE) dans une démarche de conception orientée pour la fabrication (DFM). Nous avons réalisé des expérimentations au sein d'une entreprise du secteur automobile, afin de valider notre proposition de méthodologie sur des produits tels que des conduits d'air d'un véhicule, et des procédés de fabrication tels que la soudure plastique.

Dimitri TORREGROSSA

N° 200

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : SeT

Soutenance : 03 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Contribution à la modélisation et la compensation active et passive des phénomènes vibratoires et acoustiques dans une machine à aimants permanents"

Cette thèse de doctorat a pour thème la modélisation et la compensation des vibrations électromagnétiques dans les machines synchrones à aimants permanents (MSAP).

Les MSPA sont devenues ces dernières années de plus en plus importantes. Leur structure compacte, le rendement élevé et les ondulations de couples réduites sont les atouts les plus importants. Ces machines sont utilisées dans plusieurs lieux : maison, bureau et école. Il est de ce fait très important de pouvoir réduire les nuisances sonores et les vibrations.

Une analyse complète et précise des sources des vibrations et de nuisances sonores dans les MSAP de taille petite et moyenne a été décrite. La procédure proposée pour l'acquisition de signaux nous permet de mesurer plusieurs grandeurs physiques en même temps : vitesse de vibration, pression acoustique, intensité acoustique, courant et couple électromagnétique. Cette procédure pour mesurer et analyser les vibrations et les nuisances sonores peut être employée avec des autres machines électriques tournantes. Des modèles éléments finis classiques électromagnétique et structural ont été proposés et validés par des résultats expérimentaux. L'importance de prendre en compte un modèle structural tridimensionnel avec ses contraintes, ses éléments auxiliaires et un coefficient d'amortissement modal a été soulignée. L'approximation sphérique ponctuelle pour des calculs acoustiques a été confirmée par plusieurs résultats numériques.

Pour la MSAP de taille moyenne une nouvelle méthode de compensation passive des vibrations a été proposée et validée avec des résultats expérimentaux. Cette technique étudie les effets de modifications géométriques sur les fréquences propres afin de s'éloigner le plus possible des fréquences des harmoniques des forces. Un prototype avec un stator à encoches inclinées a été conçu et une réduction de 10 dB sur les vibrations et sur les nuisances sonores a été mesurée.

Puis la nouvelle méthode de la reconstruction du champ magnétique a été employée pour le calcul électromagnétique dans la MSAP de petite taille. Grâce au même principe, le théorème de la convolution, une nouvelle méthode pour calculer précisément et très rapidement les vibrations dans le point d'intérêt a été développée. Cette méthode, nommée Réponse Mécanique Impulsionnelle permet d'obtenir quasiment les mêmes résultats numériques d'un modèle éléments finis classique mais avec un temps de calcul 400 fois plus réduit. Grâce à ces deux méthodes, une compensation active fondée sur le choix optimal de la fréquence de découpage de l'onduleur de l'actionneur en examen a été simulée. La réduction des vibrations dans la valeur crête à crête est égale à 35%.

Puis, pour la machine de petite taille nous avons également évalué ces performances acoustiques en cas d'excentricité et de démagnétisation. Les résultats numériques montrent que les émissions sonores peuvent augmenter considérablement en cas de défauts.

Finalement toute la procédure numérique que nous avons développée pourra être employée pour l'analyse vibratoire et acoustique des autres machines électriques tournantes.

Damien PAIRE

N° 201

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : SeT

Soutenance : 06 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Dimensionnement et gestion d'énergie de systèmes d'entraînement électriques hybrides : application à un ascenseur avec récupération d'énergie"

Compte-tenu des défis énergétiques actuels, les systèmes électriques hybrides présentent un atout intéressant en vue d'une meilleure maîtrise de l'énergie, en particulier lors de l'usage de sources d'énergies renouvelables. Ces systèmes permettent de diversifier les sources afin de tirer partie de chacune d'entre elles en respectant leurs propres caractéristiques. Bien entendu, une stratégie de contrôle appropriée doit être adoptée afin de gérer le processus complet. De plus, pour des systèmes d'entraînement, il est possible de récupérer de l'énergie, durant certaines phases de fonctionnement, au lieu de la dissiper sous forme de chaleur. La présente étude a été appliquée à un système ascenseur alimenté par plusieurs sources. La première partie de ce mémoire expose les problèmes énergétiques pour ensuite se focaliser sur les économies réalisables sur les ascenseurs européens. La structure générale de systèmes électriques hybrides est introduite avec des exemples d'applications. Ensuite, le dimensionnement du système a été mené afin de respecter le cahier des charges d'ascenseurs en termes de performances et nous avons ajouté diverses sources d'énergie ainsi que la possibilité d'effectuer des phases de récupération. Une modélisation de l'ensemble a permis de mettre au point une stratégie de contrôle pour ce système hybride. Les résultats de simulations encourageants ont permis de passer aux essais expérimentaux.

Une plateforme expérimentale a été construite afin de valider la stratégie de commande sur un système réel. Le contrôle s'effectue à l'aide de l'outil de prototypage rapide dSPACE, rendant ainsi la modification de stratégie aisée. Cette plateforme constitue ainsi un outil complet pour la commande de systèmes électriques hybrides en vue de la gestion d'énergie.

Jérémie M'BOUA

N° 202

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire :SeT

Soutenance : 07 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Contribution à la modélisation et au contrôle de compresseurs – Application à la gestion de l'air dans les systèmes piles à combustible de type PEM"

La pile à combustible se présente comme l'une des sources sûres du temps post pétrole; cependant elle a du mal à s'imposer du fait de la non-maîtrise de nombreux aspects, notamment du système auxiliaire tel que le groupe moto-compresseur assurant l'alimentation en air de la pile, et qui consomme près de 20 % de son énergie. Une meilleure maîtrise du système groupe moto-compresseur permettra d'accroître le rendement énergétique.

La thèse présentée a été menée dans la continuité du projet du laboratoire SET de l'UTBM de mise en place d'une plate-forme *Hardware-in-The-Loop (HIL)* de conception de moto-compresseurs pour l'alimentation en air de pile à combustible PEMFC dédiée aux véhicules.

La thèse a donc porté sur la modélisation d'un compresseur volumétrique de type Roots tri-lobes et du développement d'un modèle et du contrôle d'un système assurant l'alimentation en air d'une pile à combustible.

Dans la première phase du travail des études ont été menées sur les différentes technologies de compresseurs (turbocompresseurs, compresseurs volumétriques) afin de voir leurs possibles intégrations dans un système d'alimentation en air d'une pile à combustible. Ces études ont montré que même si le compresseur centrifuge et le compresseur scroll semblent être plus adaptés, le compresseur Roots-tri-lobes reste un candidat potentiel du fait de ces nombreux avantages : efficacité volumétrique, rendement, compacité, peu d'émission sonore, etc.

La seconde phase a porté sur le développement d'un modèle du compresseur Roots tri-lobes basé sur la détermination analytique des volumes de contrôle et de toutes les sections de fuite en fonction de l'angle de rotation avec un minimum d'hypothèses simplificatrices. Un modèle thermodynamique a été associé au modèle géométrique afin de déterminer les autres grandeurs tels que la pression (P), la température (T) et les débits massiques (q). Le modèle a été implémenté en *VHDL-AMS* pour la simulation.

La troisième phase a permis de valider le modèle, en mettant en place un banc d'essais dimensionné, automatisé, équipé de capteurs et un système d'acquisition et de commande *dSPACE*. Les résultats simulés comparés à l'expérimentation ont montré des résultats très satisfaisants.

La dernière phase de ces travaux a consisté à la modélisation d'un système d'alimentation en air à partir d'éléments constitutifs de base c'est-à-dire : le compresseur Roots tri-lobes, le collecteur, et une vanne. Le modèle ainsi conçu a été validé à partir du même banc d'essais, mais cette fois avec l'ajout d'une vanne papillon pour le contrôle de la pression. Deux dispositifs de contrôle à savoir : proportionnel intégral et la logique floue ont été proposés pour le contrôle du système. L'implémentation des contrôleurs sur le banc d'essais a validé les travaux de modélisation et de simulation.

Dandan FANG

N° 203

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 08 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Diagnostic et adaptation des trajectoires du robot pour la projection thermique "

Robots manipulateurs sont couramment utilisés pour la projection thermique, qui peuvent être programmés de deux façons : par apprentissage et par la programmation hors-ligne. La programmation par apprentissage ne peut pas garantir la qualité de revêtements, en particulier pour les pièces de forme complexe. La technologie de la programmation hors-ligne est une bonne solution, en utilisant le fichier CAO de la pièce à revêtir.

Le but de cette étude est de développer une trousse à outil - Thermal Spray Toolkit (TST) sous RobotStudio™ 5 (ABB), un logiciel de programmation hors-ligne, pour générer la trajectoire adaptée à l'application de projection thermique en fonction de la forme de la pièce et des paramètres cinématiques tels que la distance de projection, l'orientation normal à la surface, le débordement, le pas de balayage etc. Cela résout les difficultés de génération de la trajectoire adaptée à la projection thermique sur la pièce complexe sous RobotStudio™.

En outre, deux méthodes d'optimisation de la trajectoire sont proposées pour maintenir la vitesse du CDO après les analyses. Les simulations et les essais ont prouvé que ces deux méthodes d'optimisation peuvent améliorer efficacement la stabilité de la vitesse du CDO ainsi que la qualité du revêtement.

A la fin, l'axe externe rotatif a été appliqué en projection thermique et la programmation d'axe externe automatique a été intégrée également dans le TST. Les trajectoires verticales/parallèles ont été générées et analysées sur une pièce qui nécessite de l'utilisation d'un axe externe. Les simulations et les essais ont été réalisés pour ces différents programmes, ils ont montré que la trajectoire verticale a donné de meilleurs résultats que la trajectoire parallèle.

Mohammad DIB

N° 204

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : 08 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"*Tabu-NG* : hybridation de programmation par contraintes et recherche locale pour la résolution de CSP"

Un très grand nombre de problèmes combinatoires appartient à la famille des problèmes de satisfaction de contraintes (*Constraint Satisfaction Problem* ou CSP) : configuration, ordonnancement, affectation de ressources... Ces problèmes partagent une description commune qui autorise en général une modélisation claire et intuitive. Dans cette thèse, nous avons proposé et étudié une nouvelle méthode de résolution hybride pour les CSPs. Nous avons nommé cette méthode *Tabu-NG* pour *Tabu Search based on NoGood*. Le nom est un peu réducteur car il s'agit d'une hybridation d'algorithme de filtrage, de propagation de contraintes, de Recherche Tabou et de gestion de *nogoods*. La méthode a été appliquée sur deux types de problèmes. Le premier est l'affectation des fréquences (FAP) dans les réseaux de radiocommunications militaires, en particulier les problèmes proposés de 1993 (instances du projet européen CALMA) jusqu'à 2010 (instances d'un projet DGA). Le deuxième est le problème académique de *k*-coloration de graphes sur les instances DIMACS. La méthode a amélioré quelques meilleurs scores connus actuellement. Dans les deux problèmes nous avons traité des contraintes unaires et binaires, ainsi que des contraintes *n*-aires et de l'optimisation de fonction sous contraintes pour le FAP. Les principes de *Tabu-NG* sont généraux et elle peut s'appliquer sur d'autres CSP. Elle peut par ailleurs accueillir des heuristiques spécifiques aux problèmes, nous l'avons pratiqué sur les problèmes cités, et en ce sens nous pensons pouvoir qualifier la méthode de métaheuristique sans abuser de cette définition.

Estelle FREY

N° 205

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : M3M

Soutenance : 09 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Contribution à une méthode de chaînage numérique de données pour la gestion des modifications lors de la conception de produit multi-métiers "

La méthode CNDC (Chaînage Numérique des Données de Conception) est une méthode proposant le chaînage des données de conception, depuis l'étape de définition du Cahier des Charges Fonctionnel jusqu'à la modélisation du produit. Elle est applicable à des produits mécatroniques simples, constitués d'une partie mécanique interfacée à une partie électronique. Elle se base sur des modèles de nomenclatures nommés BOMs (Bill Of Materials), reliées entre elles via des modèles de matrices.

La première phase du travail de recherche, présenté dans ce manuscrit, est relativement théorique. Elle présente les méthodes, modèles et outils sur lesquels nous nous appuyons pour développer la méthode CNDC. Elle présente ensuite des expérimentations qui ont été menées pour soulever tous les verrous empêchant le chaînage conceptuel des données. Elle est finalement appliquée, dans sa totalité, à un exemple concret.

La seconde phase du travail de recherche est quant à elle plus pratique. Elle aborde les modes de fonctionnement des entreprises en se basant sur des observations terrain. Cela permet de définir tous les cas d'utilisations potentiels de la méthode CNDC qui sont à prendre en compte. De la même façon, cela permet de relever les différents cas d'intégration de l'outil support de la méthode proposée dans les systèmes d'information déjà existants chez divers industriels. A partir de ces cas d'utilisation et des scénarii d'utilisations de la méthode CNDC qui en découlent, nous spécifions et développons l'outil de chaînage des données : TDC System V2.

La validation de notre méthode se fait dans la dernière phase du manuscrit, en justifiant comment le chaînage des données via la méthode proposée permet de mener des études d'impact notamment. On observe alors qu'elle est une aide pour le concepteur et qu'elle assiste le chef de projet de la conception d'un produit. Cette dernière phase de notre travail soulève un certain nombre de perspectives, notamment à court termes, sur l'outil de chaînage, dans le but d'aboutir à un réel chaînage numérique des données de conception.

Jean-Noël MARTIN

N° 206

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : SeT

Soutenance : 09 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"NFL et tentative de recherche de solution structurante en coloration"

Nous présentons d'abord les théorèmes du No Free Lunch en nous basant sur le papier de D.H. Wolpert et W.G. Macready (version IEEE 1997) mais aussi les multiples réactions que ces résultats ont provoquées dans la communauté de l'optimisation.

Convaincus dès lors de l'intérêt d'une approche globale des problèmes et de la nécessité de la recherche de propriétés générales - et spécialement des invariances par symétries -, nous tentons ensuite de mettre en oeuvre cette méthode dans le cadre de la coloration de graphes simples et non orientés. Ce champ est retenu en raison de son intérêt propre, mais aussi pour son caractère de modèle fécond dans de multiples problèmes d'optimisation.

Nous faisons émerger la notion de décomposition d'un graphe en cliques maximales et celle de suites constructives qui permettent de reconstruire un graphe à partir de ses composants élémentaires (primary cliques), véritables équivalents des nombres premiers pour les entiers naturels.

Nous produisons un algorithme principal et en étudions deux cas singuliers; ensemble ils fournissent une partition de l'ensemble des colorations valides du graphe étudié. Par suite nous retrouvons le polynôme chromatique de manière formelle, indépendamment du nombre de couleurs disponibles. Nous établissons une correspondance de Galois entre colorations valides et sous-graphes engendrés par des familles emboîtées de cliques maximales pourvu qu'elles soient des décompositions complètes de sous-graphes croissants du graphe total.

Fei GAO

N° 207

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Abdallah EL MOUDNI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 09 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Modélisation multiphysique de piles à combustible à membrane échangeuse de protons - Application à la réalisation d'un émulateur temps-réel"

La pile à combustible échangeuse de protons est vue comme un candidat probable comme solution de stockage et de conversion d'énergie dans le futur mix énergétique. Elle permet, en effet, de convertir directement l'énergie chimique stockée dans combustible (hydrogène) en énergie électrique sans passer par différentes étapes intermédiaires. Aujourd'hui, la pile à combustible à membrane échangeuse de protons est toujours dans une phase de recherche et développement.

Les travaux présentés dans cette thèse ont montré les objectifs de la modélisation des piles à combustible à membrane échangeuse de protons. Ce modèle a permis la réalisation d'un émulateur temps réel de piles à combustible.

À partir d'une structure modulaire, un modèle 1-D, dynamique, multiphysique d'une pile à combustible à membrane échangeuse de protons a été développé. Ce modèle permet de simuler les différents phénomènes physiques présents dans une pile à combustible, en particulier :

- Les pertes d'activation et ohmiques ;
- La diffusion des gaz dans les canaux et les couches de diffusion ;
- Les flux d'eau à travers la membrane induits par les phénomènes d'électro-osmose et de rétrodiffusion ;
- La conduction de chaleur, la convection forcée, la convection naturelle, la radiation ;
- L'effet de la distribution spatiale des grandeurs physiques des différentes cellules d'un *stack*

Le modèle a été ensuite validé sur une pile à combustible commerciale de 47 cellules et d'une puissance de 1,2 kW (*stack Nexa*). Les effets de la distribution spatiale des grandeurs physiques telles que les températures et les tensions ont été mesurées et sont correctement reproduites par le modèle développé.

Une analyse des constantes de temps a été réalisée et discutée par la suite, en considérant les phénomènes dynamiques suivants :

- La dynamique de la tension due à la capacité de double couche des cellules individuelles ;
- La dynamique de la pression du gaz due au volume des canaux ;
- La dynamique du flux d'eau à travers la membrane ;
- La dynamique de la température due aux différents phénomènes thermiques.

À partir des équations physiques développées dans le modèle, les formes explicites de ces constantes de temps ont été données en se basant sur les propriétés des matériaux et la géométrie des composants de la pile.

Afin d'optimiser la simulation en temps réel d'un modèle complet de la pile, une méthode de réduction spatiale du modèle a également été proposée.

En se basant sur le modèle développé, un émulateur temps réel de piles à combustible a été réalisé. Cette réalisation représente l'objectif final de cette thèse. Une alimentation programmable de 6 kW constitue la partie matérielle de l'émulateur permettant d'émuler la partie électrique du *stack*. La conception de l'émulateur respecte une structure modulaire, trois modules peuvent être distingués :

- Le module de calcul temps réel ;
- Le module d'émulation électrique ;
- Le module de supervision.

Afin d'assurer une simulation en temps réel, un processeur temps réel de 2,8 GHz est utilisé pour exécuter le modèle. L'interface de supervision de l'émulateur est constituée d'un écran tactile et d'une interface Labview.

Les résultats de l'émulateur ont été validés expérimentalement. Ces résultats démontrent que l'émulateur réalisé est capable d'émuler le comportement d'une pile à combustible connectée à une charge électrique réelle.

En utilisant cet émulateur, les différents composants d'un système qui intègre une pile peuvent être testés et validés avant leur intégration dans le système réel sans les risques liés à l'utilisation d'une pile à combustible réelle. Le modèle physique implémenté dans l'émulateur permet également d'aider à la conception et au dimensionnement d'une pile à combustible avant sa fabrication.

Fu SUN

N° 208

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 10 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Caractérisation de revêtements de silicate de lanthane de structure apatite dopé par magnésium réalisé par projection plasma pour leur utilisation de l'électrolyte de IT-SOFC"

La pile à combustible à oxyde solide qui permet de transformer l'énergie chimique en énergie électrique, est développée comme l'une des solutions pour résoudre la crise énergétique grâce à leur rendement global élevé et leur fonctionnement sans aucun rejet dans l'environnement. Ces dernières années, des apatites dont la formule est $\text{La}_{9,33+x}(\text{SiO}_4)_6\text{O}_{2+3x/2}$ ont été développées en tant qu'électrolyte pour la pile de type SOFC à la température intermédiaire. Il est possible d'améliorer les propriétés électriques des apatites par le dopage en site de Si^{4+} . Parmi ces matériaux, $\text{La}_{10}\text{Si}_{5,8}\text{Mg}_{0,2}\text{O}_{26,8}$ représente la bonne propriété électrique.

Les objectifs de cette étude sont de s'étudier les processus de la synthèse de $\text{La}_{10}\text{Si}_{5,8}\text{Mg}_{0,2}\text{O}_{26,8}$ et de la préparation de l'électrolyte par projection plasma avec ce nouveau matériau et d'étudier les procédés pour préparer des cellules complètes de pile combustible de type SOFC avec cet électrolyte. Le matériau $\text{La}_{10}\text{Si}_{5,8}\text{Mg}_{0,2}\text{O}_{26,8}$ a été synthétisé à partir des poudres d'oxydes (La_2O_3 , SiO_2 et MgO) par la voie solide et a été utilisé ensuite en tant que précurseur pour la projection thermique. Les paramètres de frittage ont été optimisés et une gamme de procédures a été établie pour élaborer ce matériau. La réalisation du dépôt par projection plasma (APS, LPPS et VLPPS) a été étudiée, afin d'optimiser les procédés pour élaborer l'électrolyte $\text{La}_{10}\text{Si}_{5,8}\text{Mg}_{0,2}\text{O}_{26,8}$ de la pile de type SOFC. La recristallisation de dépôt après la projection a été étudiée et un processus de traitement thermique est proposé pour obtenir les dépôts cristallisés et denses. Des cellules complètes de structure planaire avec l'électrolyte $\text{La}_{10}\text{Si}_{5,8}\text{Mg}_{0,2}\text{O}_{26,8}$ supporté par le cermet de $\text{Ni}/\text{Al}_2\text{O}_3$ ont été élaborées par projection thermique. Les performances électriques des cellules ont été mesurées à température de 600°C à 900°C.

Ahmad ODAYMET

N° 209

Directeur de thèse : Hasna GUALOUS

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 14 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Energétique

"Etude de la condensation en microcanaux : structures des écoulements et transferts thermique locaux"

L'utilisation des micro-canaux a l'avantage de contribuer à une augmentation significative de la compacité des échangeurs de chaleur et à une amélioration des performances énergétiques des systèmes. L'étude des régimes d'écoulements diphasiques et des transferts thermiques locaux représentent un véritable verrou scientifique vu son effet sur la durée de vie et les performances énergétiques des systèmes énergétiques tels que les piles à combustible et les refroidisseurs miniatures. Malheureusement, l'aspect hydrodynamique de l'écoulement et du transfert thermique (mesure des densités de flux thermique et des coefficients d'échange thermique locaux) dans un seul micro-canal demeure toujours mal connu.

Dans le cadre de ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés à étudier les différents phénomènes se produisant lors de la condensation dans un seul micro-canal en repérant les différentes instabilités hydrodynamiques et en analysant les différents mécanismes physiques influençant les coefficients d'échange thermique. A cette fin, nous avons développé un banc d'essais pour tester la condensation en micro-canaux et dans lequel le micro-canal est instrumenté par des micro-thermocouples de 20 μm de diamètre.

Cet aspect micro-instrumentation représente une véritable originalité de ce travail de thèse car il permet de mesurer les températures de surface locales tout au long du micro-canal. Une camera rapide est utilisée pour la visualisation des structures des écoulements se produisant en condensation dans le micro-canal. Une procédure de traitement d'images est développée pour caractériser les différents paramètres de l'écoulement diphasique dans le micro-canal, à savoir : taille des bulles, parcours des bulles, forme du ménisque, vitesse et fréquence des bulles, etc. L'influence de ces paramètres sur les structures des écoulements et sur l'intensification des transferts est étudiée. On montre que la présence des écoulements instationnaires et cycliques qui changent de structure durant chaque période. La variation de la température pour chaque période est reliée à la structure de l'écoulement en condensation dans le micro-canal. On a aussi identifié des écoulements développés de différentes structures.

Nous avons aussi mis en évidence que la densité du flux thermique local dépend non seulement du flux massique et du taux de condensation mais également de la structure de l'écoulement en condensation. Enfin, nos résultats donnent une démonstration sur l'influence de la micro-structuration de surface sur la structure d'écoulement lors de la condensation dans un micro-canal, et fournissent de nouvelles méthodes pour l'amélioration de l'intensification thermique.

Nannan ZHANG

N° 210

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 15 décembre 2010

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Diagnostics d'un jet plasma d'arc soufflé sous très faible pression"

De tous temps, les techniques PVD (Physical Vapor Deposition) et projection (Plasma Spraying) ont été considérées comme très différentes l'une de l'autre : la technique PVD s'exerce sous très basses pressions (de l'ordre de 10^{-1} mbar) avec des vitesses de dépôt très faibles (qq. μm par heure) et permet d'obtenir des dépôts (qq. μm) très minces et en principe très réguliers alors que la technique de projection thermique s'exerce à pression atmosphérique ou sous vide partiel (qq. dizaines de mbars) avec des vitesses de dépôt importantes (qq. centaines μm par minute) et permet d'obtenir des dépôts épais (qq. centaines de μm) avec cependant des rugosités importantes.

Il s'agissait durant ce travail de thèse de contribuer au développement d'un nouveau procédé de projection thermique fonctionnant sous basse pression afin d'obtenir des dépôts issus de condensation de vapeurs ou des dépôts mixtes vapeurs-particules. L'idée est de mettre en évidence l'incidence de certains paramètres opératoires sur les propriétés du jet et d'utiliser ensuite ces résultats pour définir les conditions les meilleures pour la réalisation des dépôts. Deux méthodes de diagnostic ont été retenues pour cette étude : la spectroscopie d'émission et la sonde enthalpique. L'enceinte de projection sous vide a donc été instrumentée d'un spectromètre d'émission (Triax 190, Jobin Yvon) et d'un logiciel d'identifications des raies spectrales acquis. Parallèlement, une modification de la sonde enthalpique (ENT-PLC, Tekna) a été effectuée de manière à permettre des mesures de flux sous basses pressions. Les essais de projection ont été réalisés avec deux torches commerciales de faible puissance développées et couramment employées au laboratoire pour la projection VPS (Vacuum Plasma Spraying).

Différents paramètres expérimentaux ont été testés à savoir des paramètres de fonctionnement de la torche plasma (Intensité de courant et Débit de gaz hydrogène) et des paramètres environnementaux (Pression dans l'enceinte de projection et distance de détection). Enfin, ces différentes projections ont été couplées à des réalisations de dépôts métalliques dans un premier temps et céramiques dans un deuxième temps. Il a été montré que, sous certaines conditions de projection, les dépôts présentent des microstructures fines comparables à celles qui existent dans les dépôts PVD.

Mots clés : projection plasma sous très faible pression, diagnostic, spectroscopie d'émission, sonde enthalpique, dépôt

Latévi Atatoé PLACCA
Directeur de thèse : Willy CHARON
Laboratoire : M3M
Soutenance : 17 décembre 2010
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Mécanique

N° 211

"Impact des incertitudes sur le fonctionnement des piles à combustible par une approche fiabiliste"

Ce travail a été réalisé dans le cadre de FCLAB, institut national de recherche sur les systèmes piles à combustible, avec pour objectif de proposer une modélisation des incertitudes au niveau des paramètres opérationnels et aussi au niveau des composants de la cellule de pile à combustible (PAC). Cinq parties ont été développées dans ce travail de recherche :

La 1^{ère} partie présente l'état de l'art des PACs, les paramètres opératoires, les composants ainsi que les incertitudes associées à prendre en compte pour une cellule à membrane échangeuse de protons (type PEMFC). Le système PAC est présenté : principe de fonctionnement, applications, types, composants. La structure, le fonctionnement, et les modes de dégradations de ces derniers sont ensuite détaillés.

La 2^{ème} partie propose une classification des incertitudes pour la cellule de PEMFC. Puis, elle introduit les phénomènes physiques aléatoires rencontrés dans la cellule de PAC. Ces phénomènes physiques sont à l'origine des incertitudes sur les paramètres opératoires de la cellule de PAC. Des moyens pour disposer de résultats expérimentaux réels ou numériques sont retenus : simulations Monte Carlo. Pour implémenter ces moyens, il faut disposer de modèles de cellule adaptés ou de résultats expérimentaux.

La 3^{ème} partie a pour objectif d'identifier les modèles adaptés à notre étude en se basant sur la classification des différentes modélisations de la cellule de PAC. Pour ce travail, trois modèles allant du plus simple au plus complet ont été identifiés : un modèle 0D statique (modèle 1), qui a été complété en intégrant une dégradation de la surface active (modèle 2) et enfin un modèle 1D dynamique (modèle 3). Ces modélisations sont validées avec des courbes de polarisation issues de résultats expérimentaux. Deux méthodes statistiques (analyse en composantes principales, régression multilinéaire) sont utilisées pour cette validation.

La 4^{ème} partie présente les résultats de l'application des méthodes retenues dans la 2^{ème} partie (simulations Monte Carlo) sur les trois modèles de cellule identifiés dans la 3^{ème} partie. Les résultats obtenus sont comparés avec des données expérimentales de courbes de polarisation.

La 5^{ème} partie décrit plus précisément les connaissances sur les processus de dégradations d'une cellule en les modélisant par un arbre de défaillances. Cette démarche permet de disposer d'une estimation globale des taux de dégradations sur une cellule de pile.

Alexandre MORILHAT
Directeur de thèse : Alain BILLARD
Laboratoire : LERMPS
Soutenance : 11 janvier 2011
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Matériaux

N° 212

" Synthèse de couches minces résistives par pulvérisation cathodique magnétron pour l'élaboration de résistances étalons calculables en courant alternatif "

L'élaboration de résistances calculables basées sur des dépôts de couches métalliques ultra minces s'inscrit dans un objectif général d'amélioration des connaissances des constantes fondamentales de structure fine α , de Von Klitzing R_K , et Josephson K_J qui constitueront probablement la future base de définition des unités électriques dans le système International.

Les Instituts Nationaux de Métrologie à travers le monde utilisent des résistances calculables (dites de Haddad) sous la forme d'un fil résistif placé dans l'axe d'un conducteur coaxial. Cette configuration permet de simplifier le calcul analytique de la variation de la résistance en fonction de la fréquence avec un objectif principal qui est celui de minimiser cette variation autant que possible. Le fil métallique est généralement de l'évanohm ($Ni_{75}Cr_{20}Al_{2.5}Cu_{2.5}$) recuit qui possède un coefficient de température très faible à l'ambiante.

Le Laboratoire National de Métrologie et d'Essais a développé un nouveau design d'étalon de résistance en alternatif, compact et robuste, basé sur le dépôt d'un film métallique ultra mince. La structure est composée de 2 conducteurs concentriques : l'élément résistif central est un bâtonnet cylindrique de céramique de 45 mm de longueur, recouvert d'un film à base de NiCr (ou d'évanohm) dont l'épaisseur est de quelques nanomètres, ce qui permet de négliger l'effet de peau. Contrairement aux étalons à fil, l'utilisation d'une grande surface d'échange entre le film mince et la céramique qui possède un très bon coefficient de conductivité thermique, permet une dissipation plus importante de la chaleur et donc des coefficients de puissance plus faibles pour les résistances.

Les procédés PVD offrent l'avantage de pouvoir élaborer des films dont la composition, la structure, l'adhérence, l'épaisseur ou encore l'homogénéité sont contrôlables. Des revêtements ont donc été déposés sur substrats en céramique plans puis cylindriques, par pulvérisation cathodique magnétron. Les valeurs de résistance finales sont obtenues par mesures d'impédance de haute précision et reliées aux caractéristiques des films telles que l'épaisseur, l'homogénéité (en épaisseur et en composition) ou encore la structure cristalline. Ces caractéristiques sont obtenues par les techniques classiques telles que la microscopie électronique à balayage, la microscopie à force atomique, la spectrométrie à décharge luminescente ou encore la diffraction des rayons X. Une attention particulière est également attribuée aux effets de vieillissement et/ou d'oxydation sur la stabilité des valeurs de résistance.

Finalement, il s'agira de maîtriser les dépôts de couches ultra minces métalliques résistives sur des substrats cylindriques pour obtenir, compte tenu des très faibles épaisseurs des films, une homogénéité sur toute la longueur du bâtonnet et de très fortes résistivités par carré. Ce dernier enjeu est crucial puisque les résistances utilisées dans le pont de quadrature qui donne accès aux constantes R_K et α , ont des valeurs de 10 k Ω à 40 k Ω avec une contribution à l'incertitude totale sur R_K de $2 \cdot 10^{-8}$; l'utilisation de nouvelles résistances calculables à couches minces, avec les mêmes valeurs nominales, permettrait de s'affranchir des erreurs de rapport 10 habituellement utilisé pour leur étalonnage. Une amélioration des incertitudes dans la détermination de R_K est attendue avec des conséquences directes sur les choix futurs du Comité International des Poids et Mesures concernant une éventuelle redéfinition du système international d'unité.

Saoussen TRIA

N° 213

Directeur de thèse : Omar EL KEDIM

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 17 février 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Elaboration par mécanosynthèse et caractérisations d'alliages à mémoire de forme NiTi : Application microsystèmes "

Les alliages à mémoire de forme présentent la propriété singulière de pouvoir mémoriser une forme déterminée préalablement. Un alliage à mémoire de forme (AMF) pourra, après avoir subi une déformation à "froid" de quelque pourcents, récupérer une forme de référence "haute température" par un simple chauffage au dessus d'une température seuil.

Les travaux de recherches développés dans cette thèse concernent la réalisation de couches minces à partir de l'alliage NiTi mécanoélaboré (aux propriétés AMF) en vue de leur intégration dans des microsystèmes. Afin d'améliorer les propriétés de ces films minces de structure microcristalline, nous avons procédé de la manière suivante :

- synthèse d'une poudre nanocristalline par broyage mécanique;
- fabrication d'une cible par projection à froid (cold spray) qui permet de conserver la structure nanocristalline de la poudre broyée;
- réalisation d'une couche mince de NiTi en utilisant la pulvérisation cathodique à magnétron.

Nous avons mis en évidence que l'intermétallique B2-NiTi obtenu par broyage mécanique a été projeté pour la première fois avec succès par le procédé de projection à froid. L'étude structurale par diffraction des rayons X (DRX) d'une coupe transversale du revêtement n'a révélé aucune transformation de phase après la projection à froid.

Nous avons montré également qu'il est possible de déposer sous forme de couche mince l'intermétallique NiTi nanostructuré. Ce film mince d'épaisseur 447 nm a été déposé par pulvérisation cathodique à magnétron à partir de la cible élaborée par projection à froid.

Mots clés : AMF; intermétallique NiTi; mécanosynthèse; projection à froid; Pulvérisation cathodique magnétron; DRX; MET.

Abstract

The shape memory alloys (SMA) have unusual property to memorize a form determined previously. Shape memory alloys describe the effect of restoring the original shape of a plastically deformed sample by heating it.

The research work developed in this thesis relates to preparing a thin film of NiTi shape memory alloy in order to integrate into microsystems. In order to improve the properties of this thin film of microcristalline structure, we proceeded in the following way:

- synthesis of nanocrystalline powder by mechanical alloying.
- fabricate a NiTi target by cold spray which retains a nanocrystalline structure of the milled powder in the coating.
- realization of thin films using magnetron sputtering technique.

We highlighted that intermetallic B2-NiTi obtained by mechanical alloying was deposited successfully by the process of cold projection. The X-ray diffraction of the cross-section of the coating showed no phase transformation after cold spray. We also showed that it is possible to deposit the nanocrystalline NiTi intermetallic in the form of thin film. This film with a thickness of about 447 nm was deposited by magnetron sputtering technique from the NiTi target.

Boubakeur MECHERI

N° 214

Directeur de thèse : Hasna LOUAHLIA-GUALOUS

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 17 février 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Énergétique

"Refroidissement d'une armoire de Télécommunication avec une Boucle Diphasique Thermosiphon"

France Télécom possède des armoires de télécommunication dont la puissance est limitée à cause de la dissipation thermique des équipements actifs qui entraîne une augmentation de leur température interne. La puissance des équipements limite le nombre de clients qu'il est possible de connecter aux services des réseaux à hauts débits. En plus de cette contrainte, les armoires sont soumises à des effets liés au climat (ensoleillement) qui peuvent être sévères et difficiles à maîtriser. Ceci nécessite l'intégration de systèmes de refroidissement permettant de maintenir la température des composants en dessous de la limite imposée (55°C). C'est dans cet objectif que ce travail de thèse a été mené au sein du laboratoire FEMTO-ST en collaboration avec le service R&D de France Télécom à Lannion.

Le refroidissement par changement de phase est favorisé pour maintenir la température de fonctionnement du système stable et pour être utilisé dans les systèmes à haute densité de puissance. Les boucles diphasiques sont des systèmes de refroidissement pour le contrôle thermique et fonctionnent passivement sans pompage mécanique du fluide caloporteur.

Après une étude bibliographique sur les boucles de refroidissement diphasiques et leurs applications, on a constaté que les boucles thermosiphons sont particulièrement adaptées aux applications où le faible coût, l'efficacité énergétique et la fiabilité d'entretien sont souhaités. Cette étude a été conduite en suivant un cahier de charge proposé par France Télécom qui consiste à : (i) développer un modèle numérique permettant de modéliser les transferts échangés entre l'armoire de télécommunication et le milieu ambiant, (ii) mener une étude expérimentale en vue de concevoir une boucle thermosiphon pour le refroidissement d'armoires de télécommunication.

Le mémoire de cette thèse montre la limitation des systèmes de refroidissement classiques utilisant des écoulements d'air en convection forcée ou autre fluides sans changement de phase. Un modèle numérique est développé afin de permettre la prédiction des températures à l'entrée des boîtiers chauffants pour différentes conditions climatiques. Le choix est porté sur l'utilisation d'une modélisation par réseau nodal. La modélisation est effectuée en tridimensionnel et en régime transitoire. Nous avons également modélisé le rayonnement solaire auquel est soumise l'armoire de télécommunication. Le modèle développé a été validé en effectuant une comparaison entre les résultats issus de la modélisation et ceux obtenus à partir des expériences menées au laboratoire et à la plateforme CLIMA chez France Télécom. Les essais sont effectués en régime transitoire en imposant une puissance électrique et en faisant varier la température ambiante ou la densité de flux thermique solaire. L'ensemble des résultats obtenus ont permis de constituer une base de données.

Le deuxième objectif fixé dans le cadre de ce travail de thèse est la conception d'un système de refroidissement sous forme d'une boucle thermosiphon. La contrainte principale qui a guidée cette conception était le fait que la boucle doit refroidir l'armoire et assurer une température d'air à l'entrée des équipements inférieure à la limite imposée par la norme ETSI. Ceci nous a mené à concevoir un prototype de boucle thermosiphon dont la puissance thermique qu'il doit dissiper est imposée. On a montré que ce prototype permet de dissiper des puissances thermiques allant jusqu'à 470 W en utilisant une petite charge de n-pentane.

Nous avons effectué des essais sur le refroidissement du prototype d'armoire de télécommunication en utilisant la boucle thermosiphon légèrement modifiée. On montre que les performances thermiques obtenues en utilisant un mode de refroidissement en boucle thermosiphon sont meilleures. Les boucles thermosiphons semblent intéressantes pour un refroidissement passif de matériels déployés dans un réseau de télécommunication. En effet, le fait de pouvoir utiliser un système de conditionnement d'air autonome et ne nécessitant aucune énergie est à promouvoir dans un cadre de réduction de consommation énergétique global.

Tilda Roger KARKOUR, épouse AKIKI

N° 215

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : M3M

Soutenance : 03 mars 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

" Modélisation de la dégradation de la production de puissance d'une Pile à Combustible suite aux sollicitations mécaniques "

Ce travail a été réalisé dans le cadre du projet Systèmes Mécaniques Adaptatifs (SMA) du laboratoire mécatronique M3M de l'UTBM impliqué dans l'institut FCLAB de recherche sur les systèmes pile à combustible et du projet de l'équipe de recherche «Modélisation Multiphysique », en cours de constitution, du département Sciences et Technologies de l'USEK. Les PEMFC font l'objet de nombreuses recherches pour augmenter leurs performances et diminuer leur coût mais la plupart des études se concentrent sur leurs aspects physicochimiques.

Cette thèse par contre se propose de mettre en évidence l'influence, sur la production d'énergie, des sollicitations mécaniques statiques, dynamiques voire thermiques (serrages, vibrations, frottements, ...) comme phénomènes couplés relevant du domaine multiphysique (interactions fluide-structure, électrique ...). En premier, une analyse des différents paramètres de modèles dépendant des aspects mécaniques a été effectuée et les principaux paramètres à étudier dans le cadre de cette thèse ont été sélectionnés : porosité, perméabilité et coefficients de diffusion de la GDL, conductivité électrique du contact GDL/PB et volume des canaux après compression de la cellule. Ensuite, un modèle partiel de représentation mécanique de la GDL d'une PEMFC du côté cathode a été mis en oeuvre afin de déterminer la déformation de la GDL comprimée par une force répartie sur la PB. Sur la base des contraintes mécaniques calculées dans la GDL, les champs locaux de porosité, de perméabilité et de résistance électrique de contact GDL/PB sont obtenus. D'autre part, une modélisation 3D de type volumes finis pour l'étude de la pression du fluide à l'interface GDL/PB a été élaborée. L'analyse a permis de déterminer le champ local de pression d'oxygène sur l'interface GDL/PB du côté cathode. Les champs locaux de porosité et de perméabilité de la GDL, de résistance électrique de contact GDL/PB et de pression d'interface GDL/PB sont alors introduits dans le modèle multiphysique 2D d'une cellule de pile PEMFC. Une étude détaillée du comportement de la pile et de la modification de sa performance a pu être réalisée. Les résultats ont été présentés sous forme de courbes de polarisation et de densité de puissance. Finalement tous les résultats ont été rassemblés pour une analyse d'influence et de sensibilité afin d'identifier les paramètres qui auront le plus d'influence sur les variables simulées. Cette étude peut s'avérer un outil fort utile à la prise de décision concernant la géométrie de la dent des PB, la nature des PB, ...

Yingjie XU

N° 216

Directeurs de thèse : Mathieu DOMASZEWSKI/Weihong ZHANG

Laboratoire : M3M

Soutenance : 08 juillet 2011

Lieux d'inscription : UTBM/Northwestern Polytechnical University de Xi'an

Spécialité : Mécanique

" La prédiction des propriétés et l'optimisation de la microstructure du multi-phases et multi-couches composites C/SiC "

Les matériaux composites à matrice de carbure de silicium renforcée par des fibres de carbone (C/SiC) sont des composites à matrice céramique (CMC), très prometteurs pour des applications à haute température, comme le secteur aéronautique. Dans cette thèse, sont menées des études particulières concernant les propriétés de ces matériaux : prédiction des propriétés mécanique (élastiques), analyses thermiques (optimisation des contraintes thermiques), simulation de l'oxydation à haute température.

Une méthode basée sur l'énergie de déformation est proposée pour la prédiction des constantes élastiques et des coefficients de dilatation thermiques de matériaux composites orthotropes 3D. Dans cette méthode, les constantes élastiques et les coefficients de dilatation thermique sont obtenus en analysant la relation entre l'énergie de déformation de la microstructure et celle du modèle homogénéisé équivalent sous certaines conditions aux limites thermiques et élastiques. Différents types de matériaux composites sont testés pour valider le modèle.

Différentes configurations géométriques du volume élémentaire représentatif des composites C/SiC (2D tissés et 3D tressés) sont analysées en détail. Pour ce faire, la méthode énergétique a été couplée à une analyse éléments finis. Des modèles EF des composites C/SiC ont été développés et liés à cette méthode énergétique pour évaluer les constantes élastiques et les coefficients de dilatation thermique. Pour valider la modélisation proposée, les résultats numériques sont ensuite comparés à des résultats expérimentaux.

Pour poursuivre cette analyse, une nouvelle stratégie d'analyse « globale/locale » (multi-échelle) est développée pour la détermination détaillée des contraintes dans les structures composites 2D tissés C/SiC. Sur la base de l'analyse par éléments finis, la procédure effectue un passage de la structure composite homogénéisée (Echelle macro : modèle global) au modèle détaillé de la fibre (Echelle micro : modèle local). Ce passage entre les deux échelles est réalisé à partir des résultats de l'analyse globale et des conditions aux limites du modèle local. Les contraintes obtenues via cette approche sont ensuite comparées à celles obtenues à l'aide d'une analyse EF classique.

La prise des contraintes résiduelles thermiques (contraintes d'origine thermique dans les fibres et la matrice) joue un rôle majeure dans le comportement des composites à matrices céramiques. Leurs valeurs influencent fortement la contrainte de microfissuration de la matrice. Dans cette thèse, on cherche donc à minimiser cette contrainte résiduelle thermique (TRS) par une méthode d'optimisation de type métaheuristique: Particle Swarm Optimization (PSO), Optimisation par essaims particulaires.

Des modèles éléments finis du volume élémentaire représentatif de composites 1-D unidirectionnels C/SiC avec des interfaces multi-couches sont générés et une analyse par éléments finis est réalisée afin de déterminer les contraintes résiduelles thermiques. Un schéma d'optimisation couple l'algorithme PSO avec la MEF pour réduire les contraintes résiduelles thermiques dans les composites C/SiC en optimisant les épaisseurs des interfaces multi-couches.

Un modèle numérique est développé pour étudier le processus d'oxydation de microstructure et la dégradation des propriétés élastiques de composites 2-D tissés C/SiC oxydant à température intermédiaire ($T < 900^{\circ}\text{C}$). La microstructure du volume élémentaire représentatif de composite oxydé est modélisée sur la base de la cinétique d'oxydation. La méthode de l'énergie de déformation est ensuite appliquée au modèle éléments finis de la microstructure oxydé pour prédire les propriétés élastiques des composites. Les paramètres d'environnement, à savoir, la température et la pression sont étudiées pour voir leurs influences sur le comportement d'oxydation de composites C/SiC.

Ye YAO

N° 217

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Cai WAN DONG

Laboratoire : SeT

Soutenance : 08 juillet 2011

Lieux d'inscription : UTBM/Northwestern Polytechnical University de Xi'an

Spécialité : Informatique

" Modèle et méthode pour l'analyse des propriétés des réseaux ad hoc basées sur la tomographie "

Les réseaux de capteurs sans fils et mobiles constituent un champ de recherche dans lequel un grand nombre de capteurs de faible coût sont déployés dans un environnement pour observer un ou plusieurs phénomènes. Ces capteurs sont autonomes, communicant et disposent d'une réserve d'énergie limitée. Les problèmes issus de ce type de système sont nombreux : gestion de l'énergie, couverture, fusion de donnée, ...

L'approche proposée dans cette thèse repose sur l'hypothèse que les réseaux de capteurs doivent exhiber des propriétés d'auto-organisation et d'autonomie. Chaque capteur est en soit autonome et peut interagir avec d'autres capteurs ce qui forme une organisation complexe. Ces capteurs ont un but à accomplir et le système possède les caractéristiques suivantes :

- i. le but du réseau ne peut généralement pas être résolu par un capteur unique
- ii. Les capteurs doivent collaborer pour accomplir le but ou contribuer à une partie de ce but.
- iii. Chaque capteur réagit à son environnement en fonction de ses perceptions qui sont forcément locales et limitées.

Après une introduction qui décrit le domaine et pose la problématique un état de l'art du domaine est présenté au chapitre 2. Deux contributions sont abordées dans cette thèse. D'une part, l'analyse des propriétés dynamiques de topologie des réseaux de capteurs sans fil et d'autre part la performance des liens de ce type de réseaux. Pour la topologie deux approches sont proposées : au chapitre 3 une première approche basée sur le modèle de mobilité et au chapitre 4 une approche basée sur des techniques de mesures. Pour la performance des liens, deux approches sont également proposées. La première, décrite dans le chapitre 5, est basée sur un modèle d'analyse linéaire. La deuxième, décrite au chapitre 6, repose sur une technique d'optimisation multi-objectif.

Adnen EL AMRAOUI

N° 218

Directeurs de thèse : Abdellah EL MOUDNI/Mohammed BENREJEB

Laboratoire : SeT

Soutenance : 12 juillet 2011

Lieux d'inscription : UTBM/Université de Tunis El Manar

Spécialité : Automatique

"Ordonnancement cyclique multi-produits des lignes de traitement de surface : Méthodes exactes et Approchées "

Cette thèse s'intéresse au fonctionnement cyclique multi-produits des ateliers de traitement de surface, et au problème d'ordonnancement associé (HSP), caractérisé par des contraintes fortes et atypiques, dont certaines sont liées aux ressources de transport. Dans le cas de productions en grandes séries, une commande cyclique de ces systèmes est particulièrement adaptée, permettant notamment de réduire la combinatoire de résolution, et sous réserve que les ratios de produits soient connus à l'avance. Notre objectif est de trouver le meilleur ordonnancement des tâches de traitement et de transport en un temps raisonnable. Pour cela, nous proposons une première approche, basée sur un modèle linéaire et une méthode de résolution arborescente de type séparation et évaluation. Nous présentons des modélisations pour différentes extensions du problème dit de base et nous fournissons des exemples illustratifs et des résultats sur des benchmarks. Par la suite et compte tenu de l'analyse de la littérature relative aux ordonnancements cycliques mono-produit et multi-produits, nous proposons tout d'abord une heuristique dédiée au cas multi-produits étudié, et basée sur un algorithme de liste. Avec ce dernier, nous obtenons un ordonnancement cyclique dont le degré du cycle n'est pas fixé au préalable. Enfin, nous présentons une deuxième modélisation approchée sous la forme d'un algorithme génétique pour résoudre un HSP 2-cyclique. Ces différents modèles sont validés par des tests sur des benchmarks de la littérature pour lesquels nous avons obtenus des résultats prometteurs. Nous terminons par une analyse critique des avantages et inconvénients des modèles élaborés et par quelques propositions de perspectives pour ce travail.

Achraf BEN MILED

N° 219

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : SeT

Soutenance : 15 juillet 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Vers un système de réutilisation des connaissances en ingénierie de conception "

Pour arriver à gérer les changements fréquents des exigences des clients, des produits de plus en plus complexes et faire face à une concurrence de plus en plus dure, les organisations cherchent sans cesse à améliorer l'utilisation de leur portefeuille de connaissances.

On remarque ainsi, que depuis une quinzaine d'années, bon nombre d'entre elles ont commencé à structurer leur démarche de gestion des connaissances. Ces démarches ont pour but de résoudre un ou plusieurs des problèmes suivants : le départ en retraite de cadres qui détiennent une connaissance critique, le partage de bonnes pratiques développées par une unité de production, la stimulation de l'innovation d'un centre de recherche, etc. Dans la réalité, la mise en place effective de ces initiatives soulève de nombreux problèmes liés tantôt à la nature tacite de la connaissance, à l'existence de barrières culturelles qu'à l'adoption d'un système logiciel de gestion des connaissances.

Cette thèse se situe dans le cadre général de la gestion des connaissances lors du processus de conception de produits. Nous nous intéressons en particulier aux problématiques de la capitalisation et de la réutilisation des connaissances dans le processus de conception collaborative et routinière à l'aide d'un système logiciel de gestion des connaissances. L'objectif principal de cette thèse est de proposer un Système de Gestion des Connaissances (SGC) pour la capitalisation et la réutilisation des connaissances, fondé sur une approche organisationnelle et le paradigme des Systèmes Multi-Agents (SMA). Le choix des SMA est naturel car il permet la modélisation et l'implémentation des SGC comme des systèmes distribués où des acteurs différents (les acteurs métiers), agissent de manière autonome pour atteindre un but précis et interagissent afin de réaliser un but commun. Nous proposons une modélisation de système de gestion des connaissances (SGC) qui s'appuie sur la méthodologie ASPECS dédiée à l'analyse, la conception et le déploiement de systèmes complexes. Cette démarche d'analyse et de conception permet de mettre en évidence les objectifs d'un SGC et les principaux mécanismes de son fonctionnement. Parmi les activités d'ASPECS, l'identification des besoins se fait par une approche orientée buts qui permet la modélisation des objectifs du SGC ainsi que les acteurs impliqués et leurs dépendances.

La contribution de cette thèse est composée de deux parties. La première consiste en l'analyse du domaine de la gestion des connaissances en ayant à l'esprit l'objectif de développer un SGC basé sur une approche organisationnelle qui met l'accent sur les aspects sociaux et coopératifs du processus de conception et qui gère la réutilisation des connaissances. La deuxième partie vise à la conception d'un SMA sous la forme d'un collecticiel mettant en œuvre notre approche de réutilisation des connaissances au fil de l'eau.

Jia WU

N° 219

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 20 juillet 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Utilisation de la conduite coopérative pour la régulation de trafic dans une intersection "

L'objectif de ce travail est d'exploiter les potentialités offertes par la conduite coopérative afin de fluidifier le trafic au niveau des intersections isolées. Pour ce faire, nous avons proposé un nouveau système de régulation au sein des intersections en s'inspirant du principe de l'intersection autonome. Nous avons appelé notre système : SVAC (système du véhicule-actionneur coopératif). Il repose sur la possibilité des échanges d'information entre le véhicule et son environnement de conduite.

Le SVAC permet une régulation plus précise du trafic puisqu'il se base sur les requêtes de droit de passage envoyées par les véhicules réellement présents dans l'intersection. En outre, grâce à la signalisation à bord, la régulation consiste à définir les séquences de passage des véhicules, ce qui permet de personnaliser la signalisation. Le gain de précision soulève plusieurs obstacles. D'une part, nous nous heurtons systématiquement à l'absence de modèles mathématiques permettant d'aborder le problème. D'autre part, la simple énumération des séquences implique une explosion combinatoire, ce qui ne convient pas à l'application temps-réelle de la régulation des intersections. Pour s'affranchir des deux problématiques nous avons utilisé les réseaux de Petri P-temporisés. Le modèle nous a permis de décrire sous la forme d'équations mathématiques les compteurs des différents événements observés par les véhicules. Deux objectifs de régulation ont été dégagés après avoir déduit le temps moyen d'attente basé sur la formule de Little. Le premier consiste à vider les intersections au plus tôt. Nous avons proposé un algorithme de programmation dynamique et deux heuristiques. La première heuristique est directement issue de l'analyse des propriétés du problème posé. La deuxième est basée sur l'algorithme de colonies de fourmis. En effet, le problème défini est un cas particulier du problème du voyageur de commerce. Le deuxième objectif de régulation consiste à minimiser instantanément la longueur de la file d'attente. Dans ce cadre, nous avons supposé le fonctionnement à vitesse maximale du réseau de Petri. L'utilisation des contraintes sur les ressources nous a permis de définir des règles simples de régulation en utilisant le mapping.

Dans ce mémoire, nous avons utilisé la simulation microscopique basée sur les lois de poursuite pour s'approcher du comportement de conduite. La simulation a servi pour la comparaison des différentes approches proposées dans ce mémoire avec les régulateurs adaptatifs et les intersections autonomes. Dans tous les cas notre approche se distingue par un gain de capacité, ce qui nous a encouragé de reproduire le SVAC à travers un prototype de robots. Cette maquette montre la faisabilité du système au moins pour des applications industrielles.

Othmane KHATIM
Directeur de thèse : Christian CODDET
Laboratoire : LERMPS
Soutenance : 22 juillet 2011
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Matériaux

N° 220

"Contribution à la compréhension et à la maîtrise du procédé d'atomisation de jets métalliques "

La demande croissante de poudres d'alliages métalliques aux propriétés spécifiques utilisées en particulier en projection thermique et fabrication rapide pousse les chercheurs à améliorer et à optimiser sans cesse les procédés de production de ces poudres. L'objectif affiché sur ces procédés est de maîtriser à la fois morphologie/distribution de taille des particules produites et coût de fabrication. Actuellement, la majorité de ces poudres est produite par des procédés d'atomisation par fluide et essentiellement par le procédé d'atomisation gazeuse. Parmi ces procédés, le procédé Nanoval utilisant une buse «de Laval» est l'un des plus performants en termes de distribution granulométrique et de rendement.

L'objectif principal de ce travail de thèse vise à améliorer la compréhension des phénomènes physiques mis en jeu par le procédé Nanoval afin d'en optimiser le fonctionnement. Deux approches composent ce travail :

- une partie numérique de modélisation sous Fluent. Deux modèles ont été étudiés, un modèle monophasique relatif à l'écoulement gazeux dans l'unité d'atomisation (passage de l'autoclave à la chambre d'atomisation) et un modèle diphasique relatif à la constriction du filament de métal liquide en sortie de buse de coulée. Cette étude numérique a permis de mettre en évidence l'effet des paramètres opératoires tels que la pression d'atomisation et le diamètre de la buse de coulée sur la dynamique du jet de gaz, sur la striction du filament de métal liquide ainsi que les zones de forte pression et de haute vitesse avant, pendant et après la désintégration du filament métallique.

- une partie expérimentale pour laquelle la mise en place d'outils de diagnostic in-situ a été nécessaire pour la caractérisation du procédé en cours de fonctionnement. Trois analyses ont été conduites. La première renseigne de la dynamique du jet d'atomisation évaluée à partir de mesures de Vélocimétrie par Images de Particules (PIV) à proximité de la sortie de la buse De Laval. La deuxième concerne les caractéristiques à l'écrasement des particules sur un substrat placé dans la chambre d'atomisation. La troisième et dernière analyse porte sur les propriétés des particules produites et la comparaison avec la matière récupérée après refroidissement dans l'autoclave. Différents paramètres opératoires ont été explorés (pression d'atomisation, diamètre de la buse de coulée, pression dans la chambre d'atomisation, nature du métal) et reliés à leur influence sur la vitesse et le diamètre des particules. Des relations directes entre les résultats de ces trois analyses ont pu être démontrées ainsi qu'une bonne adéquation entre résultats expérimentaux et résultats issus de la modélisation

Jing DENG

N° 221

Directeurs de thèse : Michel IMBERT/Saïd ABOUDI

Laboratoire : SeT

Soutenance : 24 juillet 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : SPI

"Etude numérique des transferts conjugués paroi-fluide d'un écoulement de fluide compressible dans une tuyère "

Ce travail de thèse concerne l'étude des écoulements de fluides gazeux compressibles laminaires subsonique-supersonique dans une tuyère de type convergent-divergent. Les écoulements étudiés sont à nombres de Reynolds modérés et s'affranchissent de l'hypothèse de condition adiabatique de paroi couramment utilisée afin de mieux prendre en compte les phénomènes de transfert de chaleur par convection et rayonnement avec le milieu extérieur. Cette étude des phénomènes de transferts conjugués a permis de déterminer le comportement dynamique simultané du fluide et de la paroi de la tuyère. Enfin, compte tenu des niveaux élevés de températures mis en jeu dans ces systèmes, une analyse concernant le comportement thermomécanique de l'ensemble de la structure de paroi avec des matériaux monocouches et multicouches a été réalisé. De nombreuses configurations géométriques, propriétés physiques et conditions aux limites sur le fluide et la paroi ont été analysées. Les résultats présentés montrent, la structure des écoulements à travers les iso-contours de vitesses, des nombres de Mach, des pressions dans le fluide, des températures dans le fluide et dans la paroi ainsi que les déformations et les contraintes de la paroi qui résultent des couplages thermomécaniques. Une analyse des performances de la tuyère, en termes de force de poussée et de coefficient de débit spécifique, est largement discutée dans ce travail.

Julien BADIN

N° 222

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : M3M

Soutenance : 29 novembre 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Ingénierie hautement productive et collaborative à base de connaissances métier : vers une méthodologie et un méta-modèle de gestion des connaissances en configurations "

Ces travaux de recherche concernent le domaine de l'ingénierie des connaissances pour la conception de produits et plus particulièrement les phases amont du couple produit-simulation dans le processus de conception.

Au cours de ces différentes phases amont, les acteurs d'un même projet utilisent simultanément de nombreuses modélisations géométriques et comportementales du produit. Ils peuvent aussi avoir recours à plusieurs outils logiciels hétérogènes, communiquant très difficilement entre eux.

Dans ce contexte, le partage des connaissances entre les différents modèles métiers apparaît comme une nécessité. En effet, concevoir un produit implique une gestion des connaissances d'une granulosité fine en tenant compte de leur niveau de maturité et de leur cohérence.

Le recours à de nouvelles méthodes et de nouveaux outils est alors nécessaires dans le but de soutenir l'approche globale PLM et continuer à optimiser et rationaliser le processus de conception de produits.

Dans ce cadre, nous proposons une approche qualifiée de KCM – Knowledge Configuration Management, basée sur la gestion des connaissances de granulosité fine, en configurations. Cette approche est de nature à favoriser la collaboration entre les acteurs d'un projet, en améliorant la capitalisation, la traçabilité, la réutilisation et la cohérence des connaissances, utilisées simultanément dans plusieurs activités en parallèle du processus de conception.

Les principaux résultats de notre travail de recherche se structurent autour de trois axes :

- Une méthodologie de gestion des connaissances en configurations qualifiée de KCMMethod.
- Un méta-modèle, baptisé KCModel, de structuration des concepts manipulés par KCMMethod.
- Une maquette de faisabilité sous forme d'outil logiciel ADES, permettant d'expérimenter et valider notre approche.

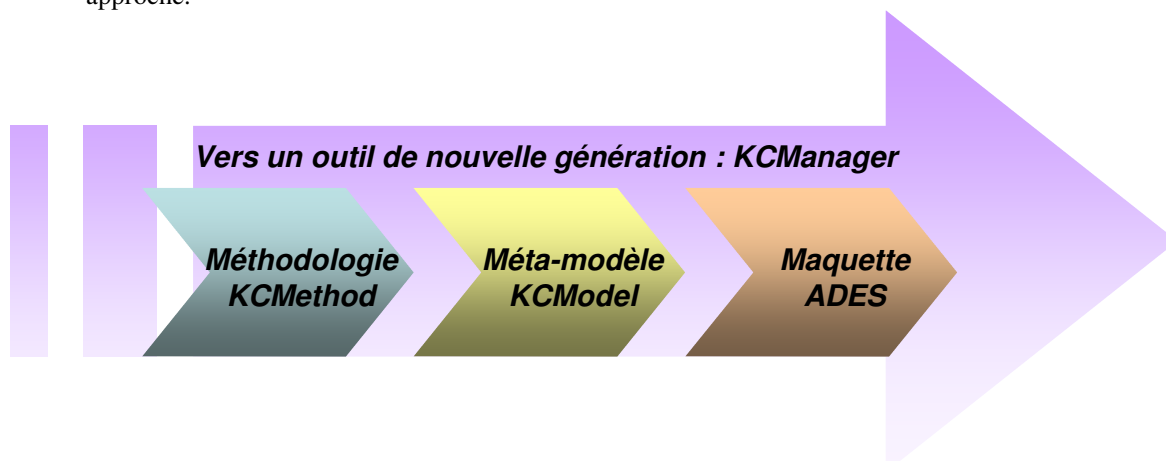


Figure 1: représentation synoptique de la contribution de ces travaux de recherche

L'ensemble des résultats obtenus s'articule autour d'une solution logicielle de nouvelle génération, qualifiée de KCManager, permettant de déployer en entreprise l'ensemble de la démarche proposée Figure 1.

Shichao CAI

N° 223

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : SeT

Soutenance : 30 novembre 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Système d'information et d'assistance à la conduite pour la mise en œuvre de la sécurité à bord d'un véhicule "

Dans un souci d'amélioration des conditions de sécurité routière, l'union Européenne s'est fixée comme objectif de réduire le nombre de décès sur les routes. Le projet Européen ASSET aspire à l'amélioration de la sécurité et de la protection des conducteurs, des engins roulants ainsi que des infrastructures routières. Notre travail de thèse s'inscrit pleinement dans le cadre du projet ASSET et a pour application le développement d'outils théoriques et pratiques intégrant un véhicule lambda pour l'amélioration de la sécurité routière. L'objectif de la thèse est de réaliser ou d'utiliser les bus de communication de terrain au sein du véhicule, permettant à ce dernier de communiquer avec tous ses organes et de récolter des informations importantes qui seront dans un deuxième temps communiquées en liaison sans fil aux autres véhicules (ou à une centrale) afin de renseigner sur l'état du véhicule ou de la route.

Nous proposons un système ubiquitaire intelligent nommé PCAN (Pervasif Controller Area Network), qui aspire à être un système embarqué automatique et intelligent dans un véhicule pour améliorer la sécurité routière et le confort de conduite. Concrètement, ce système PCAN permet de recueillir des informations contextuelles sur l'environnement extérieur et intérieur du véhicule et aussi de communiquer en liaison sans fil avec d'autres systèmes externes. Le système est composé d'un bus CAN ouvert, d'un système de communication sans fil et d'un ordinateur embarqué. Le bus CAN ouvert est composé de nœuds permettant l'ajout direct de différents capteurs ou actionneurs. Deux différents ordinateurs embarqués ont été utilisés : Le CompactRio et un ordinateur portable. Grâce à ces derniers, des modules de communication sans fil ont été utilisés permettant l'échange des données par Wi-Fi, ZigBee et GPRS. Toutes les informations collectées peuvent être affichées au conducteur grâce à un écran tactile.

Le système PCAN est implémenté dans un véhicule Citroën C4. Sur la base de ce véhicule intelligent, nous avons développé des scénarios et applications afin d'améliorer la sécurité routière et le confort de conduite. Une application de l'avertissement de l'ABS est développée et testée expérimentalement pour deux scénarios : un avertissement par V2V direct et un avertissement par V2I ou V2V indirect.

Concernant l'avertissement V2V en communication ZigBee, une application de la localisation de véhicule en détresse est proposée grâce à une modélisation mathématique de la distance en fonction de la qualité du signal. Par ailleurs, un algorithme d'optimisation est réalisé pour rechercher la station de service (ou le point de recharge dans le cas d'un véhicule électrique) optimale en fonction de différents critères.

Le système PCAN peut recueillir des informations contextuelles sur le véhicule et son environnement, il peut également établir des communications sans fil. Ces fonctionnalités sont enrichies par la possibilité d'effectuer le contrôle/commande de certains composants du véhicule raccordés au PCAN. Nous utilisons le système PCAN afin de contrôler et de commander à distance un actionneur mécatronique du véhicule. La méthode de commande est basée sur une association originale d'un PID avec un régulateur à base de Logique Floue (LF).

Lin ZHU

N° 224

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 06 décembre 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Etude de la projection plasma sous très faible pression – torches et procédé de dépôt "

Au cours de la dernière décennie, la technologie de projection à la torche à plasma sous très faible pression (VLPPS) (inférieure à 10 mbar) a attiré l'attention de nombreux chercheurs car ce procédé permet d'envisager la possibilité de réaliser des dépôts de structure voisine de celle des dépôts en phase vapeur avec une cinétique proche de celle de la projection thermique classique. Cette technologie vise donc à évaporer totalement ou partiellement des poudres afin de déposer des revêtements denses avec une structure colonnaire ou mixte.

Le travail effectué dans cette étude a consisté à étudier et à développer des moyens pour assurer la fusion et l'évaporation de matériaux céramiques en vue d'élaborer des revêtements de haute qualité et à caractériser les propriétés de ces revêtements.

Dans une première approche des dépôts denses et homogènes de zircone stabilisée à l'yttrine (YSZ) ont été obtenus sur un substrat « inox » en utilisant des torches à plasma « classiques » de type F100 et F4 sous très faible pression (1 mbar) en utilisant de façon originale un principe d'injection axiale via l'alimentation en gaz plasmagènes. Un spectromètre d'émission optique a été utilisé pour analyser les propriétés du jet de plasma et notamment apprécier le taux d'évaporation du matériau. La composition et la microstructure des dépôts ont été caractérisées par diffraction des rayons X et microscopie électronique à balayage. Les résultats ont montré que la poudre YSZ a été partiellement évaporée et que les dépôts obtenus disposent d'une microstructure hybride composée de « splats » formés par des particules fondues et une « matrice » (en faible quantité) résultant de la condensation de vapeurs provenant de l'évaporation des particules surchauffées.

Afin de tenter d'augmenter le taux de vaporisation, l'anode de la torche F100 a été allongée et un dispositif d'arc transféré complémentaire a été réalisé afin d'élever l'énergie du jet de plasma et de favoriser l'échange thermique. Les effets de ce dispositif sur les propriétés du jet de plasma ont été évalués par spectrométrie d'émission optique et calcul de la température électronique. Des dépôts de YSZ et d'alumine (Al_2O_3) ont été élaborés à la pression de 1 mbar. Les dépôts de YSZ ont affiché une microstructure hybride similaire à celle obtenue précédemment alors que pour les dépôts d'alumine, seul un dépôt lamellaire « classique » a été observé. La capacité d'évaporation est donc restée limitée. La microstructure, les propriétés mécaniques et les propriétés de résistance aux chocs thermiques des dépôts de YSZ ont été étudiées plus en détail et comparées avec celle de dépôts réalisés dans des conditions plus classiques. Une tenue améliorée en termes de résistance aux cyclages thermiques a notamment été observée.

Afin de répondre aux attentes en matière de niveau de densité de puissance du jet le laboratoire s'est équipé d'une nouvelle torche à plasma tri-cathode expérimentale élaborée par la société AMT. Cette torche a été modélisée et testée dans un premier temps en conditions atmosphériques, révélant une limitation importante du rendement de projection. A partir de ces premiers résultats expérimentaux une nouvelle géométrie de buse a été proposée afin d'améliorer le rendement de projection. Il a alors été constaté que le rendement de la projection avait été considérablement augmenté par cette modification et que la microstructure du dépôt était également plus favorable. Ce travail devra maintenant se poursuivre par l'intégration de cette torche dans l'enceinte sous pression réduite.

Christian BELLY
Directeur de thèse : Willy CHARON
Laboratoire :M3M
Soutenance : 08 décembre 2011
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Mécanique

N° 225

"Moteurs piézoélectriques inertiels : conceptions, réalisations, tests et applications "

Les moteurs piézoélectriques inertiels sont classiquement considérés comme des moteurs d'une grande simplicité, mais offrant des forces et des vitesses inférieures aux autres technologies de moteurs piézoélectriques. L'étude présentée porte sur l'introduction d'un actionneur piézoélectrique amplifié comme composant actif du moteur inertiel. L'objectif des travaux est de comprendre et valider, théoriquement et expérimentalement, l'intérêt de l'innovation sur la vitesse maximale du moteur ainsi sur l'appel de courant nécessaire à son fonctionnement. La modélisation, analytique puis numérique, permet d'argumenter sur le réel intérêt et les limites de l'amplification dans les moteurs piézoélectriques inertiels. En complément, les conceptions, réalisations et tests de trois échelles de moteurs sont effectués, pour divers environnements. Les contraintes vont de la compatibilité à un fort champ magnétique (type Imagerie médicale par Résonance Magnétique) jusqu'aux contraintes du domaine spatial (vide, sollicitations mécaniques), en passant par la miniaturisation, la maximisation des efforts, ainsi que le fonctionnement à des basses températures (jusqu'à -180°C). L'utilisation de paramètres « ajustables » des moteurs inertiels, tels que le signal de commande par exemple, permet de s'assurer de la possible répétabilité des moteurs mais aussi d'étendre les possibilités d'application. Finalement, la démarche de conception à l'aide de paramètres « arrêtés » complétés par des paramètres « ajustables » semblant offrir de bonnes perspectives d'application au domaine mécatronique, elle est synthétisée et globalisée afin de permettre aux concepteurs de la mettre en œuvre dans le cadre d'autres systèmes.

Amina LAMRAOUI

N° 226

Directeurs de thèse : Cécile LANGLADE/Sophie COSTIL

Laboratoire : LERMPS

Soutenance : 16 décembre 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Traitement de surface par texturation laser : une alternative « propre » de préparation de surface pour la projection thermique "

La préparation de surface avant projection thermique est une étape très importante pour l'adhérence des revêtements. Conventionnellement, le dégraissage et le sablage sont les deux procédés utilisés pour ce type de préparation, mais l'impact environnemental important de ces procédés conventionnels, ainsi que les coûts désormais associés, et la modification des propriétés des matériaux ductiles ont mené au développement de nouvelles méthodes.

Le procédé de texturation par laser est alors apparu comme une alternative intéressante et "propre" à la technique conventionnelle. Ce procédé permet la préparation de la surface par ablation de la matière jusqu'à création de microcavités de forme conique à la surface du substrat. Cette texturation permet alors d'augmenter la surface de contact entre le matériau et le revêtement et de mieux ancrer mécaniquement le dépôt. Ce procédé permet également le traitement de la surface dans un temps très court, et surtout il n'engendre aucun déchet dans l'environnement.

L'approche suivie dans cette étude, a permis de caractériser les effets de chaque paramètre opératoire du laser à travers un protocole d'optimisation par plan d'expériences. La démarche consiste, tout d'abord à apprécier le niveau de modifications morphologiques de la surface du substrat, ainsi que l'effet thermique induit par l'irradiation laser avant d'évaluer les performances des texturations réalisées en termes adhérence et de ténacité d'interface. Cette approche a pour objectif de définir les conditions opératoires qui proposent la meilleure adhérence du revêtement et a permis d'atteindre des niveaux supérieurs à ceux proposés par le procédé conventionnel.

Enfin, l'analyse de l'impact environnemental du procédé de traitement de surface par texturation laser permet de définir le niveau de respect de l'environnement, de la santé ainsi que l'écosystème du procédé en comparaison au procédé conventionnel.

Ahmed BOUCHERIT

N° 227

Directeurs de thèse : Maurizio CIRRINCIONE/Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : SeT

Soutenance : 16 décembre 2011

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Conception d'un convertisseur de puissance pour véhicules électriques multi-sources "

L'utilisation des plusieurs sources d'énergies de caractéristiques différentes, à bord du véhicule électrique (VE) nécessite l'adoption de convertisseurs statiques. Ces derniers peuvent avoir la fonction de conditionneur l'énergie des différentes sources et/ou commander les machines électriques du véhicule. Généralement les VE disposent d'un bus continu « de quelques centaines de volts » dont la stabilité est assurée par un groupe de convertisseurs élévateurs de tension (du fait que les sources ont généralement un niveau de tension faible ; quelques dizaines de volts). Lors des démarrages/arrêts très fréquents du VE en mode urbain, les sources pourraient alimenter directement le moteur de traction sans avoir recours aux convertisseurs élévateurs de tension. Afin d'exploiter cette fonctionnalité, nous proposons d'explorer une deuxième architecture de convertisseur basée sur l'adoption d'un niveau de tension variable du bus continu. Dans cette approche, la tension minimale de ce dernier est fixée en fonction des niveaux de tensions disponibles du côté des sources et de la vitesse requise (niveau des f.é.m du moteur de traction). Ainsi, le rapport variable d'élévation de la tension est minimal à faible vitesse du véhicule en mode urbain et il est maximal à grande vitesse, en modes route et autoroute. Ceci apportera une amélioration du rendement énergétique de l'ensemble sources-moteurs notamment en mode urbain. Par ailleurs, l'utilisation grand public de ces véhicules exige des contraintes maximales de disponibilité (continuité de service) des fonctions principales notamment l'alimentation embarquée. A travers le travail de cette thèse nous proposons une nouvelle topologie du convertisseur de puissance entre les sources (une Pile à combustibles associée à un pack de super-condensateurs) et les charges (moteur de traction et réseau de bord alimentant les auxiliaires du véhicule). Ce convertisseur adopte une tension variable du bus continu et une redondance de l'alimentation du moteur de traction.

Après la présentation du convertisseur proposé et son positionnement par rapport à la littérature, une analyse du fonctionnement et la modélisation de sa partie DC-DC est détaillée notamment à travers des résultats de simulation de ses différents modes. A ce titre un programme de simulation fine (à l'échelle des impulsions de commande) du système entier a été développé. Dans un deuxième temps, la commande automatique et rapprochée des interrupteurs de puissance a été développée en se basant respectivement sur la méthode de contrôle par petits signaux et la commande hystérésis de courant, triangulaire-rapport cyclique et triangulaire-sinus. Les résultats de simulation des fonctionnalités principales attendues mettent en évidence la faisabilité de l'architecture du convertisseur de puissance proposée. Enfin, une maquette expérimentale à échelle réduite a été développée dans le but de valider l'étude théorique. Les premiers tests expérimentaux de la partie DC-DC du convertisseur donnent des résultats satisfaisant et valident ainsi le processus de conception. Le travail futur sera la réalisation d'une maquette à échelle 1 dans laquelle la conception du refroidisseur sera intégrée en amont de la réalisation du plan de masse dudit convertisseur. Nous pensons que cela permettra une meilleure optimisation de l'espace à bord du véhicule et améliorera le rendement énergétique de la chaîne de traction.

Antoine VARRET

N° 228

Directeurs de thèse : Said ABOUDI/Samuel GOMES

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 12 janvier 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

"De la conception collaborative à l'ingénierie performante de produits robustes et optimisés à base de connaissance métier "

Dans un processus traditionnel de conception de produits mécaniques, l'organisation classique est la conception du produit puis son dimensionnement et enfin son optimisation. Les concepteurs prennent des risques en n'évaluant les performances du produit que dans les dernières phases du processus, et l'étape d'optimisation est bien souvent mise de côté, faute de temps ou à cause du retard pris sur les autres phases. La phase de conception préliminaire est une étape délicate car les décisions doivent y être prises dans un contexte imprécis ou peu de choses sont définies. Il n'existe pas d'outils informatiques adaptés et l'étude de plusieurs concepts multiplie les tâches routinières et les pertes de temps associées. Le concepteur prend donc des risques en réduisant le nombre de concepts développés. Le dimensionnement de produits comporte également un certain nombre de difficultés, comme un positionnement tardif dans le processus, entraînant des étapes de pré et post traitement lourdes ainsi que des simulations longues. L'analyse d'aide à la décision est prometteuse mais elle reste marginale, faute de modèles simplifiés disponibles dans les phases amont du processus de conception.

Cette thèse expose la synthèse de nos travaux de recherche portant sur **l'optimisation en conception de systèmes mécaniques**. L'étude proposée s'intègre dans une démarche d'ingénierie hautement productive de systèmes mécaniques et comporte plusieurs facettes : conception fonctionnelle paramétrique, application d'ingénierie à base de connaissances, outils de simulation numérique et d'optimisation. Nous proposons une méthodologie permettant d'introduire au plus tôt dans le processus de conception, une étape d'optimisation couplée à des simulations d'aide à la décision, en vue d'identifier des architectures optimales inédites, présentant les meilleurs compromis vis-à-vis d'objectifs multiples relatifs au comportement mécanique. L'objectif du travail de recherche est de développer des modèles, des méthodes et des outils dédiés à la génération semi-automatique de modèles géométriques tridimensionnels multiples identifiés comme solutions les plus performantes dans un cadre de conception collaborative de produits mécaniques. Notre méthodologie est ensuite expérimentée sur plusieurs projets de conception de systèmes mécaniques relevant de la mécanique des structures, en analyses statique et dynamique. Il s'agit en particulier de la conception d'organes du véhicule de l'UTBM participant au trophée SIA.

Liwu HUANG

N° 229

Directeur de thèse : Omar EL KEDIM

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 26 janvier 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Elaboration, caractérisation et propriétés de stockage d'hydrogène électrochimique des alliages $Mg_2 Ni_{1-x} Mn_x$ ($X = 0, 0.125, 0.25, 0.375$) et $Mg_{2-x} Al_x Ni$ ($X=0,0.25$) + 5WT%MWCNT_s préparés par mécanosynthèse "

L'utilisation des combustibles fossiles (énergies non renouvelables) est responsable de l'augmentation de la concentration en gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Parmi les solutions de remplacement envisagées, l'hydrogène apparaît comme le vecteur énergétique le plus séduisant. Son stockage dans des intermétalliques permet d'obtenir des capacités massiques et volumiques (e.g. 140 g/L) supérieures à celles obtenues en voie liquide ou sous pression (respectivement 71 et 40 g/L). Dans les accumulateurs Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH), l'électrode négative est constituée d'un composé intermétallique qui absorbe l'hydrogène de façon réversible dans des conditions normales de pression et de température.

Ce travail de thèse vise d'une part, à synthétiser les alliages $Mg_2 Ni_{1-x} Mn_x$ ($x = 0, 0.125, 0.25, 0.375$) et les alliages $Mg_{2-x} Al_x Ni$ ($x = 0, 0.25$) avec ou sans nanotubes de carbone (MWCNTs) par mécanosynthèse et d'autre part, d'étudier les effets des substitutions/additions sur la composition et la microstructure des alliages $Mg_2 Ni$ afin d'améliorer leurs propriétés de stockage d'hydrogène.

Les résultats obtenus montrent que les capacités de décharge des alliages $Mg_2 Ni_{1-x} Mn_x$ ($x = 0, 0.125, 0.25, 0.375$) augmentent avec le temps de broyage. Pour l'alliage $Mg_2 Ni_{0.625} Mn_{0.375}$ broyé durant 48 h, nous avons mis en évidence la formation d'une nouvelle phase $Mg_3 Mn Ni_2$ qui est relativement stable. Par conséquent, $Mg_3 Mn Ni_2$ est capable d'améliorer de manière significative la stabilité des cycles tout en maintenant une capacité de décharge relativement élevée.

Les résultats obtenus par la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) en utilisant le programme CASTEP montrent d'une part, que les paramètres de maille et les coordinations atomiques sont en parfait accord avec les résultats expérimentaux. D'autre part, que la stabilité des phases décroît graduellement selon l'ordre suivant : $Mg_2 Ni$ sans aucune substitution > $Mg_3 Mn Ni_2$ > $Mg_2 Ni$ avec substitution par Mn.

L'addition de nanotubes de carbone et de Al ont des effets synergétiques sur la capacité de stockage d'hydrogène électrochimique dans le cas des alliages $Mg_{2-x} Al_x Ni$ ($x = 0, 0.25$) + 5 wt.% MWCNTs

Fei YAN

N° 230

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 14 mars 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à la modélisation et à la régulation du trafic aux intersections : Intégration des communications Véhicule-Infrastructure "

Dans ce mémoire de thèse, nous avons étudié le problème de régulation du trafic en considérant les nouvelles technologies dans le cadre des Systèmes de Transport Intelligent (STI). Une nouvelle stratégie de contrôle est introduite afin d'exploiter le potentiel des infrastructures de la circulation à un niveau maximum. Plus précisément, basée sur la technologie VII « *Intégration Véhicule-Infrastructure* », l'infrastructure routière aux carrefours (considérée aussi comme contrôleur) peut communiquer avec les véhicules autonomes qui arrivent à un carrefour de manière continue. Les données importantes sur les véhicules telles que la vitesse, la position et la destination sont alors reçues par des capteurs avancés et envoyées au contrôleur en temps réel. Par conséquent, il est possible d'élaborer une stratégie de contrôle du trafic en considérant chaque véhicule comme une entité indépendante. En d'autres termes, le droit de passage est attribué à chaque véhicule en fonction de son état et en fonction de l'état global du trafic au carrefour. Seuls les véhicules qui ont reçu le droit de passage peuvent traverser le carrefour. Le contrôle du trafic au niveau d'un carrefour vise donc à déterminer les séquences de passage des véhicules, c'est-à-dire les séquences de distribution des droits de passage.

Cependant, la plus grande difficulté pour appliquer cette nouvelle stratégie est la contradiction entre l'optimisation des séquences de passages des véhicules et la complexité temporelle. Pour résoudre cette contradiction, nous avons d'abord formulé mathématiquement la problématique de régulation et nous avons ensuite étudié sa complexité. Nous avons prouvé dans un premier temps que le problème de régulation du trafic formulé à l'intersection isolée est NP-hard sous certaines conditions (nombre arbitraire de groupes de flux compatibles GFC,...) et ceci en se basant sur la réduction au problème de 3-Partition. Dans un deuxième temps, nous avons appliqué les méthodes de résolutions exactes sur un carrefour isolé pour proposer des algorithmes exacts (Branch and Bound et Programmation dynamique) permettant de trouver une séquence de passage optimale. Plusieurs propriétés du problème ont été introduites et prouvées et ceci afin qu'elles soient exploitées par ces algorithmes. Ces propriétés ont pour objectif de réduire considérablement l'espace de recherche et par conséquent le temps d'exécution de ces algorithmes exacts.

Par ailleurs, nous n'avons pas limité nos recherches sur des carrefours isolées mais nous avons appliqué l'approche de contrôle proposée sur un réseau de carrefours tout en considérant un seul contrôleur. Cependant, un algorithme exact appliqué sur plusieurs carrefours ne peut pas être assez rapide surtout lorsqu'on a besoin de communiquer presque instantanément des informations aux véhicules (en temps réel). Nous avons proposé donc des méthodes de résolutions approchées afin de trouver en un temps raisonnable une séquence de passage satisfaisante pour chaque carrefour. Ces algorithmes (Algorithmes génétiques) ont en effet, besoin de moins de temps de calcul tout en assurant une bonne qualité de solution.

Enfin, nous illustrons la mise en œuvre des différentes approches proposées à travers des résultats de simulation afin d'évaluer leurs performances.

Badreddine GUIZANI

N° 231

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Bechir EL AYEB

Laboratoire : IRTES- SeT

Soutenance : 04 avril 2012

Lieux d'inscription : UTBM/Ecole Nationale Supérieure d'Informatique de Manouba (Tunisie)

Spécialité : Informatique

" Algorithmes de clustérisation et routage dans les réseaux Ad Hoc "

Le passage à l'échelle des protocoles de routage est un des problèmes les plus critiques dans les réseaux mobiles sans fil à grande envergure. Pour ce type de réseau, la résistance au facteur d'échelle, l'adaptabilité, les contraintes d'énergie et les topologies dynamiques restent des facteurs déterminants dans la fonction de routage. Ainsi, un protocole de routage scalable doit bien ajuster la taille de sa table de routage et doit réduire son trafic de contrôle dans le réseau. Deux solutions prometteuses pour surmonter les problèmes de passage à l'échelle sont le routage hiérarchique et la technique de clusterisation. En effet, ces deux techniques peuvent réduire la taille des tables de routage et optimiser l'échange des informations de routage.

Cette thèse présente un nouvel algorithme de clusterisation à 1-saut appelé α -SSCA (α -Stability Structure Clustering Algorithm) qui a pour objectif d'améliorer la stabilité de la structure des clusters. Cet algorithme construit et maintient une structure stable des clusters afin qu'elle soit exploitée dans un protocole de routage. Dans α -SSCA, les informations explicites de clusterisation sont réduites considérablement et l'approche de maintenance adoptée permet de diminuer les changements dans la topologie des clusters. Un algorithme générique de clusterisation appelé SKCA (Stability K-hops Clustering Algorithm) est également proposé. Il s'agit d'une généralisation à K-sauts de α -SSCA. SKCA est un algorithme indépendant de la métrique d'élection des cluster-heads et possède le même objectif de α -SSCA, à savoir la stabilité de la structure et la réduction du nombre de clusters générés.

Nous avons adopté cette technique afin d'améliorer les performances du protocole de routage à large échelle. Nous proposons alors un protocole de routage à état des liens des clusters qui exploite les apports de notre mécanisme de clusterisation α -SSCA. Ce protocole, appelé CLSR (Cluster-based Link State Routing), applique l'approche état de liens en intra-clusters et également en inter-clusters moyennant seulement deux types de paquets. CLSR vise à réduire le trafic de contrôle afin d'améliorer les performances du réseau à large échelle. Nous avons proposé aussi une version hiérarchique du protocole CLSR, appelé L-HCLSR (L-Hierarchical Cluster-based Link State Routing). La hiérarchie introduite dans la structure des clusters permet de réduire le nombre de clusters en les regroupant dans un même cluster. L'objectif principal de ce protocole hiérarchique est d'améliorer la scalabilité de CLSR quand le nombre de nœuds dans le réseau augmente considérablement.

You ZHENG

N° 232

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 20 avril 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Models and algorithms for the combinatorial optimization of WLAN-based indoor positioning system "

La localisation des personnes et des objets à l'intérieur des bâtiments basée sur les réseaux WLAN connaît un intérêt croissant depuis quelques années ; ce système peut être un parfait complément pour fournir des informations de localisation statique ou dynamique dans des environnements où les techniques de positionnement telles que GPS ne sont pas efficaces. Le manuscrit de thèse propose une nouvelle approche pour définir un système WLAN de positionnement indoor (WLAN-IPS) comme un problème d'optimisation combinatoire afin de garantir à la fois une qualité de communication et une minimisation de l'erreur de positionnement via le réseau. Cette approche est caractérisée par plusieurs questions difficiles que nous abordons en trois étapes.

Dans un premier temps, nous avons conçu un réseau WLAN-IPS et mis en œuvre une plateforme de test. Nous avons examiné la performance du système sous diverses contraintes expérimentales et nous nous sommes penchés sur l'analyse des relations entre l'erreur de positionnement et les facteurs environnementaux externes. Ces relations ont permis de proposer des indicateurs pour évaluer l'erreur de positionnement. Ensuite nous avons proposé un modèle physique qui définit tous les paramètres majeurs rencontrés en WLAN-IPS à partir de la littérature. L'objectif initial des infrastructures WLAN étant de fournir un accès radio de qualité au réseau, nous avons introduit un objectif supplémentaire qui est de minimiser l'erreur de localisation dans le contexte IPS. Deux indicateurs principaux ont été définis afin d'évaluer la qualité de service (QoS) et l'erreur de localisation pour LBS (Location-Based Services). Enfin après avoir défini la formulation mathématique du problème d'optimisation et les indicateurs clés de performance, nous avons proposé un algorithme mono-objectif et un algorithme multicritère basés sur Tabu Search et Variable Neighborhood Search pour fournir des bonnes solutions en temps raisonnable. Les simulations montrent que ces deux algorithmes sont très efficaces pour le problème d'optimisation que nous avons posé.

Deyun WANG

N° 233

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 26 avril 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Integrated Scheduling of Production and Transportation Opérations with Stage-dependent Inventory Costs and Due Dates Considerations "

L'augmentation de la concurrence économique internationale et les attentes accrues des clients ont imposé aux entreprises de prendre en compte non seulement le prix ou la qualité du produit, mais également la fiabilité et la rapidité des livraisons. Dans les industries ayant une composante manufacturière dominante telles que l'automobile et l'électronique, la distribution et les coûts de stockage constituent les deuxièmes et troisièmes catégories de coûts les plus importantes après les coûts de production. Par conséquent, les entreprises industrielles et de logistique recherchent continuellement des méthodes pour réduire le niveau des stocks et les coûts de distribution. Cette tendance a créé une interaction plus forte entre les différentes étapes de la chaîne logistique, et augmente de ce fait l'utilité pratique des modèles intégrés.

Cette thèse considère deux catégories de problèmes d'ordonnancement intégré. La première catégorie est l'ordonnancement intégré de la production, distribution et stockage (*Integrated Scheduling of Production-Distribution-Inventory*, ISPDI) et la deuxième est l'ordonnancement intégré de la production, stockage, distribution et stockage (*Integrated Scheduling of Production-Inventory-Distribution-Inventory*, ISPIDI). Au niveau de la production, les tâches à réaliser sont traitées sur une seule machine et regroupées par lot de production, ce qui nécessite un coût et un temps de réglage. Elles doivent ensuite être livrées à un client prédéfini par un transporteur à capacité limitée, avant des dates dues données. Chaque aller-retour du transporteur entre l'usine et le client implique un coût de livraison et des délais de livraison. De plus, on suppose que les tâches qui sont terminées avant leur date de départ ou qui sont livrées au client avant leur date due entraînent un coût de stockage supplémentaire. Notre objectif est de minimiser le coût total comprenant les coûts de réglage, de stockage et de transport, tout en garantissant un niveau de service donné pour le client.

Pour les problèmes ISPDI, nous avons d'abord fourni un modèle de programmation mixte entière pour le problème multi-produits, à un seul niveau, et avons développé un algorithme génétique amélioré pour le résoudre. Puis, nous avons modifié ce modèle pour prendre en compte le cas mono-produit, multi-niveau, et avons proposé deux méthodes, un algorithme hybride et un algorithme génétique, pour le résoudre. Pour les problèmes ISPIDI, nous avons établi un modèle général non-linéaire dans le cas mono-produit, et avons traité un cas spécifique du cas général. Puis nous avons démontré une propriété d'optimalité qui lie les ordonnancements de production et de livraison dans le cas particulier, pour finalement proposer une approche heuristique pour le résoudre. Pour chaque problème étudié et afin d'évaluer la performance des algorithmes proposés, des limites inférieures intéressantes sur les fonctions objectifs correspondantes ont été établies selon des méthodes différentes telles que la méthode de relaxation lagrangienne ou des méthodes basées sur les bornes inférieures du problème de *bin packing*. Les résultats des expérimentations montrent l'efficacité des modèles et algorithmes proposés en termes de qualité de la solution et de temps d'exécution.

Sébastien SALMON

N° 234

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 21 mai 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

"Caractérisation, identification et optimisation des systèmes mécaniques complexes par mise en œuvre de simulateurs hybrides matériels/logiciels"

La conception de systèmes complexes, et plus particulièrement de micro-systèmes complexes embarqués, posent des problèmes tels que l'intégration des composants, la consommation d'énergie, la fiabilité, les délais de mise sur marché, ...

La conception mécatronique apparaît comme étant particulièrement adaptée à ces systèmes car elle intègre intimement simulations, expérimentations, interactions entre sous-systèmes et cycles de reconception à tous les niveaux. Le produit obtenu est plus optimisé, plus performant et les délais de mise sur le marché sont réduits.

Cette thèse a permis de trouver des méthodes de caractérisation, d'identification de paramètres ainsi que d'optimisation de systèmes mécatroniques actifs par la constitution de modèles numériques, de bancs d'expériences numériques, physiques et hybrides. Le cadre est bien précis : c'est celui d'un actionneur piézoélectrique amplifié, de sa commande ainsi que de la constitution générale de la boucle fermée d'un système mécatronique l'intégrant, les conclusions étant généralisables.

Au cours de cette thèse, ont été introduits, avec succès, différents concepts :

- Le « Signal Libre ». Un nouveau signal de commande des actionneurs piézoélectriques, basé sur les splines, maximise la vitesse de déplacement de l'actionneur et minimise sa consommation énergétique.

- Deux améliorations de l'algorithme d'optimisation par essais de particules. La première introduit un arrêt de l'algorithme par la mesure du rayon de l'essaim ; le rayon limite est défini par la limite de mesurabilité des paramètres à optimiser ("Radius") ; la seconde ajoute la possibilité pour l'essaim de se transférer à une meilleure position tout en gardant sa géométrie. Ceci permet d'accélérer la convergence ("BSG-Starcraft")

- L'optimisation expérimentale. Le modèle numérique étant très incertain, il est remplacé directement par le système réel dans le processus d'optimisation. Les résultats sont de qualité supérieure à ceux obtenus à partir de la simulation numérique.

Fadi MOTAJEJ

N° 235

Directeur de thèse : Rachid BOUYEKHF

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 30 mai 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Approche par invariance positive et les techniques de l'intelligence artificielle pour la régulation des carrefours signalisés "

L'intérêt de contrôler les feux de circulation pour éviter ou réduire la congestion dans un carrefour à feux n'est plus à démontrer. En effet, les feux tricolores permettent, en premier lieu, de supprimer certains points conflictuels en partageant dans le temps l'utilisation d'un même espace entre des flux conflictuels. Par le choix des durées de chaque état des feux, et la synchronisation des feux entre eux, ils permettent aussi de gérer l'écoulement de la demande. Cependant, bien que plusieurs recherches dans le domaine soient réalisées, les efforts menés jusqu'à présent laissent encore le problème de la régulation des carrefours complètement ouvert.

Une des difficultés tient à la variabilité de la demande du trafic. La demande de trafic sur une entrée de carrefour varie de façon importante au cours d'une même journée, et une exploitation en temps fixe (phases et cycles fixés) ne permet pas d'offrir un bon niveau de service aux usagers. Il faut donc chercher à adapter l'offre de l'infrastructure à la demande du trafic. D'où la nécessité de systèmes de régulation de trafic plus dynamiques.

La régulation du trafic dans un carrefour à feux concerne en général deux objectifs distincts: la fluidification ou la résorption de congestion. Dans le premier cas, on évite de se retrouver dans une situation de trafic très dense en essayant d'ajuster les durées de commutations des feux en fonction de la demande d'affluence au carrefour: c'est une action *a priori*. Dans le second cas, on est confronté à un trafic saturé (état de congestion). Dans ce cas, il faudra agir *a posteriori*.

Dans ce travail, nous nous intéressons essentiellement à un travail en amont (action *a priori*) permettant d'éviter la congestion en forçant les files d'attente à ne pas dépasser le niveau du trafic correspondant à l'optimum opérationnel des lignes. Plus précisément, après avoir modélisé le système, nous proposons une commande par retour d'état basée sur le concept d'invariance positive des ensembles et permettant d'atteindre l'objectif. Deux approches sont utilisées: La première fait appel aux inégalités matricielles Linéaires (LMI). La deuxième approche utilise le concept de la (A-B)-invariance issu de la généralisation du théorème de Farkas. Ensuite, nous enrichissons ces deux approches par la technique des réseaux de neurones pour estimer les flux d'entrée au carrefour afin de garantir la faisabilité en temps réel de la commande proposée. Enfin, les résultats de ces travaux sont appliqués sur un carrefour réel du boulevard Anatole France afin de montrer leur intérêt.

Wafaa AIT-CHEIK-BIHI

N° 236

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 21 juin 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Approche orientée modèles pour la vérification et l'évaluation de performances de l'interopérabilité et l'interaction des services "

De nos jours, les services Web sont très utilisés notamment par les entreprises pour rendre accessibles leurs métiers, leurs données et leurs savoir-faire via le Web. L'émergence des services Web a permis aux applications d'être présentées comme un ensemble de services métiers bien structurés et correctement décrits, plutôt que comme un ensemble d'objets et de méthodes. La composition automatique de services est une tâche complexe mais qui rend les services interopérables, ainsi leur interaction permet d'offrir une valeur ajoutée dans le traitement des requêtes des utilisateurs en prenant en compte des critères fonctionnels et non fonctionnels de la qualité de service. Dans ce travail de thèse, nous nous intéressons plus précisément aux services à base de localisation (LBS) qui permettent d'intégrer des informations géographiques, et de fournir des informations accessibles depuis des appareils mobiles via, les réseaux mobiles en faisant usage des positions géographiques de ces appareils.

L'objectif de ce travail est de proposer une approche orientée modèles pour spécifier, valider et mettre en œuvre des processus de composition automatique de services à des fins de sécurité routière dans les transports. Cette approche est basée sur deux outils formels à savoir les Réseaux de Petri (RdP) et l'algèbre $(\max,+)$. Pour cela, nous préconisons l'utilisation des workflow patterns dans la composition, où chaque pattern est traduit par un modèle RdP et ensuite par une équation mathématique dans l'algèbre $(\max,+)$. Les modèles formels développés ont conduit, d'une part, à la description graphique et analytique des processus considérés, et d'autre part, à l'évaluation et la vérification quantitatives et qualitatives de ces processus. Une plateforme, appelée *TransportML*, pour la collaboration et l'interopérabilité de services à base de positionnement a été implémentée. Les résultats obtenus par la simulation des modèles formels sont comparés à ceux issus des simulations du fonctionnement de la plateforme et des expérimentations sur le terrain.

Gaël GUERLESQUIN

N° 237

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 29 juin 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Articulation Ergonomie-Design-Conception Mécanique : Approche méthodologique de la convergence multidisciplinaire "

La situation industrielle actuelle, hautement concurrentielle, impose aux entreprises d'innover afin de pérenniser leur activité. Cette innovation peut se faire par le développement de produits intégrant de nouvelles disciplines, telles que l'ergonomie ou le design industriel, dans le cadre d'une conception multidisciplinaire.

Cependant, les métiers associés à ces nouvelles disciplines sont régulièrement confrontés à des coopérations complexes avec d'autres faisant partie des métiers de la conception mécanique. Dans ce contexte, la problématique de recherche traitée concerne la définition et le développement d'une approche méthodologique multidisciplinaire du processus de conception de produits. Sont étudiées en particulier les articulations entre les métiers que sont l'ergonomie, le design industriel et la conception mécanique.

Une méthodologie globale de conception multidisciplinaire, intégrant les spécificités de chacun des métiers ainsi que leurs interactions, est proposée. Elle est mise à l'épreuve dans le cadre d'expérimentations conduites sur des projets de conception de mobilier urbain. Une étude plus poussée des formalisations utilisées par chaque métier, ainsi que des interactions observées durant les projets, ont mis en évidence des problèmes liés aux phases de convergence.

Sur ce constat, de nouveaux outils d'aide à la convergence basés en particulier sur les technologies de Réalité Virtuelle (RV) sont proposés pour une meilleure gestion de ces phases qui mettent en jeu des métiers différents. Deux expérimentations, conduites sur un projet de conception d'un véhicule urbain, et sur un poste de travail, ont permis de mettre en situation concrète les outils développés et de démontrer leur pertinence en phase de convergence multidisciplinaire. Cependant, les résultats ont aussi montré la nécessité de structurer les phases de convergences dans le cadre d'une méthodologie spécifique.

Une formalisation de méthodologie de convergence multidisciplinaire est finalement proposée. Elle se traduit par une procédure générique de convergence, adaptée aux disciplines d'ergonomie, design industriel et conception mécanique. Elle permet de travailler selon les différentes phases du processus, les différents métiers concernés et les différents contextes de conception. Nous introduisons enfin une cartographie des outils d'aide à la convergence, classée selon une typologie adaptée. Ainsi, notre contribution permet aux équipes de conception de disposer de nouvelles solutions appropriées dans le but de favoriser les phases de convergences multidisciplinaires.

Qiao ZHANG

N° 238

Directeur de thèse : Marie-Ange MANIER

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 25 juillet 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à l'ordonnancement d'ateliers avec ressources de transport "

Nos travaux concernent l'étude d'une extension d'un problème d'ordonnancement bien connu sous l'appellation job shop. Nous appelons cette extension le General Flexible Job Shop Scheduling Problem (GFJSSP). Celui-ci se rencontre dans différents types d'ateliers ayant comme caractéristique commune d'être soumis à des contraintes dues à des ressources de transport. Le GFJSSP se caractérise par l'intégration de machines et robots flexibles. Le terme General induit par ailleurs la présence de robots dont la capacité est supposée unitaire dans notre étude, des temps opératoires bornés, et la possibilité de prise en compte d'emplacements de stockage spécifiques. Après avoir défini l'atelier et le problème correspondant à cette extension, nous avons proposé deux modélisations du GFJSSP ainsi défini : une première modélisation mathématique linéaire, et une modélisation graphique, qui correspond à une généralisation du graphe disjonctif couramment utilisé pour les problèmes de job shop. Nous avons ensuite abordé la résolution suivant deux étapes : tout d'abord en nous focalisant sur l'aspect séquençement des tâches de traitement et de transport, pour lequel nous avons élaboré deux méthodes heuristiques (de type Tabou et basée sur une procédure de shifting bottleneck améliorée) ; puis en intégrant dans un deuxième temps la problématique de l'affectation induite par la flexibilité de certaines ressources. Pour cette dernière étape, nous avons combiné les méthodes précédentes avec un algorithme génétique. L'algorithme hybride obtenu nous permet de résoudre des instances de la littérature correspondant à divers cas spécifiques, avec des résultats assez proches des meilleures méthodes dédiées. A termes, il pourrait être intégré dans un système d'aide à la décision général qui s'affranchirait de la phase d'identification préalable du type de job shop considéré, et serait adapté à la résolution de nombreux cas (avec ou sans problème d'affectation, temps de traitement fixes ou bornés, avec ou sans stockage, etc..).

Jianghao QIAO

N° 239

Directeur de thèse : Rodolphe BOLOT

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 20 septembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Modélisation des propriétés thermodynamiques effectives de dépôts élaborés par projection thermique"

Les propriétés effectives des revêtements de barrière thermique peuvent être quantifiées par différentes techniques de mesure. La modélisation numérique 2D appliquée à des images de coupes de revêtements représente une méthode alternative souvent utilisée dans la littérature.

Dans la présente étude, des modèles tridimensionnels ont été développés pour prédire la conductivité thermique et le module d'élasticité de revêtements d'YPSZ élaborés par projection plasma. Ces modèles 3D ont aussi permis d'étudier les différences entre résultats 2D et 3D.

Dans le chapitre 2, des images capturées par microscopie électronique à balayage ont été analysées à l'aide du logiciel Scion Image. Un réseau poreux 3D artificiel a ensuite été spécialement produit à partir de l'information microstructurale obtenue à partir d'images de coupes transversales de revêtements.

Dans le chapitre 3, cette structure 3D a été validée par comparaison de la conductivité thermique effective calculée avec le modèle 2D appliqué sur des images de coupes réelles. La conductivité thermique effective obtenue à partir des images de coupe de la structure 3D artificielle s'avère presque identique à la valeur obtenue à partir des images de coupe du revêtement réel.

L'influence de la qualité d'image sur la conductivité thermique prédite du revêtement a été étudiée en termes de résolution, de taille et de seuil. En particulier, la comparaison de la valeur de conductivité thermique prédite a été réalisée entre trois méthodes: modélisation par éléments finis, et modélisation par différences finies avec des formulations centrée et nodale. Il a été montré que la formulation nodale, également utilisée dans les modèles basés sur la méthode des éléments finis, fournit une conductivité thermique calculée plus élevée qu'en utilisant une formulation centrée. La valeur la plus élevée a été obtenue par modélisation par différence finie avec la formulation nodale. La conductivité thermique effective calculée en 3D s'est avérée être en meilleur accord avec la valeur mesurée, relativement aux calculs réalisés avec le modèle 2D. Enfin, la conductivité thermique calculée pour différents réseaux poreux artificiels a été comparée avec celle obtenue à partir de calculs 2D effectués sur leurs coupes transversales, révélant ainsi les différences entre modélisations 2D et 3D: une corrélation a ensuite été dérivée entre les valeurs prédites avec les modèles 2D et 3D.

La conductivité thermique dans les pores diminue significativement lorsque la dimension des pores est du même ordre que le libre parcours moyen des molécules d'air. Ce phénomène est appelé effet Knudsen (effet de raréfaction). La quantification de l'effet Knudsen sur le transfert de chaleur à travers une structure poreuse a récemment été réalisée par analyse d'image tel qu'expliqué dans ce travail. Des modèles basés sur les méthodes des différences finies et des éléments finis ont été appliqués en utilisant des images 2D et une image 3D artificielle. La diminution de la conductivité thermique effective est assez faible pour les deux méthodes (soit environ 3-5%) en raison de la dimension des pores qui n'atteint pas l'échelle nanométrique.

Dans le chapitre 4, le module d'élasticité d'un revêtement Y-PSZ a été estimé par une méthode de type éléments finis en appliquant un modèle 2D sur des images MEB de coupes transversales, puis un modèle 3D sur une structure 3D artificielle. Un maillage à résolution adaptable a été généré pour les deux structures afin d'économiser les ressources de calcul. Des conditions aux limites (BC) de type libre, symétrique et périodique ont été appliquées. L'utilisation de BCs contraignantes aboutit à un module calculé un peu plus élevé que la condition de limite libre pour le modèle 2D, mais les résultats sont sensiblement équivalents pour le modèle 3D. En particulier, les différences entre les hypothèses de contrainte plane et de déformation plane ont été étudiées.

Les influences de la résolution et du seuillage des images sur la conductivité thermique effective prédite du revêtement ont également été étudiées. Il a été constaté que les images à faible résolution présentent une microstructure composée de pores discontinus. Par conséquent, les modules d'élasticité calculés sont alors significativement plus élevés que ceux obtenus avec une résolution d'image supérieure. Par exemple, le module d'élasticité suivant la direction horizontale d'un revêtement augmente de 19 GPa à 94 GPa avec une résolution de 25%. D'autre part, l'augmentation de la valeur du seuil appliqué aboutit à une augmentation de la porosité. Ainsi, le module d'élasticité est diminué de moitié lorsque le seuil appliqué sur les images passe de 155 à 168.

Le module d'élasticité effectif calculé pour la structure 3D artificielle a ensuite été comparé à ceux obtenus à partir de calculs 2D effectués sur des coupes de la structure 3D, révélant les différences entre modèles 2D et 3D. Le module obtenu par le modèle 3D est près de quatre fois supérieur à celui calculé avec le modèle 2D suivant la direction horizontale, et plus de 2 fois supérieur suivant la direction verticale.

Enfin, les résultats des modélisations ont été validés par des essais de flexion et d'indentation Knoop. Le module d'élasticité des revêtements de barrière thermique calculé en 2D à partir des images de coupe est beaucoup plus faible que les modules mesurés. Toutefois, la valeur obtenue par modélisation 3D devrait être plus élevée et plus proche de la valeur expérimentale, au vu des résultats obtenus sur la structure artificielle.

Kahina AIT ALI

N° 240

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 16 octobre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Modélisation et étude de performances dans les réseaux VANET"

Les réseaux véhiculaires sont des systèmes de communication basés sur un échange d'informations de véhicules à infrastructures fixes installées au bord des routes, on parle alors de mode V2I (*Vehicle-to-Infrastructure*), ou de véhicules à véhicules dit mode V2V (*Vehicle-to-Vehicle*) ou VANET (*Vehicular Ad hoc Network*). L'objectif est de fournir aux conducteurs et aux opérateurs de transport des informations sur le trafic routier permettant d'améliorer l'efficacité des systèmes de transport, la sécurité et le confort des usagers.

Depuis leur apparition, les VANET ont connu un très grand essor, de nombreux standards, applications et mécanismes de routage ont été proposés pour répondre aux spécificités de cette nouvelle classe de réseaux. Les défis à relever pour leur conception découlent principalement de la forte mobilité des véhicules, de la diversité spatio-temporelle de la densité du trafic et de la propagation des ondes radio en environnement extérieur défavorable à l'établissement des communications sans fil.

La difficulté, aussi bien économique que logistique, de la mise en œuvre réelle des réseaux véhiculaires fait de la simulation le moyen le plus largement utilisé pour la conception et l'évaluation des solutions proposées. Cependant la validité des résultats de simulation dépend fortement de la capacité des modèles utilisés à reproduire le plus fidèlement possible les situations réelles. Deux aspects sont essentiellement importants dans les VANET : la mobilité des véhicules et la propagation des ondes radio.

Nous proposons dans cette thèse un nouveau modèle de mobilité et un nouveau modèle de propagation d'ondes radio pour réseaux de véhicules en environnement urbain et suburbain. Pour définir des schémas réalistes, ces deux modèles se basent sur des données statiques et dynamiques réelles sur les caractéristiques topographiques et socio-économiques de l'environnement. Ces données décrivent particulièrement la distribution spatio-temporelle des véhicules et les infrastructures présentes dans l'environnement. Trois cas d'études sont présentés dans la thèse pour la validation des modèles développés ; un environnement théorique, urbain ou suburbain, défini par l'utilisateur, notamment le cas Manhattan très utilisé, et deux environnements réels qui représentent des agglomérations de taille moyenne.

Une autre contribution de cette thèse est l'étude de la connectivité radio et des performances des protocoles de routage dans les VANET. A partir de graphes dynamiques de connexions représentant la variation des liens radio entre véhicules en déplacement, nous avons analysé et déterminé les propriétés de la topologie des liaisons radio des réseaux véhiculaires. Pour étudier les protocoles de routage, nous avons utilisé le modèle de mobilité et le modèle de propagation radio que nous avons développés en association avec le simulateur de réseaux *ns-2*. Nous avons comparé les performances des protocoles de routage les plus répandus et déterminé les mécanismes de routage les plus adaptés aux réseaux véhiculaires.

Adeel MEHMOOD

N° 240

Directeur de thèse : Mohammed EL BAGDOURI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 22 novembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Modeling, simulation and robust control of an electro-pneumatic actuator for a variable geometry turbocharger"

Les actionneurs électropneumatiques sont très utilisés dans l'industrie automobile car ils offrent de grands avantages, en termes d'encombrement, de puissance élevée et de simplicité de commande. Ces actionneurs sont utilisés plus particulièrement pour le contrôle des Turbocompresseurs à Géométrie Variable (TGV). Le TGV joue un rôle très important dans les performances de la boucle d'air du moteur, en particulier sur la qualité de l'air à l'admission et à l'échappement. Les nouvelles réglementations gouvernementales concernant les émissions polluantes des véhicules ont poussé les équipementiers automobiles à s'intéresser davantage au contrôle du Turbocompresseur à Géométrie Variable. Ces exigences ne peuvent pas être réalisées à travers des techniques classiques de contrôle de type PID. En effet, le contrôle doit tenir compte de la complexité du modèle et de ses incertitudes ainsi que des exigences en termes de performances statiques et dynamiques et du nombre limité de mesures. De plus, il faut également tenir compte des conditions agressives dans lesquelles travaillent l'actionneur, notamment la température, les forces de frottement et les forces aérodynamiques à l'entrée du turbo.

Dans le cadre de cette thèse, ce sont tous ces aspects qui ont motivé notre travail de modélisation et de commande robuste de l'actionneur électropneumatique du turbo. Dans un premier temps, nous avons établi un modèle de simulation de l'actionneur. Nous avons commencé par élaborer un modèle physique détaillé de l'actionneur, en prenant en compte les caractéristiques non linéaires provenant de la compressibilité de l'air et du frottement. Ensuite, deux modèles des forces aérodynamiques qui agissent sur l'actionneur ont été proposés. Le modèle global de l'actionneur a été validé expérimentalement et une analyse de sensibilité expérimentale a été menée sur plusieurs actionneurs afin d'identifier les paramètres ayant le plus d'impact sur les performances de l'actionneur. Dans un second temps, nous avons proposé une simplification du modèle obtenu dans le but de le rendre utilisable pour le contrôle, tout en préservant ses caractéristiques statiques et dynamiques. Enfin, nous nous sommes intéressés à la résolution du problème de commande robuste par retour de sortie de l'actionneur. Les algorithmes de contrôle et d'estimation élaborés ont été validés d'abord par des simulations, puis expérimentalement sur un banc d'essai moteur.

Jun HU

N° 241

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 27 novembre 2012 Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Methods for Irreducible Infeasible Set detection in CSP – Application to frequency planning and graph coloring"

In the human ecosystem, all the resources are limited. For example, the scale of the landscape for living, the resource of drinkable water, etc. A crucial reality is that human being always attempts to benefit themselves maximally without respecting the natural laws. Such conflict between the human's "greed" and nature's "impracticability" leads to the effect that many objectives cannot be achieved without increasing the indispensable resources, or reducing several implied constraints and requests.

Let's begin with a simple example in real world which demonstrates above conflict. Suppose that two staffs named Tom and Jerry decide to open a bar. Tom is available during the week except Monday and Sunday, Jerry is available during the week except Saturday and Sunday which represent the availability of human resources. Their objective is to maintain the bar open during all days in week except Monday. It is quite clear to see that such objective cannot be achieved without compromise, since both Tom and Jerry are not available on Sunday. Such human resource shortage leads to the failure of promise. Imagine another academic example, a graph of triangle consists of three nodes and three arcs with 2 colors, the graph cannot be colored by assigning two adjacent nodes differently. From these two very simple examples, it is easy to verify the unsatisfiability of the problems and to find out the conflicts. In more complex cases, the unsatisfiability and the conflicts are not so visible. For example, a telecommunication operator wants to assign available frequencies to the antenna in a city telecommunication network while satisfying interference between adjacent antennae. Due to the network scale and the complexity of interferences defined by the physical laws related to radio communication, it is very difficult for a human to determine whether the given frequencies is sufficient to avoid the interferences in the network without any computer aids. In order to adopt the computer aids, the real world problems need to be described firstly in the form of mathematical models. One convenient modeling technique is to define the real world problem as a constraint satisfaction problem. Such technique elegantly represents the problems by three basic components – the decision variables, the available resources for each variable, and the constraints to satisfy while assigning resources to the variables. Considering above bar example, the staff assignment needs to be determined as decision variable, the staff availability is applied as resource and the promise of bar opening can be considered as a constraint. Thus the problem is interpreted as a constraint satisfaction problem. In the complex application in telecommunication network, the antenna can be considered as decision variables which need to be assigned with radio frequencies, the available frequencies are the resource which can be distributed, and finally, the electromagnetic interference laws are the constraints which guarantee the quality of communication service. By representing them as constraint satisfaction problems, the above real world problems are formally expressed by a set of variables, domains and constraints and many resolution techniques can be adopted to solve this kind of problems which consist in satisfying the constraints while assigning the resources from the domains to the variables. As mentioned before, the problem model may be unsatisfiable due to lack of resources. In that case the problem is over-constrained and one objective may be to satisfy the maximum number of constraints instead of satisfying all constraints. Another crucial interest of this kind of problems is to find out the failure reason which causes the unsatisfiability of the problem. Following the terminology proposed by Chinneck [1], such failure reason can be interpreted mathematically by an Irreducible Infeasible Subset. At the beginning of 80s in last century [2], the researchers from the linear programming community worked on identifying the satisfiability of the linear programming models. A significant research result of such direction is the identification of a subsystem inside unsatisfiable linear programming system, which is unsatisfiable. By locating a smaller size of unsatisfiable subsystem, the unsatisfiable reason may be concluded to a comprehensive scale. Following the terminology defined by Chinneck, such subsystem can be named as Infeasible Subset (Subsystem), the optimal definition of Infeasible Subset is called Irreducible Infeasible Subset (IIS). The meaning is that the reduction of that Infeasible Subset by removing one constraint or variable transforms the subset into a feasible one. Beside the IIS identification in linear programming, the study has also been extended in solving SAT (boolean SATisfiability problems). The SAT community heavily studies the MUC/MUS (Minimal Unsatisfiable Core/Subformula, the analogous of IIS in SAT problems) detection in the recent decade and develops techniques which efficiently verify the SAT system unsatisfiability. In SAT problems, the MUC/MUS consists of a subset of clauses and the implied literals under such clauses. Under the scope of more generalized constraint satisfaction problems, an IIS consists of a subset of constraints and a subset of variables. It is unsatisfiable by itself [1], and impacts on modeling and reasoning about the real world problems cannot be over claimed but its practical and theoretical importance are highlighted in both Operational Research and Artificial Intelligence communities. In the bar opening example, the negotiation between the two staffs or the different objectives can be discussed when the failure reason is located. The further action may be to improve the current conflict situation. The identification of IIS not only provides a failure reason as the reference for the further actions, but also can be considered as a proof of the problem unsatisfiability. In the more complex example of frequency assignment to a telecommunication network discussed above, the unsatisfiability of a regional telecommunication network may be difficult to prove. After the identification of one IIS inside the problem, the problem unsatisfiability can be proved through the unsatisfiability proof of a relatively smaller size IIS which constitutes a sub-network of the global network. As mentioned above, numerous resolution techniques were proposed to identify MUC/MUS in SAT problem or IIS in CSP problems during the recent decade. These techniques are dedicated to various applications and efficient in particular domains. In this dissertation, a new method dedicated to Frequency Assignment Problem, named *LCV* (Locator, Constructor and Verificator), is proposed to identify a service blockage zone (interpreted by IIS) in telecommunication network. Also the method is adopted to identify the critical subgraph, which is the IIS in the context of the *k*-coloring problem. This dissertation is organized as following. It begins with Chapter 1, the general introduction of Constraint Satisfaction Problems modeling technique (CSP). The key components of CSP will be addressed and several important definitions and properties will be declared. Several CSP resolution techniques developed in recent decades from both operational research and artificial intelligence communities will be illustrated. The second chapter concentrates on the main topic of this dissertation, the Irreducible Infeasible Subset (IIS). The important definitions of Infeasible Subset (IS) and its optimal form IIS will be explained. The important properties of IIS will be demonstrated and IIS identification will be proven. Based on these theoretical studies, the practical study on adopting the existing method on the IIS identification in Frequency Assignment Problem (FAP) will be illustrated and analyzed. It brings the motivation in studying a new method dedicated for such application. Chapter 3 begins with the introduction of Frequency Assignment Problem and how it can be formulated as Constraint Satisfaction Problem. The different topologies of *CELAR* and *Roade/2001* benchmarks used to evaluate the performance of the proposed method are illustrated right after the problem introduction. A comparative analysis between the method proposed by Galinier and Hertz [3] and the new method *LCV* will be given to demonstrate the performance leverage carried by *LCV* on FAP instances. With the experience in Frequency Assignment Problem, Chapter 4 attempts to extend the general proposed *LCV* in identifying the critical subgraph in *k*-coloring problem. The chapter begins with the definition of the *k*-coloring problem and the famous DIMACS benchmarks. The comparison between the state of the art method and the general *LCV* is illustrated by careful analysis and experimental results. The general conclusion will be given at the end of this dissertation as the essential report of previous study and experience and the perspective attempt to explore new research area in IIS detection.

Aurélie ROBERT

N° 242

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 27 novembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Vers une méthodologie de structuration de la dynamique des interactions au sein du modèle de conception Multi-Domains et Multi-Vues - Application à la conception de familles de produits modulaires"

Dans le contexte économique actuel, il faut proposer des produits personnalisés de qualité, à faible coût et dans des délais de plus en plus courts. La société MABI a choisi de voir chacune de ces contraintes comme une opportunité de repenser ses produits en misant sur l'innovation. Il faut alors optimiser certaines tâches routinières d'ingénierie afin de dégager du temps pour la conception des nouveaux produits. Le travail de recherche réalisé s'inscrit dans le cadre d'une thèse en convention CIFRE en partenariat entre la société MABI et le laboratoire IRTES-M3M de l'UTBM. MABI conçoit, assemble, commercialise et assure le service après-vente de produits propres dans le domaine de la protection et la rénovation des bâtiments. Ses besoins d'amélioration concernent le processus de développement de produits qui doivent répondre aux besoins des clients tout en respectant des contraintes d'assemblage spécifiques à l'entreprise.

La finalité industrielle de la thèse consiste à décliner au niveau du domaine du « Produit », la méthodologie générique élaborée sur la base de notre travail de recherche scientifique. A ce niveau, notre problématique scientifique consiste à rendre opérationnel et dynamique le modèle Multi-Domains et Multi-Vues (MD-MV), structuré de manière «plutôt statique», en y apportant des éléments de raisonnement contribuant à créer des interactions inter-domaines et inter-points de vue. Pour ce qui est du domaine du « Produit », il en découle la méthodologie FARD (Functional And Robust Design) qui vise à concevoir et à générer rapidement l'ensemble des variantes de produits d'une même famille modulaire tout en assurant le respect des besoins clients (conception fonctionnelle) et des contraintes d'assemblage à travers une aide à la décision pour le choix de la séquence d'assemblage, contribuant ainsi à créer une interaction dynamique avec le domaine du « Process ». Quatre thèmes de recherche sont abordés : la modularité, la conception fonctionnelle, la conception pour l'assemblage (dès les phases amont du processus de conception) et la simulation (accélérée grâce au paramétrage du maillage). Habituellement, le domaine de la modularité est souvent associé à celui de la conception fonctionnelle ou encore à celui de la conception pour l'assemblage, mais rarement les trois ensemble, ce qui constitue la spécificité de nos travaux. Enfin, l'aspect paramétrique de la méthodologie FARD, à travers les liens établis entre les quatre thèmes de recherche évoqués précédemment, rend possible la génération rapide des produits d'une même famille à partir d'un produit générique et ainsi de gagner du temps de conception, en vue d'atteindre nos objectifs de conception routinière « Hautement Productive ». Trois cas d'études industriels et académiques illustrent l'application et la faisabilité la méthodologie FARD.

Afin de rendre opérationnelle la méthodologie FARD, un nouvel outil logiciel « ORASSE Produit » a été développé. Il permet de guider pas à pas l'utilisateur dans certaines étapes complexes et difficiles à mettre en œuvre manuellement (par exemple : utilisation d'algorithmes spécifiques nécessitant une expertise de la part des acteurs). Mais il permet surtout des gains de temps hautement significatifs (jusqu'à 60%) pour l'architecte produit. Ce nouvel outil logiciel peut être utilisé de manière isolée et ponctuelle ou en lien avec la plateforme collaborative ACSP (système de PLM de réalisation et de gestion de projets de conception collaboratifs). ORASSE Produit, limité au domaine Produit, constitue donc une déclinaison particulière du logiciel ORASSE, au niveau du domaine « Produit », ce qui illustre le caractère générique de la méthodologie FARD proposée, à travers son applicabilité à d'autres domaines de conception (comme celui du Process ou du Projet, voire celui de la conception et de la gestion des connaissances). A ce jour, seule la version « ORASSE Produit » a été développée, d'autres déclinaisons sont en cours.

Xinkun SUO

N° 243

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 06 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Réalisation et caractérisation des revêtements à base magnésium élaborés par projection à froid"

Le procédé de projection à froid a démontré ses avantages uniques dans la préparation de revêtements métalliques, composites et céramiques. Parmi ces revêtements, ceux constitués de magnésium pur ou de composites à matrice métallique à base de magnésium font partie des matériaux les plus prometteurs en raison de leur excellente résistance spécifique. Pourtant, les mécanismes de fabrication, par ce procédé de projection, des revêtements magnésium et composites à base de magnésium n'ont pas été étudiés. C'est le sujet de cette thèse.

Les recherches menées dans cette étude s'articulent autour de plusieurs domaines, à savoir:

- ✓ La science des matériaux avec des études sur l'effet de la granulométrie des particules de magnésium, l'effet de la taille et de la teneur (15% vol. - 60 % vol.) des particules de renforcement (SiC) ;
- ✓ La mécanique des fluides avec des modélisations de géométrie de buse, d'écoulement de gaz et des vitesses des particules de magnésium et alliage de magnésium (AZ91D) ;
- ✓ Les caractérisations des dépôts avec des analyses de microstructure et des mesures de microdureté, d'adhérence et de comportement au frottement des revêtements;

Les résultats montrent que la projection à froid peut être utilisée pour fabriquer des revêtements de magnésium purs ou composites sans aucune oxydation ou transformation de phase. La taille de ces particules doit rester dans une fourchette acceptable pour égaler la vitesse critique (entre $653 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ et $677 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) permettant la déposition.

Concernant plus spécifiquement les résultats sur les revêtements de magnésium pur, le maximum de rendement de dépôt est obtenu par projection d'une poudre de granulométrie comprise entre $22 \mu\text{m}$ et $64 \mu\text{m}$. L'adhérence atteint $11.6 \pm 0.5 \text{ MPa}$ lorsque le substrat est préchauffé à $200 \text{ }^\circ\text{C}$.

Pour le cas des revêtements AZ91D, la construction du dépôt s'effectue par effet de verrouillage mécanique. Le type de frottement observé sur ces revêtements est une usure adhésive.

Dans les revêtements composites d'AZ91D – SiC, la teneur en particules de renforcement SiC présentes dans le dépôt diminue avec leur taille dû à l'effet «onde de choc». Le rendement de dépôt augmente avec la teneur en SiC de 15 vol.% à 30 vol.%, puis diminue au-delà de 30 vol%. Le type de frottement correspond à une usure par abrasion.

Robin ROCHE

N° 244

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 07 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Algorithmes et architectures multi-agents pour la gestion de l'énergie dans les réseaux électriques intelligents"

Avec la convergence de plusieurs tendances profondes du secteur énergétique, les réseaux électriques intelligents (smart grids) émergent comme le paradigme principal pour la modernisation des réseaux électriques. Les smart grids doivent notamment permettre d'intégrer de larges proportions d'énergie renouvelable intermittente, de stockage et de véhicules électriques, ainsi que donner aux consommateurs plus de contrôle sur leur consommation énergétique. L'atteinte de ces objectifs repose sur l'adoption de nombreuses technologies, et en particulier des technologies de l'information et de la communication.

Ces changements transforment les réseaux en des systèmes de plus en plus complexes, nécessitant des outils adaptés pour modéliser, contrôler et simuler leur comportement. Dans cette thèse, l'utilisation des systèmes multi-agents (SMA) permet une approche systémique de la gestion de l'énergie, ainsi que la définition d'architectures et d'algorithmes bénéficiant des propriétés des SMA. Cette approche permet de prendre en compte la complexité d'un tel système cyber-physique, en intégrant de multiples aspects comme le réseau en lui-même, les infrastructures de communication, les marchés ou encore le comportement des utilisateurs. L'approche est mise en pratique à travers deux applications.

Dans une première application, un système de gestion de l'énergie pour centrales à turbines à gaz est conçu avec l'objectif de minimiser les coûts de fonctionnement et les émissions de gaz à effet de serre pour des profils de charge très variables. Un modèle de turbine à gaz basé sur des données réelles est proposé et utilisé dans un simulateur spécifiquement développé. Une métaheuristique optimise dynamiquement le dispatching entre les turbines en fonction de leurs caractéristiques propres. Les résultats montrent que le système est capable d'atteindre ses objectifs initiaux. Les besoins en puissance de calcul et en communication sont également évalués.

Avec d'autres mesures de gestion de la demande, l'effacement diffus permet de réduire temporairement la charge électrique, par exemple dans la cas d'une congestion du réseau de transport. Dans cette seconde application, un système d'effacement diffus est proposé et utilise les ressources disponibles chez les particuliers (véhicules électriques, climatisation, électroménager, etc.) pour maintenir la demande sous une valeur limite. Des agrégateurs de capacité de réduction de charge servent d'interface entre les opérateurs du réseau et un marché de l'effacement. Un simulateur est également développé pour évaluer la performance du système. Les résultats de simulations montrent que le système réussit à atteindre ses objectifs sans compromettre la stabilité du réseau de distribution.

Mohammad KABALO

N° 245

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 07 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Conception et réalisation de convertisseur dc-dc pour une chaîne de traction électrique et/ou hybride"

La pile à combustible (PàC) est considérée comme une source possible pour le véhicule hybride électrique du futur. Par conséquent, le développement d'un système de puissance performant est fondamental, pour l'intégration des piles à combustible avec une gestion de l'énergie à bord. Une pile à combustible est généralement une source procurant une basse tension et un fort courant, avec une très basse tension produite par une seule cellule. Par conséquent, plusieurs cellules doivent être empilées afin d'obtenir une tension plus élevée. Afin de maintenir la fiabilité et la durée de vie dans des limites raisonnables, la tension de sortie de la pile à combustible est limitée à environ 100 V. Lorsqu'elle est utilisée pour les applications de transport comme les véhicules électriques, la tension de bus dc est habituellement une tension de plusieurs centaines de volts. Pour cette raison, un convertisseur dc-dc est nécessaire entre la PàC et le bus dc. Un tel convertisseur est utile non seulement pour l'élévation de la tension, mais aussi pour le conditionnement de celle-ci, car la tension de sortie de la PàC varie fortement avec la charge. Un véhicule hybride électrique utilisant une PàC souffre de contraintes telles qu'une durée de vie limitée et un volume et un poids restreint due à la taille des composants. Donc, le convertisseur de puissance dc-dc entre la PàC et le bus dc doit avoir un faible volume et poids, un faible coût, un grand rapport d'élévation et une efficacité élevée. En outre, il est nécessaire d'avoir une faible ondulation de courant à l'entrée du convertisseur de puissance afin de maximiser la durée de vie de la PàC et diminuer la consommation de carburant.

Dans cette thèse, une nouvelle famille de convertisseur dc-dc, appelé convertisseurs boosts flottants entrelacés est étudiée. Ces topologies sont contrastées et comparées au convertisseur boost classique, dans le but d'améliorer leurs performances relatives au volume et au poids de l'inductance et du condensateur, à l'ondulation du courant d'entrée, à l'ondulation de tension du bus dc, ainsi qu'à l'efficacité et au rapport d'élévation de tension. Cette analyse a permis d'évaluer les avantages de l'augmentation du nombre de phases et de choisir la topologie la plus appropriée parmi d'autres proposées dans le but de répondre aux spécifications désirées. Le modèle petit signal de convertisseur boost flottant entrelacé à quatre phases est étudié et développé. Les procédures de dimensionnement de convertisseur boost flottant entrelacé à quatre phases sont explicitées, en vue de déterminer la valeur des composants passifs, et la sélection des composants de puissance en termes de tenue en tension et en courant. Un contrôle glissant basé sur le modèle moyen de convertisseur boost flottant entrelacé à quatre phases est développé. Une stratégie de contrôle basée sur une double boucle hybride est introduite pour améliorer les performances du système. Le convertisseur boost flottant entrelacé à quatre phases est aussi évalué en mode bidirectionnel. Le modèle petit signal et la stratégie de contrôle sont évalués par une co-simulation entre Simulink et Simplorer et validés par des résultats expérimentaux. Ils ont montré une excellente performance relative à la réduction d'ondulation du courant d'entrée, à la diminution du volume de l'inductance, et à l'augmentation de l'efficacité pour une gamme étendue de variation de rapport cyclique. Le convertisseur boost flottant entrelacé à quatre phases proposé montre un potentiel important et plein de promesses pour l'utilisation dans un véhicule hybride électrique utilisant une PàC.

Alexandre RAVEY

N° 246

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 08 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Conception et gestion de l'énergie des architectures pour véhicules hybrides électriques"

Depuis une dizaine d'années, les constructeurs et les grands groupes du secteur de l'automobile se sont mobilisés autour de la recherche et du développement de nouveaux prototypes de véhicules économes (moins consommateurs d'énergie) et propres (moins de rejets de polluants) tels que les véhicules hybrides et tout électriques. C'est une nouvelle mutation. Elle fait profondément évoluer

l'automobile, d'une architecture de propulsion thermique, devenue maîtrisée mais fortement polluante, vers une traction électrique ou hybride plus complexe et peu, voire pas du tout, maîtrisée ; le nombre de composants (sources d'énergie, actionneurs, contrôleurs, calculateurs, ...) devient important, de nature multidisciplinaire et possédant beaucoup de non linéarités. De plus, faute de maturité dans ce domaine, à ce jour l'industrie de l'automobile ne possède pas encore les connaissances suffisantes nécessaires à la modélisation, à la simulation et à la conception de ces nouveaux véhicules et plus particulièrement les dispositifs relatifs aux sources d'énergie et aux différents actionneurs de propulsion. Les travaux de cette thèse visent à donner des méthodes de conception d'une chaîne de traction

hybride et d'en gérer la gestion de l'énergie. La thèse s'appuie sur l'exemple de la conception et la gestion de l'énergie d'un véhicule hybride basé sur une pile à combustible et des batteries. Dans un premier temps, une méthode de dimensionnement des composants de la chaîne de traction est présentée: Elle consiste en l'étude statistique de cycle de conduite générés pseudo aléatoirement

représentatif de la conduite en condition réelle de véhicule. Un générateur de cycle de conduite a été créé et est présenté, et la méthode de dimensionnement de la source primaire, ici une pile à combustible, ainsi que la source secondaire de puissance, ici des batteries, est détaillée. Un exemple est pris pour illustrer cette méthode avec la conception d'un véhicule de type camion poubelle décrivant des cycles de conduites urbains à arrêts fréquents. Dans un second temps, la gestion de l'énergie de la chaîne de traction hybride série est étudiée: une gestion de l'énergie "offline" est présentée, basée sur l'optimisation par programmation dynamique.

Cette optimisation permet d'avoir le découpage de la puissance par les deux sources de la chaîne de traction de manière optimale pour un cycle précis. De part l'aspect déterministe de la programmation dynamique, les résultats servent de référence quant aux futurs développements de gestion temps réel.

Un contrôleur temps réel basé sur la logique floue est ainsi exposé et les résultats sont comparés par rapport à la gestion "offline". Le contrôleur est ensuite optimisé et rendu adaptatif par un algorithme génétique et un algorithme de reconnaissance de type de profil routier. Enfin, une introduction à la gestion de l'énergie dans les véhicules hybrides de type: "plug in" est présentée: Elle repose sur le principe de la détermination de la distance restante à parcourir par la reconnaissance de la destination à l'aide d'une matrice de probabilité de Markov.

Sameh CHTOUROU

N° 247

Directeurs de thèse : Marie-Ange MANIER/Taïcir LOUKIL

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 13 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM/Faculté des Sciences Economiques et de Gestion de Sfax (Tunisie)

Spécialité : Automatique

"Contribution à l'ordonnancement des ateliers de traitement de surface avec deux robots "

Dans cette thèse, nous nous intéressons principalement à l'étude du fonctionnement cyclique mono-produit des ateliers de traitement de surface. Notre contribution porte sur le problème d'ordonnancement associé connu dans la littérature sous le nom Cyclic Hoist Scheduling Problem (CHSP). L'objet de cette thèse est de proposer des méthodes efficaces pour la résolution des problèmes de traitement de surface dans le cas où les produits à traiter sont du même type. Nous traitons en particulier le cas où le nombre des robots présents sur la ligne est égal à deux, ce qui augmente le nombre des contraintes du problème, sachant que dans le cas mono robot, ce problème a été prouvé NP-Complet. Pour cela, nous proposons une méthode qui combine deux heuristiques et un programme linéaire mixte. Cette méthode permet notamment d'affecter les mouvements de transport à l'un des deux robots tout en gérant les risques de collision entre eux, lorsque la gamme opératoire des produits à traiter suit l'implantation des cuves.

Par la suite, nous proposons une extension du modèle au cas de lignes complexes. Enfin, nous étudions le cas d'un fonctionnement mixte, pour lequel il est nécessaire de traiter dans une même installation des produits différents et des rafales de produits identiques. Dans ces conditions, la solution la plus intéressante pour les industriels est de pouvoir alterner des modes de production dynamiques et cycliques. Pour cela, nous proposons une méthode efficace permettant de résoudre le problème d'ordonnancement associé à la phase transitoire relative à ce type de fonctionnement. Elle consiste en particulier à chercher les dates d'entrée au plus tôt des produits. La principale difficulté identifiée consiste ici à passer du mode dynamique au mode cyclique, c'est-à-dire à rejoindre un cycle à partir d'une solution courante donnée, en supposant que ce cycle est connu à priori.

Les méthodes élaborées dans les divers cas traités sont validées par des tests sur des benchmarks de la littérature.

Bilal TAHER

N° 248

Directeurs de thèse : Saïd ABBOUDI/Rafic YOUNES

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 20 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Analyse et modélisation de l'endommagement dû au couplage thermomécanique des multi-matériaux cylindriques"

Un grand nombre de systèmes thermomécaniques industriels se trouve confronté à des régimes transitoires plus ou moins rapides suivant la fréquence de fonctionnement. L'amélioration de leurs performances nécessite l'utilisation de matériaux nouveaux du type multimatériaux ou barrière thermique. En effet, ces matériaux peuvent être de type multicouche en associant plusieurs couches rangées de façon à améliorer le comportement mécanique et thermique d'un système ou alors constitués d'un substrat revêtu d'une succession de couches minces obtenues par projection thermique.

Dans un système donné, ces matériaux subissent généralement des sollicitations cycliques qui peuvent être d'origine thermique et/ou mécanique. Il est donc nécessaire de mieux connaître leur comportement thermomécanique en régimes élastique et plastique. Ainsi, l'étude présentée dans ce travail, limitée ici à des conditions périodiques uniquement d'origine thermique, traite de l'évolution de l'endommagement d'un matériau sous une ou plusieurs formes de fatigue thermique.

L'origine de la sollicitation imposée provient d'une condition de flux périodique (sous forme d'échelon, de triangle ou de sinus) prenant en compte les pertes par convection. Sur le plan mécanique, le matériau est supposé fixe sur l'une de ses deux extrémités et libre de se déformer sur l'autre. La nature et les propriétés des matériaux étudiés font que les termes sources dans l'équation de bilan thermique sont négligeables. Les contraintes et les déformations mécaniques dans le matériau ne proviennent donc que des différences des coefficients de dilatation thermique et des gradients de température dans le matériau. La nature variable et transitoire du comportement thermique du matériau permet de suivre l'évolution de la distribution des contraintes et des déformations au sein du matériau.

L'étude de son endommagement est menée selon les cas, soit sur des modèles établis directement à partir du comportement thermo élastique soit sur des modèles nécessitant l'étude thermo-élastoplastique. Dans les deux cas, comme la plupart des modèles d'endommagement (Lemaître et Chaboche,) rencontrés dans la littérature ne sont valides que sur des matériaux uniformes et homogènes, une recherche de matériau équivalent du multi-matériau étudié était nécessaire. L'équivalence entre le matériau réel et le matériau équivalent repose sur un critère d'équivalence thermique. Les modèles étudiés fournissent dans les deux cas, l'évolution de l'endommagement du matériau, en fonction des paramètres géométriques et aussi de la forme des sollicitations thermiques imposées telles que le coefficient d'échange par convection, l'amplitude et la période du flux imposé.

Une application de ces modèles sur un exemple de moteur à combustion interne est proposée à la fin de ce mémoire. Elle montre une prédiction du nombre de cycles (durée de vie) du cylindre moteur en fonction des conditions de fonctionnement utilisées.

Jonathan DEMANGE

N° 249

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 20 décembre 2012

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Un modèle d'environnement pour la simulation multiniveau – Application à la simulation de foules"

Cette thèse propose un modèle organisationnel et holonique de l'environnement pour la simulation des déplacements de piétons dans des bâtiments. Une foule de piétons peut être considérée comme un système composé d'un grand nombre d'entités en interaction, dont la dynamique globale ne peut se réduire à la somme des comportements de ses composants. La simulation multiniveau fondée sur les modèles multiagents holoniques constitue une approche permettant d'analyser la dynamique de tels systèmes. Elle autorise leur analyse en considérant plusieurs niveaux d'observation (microscopique, mésoscopique et macroscopique) et prend en compte les ressources de calcul disponibles. Dans ces systèmes, l'environnement est considéré comme l'une des parties essentielles. La dynamique des piétons composant la foule est alors clairement distinguée de celle de l'environnement dans lequel ils se déplacent. Un modèle organisationnel décrivant la structure et la dynamique de l'environnement est proposé. L'environnement est structurellement décomposé en zones, sous-zones, *etc.* Les organisations et les rôles de cet environnement sont projetés dans une société d'agents ayant en charge de simuler la dynamique de l'environnement et les différentes missions qui lui sont classiquement assignées dans les systèmes multiagents. Ce modèle précise également les règles de passage entre deux niveaux d'observation. Ainsi, chaque agent appartenant au modèle de l'environnement tente d'utiliser une approximation des comportements de ses sous-zones afin de limiter la consommation de ressources durant la simulation. La qualité de l'approximation entre ces deux niveaux d'observation est évaluée avec des indicateurs énergétiques. Ils permettent de déterminer si l'agent approxime correctement les comportements des agents associés aux sous-zones. En sus du modèle organisationnel et holonique proposé, nous présentons un modèle concret de la simulation de voyageurs dans un terminal d'aéroport. Ce modèle concret est implanté sur les plateformes JaSIM et Janus.

Mohamed KOUJILI

N° 250

Directeur de thèse : Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 08 février 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Energie Electrique

" Design and construction of a new actuator for the LHC wire scanner "

The LHC collides two proton beams with an energy of 7 TeV by each and the aimed total particle rate is about 109 Hz. The particle rate is determined by the production cross section, a natural constant and the luminosity, an accelerator dependent parameter luminosity. The luminosity depends linearly of the number of particles in each beam and inversely of the transverse dimensions of the particle beam transverse dimensions. It is increasing with the particle beam density and therefore the probability of interactions. To optimise the transverse beam sizes, profile monitors are used to measure parameter depending changes. Among the three different types of profile monitors used in LHC (Wire scanners (WS), Synchrotron light monitors, Rest Gas Profile Monitors), the WS monitor is considered to be the most accurate. WS is an electro-mechanical sensor allowing the measurement of the transverse beam density by means of a moving thin wire target in an intermittent manner. As the wire passes through the beam, the interaction generates a cascade of secondary particles. These are intercepted by a scintillator, which is coupled with a photomultiplier that, which measures the intensity of the light thus produced. The acquisitions of the wire position and the signal intensity signal are synchronized with the particle revolution frequency and are combined to construct the transverse beam density profile. WS are installed and operated on a daily base is on all circular accelerators of CERN.

The aim of this PhD work is to improve measurement accuracies through higher performances of the WS than those actually achievable. These new performances include notably a wire travelling speed of up to 20 m.s⁻¹ and a position measurement accuracy of the order of 4 µm. Other requirements related to interfacing and environmental issues such as radiation, temperature, ultra high vacuum (UHV) and interactions with the beam must also be accounted for. The baseline solution consists of a permanent magnet rotary brushless synchronous motor installed inside the vacuum chamber with the permanent magnets, installed inside the vacuum chamber. In order to minimize the out-gassing from the motor, the stator windings exciting the rotor are placed outside the vacuum chamber. The air-vacuum interface is made in the magnetic gap through using a low magnetic permeability stainless steel wall. A position transducer to be mounted on the rotating shaft shall provide its absolute angular position for the feedback control loop of the motor and also a highly accurate for the wire position determination.

The WS actuator including motor, linear power supply, and angular sensors and its control has been designed, sized and validated by virtual simulations and experimental tests. The electrical machines and drives theory has been successfully applied to develop and to implement an algorithm for controlling the proposed actuator. The obtained experimental results, been performed on a test bench especially built in the framework of this project, are encouraging and open good prospects for the proposed solution. The new WS will be installed in the forthcoming 'Long Shutdown 1' of all CERN accelerators in 2013-14.

David JOGUET

N° 251

Directeur de thèse : Sophie COSTIL

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 15 février 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Développement d'une stratégie de synthèse de bio-matériaux "

De nos jours, le domaine des implants est un des enjeux important pour notre civilisation pour permettre d'améliorer notre quotidien. Pour ce faire, une large offre de matériaux et de technologies existe offrant de nombreuses possibilités afin de répondre aux attentes chirurgicales. Plusieurs familles de matériaux coexistent : les polymères, les céramiques et les matériaux métalliques ainsi que différents procédés de mise en forme. Parmi ceux-ci, le procédé de micro fusion laser sur lit de poudre est un procédé prometteur permettant de réaliser des pièces de géométries complexes. C'est précisément cette technologie qui a été retenue. Pour cela, afin d'approfondir la connaissance du procédé et évaluer l'impact des paramètres sur les structures métallographiques, une orientation se tournant vers des matériaux métalliques tels que le CoCrMo et le titane T40 a été envisagée.

Ainsi, les objectifs de la thèse ont été de générer un matériau possédant de bonnes caractéristiques mécaniques ainsi qu'en faciliter son intégration dans un milieu biologique (implants). Pour ce faire, une structure de porosité contrôlée (pour faciliter le développement tissulaire) avec des propriétés mécaniques adaptées aux sollicitations est nécessaire. Le premier travail effectué fut donc une recherche préliminaire afin d'approfondir la connaissance du procédé, en particulier d'un point de vue énergétique et thermique. Afin d'identifier et d'évaluer l'impact des paramètres sur le taux de porosité et donc les propriétés mécaniques de la pièce, une méthode statistique de type Taguchi a été utilisée. Au travers de cette analyse, il est apparu que 3 paramètres inhérents au procédé (la distance entre tache laser, temps d'exposition et le pas de balayage) expliquent près de 80% des résultats. De plus, il est mis en évidence que les propriétés mécaniques d'une structure (module de Young et résistance à la rupture) peuvent être maîtrisées grâce au taux de porosité de cette dernière et permettre ainsi un rapprochement des propriétés mécaniques de l'os cortical. Pour ce faire, des caractérisations mécaniques ont donc été réalisées pour évaluer le module de Young et la résistance à la rupture des pièces avec différentes structures. Une maîtrise des propriétés peut donc être envisagée et peut même être adaptée en réalisant des structures mixtes alliant partie dense et partie poreuse.

Elie TAGNE FUTE

N° 252

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Emmanuel TONYE

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 05 mars 2013

Lieux d'inscription : UTBM/Université de Yaoundé

Spécialité : Informatique

"Une approche de patrouille multi-agents pour la détection d'évènements"

Pouvoir lutter efficacement contre certains fléaux comme les incendies de forêt, les feux de brousse ou les catastrophes naturelles constitue un enjeu majeur dans plusieurs villes du monde. Avec l'avènement de la technologie de pointe représentée par les réseaux de capteurs, la détection de ces phénomènes devient plus aisée.

En effet, des capteurs peuvent être déployés dans des zones difficiles d'accès et s'ils sont suffisamment nombreux pour couvrir la totalité de l'environnement à surveiller, une alerte peut être directement donnée par le capteur ayant détecté un certain type d'évènement (feu, secousse sismique...).

Le centre de contrôle ayant reçu l'alerte peut ensuite décider d'intervenir sur la zone en cause.

Nos travaux se situent dans ce cadre de la détection de phénomènes par un réseau de capteurs, en supposant que l'environnement est connu et que les capteurs sont mobiles, sans fil et en nombre insuffisant pour couvrir la totalité de l'environnement à surveiller.

Parler de surveillance par un nombre faible d'entités mobiles nécessite de parcourir régulièrement certaines zones critiques de l'environnement, ce qui peut s'apparenter à une tâche de patrouille.

Dans le cadre de cette thèse, nous nous sommes focalisés sur la détermination de stratégies de patrouille multi-capteurs appliquée à la détection d'évènements.

Un problème similaire au nôtre est celui de la patrouille multi-agents dans un environnement connu.

Ce problème consiste à faire visiter régulièrement les noeuds d'un graphe (représentant l'environnement) par des agents.

Les capteurs peuvent être considérés comme des agents ayant des ressources limitées, en terme d'énergie en particulier.

Le cadre de la patrouille multi-agents et les techniques proposées pour le résoudre ne peuvent pas être utilisés ici.

Après avoir formulé mathématiquement le problème de la patrouille multi-capteurs appliquée à la détection d'évènements, nous proposons une technique de résolution approchée basée sur des colonies de fourmis.

Des simulations ont été réalisées en considérant différents scénarii (topologies d'environnement, populations de capteurs, apparitions des événements) afin d'évaluer la pertinence de notre approche.

Les résultats expérimentaux montrent que notre approche permet de déterminer des stratégies de patrouille satisfaisantes dans la majorité des scénarii.

Baicheng ZHANG

N° 253

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 04 avril 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

"Fusion sélective par laser – influence de l'atmosphère et réalisation d'alliage in-situ"

Au cours de la dernière décennie, le procédé de fabrication additive par fusion sélective d'un lit de poudre SLM a attiré une grande attention dans le domaine de l'industrie, car il permet de produire rapidement des pièces de formes complexes. Le but de ce travail est d'étendre les performances des procédés SLM en étudiant la possibilité d'élaborer des pièces en atmosphère raréfiée. Pour atteindre cet objectif, une approche théorique et expérimentale a été développée, avec la mise en place d'une machine de fusion sélective par laser capable de travailler dans le domaine de pression de 1 à 10^{-2} mbar.

Le travail sous vide permet d'éviter la formation du "bouclier" de plasma généré à partir de l'atmosphère de gaz ionisé par l'énergie du laser. Ceci permet d'une part d'éviter la contamination chimique du matériau (oxydation, nitruration,...) au cours des processus de fusion et d'autre part de réduire le taux de porosité.

L'effet des paramètres du laser et des variables d'environnement sur la qualité de pièces a été étudié en considérant le cas du fer pur, de l'acier Inox 316L et du titane.

Par ailleurs nous avons étudié la possibilité d'obtenir des alliages in-situ au cours de la fabrication par la technique SLM à partir de mélanges de poudres.

Des essais ont été conduits à partir de mélanges Mg/Al, Fe/Ni et Ti/Ni. Dans tous les cas nous avons pu obtenir des alliages in-situ pour les domaines de composition visés qui correspondent à des applications pratiques (structures légères, alliage magnétique à faible coercivité, alliage à mémoire de forme). Les propriétés des matériaux obtenus, d'après les premières caractérisations effectuées, se comparent de façon favorable par rapport aux techniques classiques d'élaboration et de mise en œuvre.

Youssef EL MERABET

N° 254

Directeurs de thèse : Yassine RUICHEK/Abderrahman SBIHI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 18 mai 2013

Lieux d'inscription : UTBM/Faculté des Sciences de Kenitra (Maroc)

Spécialité : Informatique

" Segmentation d'images couleur par combinaison LPE-régions/LPE-contours et fusion de régions – Application à la segmentation de toiture à partir d'orthophotoplans "

Les travaux de recherche de cette thèse s'inscrivent dans le cadre d'une approche globale qui consiste à extraire des informations relatives aux toitures de bâtiments à partir de photos aériennes (orthophotoplans). L'objectif étant de pouvoir reconnaître des toitures extraites d'images aériennes en utilisant une base de connaissances, puis affiner/déformer des modèles 3D générés automatiquement à partir de données géographiques. Pour atteindre cet objectif, une première étape consiste tout d'abord à partitionner l'image aérienne (ou orthophotoplans) en différentes régions d'intérêt (pans de toiture, cheminées, chiens assis, fenêtres, etc.), c'est la contribution de cette thèse. Il s'agit alors de mettre en place une stratégie permettant d'obtenir une segmentation de toiture, mettant en évidence les principaux éléments la constituant de manière la plus précise possible.

A l'issue d'un état de l'art sur les méthodes de segmentation existantes, nous avons fait le choix d'inscrire nos travaux dans le cadre d'une segmentation par morphologie mathématique, notamment l'approche utilisant la Ligne de Partage des Eaux (LPE).

Dans un premier temps, nous avons étudié l'influence de l'invariance couleur sur la segmentation morphologique par LPE, avec différents gradients niveaux de gris et couleur. Pour ce faire, nous avons effectué une étude comparative de plusieurs invariants couleur existants dans la littérature. Cette étude a été réalisée sur une base de 67 images de toitures extraites à partir d'une image aérienne (orthophotoplan). Une évaluation des résultats de segmentation nous a permis de mettre en évidence les meilleurs couples gradient niveau de gris et couleur / composante de l'invariant colorimétrique pour la segmentation d'orthophotoplan par LPE-régions, dans le cadre de la détection de toitures.

Dans un deuxième temps, une stratégie de modélisation (caractérisation) 2D des arêtes de toits de bâtiments a été développée. Le processus de modélisation est basé sur le résultat de segmentation obtenu dans la première étape. Elle consiste à détecter/extraire les arêtes constituant le toit (à partir de l'image segmentée) et à les représenter sous forme de segments. Ceci permet d'obtenir un modèle de toits dans lequel chaque arête n'est décrite que par un seul et unique segment dont les extrémités sont les nœuds reliant les arêtes constituant le toit. Le processus de caractérisation comporte tout un ensemble d'étapes permettant de créer, améliorer et optimiser le modèle 2D de segments.

Une stratégie de fusion de régions basée sur l'utilisation de graphes a ensuite été développée afin de résoudre le problème de sur-segmentation de l'image. Celle-ci utilise l'image segmentée par LPE-régions, le résultat de modélisation ainsi qu'un critère de fusion basé sur des grandeurs géométriques et radiométriques relatives aux particularités des images d'orthophotoplan traitées.

Une technique de segmentation par coopération LPE-régions et la LPE-contours a également été développée. Cette méthode consiste à exploiter l'avantage de ces deux techniques de segmentation par LPE afin d'aboutir à un résultat de segmentation plus fiable.

Les résultats obtenus via l'approche proposée (basée sur la totalité des étapes précédemment mentionnées) sont très intéressants avec des taux de bonne segmentation satisfaisants. En effet, nous avons pu aboutir à une segmentation très fiable des toitures, avec des résultats très proches de la vérité terrain (résultats de segmentation fournis par des experts).

De nombreuses perspectives ont été identifiées. Elles concernent l'extraction des mesures des différentes régions d'intérêts composant la toiture (pans de toiture, cheminées, chiens assis, fenêtres, etc.) pour pouvoir in fine reconnaître des toitures à partir d'une base de connaissance. Nous souhaitons aussi travailler sur la définition d'une image de germes (avec un nombre de germes optimisé) afin de réduire la sur-segmentation de l'image segmentée par LPE-régions.

Benjamin LUISET
Directeur de thèse : Alain BILLARD
Laboratoire : IRTES-LERMPS
Soutenance : 24 mai 2013
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Matériaux

N° 255

" Etude des mécanismes d'endommagement d'érosion à la pluie et développement de revêtements anti-érosion pour applications aéronautiques "

Nous étudions les mécanismes d'endommagement dus à l'érosion pluie sur des matériaux massifs et sur des matériaux revêtus. Pour cela, un banc d'essais spécifique a permis de mener des recherches en laboratoire. Le principe de l'essai repose sur l'émission de jets à haute vitesse et à haute fréquence.

L'étude des matériaux massifs met en évidence un mécanisme de propagation de fissures par fatigue qui aboutit à des pertes de matière. Ces mêmes endommagements ont été observés sur des échantillons usés en service. Il a été confirmé que la dureté augmente la résistance à l'érosion pluie des matériaux métalliques.

L'étude des revêtements s'est focalisée sur 2 technologies, à savoir la pulvérisation cathodique magnétron, qui est un procédé de déposition phase vapeur, et la projection thermique sous flamme supersonique. Les revêtements obtenus par projection thermique (dont l'épaisseur était supérieure à 200 μm), se sont révélés moins résistants à cause d'un manque d'adhérence ou de la présence de défauts au sein du matériau. Les revêtements obtenus par PVD (dont l'épaisseur était inférieure à 30 μm) ont permis d'obtenir des gains de résistance significatifs. Dans tous les cas, quel que soit la technologie utilisée, l'adhérence du revêtement s'est révélé être un paramètre critique en ce qui concerne la résistance de la surface à l'érosion pluie.

Enfin, une simulation numérique en dynamique a permis d'étudier les champs de contraintes dans des feuillets métalliques, et ce, en faisant varier leurs épaisseurs, les matériaux qui les composent, et la vitesse d'impact. Les résultats de la simulation tendent à prouver que la propagation des ondes de contraintes dans le matériau peut entraîner des phénomènes de sur-contraintes dans les feuillets les plus fins à cause de la réflexion des ondes sur la face antérieure de la plaque.

Soumia LARDJANE

N° 256

Directeurs de thèse : Nouredine FENINECHE/Ghouti MERAD

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 18 juin 2013

Lieux d'inscription : UTBM/Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen (Algérie)

Spécialité : Matériaux

" Etude des propriétés structurales, électroniques et magnétiques des semi-conducteurs magnétiques dilués à base des composés II-VI. Cas du ZnO dopé au Cobalt "

La spintronique est un nouveau domaine de recherche qui exploite l'influence de la caractéristique quantique de l'électron (le spin) sur la conduction électrique. Pour réaliser des composants de spintronique innovants, l'obtention des semi-conducteurs ferromagnétiques à température ambiante devenait un challenge international. Dans ce contexte, après les premières prédictions théoriques de la haute température de Curie de $Zn_{1-x}Co_xO$ et les rapports contradictoires sur l'état magnétique de ce système, nous nous sommes attaché à étudier le semi-conducteur magnétique dilué $Zn_{1-x}Co_xO$.

Une étude ab initio des propriétés structurales, électroniques et magnétiques du $Zn_{1-x}Co_xO$ a été effectuée en utilisant la méthode de pseudopotentiels dans le cadre de la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) avec les deux approximations GGA et GGA+U. En parallèle, des films minces de $Zn_{1-x}Co_xO$ ont été synthétisés par co-pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive avec différentes conditions d'élaboration. Les propriétés structurales, morphologiques, électriques et magnétiques ont été analysées par différentes techniques de caractérisation et confrontées à celles obtenues par l'étude ab initio.

Nizar HARB

N° 257

Directeur de thèse : François PEYRAUT

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 20 juin 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Identification inverse de paramètres biomécaniques en hyperélasticité anisotrope "

Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans le cadre du développement de méthodes d'identification inverse de paramètres matériau. On porte un intérêt particulier à la biomécanique des tissus souples renforcés par des fibres de collagène (artère, disque intervertébral, peau, tendon, ligament, etc.), dans le cadre de leurs réponses viscoélastiques et en grandes déformations et en grands déplacements (hyperélasticité). Fortement non-linéaires et anisotropes, les lois constitutives en biomécanique contiennent un nombre important de paramètres matériau. Le problème inverse qui permet de les identifier est de grande dimension et fortement non linéaire. En raison de difficultés numériques liées à sa résolution avec des méthodes à base de gradient, nous avons développé deux nouvelles méthodes d'identification inverse de paramètres nommées GAO (Genetic algorithms & Analytical Optimization) et MMIM (Maximum-Minimum Identification Method).

La méthode GAO combine de manière avantageuse les méthodes déterministes de type gradient avec les algorithmes génétiques. Son originalité consiste à introduire des calculs analytiques pour la partie déterministe, ce qui permet d'accélérer et d'améliorer la convergence des algorithmes génétiques. Cette stratégie est appliquée dans le cadre de l'hyperélasticité anisotrope.

En ce qui concerne la méthode MMIM, elle opère selon un critère d'identification basé sur la norme infinie et elle utilise les algorithmes génétiques. Elle permet d'identifier les paramètres de lois viscoélastiques quasi-linéaires. Elle garantit une réponse visqueuse constante qui est caractéristique des tissus souples qui sont insensibles à la vitesse de chargement.

Les méthodes GAO et MMIM ont identifié avec succès des paramètres de tissus artériels et de tissus du disque intervertébral. Les propriétés de ces tissus sont décrits par ailleurs dans le mémoire dans un contexte plus général où on expose l'anatomie, l'histologie et le mécanisme de déformation aux différents niveaux hiérarchiques (nano-échelle à milli-échelle) d'un tissu souple renforcé par des fibres de collagène. Ceci permet de comprendre le rôle des efforts dans la relation liant la structure à la fonction en biologie

Fayez Shakil AHMED

N° 258

Directeur de thèse : Mohammed EL BAGDOURI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 04 juillet 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Modélisation, simulation et commande de la boucle d'air d'un moteur à combustion interne "

Dans l'environnement concurrentiel d'aujourd'hui, la mondialisation des marchés et les enjeux socio-écologiques du développement durable représentent des défis majeurs pour l'industrie automobile. Afin de relever ces défis, les entreprises doivent investir dans des outils de développement plus performants. Pour améliorer la performance d'un moteur thermique en termes de consommation et d'émissions une compréhension enrichie de la boucle d'air autour du moteur et de l'interaction entre ses composants est indispensable

Cette thèse suit deux axes de recherche dans ce contexte. Dans un premier temps, les problèmes liés à la modélisation d'une boucle d'air globale sont traités. En particulier, sont modélisés le débit d'air entre les différents sous-systèmes, la combustion en fonction du degré vilebrequin, la pulsation du débit et de la pression et l'estimation de la force aérodynamique sur les vannes des turbocompresseurs à géométrie variable (TGV). Cette étude de modélisation détaillée a été utilisée pour mettre en place un simulateur de la boucle d'air, qui prend en compte ces interactions et qui peut prédire l'influence des sous-systèmes sur la boucle globale. En suite, l'effort de notre recherche a été consacré à la modélisation des actionneurs mécatroniques de la boucle d'air et de leur comportement non linéaire dû au frottement, aux variations de la température, etc. Un modèle dynamique non linéaire a été développé et intégré dans le simulateur. Ce modèle peut être adapté aux plusieurs types d'actionneurs commerciaux. Le simulateur complet a été implémenté sous AMESim pour les modèles du moteur et de la boucle d'air, et sous Simulink pour le contrôle. Les modèles ont été paramétrés selon les spécifications d'un moteur commercial et le simulateur a été validé expérimentalement.

Finalement, des lois de commande robustes ont été étudiées pour le contrôle en position (contrôle locale) des actionneurs. Un contrôleur adaptatif a été développé pour garantir la performance des actionneurs malgré des changements dans le frottement, ainsi que dans la charge externe. La performance de toutes les méthodes étudiées, a été validée expérimentalement.

Houssam SALMANE
Directeur de thèse : Yassine RUICHEK
Laboratoire : IRTES-SeT
Soutenance : 09 juillet 2013
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Informatique

N° 259

" Reconstruction et analyse de trajectoires 2D d'objets mobiles par modélisation Markovienne et la théorie de l'évidence à partir de séquences d'images monoculaires – Application à l'évaluation de situations potentiellement dangereuses aux passages à niveau "

Les travaux présentés dans ce mémoire s'inscrivent dans le cadre du projet PANsafer (Vers un Passage A Niveau plus sûr), lauréat de l'appel ANR-VTT 2008. Ce projet est également labellisé par les deux pôles de compétitivité i-Trans et Véhicule du Futur. Le travail de la thèse est mené conjointement par le laboratoire IRTES-SET de l'UTBM et le laboratoire LEOST de l'IFSTTAR.

L'objectif de cette thèse est de développer un système de perception permettant l'interprétation de scénarios dans l'environnement d'un passage à niveau. Il s'agit d'évaluer des situations potentiellement dangereuses par l'analyse spatio-temporelle des objets présents autour du passage à niveau.

Pour atteindre cet objectif, le travail est décomposé en trois étapes principales. La première étape est consacrée à la mise en place d'une architecture spatiale des capteurs vidéo permettant de couvrir de manière optimale l'environnement du passage à niveau. Cette étape est mise en œuvre dans le cadre du développement d'un simulateur d'aide à la sécurité aux passages à niveau en utilisant un système de perception multi-vues. Dans ce cadre, nous avons proposé une méthode d'optimisation permettant de déterminer automatiquement la position et l'orientation des caméras par rapport à l'environnement à percevoir.

La deuxième étape consiste à développer une méthode robuste de suivi d'objets en mouvement à partir de d'une séquence d'images. Dans un premier temps, nous avons proposé une technique permettant la détection et la séparation des objets. Le processus de suivi est ensuite mis en œuvre par le calcul et la rectification du flot optique grâce respectivement à un modèle gaussien et un modèle de filtre de Kalman.

La dernière étape est destinée à l'analyse des trajectoires 2D reconstruites par l'étape précédente pour l'interprétation de scénarios. Cette analyse commence par une modélisation markovienne des trajectoires 2D. Les sources de danger ayant été modélisées, un système de décision à base de la théorie de l'évidence est ensuite proposé pour l'évaluation de scénarios.

L'approche proposée a été testée et évaluée avec des données issues de campagnes expérimentales effectuées sur site réel d'un passage à niveau mis à disposition par RFF.

Lijun WEI

N° 260

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 17 juillet 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Localisation de véhicules par fusion de données multi-sources en milieu urbain "

La navigation autonome d'un véhicule requiert notamment une estimation très précise de la position et de l'orientation du véhicule en tout temps. La localisation absolue utilisant des systèmes satellitaires tels que le GPS est souvent utilisée à cette fin. Cependant, les signaux peuvent être réfléchis ou bloqués notamment dans les canyons urbains ou dans les tunnels. La visibilité satellitaire limitée ou le problème de multi-trajet réduisent alors la précision de la localisation voire rendent indisponible le service GPS. Les mesures GPS sont donc souvent fusionnées avec des données proprioceptives acquises par des centrales inertielles, des gyromètres ou encore des codeurs incrémentaux montés sur les roues du véhicule (odométrie). Dans cette mémoire, deux méthodes sont proposées utilisant la redondance et la complémentarité des informations provenant de plusieurs sources. 1) D'abord, une estimation de la pose du véhicule est obtenue par un récepteur GPS, un gyroscope, l'odométrie visuelle par stéréovision, et un télémètre laser horizontal. Par rapport à des codeurs, l'odométrie visuelle peut estimer le déplacement du véhicule en 6 degrés de liberté et d'éviter le problème de glissement des roues. Pendant mauvais état d'illumination comme dans la nuit, l'odométrie visuelle peut être compensé par le télémètre. Une étape de sélection des capteurs est utilisée à valider la cohérence des observations provenant de plusieurs capteurs, seule des informations fournies par des capteurs validés sont combinés par un filtre d'information. 2) La méthode d'intégration de GPS avec les méthodes relatives est basée sur l'hypothèse que les signaux GPS sont perdus en court terme. Si les signaux GPS sont perdus sur une longue période, l'erreur accumulé de la position du véhicule ne peut pas être limitée et la trajectoire pourrait dériver progressivement. Pour ces raisons, les informations d'environnement statiques stockés dans les cartes numériques sont utilisés à délimiter des erreurs accumulés. Deux télémètres lasers (un horizontal et un verticale) sont montés sur le toit du véhicule pour détecter des façades d'immeubles en milieu urbain. Puis les façades détectés sont projetées sur le plan 2D, et associés avec une carte d'immeubles pour corriger la position de véhicule. Des amers extraits du télémètre verticale sont aussi enregistrés dans une nouvelle couche de la carte. Les approches proposées sont testées et évaluées avec des séquences de données réels. Les résultats expérimentaux montrent que la fusion du système stéréoscopique et télémètre laser peut continuer à localiser le véhicule pendant les pannes de GPS en courte période; la carte routière peut aider à obtenir une estimation approximative de la pose du véhicule en projetant la position du véhicule sur le tronçon de route correspondant; et l'intégration de l'information de la carte d'immeuble et les deux télémètres laser peut raffiner les estimation initiales, en particulier pour la position latérale.

Dana Maria PACLISAN
Directeur de thèse : Willy CHARON
Laboratoire : IRTES-M3M
Soutenance : 09 septembre 2013
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

N° 261

" Optimisation par la modélisation de l'expérimentation vibratoire des systèmes pile à combustible pour le transport terrestre "

Les recherches scientifiques sur la pile à combustible échangeuse de protons (PEMFC) ont, jusqu'il y a peu, concerné presque exclusivement les aspects fondamentaux liés à l'électrochimie, particulièrement la conception, le dimensionnement, les performances et le diagnostic. Récemment, les objectifs de durée de vie ont ouvert un nouvel axe de recherche sur le comportement mécanique de la PEMFC devant conduire à son optimisation statique et dynamique. Parallèlement les installations vibroclimatiques de la plateforme d'essais « Systèmes Pile à Combustible » de Belfort ont été développées. La thèse de Vicky ROUSS soutenue en 2008 montre l'intérêt et le potentiel de la modélisation type « boîte noire » pour simuler le comportement mécanique de la PEMFC, et de la technique des signatures mécaniques expérimentales pour mettre en évidence la présence des phénomènes physiques à l'intérieur de la PEMFC. Dans ce contexte les travaux de la présente thèse ont concerné le pilotage des essais de durabilité par simulation boîte noire temps réel et l'exploitation de cette dernière en vue de la découverte des phénomènes physiques à l'intérieur de la PEMFC. La modélisation par réseaux de neurones des systèmes simples de type oscillateur harmonique a représenté le premier pas pour la définition d'un modèle neuronal de pilotage des essais de durabilité en temps réel. Le cas du système mécanique excité par la base qui correspond à une pile à combustible fixée sur la plateforme vibratoire, a été considéré. L'architecture neuronale optimale a été définie en plusieurs étapes en utilisant différents algorithmes. Elle utilise en entrée le signal de commande du système et la réponse mesurée sur la pile à combustible au moment t et en sortie on obtient la réponse prédite du comportement de la pile à combustible au moment $t+1$. Cette architecture a été mise au point et validée par des essais sur la plateforme. D'autres essais ont permis de mettre en évidence différents comportements de la pile à combustible en fonction de l'amplitude de sollicitation, de la pression et de la température de la pile à combustible. Les signatures mécaniques obtenues réalisées à partir des essais de durabilité complètent la bibliothèque de signatures déjà existante et mettent en évidence de nouveaux comportements de la pile à combustible.

Yishuai LIN

N° 262

Directeur de thèse : Vincent HILAIRE

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 10 septembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Une ontology de l'organisation pour la modélisation et l'automatisation des processus d'entreprise base multiagent "

Le travail présenté dans cette thèse définit une nouvelle approche pour la modélisation et la conceptualisation des processus métiers dans les entreprises afin de construire des outils logiciels d'assistance intelligents qui prennent en charge ces processus. L'approche proposée définit une ontologie dédiée à l'étude des organisations, nommée K-CRIO. Elle est décrite à l'aide du langage de représentation des connaissances OWL. Afin d'illustrer nos travaux, un système d'assistance a été implanté sur la base des résultats issus de la modélisation et de la conceptualisation d'un processus métier spécifique avec l'ontologie K-CRIO. Ce système prend la forme d'une application Web qui intègre et exploite pleinement les avantages des systèmes multiagents. L'ontologie K-CRIO est une ontologie dédiée à l'étude des organisations et à l'analyse organisationnelle des processus métiers qu'elles mettent en oeuvre. Plus précisément, elle est utilisée pour comprendre, analyser et raisonner sur ces organisations. Les organisations visées sont celles composées d'acteurs humains impliqués tout au long de la conception de produits et, pour ce faire, organisés selon un processus métier. L'éventail de ce type d'organisations est assez large. Nous avons donc limité notre étude aux organisations qui produisent des logiciels comme objectif final du processus. Dans ce contexte, l'ontologie K-CRIO peut être utilisée pour modéliser la structure organisationnelle du processus et les activités qui en résultent. Cette ontologie peut ensuite être exploitée afin de concevoir des outils d'assistance à la mise en oeuvre des processus ciblés au sein des organisations décrites. Plus précisément, l'ontologie fournit des moyens de raisonnement, d'annotation des ressources, et de suivi des processus de conception, permettant des recherches et de proposer pro-activement des conseils et des contenus appropriés. Afin d'illustrer l'utilisation de K-CRIO, nous appliquons K-CRIO sur deux processus différents: le modèle en cascade et la méthodologie Scrum. Ces exemples sont des processus de développement de logiciels classiques. En outre, pour le processus Scrum, qui est un processus agile de développement de logiciel, largement utilisé dans les entreprises de logiciels, nous avons conçu et développé un outil d'assistance intelligent. Cet outil contribue principalement à aider les Scrum Masters en leur fournissant des indicateurs pour les assister dans leurs prises de décisions ainsi que par la constitution d'une base de connaissances sur les activités

Inaya LAHOUD

N° 263

Directeur de thèse : Vincent HILAIRE

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 10 septembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Un système multi-agents pour la gestion des connaissances hétérogènes et distribuées "

La gestion des connaissances permet d'identifier et de capitaliser les savoirs faire de l'entreprise afin de les organiser et de les diffuser. Cette thèse propose un système de gestion des connaissances hétérogènes et distribuées, appelé OCEAN. Basé sur les ontologies et sur un système multi-agents, OCEAN a pour but de résoudre le problème de la capitalisation et de réutilisation des connaissances provenant de plusieurs sources différentes, afin d'aider les acteurs métiers dans le processus de développement de produits mécaniques. Le système OCEAN repose sur un cycle de vie de quatre étapes Ce cycle de vie possède les phases : d'identification, d'extraction, de validation et se termine par la réutilisation des connaissances. Chaque phase constitue l'objectif d'une organisation d'agents.

L'identification dans le système OCEAN consiste à définir les connaissances par un expert métier sous la forme d'une ontologie. Les ontologies sont utilisées dans notre système pour représenter les connaissances définis d'une façon structurée et formelle afin d'être compréhensible par les machines. L'extraction des connaissances dans OCEAN est réalisée par les agents de manière automatique à l'aide des ontologies créées par les experts métiers. Les agents interagissent avec les différentes applications métiers via des services web. Le résultat de cette phase est stocké dans une mémoire organisationnelle. La validation des connaissances consiste à permettre aux acteurs métiers de valider les connaissances de la mémoire organisationnelle dans un wiki sémantique. Ce wiki permet de présenter les connaissances de la mémoire organisationnelle aux acteurs pour les réutiliser, les évaluer et les faire évoluer. La réutilisation des connaissances dans OCEAN est inspiré de travaux antérieurs intégrés au sein d'OCEAN. Les quatre phases du cycle de vie des connaissances traitées dans cette thèse nous ont permis de réaliser un système apte à gérer les connaissances hétérogènes et distribuées dans une entreprise étendue.

Nicolas WATRIN

N° 264

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 14 septembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Modélisation multi-physique des batteries à base lithium et application à l'estimation de l'état de charge "

L'utilisation de batteries de forte puissance et possédant une énergie élevée devient un passage incontournable dans les transports de demain. Les batteries au lithium, qui étaient utilisées principalement pour des applications mobiles peu consommatrices d'énergie, comme les téléphones ou les ordinateurs, ont trouvées leur place au sein des chaînes de traction.

L'arrivée de ces technologies implique une nouvelle façon de concevoir les véhicules, ainsi que la mobilité de manière générale. Mais dans cette approche, les constructeurs automobiles sont faces à de nombreux problèmes. Tout d'abord l'énergie électrique embarquée n'est pas un de leurs principaux corps de métier. Ensuite, cette technologie, bien que maîtrisée à l'heure actuelle est encore sujette à quelques flous techniques. Une des principales contraintes des batteries au lithium est qu'il est difficile de connaître la quantité d'énergie restante au sein de la cellule. Pour un téléphone portable, l'impact est minime, mais pour un véhicule les enjeux sont totalement différents.

C'est pour répondre à cette question que SEGULA TECHNOLOGIE AUTOMOTIVE à mis en place une thèse CIFRE en partenariat avec le laboratoire IRTES. L'originalité de ces travaux repose sur l'élaboration d'un modèle multi-physique, thermique et électrique, pour des cellules de forte puissance et de forte énergie. De plus le modèle à la particularité de pouvoir être exporté vers des cellules lithium-ion et lithium-polymère, les deux technologies correspondant le mieux au besoin actuel. Enfin, la précision du modèle lui permet d'être implémenté dans un estimateur d'état de charge temps réel, utilisable au sein des véhicules. Les travaux menés au cours de cette thèse sont récapitulés dans ce mémoire de la manière suivante.

Tout d'abord un chapitre introduit les principales caractéristiques de la technologie lithium. Il s'agit dans un premier temps de montrer pourquoi nous avons eu besoin de cette technologie au sein des véhicules, pour ensuite détailler le fonctionnement de ces cellules. Dans le même chapitre, les différentes méthodes permettant la modélisation numérique de ces cellules sont introduites, ainsi que les méthodes d'estimation de leur état de charge.

Dans le second chapitre, la modélisation multi-physique est détaillée. Il s'agit ici de comprendre et de modéliser le comportement d'une cellule, en réalisant un modèle numérique équivalent permettant de reproduire les comportements électriques et thermiques. Une fois un nouveau modèle développé et validé expérimentalement, le protocole permettant de déterminer ces paramètres est détaillé. Enfin nous concluons sur la généralisation du modèle numérique et du protocole pour les batteries lithium-ion de différentes capacités, ainsi que pour les cellules lithium-polymère.

Le troisième et dernier chapitre propose un estimateur d'état de charge basé sur le modèle numérique présenté au deuxième chapitre, utilisant un système adaptatif, le filtre de Kalman. Ce filtre réalise l'estimation d'un paramètre non mesurable (l'état de charge) à l'aide de paramètres mesurables (courant, tension, température), et d'un modèle numérique. Ce chapitre présente ainsi l'adaptation du filtre pour une estimation de l'état de charge, mais également l'implémentation du filtre pour des simulations. Après de nombreuses comparaisons en simulation et des validations expérimentales, le chapitre se termine sur l'implémentation du filtre dans une carte électronique de développement, afin de réaliser une estimation d'état de charge en temps réel, et ainsi améliorer la gestion des cellules.

Dhouha ATTIA

N° 265

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 03 octobre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Segmentation d'images par combinaison adaptative couleur/texture et classification de pixels. Application à la caractérisation de l'environnement de réception des signaux GNSS "

En segmentation d'images, les informations de couleur et de texture sont très utilisées. Le premier apport de cette thèse se situe au niveau de l'utilisation conjointe de ces deux sources d'informations. Nous proposons alors une méthode de combinaison couleur/texture, adaptative et non paramétrique, qui consiste à combiner un (ou plus) gradient couleur et un (ou plus) gradient texture pour ensuite générer un gradient structurel utilisé comme image de potentiel dans l'algorithme de croissance de régions par LPE. L'originalité de notre méthode réside dans l'étude de la dispersion d'un nuage de point 3D dans l'espace, en utilisant une étude comparative des valeurs propres obtenues par une analyse des composantes principales de la matrice de covariance de ce nuage de points. L'approche de combinaison couleur/texture proposée est d'abord testée sur deux bases d'images, à savoir la base générique d'images couleur de BERKELEY et la base d'images de texture VISTEX. Cette thèse s'inscrivant dans le cadre des projets ViLoc (RFC) et CAPLOC (PREDIT), le deuxième apport de celle-ci se situe au niveau de la caractérisation de l'environnement de réception des signaux GNSS pour améliorer le calcul de la position d'un mobile en milieu urbain. Dans ce cadre, nous proposons d'exclure certains satellites (NLOS dont les signaux sont reçus par réflexion voir totalement bloqués par les obstacles environnants) dans le calcul de la position d'un mobile. Deux approches de caractérisation, basées sur le traitement d'images, sont alors proposées. La première approche consiste à appliquer la méthode de combinaison couleur/texture proposée sur deux bases d'images réelles acquises en mobilité, à l'aide d'une caméra fisheye installée sur le toit du véhicule de laboratoire, suivie d'une classification binaire permettant d'obtenir les deux classes d'intérêt « ciel » (signaux LOS) et « non ciel » (signaux NLOS). Afin de satisfaire la contrainte temps réel exigée par le projet CAPLOC, nous avons proposé une deuxième approche basée sur une simplification de l'image couplée à une classification pixellaire adaptée. Le principe d'exclusion des satellites NLOS permet d'améliorer la précision de la position estimée, mais uniquement lorsque les satellites LOS (dont les signaux sont reçus de manière direct) sont géométriquement bien distribués dans l'espace. Dans le but de prendre en compte cette connaissance relative à la distribution des satellites, et par conséquent, améliorer la précision de localisation, nous avons proposé une nouvelle stratégie pour l'estimation de position, basée sur l'exclusion des satellites NLOS (identifiés par le traitement d'images), conditionnée par l'information DOP, contenue dans les trames GPS.

Shi LI

N° 266

Directeurs de thèse : Abderrafiâa KOUKAM/Amir HAJJAM

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 18 octobre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Coopération d'hyper-heuristiques pour la planification des horaires des conducteurs de bus"

La conception d'un système de transport en commun doit prendre en compte différentes dimensions pour résoudre deux problèmes importants d'optimisation : l'ordonnancement des véhicules (le graphilage) et l'affectation des conducteurs (l'habillage). Dans nos travaux, nous nous sommes focalisés sur le problème de l'habillage. L'objectif est de minimiser le nombre de conducteurs en respectant toutes les contraintes sociales et économiques. Par sa nature combinatoire, l'habillage est considéré comme une tâche complexe du processus de conception de réseaux de transport en commun.

Nous avons proposé une approche fondée sur les hyper-heuristiques dont le principal avantage réside dans leur faculté d'adaptation à différents problèmes. Nous nous sommes intéressés plus particulièrement à une approche coopérative, capable de prendre en compte les changements au cours du processus de résolution. Nous avons étendu les fonctionnalités et amélioré les performances du framework traditionnel des hyper-heuristiques. L'algorithme proposé comporte une combinaison de plusieurs phases et plusieurs niveaux. La métaphore de la coalition est utilisée pour permettre la coopération entre hyper-heuristiques. Elle est destinée à favoriser la diversification des solutions et amplifier la capacité de recherche selon un contrôle décentralisé où chaque hyper-heuristique possède une certaine autonomie. Il est ainsi possible d'envisager différents modes de coopération entre les hyper-heuristiques : partage de solutions, apprentissage par mimétisme ou encore mise en concurrence de différentes stratégies de recherche. L'expérimentation a été réalisée aussi bien sur des instances réelles que sur des benchmarks. Elle a donné de bons résultats tant sur la déviation que sur le temps d'exécution.

Qi LIU

N° 267

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 05 novembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Etude sur la fusion sélective par laser de matériau céramique Zircone "

La fusion sélective par laser est un procédé de la technologie de fabrication rapide de plus en plus utilisé dans l'industrie automobile, aéronautique, médicale, etc. Selon le principe de la fabrication rapide, la pièce est fabriquée couche par couche en fusionnant et soudant les particules fines par laser. Actuellement, les principaux matériaux utilisés sont les métaux métalliques ou les polymères. Le faible ou modeste point de fusion de ces matériaux conduit à une mise en œuvre par laser relativement facile. Cependant, en raison de leur point de fusion élevé, de la forte résistance à haute température et de la faible conductivité thermique, l'utilisation de matériaux céramiques est limitée dans la technologie de fusion laser sélective.

Cette étude explore la fusion laser sélective de zircone stabilisée par yttrine avec un laser à fibre de longueur d'onde d'environ 1 μm . L'influence de différentes puissances de laser et de différentes vitesses de balayage sur la microstructure et la déformation de l'échantillon a été étudiée, et la densité relative et la microdureté ont été mesurées. Notamment, l'effet de différentes températures de préchauffage sur la microstructure sera étudié. En même temps, la structure cristalline céramique et la transformation des phases pendant le procédé de prototypage rapide ont été analysées.

Les résultats expérimentaux montrent qu'il est possible de fondre complètement de la poudre YSZ avec un laser à fibre NIR, et avec l'optimisation des paramètres de fabrication, la densité relative de l'échantillon peut atteindre 91 %. Il est inévitable de voir se former des fissures et des pores dans les pièces fabriquées du fait de l'hétérogénéité de la distribution de l'énergie du laser. Cette distribution de l'énergie peut être améliorée grâce à l'optimisation des paramètres ; les longueurs de fissure peuvent être contrôlées et maîtrisées par un préchauffage du lit de poudre. Notamment, à haute température (1500°C, 2000°C et 2500°C) de préchauffage, la fissure verticale continue devient désordonnée et courte. Une transformation de la structure monoclinique et cubique en structure tétragonale s'est produite pendant le processus de fabrication.

Mohamed HARMOUCHE

N° 268

Directeur de thèse : Mohammed EL BAGDOURI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 21 novembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à la théorie de la commande par modes glissants d'ordre supérieur et à la commande des systèmes mécaniques sous actionnés "

Les systèmes non linéaires sont si diverses que des outils communs de contrôle sont difficiles à développer. La théorie du contrôle non linéaire nécessite une analyse mathématique rigoureuse pour motiver ses conclusions. Cette thèse aborde deux branches distinctes et bien importantes de la théorie du contrôle non linéaire: le contrôle des systèmes non-linéaires incertains et le contrôle des systèmes sous-actionnés.

Dans la première partie, une classe de contrôleurs par mode glissant d'ordre supérieur (MGOS) robuste, basée sur la synthèse de Lyapunov, est développée pour le contrôle des systèmes non-linéaires incertains. Cette classe de contrôleurs est basée sur une classe de régulateurs qui stabilisent une pure chaîne d'intégrateurs en temps fini, et nécessite la connaissance a priori des bornes sur les incertitudes du système. Puis, afin d'éliminer la dépendance liée à la connaissance de ces bornes, un contrôleur par MGOS adaptatif est développé. Dans un deuxième temps, un contrôleur par MGOS homogène universel est développé où il est montré que le degré d'homogénéité peut être manipulé pour obtenir des avantages supplémentaires, tels que la bornitude de la commande, la garantie d'une amplitude minimale de la discontinuité de la commande et la convergence en temps fixe. Les performances des contrôleurs proposés ont été démontrées par des simulations et à travers des résultats expérimentaux sur un système pile à combustible.

Dans la deuxième partie de la thèse, deux problèmes de commande de systèmes sous-actionnés sont étudiés. Le premier problème concerne le suivi de chemin global d'un robot mobile avec un point de visée. Le deuxième problème concerne la poursuite de trajectoire globale d'un bateau. Ces deux problèmes sont de nature distincte, cependant, ils sont soumis à des contraintes physiques similaires liées à la bornitude de la commande. Ainsi, les contrôleurs proposés sont basés sur l'utilisation de commandes saturées. Des simulations ont été effectuées pour démontrer les performances de ces contrôleurs.

Madeleine EL ZAHER

N° 269

Directeurs de thèse : Juan Pablo GRUER/Mohammad HAJJAR

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 22 novembre 2013

Lieux d'inscription : UTBM/Université Libanaise (LIBAN)

Spécialité : Informatique

" Approche réactive pour la conduite en convoi des véhicules autonomes : Modélisation et vérification "

Cette thèse se situe dans la problématique de la conduite en convoi de véhicules autonomes : des ensembles de véhicules qui se déplacent en conservant une configuration spatiale, sans aucune accroche matérielle. Ses objectifs sont d'abord, la définition d'une approche de prise de décision pour les systèmes de convois de véhicules, puis, la définition d'une approche de vérification, adaptée à la preuve de propriétés relatives aux convois de véhicules, avec une attention particulière envers les propriétés de sûreté.

L'approche pour la prise de décision est décentralisée et auto organisée : chaque véhicule détermine son comportement de façon locale, à partir de ses propres capacités de perception, sans avoir recours à une communication explicite, de telle sorte que l'organisation du convoi, son maintien et son évolution soient le résultat émergent du comportement de chaque véhicule. L'approche proposée s'applique à des convois suivant plusieurs types de configuration, et permet des changements dynamiques de configuration.

L'approche proposée pour la vérification de propriétés de sûreté des convois de véhicules, adopte le model-checking comme technique de preuve. Pour contourner le problème de l'explosion combinatoire, rencontré dans la vérification des systèmes complexes, nous avons proposé une méthode compositionnelle de vérification, qui consiste à décomposer le système en sous systèmes et à associer une propriété auxiliaire à chacun des sous systèmes. La propriété globale sera ensuite déduite de l'ensemble des propriétés auxiliaires, par l'application d'une règle de déduction compositionnelle. La complexité calculatoire est mieux maîtrisée car le model-checking s'applique aux sous-systèmes. Nous proposons une règle de déduction adaptée aux systèmes de conduite en convoi, en particulier ceux qui sont basés sur des approches décentralisées. La règle considère chaque véhicule comme un composant. Elle est consistante sous la condition que l'ajout d'un nouveau composant au système n'a pas d'influence sur le comportement du reste du système. L'approche décentralisée proposée pour la conduite en convoi satisfait cette condition. Deux propriétés de sûreté ont été vérifiées : absence de collision et évolution confortable pour les passagers

Lionel BENNES

N° 270

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 27 novembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Vers une méthodologie de développement d'outils de réalité virtuelle pour faciliter la convergence métiers en conception de produits centrée sur l'homme "

La conception concourante de produits matériels centrée sur l'homme est basée sur une collaboration entre le concepteur mécanicien, l'ergonome et le designer industriel. Cette collaboration souvent difficile peut être facilitée par l'utilisation d'objets intermédiaires de conception, tels que la Réalité Virtuelle (RV). Néanmoins, bien que largement utilisée dans l'industrie, la RV souffre d'un déficit d'acceptation de la part des concepteurs de produits. Dans le cadre de ces travaux, nous proposons d'utiliser la RV sous la forme d'outils immersifs d'assistance à la convergence multidisciplinaire développés selon une démarche anthropocentrée en fonction des besoins spécifiques à chaque projet de conception de produits. Afin d'optimiser les délais de développement, nous proposons une méthodologie de conception d'applications immersive dédiée : la méthodologie ASAP (As Soon As Possible). Une première série expérimentale a été conduite dans le cadre de contrats industriels d'études et de recherche afin de valider la faisabilité de la méthodologie et l'efficacité des outils développés. Une deuxième série expérimentale a été effectuée sur plus de 50 sujets dans le cadre de projets, cette fois, pédagogiques qui ont nécessité le développement de 12 applications. Elle a permis de valider quantitativement l'influence des outils immersifs sur l'efficacité perçue des phases de convergence interdisciplinaires ainsi que l'influence de l'approche proposée sur l'acceptation de la RV par les concepteurs de produits. Ces travaux de thèse présentent une première approche qui, selon nous, permettra à terme, de faire évoluer l'usage de la RV vers une intégration plus forte au sein des processus de conception de produits avec, par exemple, une plus large utilisation des applications immersives de modélisation 3D, réelles sources d'innovation.

Athmane KEBAIRI

N° 271

Directeurs de thèse : Mohammed EL BAGDOURI/Mohamed BECHERIF

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 29 novembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Modélisation, identification et commandes non linéaires d'actionneurs mécatroniques de la boucle d'air d'un moteur diesel "

Les actionneurs électromécaniques sont de plus en plus utilisés dans le domaine de la motorisation. Particulièrement, ils sont employés pour contrôler la boucle d'air du moteur Diesel. De tels actionneurs ont généralement une structure interne très complexe dont les caractéristiques sont protégées par des conventions de confidentialité. Notre travail dans cette thèse vise, en premier, à élaborer des procédures de modélisation et d'identification en prenant en compte une seule source de non linéarité, à savoir les frottements. Deux classes d'actionneurs sont ainsi étudiées et quatre procédures d'identification sont introduites permettant l'estimation des paramètres des systèmes et les coefficients des forces de frottement. Les résultats obtenus sont ensuite utilisés pour développer des simulateurs sous Simulink-MATLAB et AMESim dont la dynamique est expérimentalement validée via LabVIEW.

Afin d'évaluer la dégradation des performances due au processus de vieillissement, la seconde partie du travail consiste en la réalisation des études de sensibilité quantifiant l'impact des variations paramétriques sur la réponse des actionneurs. Les techniques d'ANOVA (analyse des variances) et des plans d'expériences sont appliquées, en boucle ouverte et en boucle fermée, aux actionneurs étudiés. Les résultats issus des deux techniques sont cohérents permettant ainsi de valider les études réalisées.

La dernière partie du travail a pour objectif l'élaboration de lois de commande robuste vis-à-vis des perturbations et des incertitudes de modélisation. Ainsi, trois stratégies de contrôle sont utilisées : PI-Flou (PI-Fuzzy controller), l'IDA-PBC (Interconnection and Damping Assignment - Passivity Based Control) et le backstepping. Les trois contrôleurs sont testés en présence et en absence d'incertitudes. Leur performance est démontrée en simulation en utilisant Simulink-MATLAB, et expérimentalement via LabVIEW.

Naiyu ZHANG

N° 272

Directeur de thèse : Jean-Charles CREPUT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 02 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Modèles cellulaires GPU appliqués à des problèmes d'optimisation euclidiens – Applications à l'appariement d'images stéréo à la génération de maillages et au voyageur de commerce "

Le travail présenté dans ce mémoire étudie et propose des modèles de calcul parallèles de type cellulaire pour traiter différents problèmes d'optimisation NP-durs définis dans l'espace euclidien, et leur implantation sur des processeurs graphiques multi-fonction (*Graphics Processing Unit*; GPU). Le but est de pouvoir traiter des problèmes de grande taille tout en permettant des facteurs d'accélération substantiels à l'aide du parallélisme massif. Les champs d'application visés concernent les systèmes embarqués pour la stéréovision de même que les problèmes de transports définis dans le plan, tels que les problèmes de tournées de véhicules. La principale caractéristique du modèle cellulaire est qu'il est fondé sur une décomposition du plan en un nombre approprié de cellules, chacune comportant une part constante de la donnée, et chacune correspondant à une unité de calcul (processus). Ainsi, le nombre de processus parallèles et la taille mémoire nécessaire sont en relation linéaire avec la taille du problème d'optimisation, ce qui permet de traiter des instances de très grandes tailles.

L'efficacité des modèles cellulaires proposés a été testée sur plateforme parallèle GPU sur quatre applications. La première application est un problème d'appariement d'images stéréo. Elle concerne la stéréovision couleur. L'entrée du problème est une paire d'images stéréo, et la sortie une carte de disparités représentant les profondeurs dans la scène 3D. Le but est de comparer des méthodes d'appariement local selon l'approche *winner-takes-all* et appliquées à des paires d'images CFA (*color filter array*). La deuxième application concerne la recherche d'améliorations de l'implantation GPU permettant de réaliser un calcul quasi temps-réel de l'appariement. Les troisième et quatrième applications ont trait à l'implantation cellulaire GPU des réseaux neuronaux de type carte auto-organisatrice dans le plan. La troisième application concerne la génération de maillages structurés appliquée aux cartes de disparité afin de produire des représentations compressées des surfaces 3D. Enfin, la quatrième application concerne le traitement d'instances de grandes tailles du problème du voyageur de commerce euclidien comportant jusqu'à 33708 villes.

Pour chacune des applications, les implantations GPU permettent une accélération substantielle du calcul par rapport aux versions CPU, pour des tailles croissantes des problèmes et pour une qualité de résultat obtenue similaire ou supérieure. Le facteur d'accélération GPU par rapport à la version CPU est d'environ 20 fois plus vite pour la version GPU sur le traitement des images CFA, cependant que le temps de traitement GPU est d'environ de 0,2s pour une paire d'images de petites tailles de la base Middlebury. L'algorithme amélioré quasi temps-réel nécessite environ 0,017s pour traiter une paire d'images de petites tailles, ce qui correspond aux temps d'exécution parmi les plus rapides de la base Middlebury pour une qualité de résultat modérée. La génération de maillages structurés est évaluée sur la base Middlebury afin de déterminer les facteurs d'accélération et qualité de résultats obtenus. Le facteur d'accélération obtenu pour l'implantation parallèle des cartes auto-organisatrices appliquée au problème du voyageur de commerce et pour l'instance avec 33708 villes est de 30 pour la version parallèle.

Min YU

N° 273

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 02 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Elaboration de composites à matrice métallique d'alliages d'aluminium par projection à froid "

Le procédé de projection à froid (cold spray en anglais) est un procédé fondé sur l'accélération de particules qui restent à l'état solide pour former des dépôts. L'un des forts potentiels applicatifs de ce procédé réside dans la réalisation de dépôts composites car l'incorporation des particules céramiques dans des poudres métalliques influence la microstructure et les propriétés des dépôts. Néanmoins, le principe de construction du dépôt composite n'est pas encore parfaitement établi. En conséquence, les recherches menées dans cette étude sur la fabrication de dépôts composites s'articulent autour de plusieurs domaines, à savoir :

- La science des matériaux avec des études sur l'effet de la taille et de la teneur (15 vol.% - 60 vol.%) de la particule du renfort (SiC);
- La mécanique des fluides avec des modélisations des vitesses des particules céramiques (SiC) et alliage d'aluminium (Al5056) et les simulations du comportement à la déformation de la particule;
- Les caractérisations des dépôts avec des analyses de microstructure et de microdureté, de la cohésion du dépôt et de comportement en frottement des dépôts;

Les résultats montrent que la température du gaz n'a aucun effet sur la teneur en SiC dans les dépôts mais provoque une amélioration du rendement de dépôt. La teneur en SiC dans les dépôts composites d'Al5056/SiC_p augmente avec l'augmentation de la teneur en SiC dans les poudres initiales. L'ajout de SiC dans les dépôts d'Al5056 augmente la dureté et améliore la résistance à l'usure des dépôts, et puis l'amélioration dépend de la teneur en SiC dans les dépôts composites. La force de cohésion des dépôts augmente dans un premier temps avec l'augmentation de la teneur en SiC puis diminue à partir d'environ 26-27%. Les dépôts composites renforcés par SiC-67 et SiC-27 ont une teneur en SiC semblable dans les dépôts ; Pourtant la microdureté, la force de cohésion et la résistance à l'usure des dépôts formés par Al5056/SiC-67 sont supérieures à celles des dépôts construits par Al5056/SiC-27. Ce phénomène relève l'importance de l'énergie cinétique des particules renforts.

Les résultats expérimentaux ont montré que les particules de SiC ne se déforment pas plastiquement mais qu'elles sont susceptibles de créer des cratères sur le substrat ou le revêtement déjà formé ou encore rebondir ou bien de s'insérer mécaniquement dans le revêtement déposé. Finalement, un modèle eulérien a été développé pour prédire la vitesse critique à partir de la morphologie de l'éjection de matière au moment de l'impact. Ce modèle a également été étendu au dépôt composite pour représenter le procédé d'empilement des particules pendant la projection. Les résultats calculés montrent la plus grande déformation des particules de la matrice grâce à l'impact des renforts.

You LI

N° 274

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 03 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Cartographie dynamique occupation grille basée sur la vision stéréo et LIDAR : Application à l'analyse de scènes pour les véhicules intelligents"

Les systèmes de perception, qui sont à la base du concept du véhicule intelligent, doivent répondre à des critères de performance à plusieurs niveaux afin d'assurer des fonctions d'aide à la conduite et/ou de conduite autonome. Aujourd'hui, la majorité des systèmes de perception pour véhicules intelligents sont basés sur la combinaison de données issues de plusieurs capteurs (caméras, lidars, radars, etc.). Les travaux de cette thèse concernent le développement d'un système de perception à base d'un capteur de vision stéréoscopique et d'un capteur lidar pour l'analyse de scènes dynamiques en environnement urbain. Les travaux présentés sont divisés en quatre parties.

La première partie présente une méthode d'odométrie visuelle basée sur la stéréovision, avec une comparaison de différents détecteurs de primitives et différentes méthodes d'association de ces primitives. Un couple de détecteur et de méthode d'association de primitives a été sélectionné sur la base d'évaluation de performances à base de plusieurs critères. Dans la deuxième partie, les objets en mouvement sont détectés et segmentés en utilisant les résultats d'odométrie visuelle et l'image U-disparité. Ensuite, des primitives spatiales sont extraites avec une méthode basée sur la technique KPCA et des classifieurs sont enfin entraînés pour reconnaître les objets en mouvement (piétons, cyclistes, véhicules). La troisième partie est consacrée au calibrage extrinsèque d'un capteur stéréoscopique et d'un Lidar. La méthode de calibrage proposée, qui utilise une mire plane, est basée sur l'exploitation d'une relation géométrique entre les caméras du capteur stéréoscopique. Pour une meilleure robustesse, cette méthode intègre un modèle de bruit capteur et un processus d'optimisation basé sur la distance de Mahalanobis. La dernière partie de cette thèse présente une méthode de construction d'une grille d'occupation dynamique en utilisant la reconstruction 3D de l'environnement, obtenue des données de stéréovision et Lidar de manière séparée puis conjointement. Pour une meilleure précision, l'angle entre le plan de la chaussée et le capteur stéréoscopique est estimé. Les résultats de détection et de reconnaissance (issus des première et deuxième parties) sont incorporés dans la grille d'occupation pour lui associer des connaissances sémantiques. Toutes les méthodes présentées dans cette thèse sont testées et évaluées avec la simulation et avec de données réelles acquises avec la plateforme expérimentale véhicule intelligent SetCar" du laboratoire IRTES-SET.

Taikai LIU

N° 275

Directeurs de thèse : Marie-Pierre PLANCHE/Ghislain MONTAVON

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 09 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Implémentation de méthodes d'Intelligence Artificielle pour le contrôle du procédé de projection thermique "

Depuis sa création, la projection thermique ne cesse d'étendre son champ d'application en raison de ses potentialités à projeter des matériaux bien différents (métallique, céramique, plastique,...) sous des formes bien différentes aussi (poudre, fil, suspension, solution,...). Plusieurs types de procédés ont été développés afin de satisfaire les applications industrielles, par exemple, le procédé HVOF (High Velocity Oxygen Fuel), le procédé APS (Atmospheric Plasma Spraying), le procédé VLPPS (Very Low Pressure Plasma Spray). Parmi ces procédés, le procédé APS est aujourd'hui bien implanté dans l'industrie et en laboratoire réussissant à élaborer des revêtements de bonne qualité à coût intéressant. Néanmoins, cette technologie pâtit des incidences des instabilités du procédé sur la qualité du produit obtenu et souffre d'un manque de compréhension des relations entre les paramètres opératoires et les caractéristiques des particules en vol.

Pour rappel, pendant la projection APS, les phénomènes d'instabilité du pied d'arc, d'érosion des électrodes, d'instabilité des paramètres opératoires ne peuvent pas être complètement éliminés. Et, il est encore aujourd'hui difficile de mesurer et de bien contrôler ces paramètres. Compte tenu des progrès réalisés sur les moyens de diagnostic qui peuvent être utilisés en milieu hostile (comme dans le cas de la projection APS), un contrôle efficace de ce procédé en boucle fermée peut être maintenant envisagé et requiert le développement d'un système expert qui se compose des réseaux de neurones artificiels et de logique floue. Les réseaux de neurones artificiels sont développés dans plusieurs domaines d'application et aussi maintenant au cas de la projection thermique. La logique floue quant à elle est une extension de la logique booléenne basée sur la théorie mathématique des ensembles flous.

Nous nous sommes intéressés dans ce travail à bâtir le modèle de contrôle en ligne du procédé de projection basé sur des éléments d'Intelligence Artificielle et à construire un émulateur qui reproduise aussi fidèlement que possible le comportement dynamique du procédé.

Gillian BASSO

N° 276

Directeur de thèse : Vincent HILAIRE

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 09 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Approche à base d'agents pour l'ingénierie et le contrôle de micro-réseaux "

La gestion d'énergie est un sujet de plus en plus important dans notre société. Nous faisons actuellement face à un nombre croissant de problèmes tels que l'épuisement des réserves pétrolières, le réchauffement climatique ou encore la diminution de la qualité de l'énergie (principalement due aux coupures pendant les pics de consommation). Les smartgrids sont une des solutions à ces problèmes. En ajoutant une communication bidirectionnelle et de nouvelles capacités en matière de technologies de l'information et de la communication, il est possible de créer un système autonome de gestion intelligente de l'énergie.

Les travaux décrits dans ce mémoire s'intéressent particulièrement à la gestion des microgrids à l'aide de systèmes multi-agents (SMA). Les microgrids sont des réseaux de faibles puissances, composés de petits producteurs d'énergie décentralisés (éventuellement renouvelables) et de consommateurs. Ces réseaux peuvent être reliés (ou non) au réseau global ce qui ajoute à leur complexité. De par leurs complexités et leurs répartitions géographiques, les smartgrids, comme les microgrids, ne peuvent pas être gérés facilement par des systèmes centralisés. Les intelligences artificielles distribuées et plus particulièrement les SMA apparaissent comme un moyen cohérent de résoudre les problèmes liés aux smartgrids.

Dans un premier temps, nous avons défini une approche mettant en oeuvre des boucles de rétroaction. Une boucle de rétroaction apparaît dans les systèmes complexes qui peuvent être définis avec plusieurs niveaux d'abstraction. Deux niveaux sont ainsi en interaction. Le niveau micro regroupe un ensemble d'agents ayant des comportements qui, une fois combinés, influenceront sur l'état du système. Le niveau macro traite ces influences pour définir un nouvel état du système qui influera sur le comportement des agents du niveau micro. Cette boucle de rétroaction permet de séparer les comportements sur plusieurs niveaux.

Cette approche est utilisée pour définir un problème de gestion offre-demande dans un microgrid. Ce problème permet de prendre en compte un ensemble d'objectifs qui sont actuellement traités de manière indépendante. Enfin, une application utilisant un SMA a été développée. Cette approche peut s'intégrer dans ce problème. Elle a pour but d'assurer la stabilité du réseau à tout instant grâce au contrôle de systèmes de stockage.

Dans un second temps, un simulateur de réseau électrique permettant le contrôle dynamique des périphériques a été développé. Ce simulateur repose sur trois grands principes. Le premier est une modélisation à base d'agents du simulateur lui-même, pour représenter la complexité des réseaux électriques. Le second principe repose sur l'utilisation du paradigme holonique afin de prendre en compte les multiples niveaux inhérents aux réseaux électriques. Enfin, le troisième principe est inspiré du modèle influence/réaction et propose une technique qui permet de gérer les actions simultanées, éventuellement conflictuelles, au sein des SMA.

Dongdong ZHAO

N° 277

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAoui

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 10 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Commande d'un compresseur centrifuge à vitesse ultra-haute pour la gestion de l'air du système de piles à combustible "

Le compresseur d'air alimentant en oxygène la pile est un élément important dans les systèmes pile à combustible. Le compresseur peut consommer jusqu'à 20% de l'électricité produite dans les cas les plus défavorables. Le choix et le dimensionnement du compresseur, ainsi que son système de contrôle associé, sont directement liés à la performance du système global. La taille et le poids du système de compression d'air doivent être réduits pour le rendre plus adapté aux applications automobiles. En outre, le contrôle du système de compression d'air est également une problématique importante car il affecte l'efficacité et la sécurité de fonctionnement de la pile à combustible. Pour éviter une sous-alimentation en oxygène de la pile, le débit massique d'air fourni doit être géré de façon appropriée en fonction de la demande de la charge électrique. Pendant ce temps, la pression ne doit pas montrer de trop grandes variations ou ondulations qui peuvent endommager la membrane de la pile.

Un contrôle à découplage proposé récemment dans la littérature, nommé contrôle à découplage de perturbation (DDC), est utilisé pour le système de compression centrifuge. Le DDC traite les interactions internes comme une perturbation, puis les élimine dans le contrôle. Les performances du DDC sont comparées à un dispositif de commande en mode glissant décentralisé. Grâce à la comparaison de ces deux contrôleurs, les résultats montrent que le DDC proposé est performant tant pour des cas stables que dynamiques. Le compresseur centrifuge est donc utilisable pour les systèmes pile à combustible automobiles. Sur un banc d'essai hardware-in-the-loop (HIL), le contrôleur proposé est validé avec un modèle de pile à combustible de 10 kW avec des demandes de charge variables. En outre, une méthode d'évitement d'instabilité, à savoir un limiteur de référence, est proposée pour empêcher le dépassement de la ligne de pompage du compresseur. Les résultats expérimentaux montrent que, dans tous les cas, la zone d'utilisation du compresseur est bien cantonnée à droite de la ligne de pompage.

Imad MATRAJI

N° 278

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 10 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à la commande non linéaire robuste des systèmes d'alimentation en air des piles à combustible de type PEM "

La pile à combustible (PàC) est un dispositif qui produit de l'électricité à partir d'une réaction chimique entre l'hydrogène et l'oxygène. Le système à PàC nécessite un certain nombre d'auxiliaires pour fonctionner. Pour cela, un système de commande est indispensable pour optimiser la performance de la PàC.

Dans ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés à trois types de problématiques de commande de la PàC. La première est celle de l'optimisation de la puissance délivrée par la PàC en contrôlant le rapport d'excès d'oxygène via le débit d'air du compresseur ; en prenant en compte les variations paramétriques, les incertitudes et les perturbations externes. Ce problème est résolu en utilisant la commande non-linéaire par mode glissant d'ordre 2. Deux types d'algorithmes sont synthétisés, l'algorithme du mode glissant d'ordre 2 sous-optimal et l'algorithme du *Super Twisting* adaptatif. Les performances de ces lois de commande ont été validées grâce à un simulateur *Hardware In Loop*. La deuxième concerne la maximisation de la puissance nette fournie par la pile, tout en maintenant le fonctionnement du compresseur centrifuge dans sa zone nominale et tout en évitant le manque d'oxygène à la cathode, lors des variations rapides de charge. La solution proposée pour résoudre ce problème est un gestionnaire de charge qui consiste en un filtre à coefficient de filtrage ajustable. Deux approches d'ajustement de ce coefficient basées sur la technique de l'*Extremum Seeking* sont appliquées, comparées et validées expérimentalement. La troisième problématique abordée dans cette thèse est celle de la régulation de la différence de pression entre l'anode et la cathode, lors de variations de charge en présence de variations paramétriques et d'incertitudes. Une solution basée sur un contrôleur multi-variable par mode glissant d'ordre 2 associé à une étude de robustesse est proposée.

Shujuan DONG

N° 279

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 11 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Effet de projection de pelletes bioxygénées sur la qualité de revêtements élaborés par la projection thermique "

La technologie de projection plasma atmosphérique (APS) est largement utilisée pour des applications industrielles. Les revêtements élaborés par APS présentent généralement certains défauts. Les travaux effectués dans cette étude ont consisté à étudier et à développer un nouveau moyen pour assurer à la fois un refroidissement efficace au cours de procédé de projection APS et une adaptation des conditions superficielles en vue d'élaborer des revêtements de haute qualité. Ce moyen consiste à la projection de glace carbonique (glace sèche ou dioxyde de carbone solide) en association avec la projection plasma. Des simulations numériques ont été réalisées, qui ont permis de constater que les dimensions de la buse de projection de glace carbonique, la pression du gaz propulsif, et les propriétés des pellets de CO₂ influencent sensiblement la vitesse des pellets de CO₂. A partir de ces éléments, des dimensions optimales ont été évaluées. Afin d'examiner l'effet de la projection de glace carbonique sur les revêtements réalisés par projection thermique, plusieurs types de matériaux ont été considérés, trois métalliques (acier, CoNiCrAlY et aluminium pur) et trois céramiques (Al₂O₃, Cr₂O₃ et ZrO₂-Y₂O₃). Les microstructures des revêtements métalliques réalisés avec projection de glace sèche présentent moins d'oxydes et moins de porosité par rapport à ceux déposés par APS classique. Dans certains cas l'adhérence peut aussi être améliorée. Pour les revêtements céramiques, une réduction de la porosité ainsi qu'une amélioration significative de l'adhérence des revêtements ont été constatés. Pour le dépôt de ZrO₂-Y₂O₃, la résistance aux chocs thermiques a été améliorée en utilisant des paramètres spécifiques. La projection de CO₂ peut légèrement déformer la surface des substrats de faible dureté, et nettoyer les pollutions superficielles sur le substrat et conduire à une contrainte de compression plus élevée et à un refroidissement efficace. Il est à noter toutefois qu'un problème de condensation de la vapeur d'eau peut intervenir en cas de refroidissement du substrat trop important.

Seyed Saeid MOOSAVi ANCHEHPOLI
Directeur de thèse : Abdesslem DJERDIR
Laboratoire : IRTES-SeT
Soutenance : 11 décembre 2013
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Génie Electrique

N° 280

" Analyse et diagnostic des défauts dans les chaînes de traction à MSAP pour les véhicules hybrides série "

L'intérêt pour les véhicules électriques ne cesse de croître au sein de la société contemporaine compte tenu de ses nombreuses interrogations sur l'environnement et la dépendance énergétique.

Dans ce travail de thèse, nous essayons d'améliorer l'acceptabilité sociétale du véhicule électrique en essayant de faire avancer la recherche sur le diagnostic des défauts d'une chaîne de traction électrique. Les résultats escomptés devraient permettre à terme d'améliorer la fiabilité et la durabilité de ces systèmes.

Nous commençons par une revue des problèmes des défauts déjà apparus dans les véhicules hybrides séries qui disposent de l'architecture la plus proche du véhicule électrique. Une étude approfondie sur le diagnostic des défauts d'un convertisseur de puissance statique (AC-DC) ainsi que celle du moteur synchrone à aimants permanents est menée. Quatre types de défauts majeurs ont été répertoriés concernant le moteur (court-circuit au stator, démagnétisation, excentricité du rotor et défaut des roulements). Au niveau du convertisseur, nous avons considéré le défaut d'ouverture des interrupteurs. Afin d'être dans les mêmes conditions d'utilisation réelle, nous avons effectué des tests expérimentaux à vitesse et charge variables. Ce travail est basé aussi bien sur l'expérimentation que sur la modélisation. Comme par exemple, la méthode des éléments finis pour l'étude de la démagnétisation de la machine. De même, l'essai en court-circuit du stator du moteur en présence d'un contrôle vectoriel.

Afin de réaliser un diagnostic en ligne des défauts, nous avons développé un modèle basé sur les réseaux de neurones. L'apprentissage de ce réseau de neurone a été effectué sur la base des résultats expérimentaux et de simulations, que nous avons réalisées.

Le réseau de neurones est capable d'assimiler beaucoup de données. Ceci nous permet de classifier les défauts en termes de sévérité et de les localiser. Il permet ainsi d'évaluer le degré de performance de la chaîne de traction électrique en ligne en présence des défauts et nous renseigner ainsi sur l'état de santé du système. Ces résultats devraient aboutir à l'élaboration d'une stratégie de contrôle tolérant aux défauts auto-reconfigurable pour prendre en compte les modes dégradés permettant une continuité de service du véhicule ce qui améliorera sa disponibilité.

Nourredine TABIA

N° 281

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 13 décembre 2013

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Modèles et algorithmes pour l'optimisation robuste dans les Self-Organizing Network (SON) des réseaux mobiles 4G (LTE) "

La norme 3G/UMTS a permis de développer les premières applications multimédia pour téléphones et tablettes mobiles. Le nouveau standard 4G/LTE (*Long Term Evolution*) a pour objectif le très haut débit mobile. Dans ce standard, beaucoup d'efforts ont portés sur la reconfiguration automatique des réseaux en fonction de la demande des clients dans un processus appelé *Self-Organizing Network* (SON). Le travail de cette thèse s'inscrit dans cette direction. La reconfiguration de réseaux est comprise principalement dans le sens des modèles, des méthodes et des outils pour analyser les indicateurs remontés du réseau et configurer automatiquement les paramètres. Nous avons essentiellement travaillé sur les paramètres des aériens, l'allocation des fréquences, des puissances d'émission et des inclinaisons verticales. Dans cette optique, étant donné la forte variabilité des données d'entrée de l'optimisation issues des remontées de réseau, cette thèse porte sur les modèles et algorithmes d'optimisation robuste dans le contexte de l'optimisation sous contraintes. L'optimisation robuste fait référence à un ensemble de procédés pour proposer des solutions à des problèmes combinatoires dans un contexte de données incertaines et de scénarios variables dans le temps. Une première partie est dédiée à l'état de l'art et présente les principes des *Self-Organizing Network* (SON). La deuxième partie est consacrée à l'état de l'art des méthodes en optimisation robuste. En troisième partie nous présentons la modélisation mathématique du problème d'optimisation pour lequel les données de trafic (répartitions des clients sur la zone de service et leurs demandes respectives) prennent des valeurs variables dans le temps. Une phase de diagnostic sur le fonctionnement du réseau à partir des données, et une étude de sensibilité des solutions vis-à-vis des variations dans la réalisation des données ont été faites en quatrième partie avec des algorithmes de recherche locale. La cinquième partie présente le travail de conception, développement et test sur scénarios, d'une Recherche Tabou ainsi qu'une analyse approfondie sur les méthodes de pilotage envisagées pour les SON en 4G.

Ana-Maria AVRAMESCU

N° 282

Directeurs de thèse : Jean-Claude SAGOT/Ionel SIMION

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 13 décembre 2013

Lieux d'inscription : UTBM/Université Polytechnique de Bucarest (Roumanie)

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

" Approche de l'impact des matériaux bio-sourcés sur la qualité perçue des produits : cas de la fibre de lin "

Dans un contexte d'éco-conception, les efforts d'innovation amènent de nouveaux matériaux dits bio-sourcés qui participent à réduire l'impact des produits sur l'environnement. S'agissant de nouveaux matériaux, l'innovation porte également sur l'amélioration de la qualité perçue par le consommateur. Le challenge est donc de concevoir des produits respectueux de l'environnement à l'aide de nouveaux matériaux écologiques tout en garantissant une qualité perçue au moins identique à celle des matériaux synthétiques classiques. Le design sensoriel, par l'utilisation de l'évaluation sensorielle, est l'une des disciplines qui permet de prendre en compte le ressenti sensoriel des consommateurs. Cependant, dans la littérature, peu de travaux portent sur l'application des méthodes d'évaluation sensorielle à des matériaux bio-sourcés. Face à ce constat, nos travaux se proposent d'étudier la possibilité d'évaluer, avec des méthodes d'analyse sensorielle, un matériau bio-sourcé à base de fibres de lin de la même manière qu'un synthétique à base de fibres de verre. Plus précisément, nos travaux proposent une approche basée sur une évaluation sensorielle tactile et une évaluation instrumentale objective de la surface de ces deux matériaux. Nos résultats ont permis de valider l'application des méthodes d'évaluation sensorielle tactile sur un matériau bio-sourcé. Nos travaux ont permis la définition de profils sensoriels pour le toucher concernant le matériau à base de fibres de lin. Les résultats obtenus ont aussi permis de valider la possibilité de corrélérer certains indicateurs tactiles subjectifs avec des mesures instrumentales objectives. L'ensemble des connaissances développées dans le cadre de ces travaux offre aux concepteurs une aide précieuse dans le choix des matériaux bio-sourcés en éco-conception et plus généralement en conception de produits.

Bo SONG

N° 283

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 29 janvier 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Nouvelles voies de fabrication d'alliages métalliques à hautes performances à partir de poudres "

La fusion sélective par laser (Selective Laser Melting, SLM), une des techniques de la fabrication additive (AM), permet la production de pièces en trois dimensions (3D) de formes complexes directement à partir de poudres métalliques. Elle présente de nombreux avantages significatifs par rapport aux méthodes traditionnelles de fabrication mais se heurte encore à une faible disponibilité des matériaux en poudre.

Le travail effectué dans cette étude a donc consisté à étudier et à développer un nouveau moyen pour réaliser in situ des pièces en alliages et en composites à partir de mélanges de poudres.

Au niveau expérimental le choix s'est porté sur le système Fer-Aluminium et sur un renforcement par des particules de SiC.

Les essais ont permis de constater que dans le processus de fabrication de pièces par SLM la puissance du laser et la vitesse de balayage déterminent au premier chef la densité, la microstructure, la composition de phase et les propriétés mécaniques.

À partir d'un mélange de poudres, des phases intermétalliques ont été obtenues en contrôlant les paramètres SLM. Un traitement thermique ultérieur influence les paramètres cristallins, le degré d'ordre et les propriétés mécaniques des pièces ainsi formées.

Avec l'utilisation de poudres préallées, un phénomène de texture a été observé prenant la forme de grains allongés/colonnaires orientés dans la direction de construction.

Le renforcement de la matrice de fer par des particules de SiC de différentes tailles conduit à une modification structurale avec la formation de produits d'interaction, perlite et martensite, conduisant à une amélioration de la résistance à la traction par rapport au Fe pur.

Zhenhua CAI
Directeur de thèse : Hanlin LIAO
Laboratoire : IRTES-LERMPS
Soutenance : 27 février 2014
Lieux d'inscription : UTBM
Spécialité : Matériaux

N° 284

"Programmation robotique en utilisant la méthode de maillage et la simulation thermique du procédé de la projection thermique "

L'objectif de cette étude est d'améliorer l'extension du logiciel de programmation hors-ligne RobotStudio™ existante et de développer une nouvelle stratégie pour générer la trajectoire du robot par rapport aux paramètres essentiels de projection thermique. Notamment, l'historique de la température par rapport à la trajectoire générée est prise en compte dans cette étude. L'extension logicielle Thermale Spray Toolkit (TST) intégrée dans le cadre de RobotStudio™ est spécialement développée pour générer la trajectoire du robot en projection thermique. L'amélioration de l'extension TST dans la nouvelle version de RobotStudio™ est mise au point sur deux modules principaux :

PathKit : génération de la trajectoire sur des pièces complexes.

ProfileKit : modélisation du cordon singulier du dépôt et prédiction de son épaisseur en fonction des paramètres opératoires.

Les déficiences existantes de l'extension TST impliquent de mettre en œuvre une méthode plus avancée qui permettra de générer la trajectoire du robot en utilisant le maillage pour le calcul d'éléments finis. Ainsi, l'opération de projection thermique pourra être menée. Dans cette étude, la méthodologie de maillage est introduite afin de fournir une stratégie de choix de points de trajectoire et l'obtention d'orientations de ces points de trajectoire sur la surface à revêtir. Un module dit MeshKit est donc ajouté dans l'extension TST afin de lui apporter ces fonctionnalités nécessaires.

Un couplage entre trajectoire du robot et la répartition de chaleur du substrat a été développé, ce qui permet d'étudier l'évolution de température pendant le processus de projection thermique/

Abderrahim CHARIETE
Directeur de thèse : Maxime WACK
Laboratoire : IRTES-seT
Soutenance : 11 mars 2014
Lieux d'inscription : UTBM
Spécialité : Informatique

N° 285

" Approches d'optimisation et de personnalisation des réseaux sur puce NoC : Networks on Chip "

Les systèmes embarqués sur puce (SoC: Systems-on-Chip) sont devenus de plus en **plus** complexes grâce à l'évolution de la technologie des circuits intégrés. Des études récentes ont montré que pour améliorer les performances du réseau sur puce (NoC : Network-on-Chip), l'architecture de celui-ci pouvait être personnalisée, soit au moment de la conception, soit au moment de l'exécution. L'objectif principal de cette thèse est d'implémenter de nouvelles approches pour améliorer les performances des NoCs, notamment la latence, le débit, la consommation d'énergie, et la simplicité de mise en œuvre.

Nous avons proposé une approche pour permettre aux concepteurs de personnaliser l'architecture d'un NoC par insertion de liens stratégiques, pour qu'elle soit adaptée à de nombreuses applications, sous la contrainte d'un budget limité en termes de nombre de liens. L'évaluation analytique porte sur l'amélioration des paramètres physiques de la topologie du NoC sans tenir compte de l'application qui devrait s'exécuter dessus. L'évaluation par simulation porte sur l'évaluation des performances de communication du NoC. Les résultats de simulations montrent l'efficacité de notre approche pour améliorer les performances du NoC. Nous avons également introduit une approche de modélisation par réseau à compartiments pour allouer les ressources nécessaires pour chaque tampon selon le modèle de trafic de l'application cible. Les résultats de simulations montrent l'efficacité de cette approche de modélisation pour l'allocation optimisée de l'espace tampon. Enfin, nous avons proposé une approche conjointe basée sur la théorie des systèmes dynamiques pour évaluer la performance d'un algorithme de contrôle de flux dans les NoCs. Cet algorithme permet aux éléments du NoC d'ajuster dynamiquement leur entrée en utilisant un mécanisme basé sur le contrôle de flux par rétroaction. Les résultats d'évaluations analytiques et de simulation montrent la viabilité de ce mécanisme pour éviter la congestion dans les NoCs.

Huide ZHOU

N° 286

Directeur de thèse : Rachid BOUYEKHF

Laboratoire : IRTES-seT

Soutenance : 28 mars 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Concepts thermodynamiques et d'entropie pour la modélisation et la régulation d'un réseau de transport "

Dans ce travail, nous avons présenté notre contribution portant sur la modélisation et le contrôle a priori de congestion des réseaux de carrefours signalisés. De point de vue de la modélisation, nous avons introduit un nouveau regard sur les systèmes de transport en proposant un premier travail sur la manière dont les liens se tissent entre ces systèmes et la thermodynamique. Le point de vue dominant est l'assimilation des véhicules à l'énergie fournie ou/et échangée entre les intersections signalisées. L'avantages majeur de la modélisation thermodynamique est l'introduction de la notion d'entropie du transport mesurant le désordre du système. Elle peut être considérée non seulement comme un moyen pour la compréhension des phénomènes du trafic, mais aussi comme un outil d'évaluation surtout lorsqu'il s'agit de traiter des réseaux de grande taille. De point de vue du contrôle, nous nous sommes intéressés essentiellement à un travail en amont permettant d'éviter la congestion en forçant les files d'attente à ne pas dépasser le niveau du trafic correspondant à l'optimum opérationnel des lignes. Nous avons traité le problème de deux façons différentes. La première fait appel à l'approche de la commande dissipative. Nous avons exploité cet outil pour arriver à des résultats théoriques dont la vérification permet de conclure sur la possibilité de dissiper les véhicules au moyen d'une action de la commande adéquate. L'existence d'une commande dissipative est caractérisée par la faisabilité de certaines inégalités matricielles linéaires (LMI). La deuxième façon de traiter notre problème de commande fait appel à la commande H_∞ . Nous avons tiré profit de cet outil pour développer des résultats assurant l'invariance positive en boucle fermée d'un domaine ellipsoïdal contenu dans l'ensemble des contraintes. Le test d'existence et le calcul d'une loi de commande robuste par retour d'état peut alors se faire de façon simple par la résolution d'un problème de programmation linéaire convexe. Enfin, ses travaux ont été appliqués sur deux types de réseaux de carrefours, artériel et en grille afin de montrer l'intérêt des résultats.

Jianxing LIU

N° 287

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : IRTES-seT

Soutenance : 10 avril 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à la synthèse d'observateurs par modes glissants d'ordre supérieur adaptatifs : Application à la pile à combustible de type PEM et aux convertisseurs de puissance "

Les systèmes piles à combustible de type PEM pour des applications de transport reposent sur un ensemble d'auxiliaires (stockage d'hydrogène, compresseur d'air, convertisseur de puissance, humidificateur, etc) qui assurent le bon fonctionnement du système pile. La mise en place d'observateurs permet de disposer d'un outil pour reconstruire les états non mesurés de ce système; cela permet de mettre en place un contrôle par retour de sortie en vue d'optimiser les performances du système pile et ainsi d'améliorer la détection et l'isolation de défauts (FDI). Cette thèse est basée sur l'étude et la synthèse d'observateurs adaptatifs par mode glissant d'ordre supérieur, pour deux principaux auxiliaires de la pile que sont, le système d'alimentation en air et les convertisseurs de puissance associés à la pile.

La première partie de la thèse est consacrée à la synthèse d'observateurs pour la reconstruction des états et à la détection et l'isolation des défauts sur le système d'alimentation en air de la PEMFC. Dans un premier temps, un observateur algébrique par mode glissant d'ordre supérieur est synthétisé pour la reconstruction de la pression partielle de l'oxygène et de l'azote. Dans un deuxième temps, un nouvel observateur adaptatif par mode glissant d'ordre deux est synthétisé pour assurer l'observation simultanée des états, l'identification des paramètres, la surveillance et la reconstruction de défaut dans le circuit d'air. Les performances des observateurs proposées ont été validées grâce à un simulateur Hardware-In-Loop (HIL) du système pile à combustible.

Dans la deuxième partie, nous nous sommes intéressés à l'élaboration d'observateurs et de commande par retour de sortie pour les convertisseurs associé au système pile dans une application transport. Ainsi, une commande novatrice par mode glissant d'ordre deux, de type retour de sortie, a été élaborée pour le convertisseur AC/DC. Dans un second temps, un observateur de type modes glissants d'ordre 2 adaptatif est synthétisé pour un convertisseur de type multicellulaire.

Eloi DEREPPER

N° 288

Directeur de thèse : Alain BILLARD

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 02 juin 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

**" Synthèse et caractérisation de couches actives pour la détection de traces
d'hydrocarbures lourds "**

Les capteurs de gaz électrochimiques sont l'un des moyens les plus directs pour convertir la composition chimique d'un gaz en signal électrique mesurable. A ce titre, ils ont été largement étudiés et font aujourd'hui partie des solutions de détection les plus courantes. Toutefois, ils sont souvent basés sur un électrolyte YSZ, ce qui implique des températures de travail élevées (600°C).

Afin de pouvoir réaliser une cellule de capteur fonctionnant à plus basse température (300°C), les conditions de dépôt des électrolytes $\text{Bi}_4\text{V}_2\text{O}_{11}$ et BITAVOX ($\text{Bi}_2\text{Ta}_x\text{V}_{1-x}\text{O}_{5,5}$) par pulvérisation cathodique magnétron en conditions réactives (PVD) ont été étudiées. L'impact de l'épaisseur des films ainsi que celui du taux de substitution du vanadium par le tantale sur les propriétés structurale et de conduction ont été déterminés.

Par la suite, deux types de cellules ont été réalisés en déposant des électrodes à la surface de l'électrolyte par PVD. Le premier utilise des électrodes de platine dense et de nanofils de LASCO ($\text{La}_{1-x-y}\text{Ag}_x\text{Sr}_y\text{CoO}_3$). Néanmoins, le comportement de ce capteur aux plus basses températures est assez complexe. Aussi, des électrodes de platine et d'or ont ensuite été étudiées, amenant à une réponse plus simple et apparaissant dès 200°C.

Maxime GRUBER

N° 289

Directeur de thèse : François PEYRAUT

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 17 juin 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Conception numérique pour la mise en forme sous sollicitations extrêmes – Une contribution pour la mise en forme à haute vitesse "

Dans le domaine automobile, le développement de groupes motopropulseur proposant de hautes puissances spécifiques ainsi que de faibles coûts de production est un challenge que de nombreux fabricants cherchent à relever. Parmi les nombreux procédés de fabrication utilisés dans l'industrie, la mise en forme se présente comme une solution intéressante pour la production de composants à hautes propriétés mécaniques pour les moteurs et boîtes de vitesses. Certaines technologies à hautes vitesses de déformation sont apparues au cours des dernières décennies et ont montré des avantages certains pour l'optimisation des coûts de production. Ces procédés se caractérisent par des avantages tels que l'amélioration de la déformabilité des matériaux mis en forme, la suppression du préchauffage, l'amélioration de la qualité de surface ou encore l'augmentation des flux de production.

Le présent travail consiste à appliquer une approche expérimentale et numérique pour décrire ce type de procédés. En effet, une meilleure compréhension des mécanismes régissant ces procédés est requise dans un premier temps. L'approche suivie peut se présenter sous la forme de trois étapes :

- Approche expérimentale : une investigation expérimentale est effectuée sur deux aciers à hautes propriétés mécaniques pour caractériser leurs comportements thermomécaniques dans des conditions proches de la mise en forme à haute vitesse.
- Approche numérique : une loi de comportement adaptée et basée sur les résultats de l'approche expérimentale est choisie.
- Application : la validation de la loi de comportement est effectuée sur différents procédés de mise en forme.

Les résultats expérimentaux ont mis en évidence que la mise en forme à haute vitesse permet une amélioration de la qualité des pièces produites tout en augmentant la formabilité, notamment sur deux aciers à haute résistance étudiés dans le cadre de ce travail de thèse. Il en résulte donc un potentiel pour la fabrication de pièces complexes du groupe motopropulseur telles que des engrenages.

Yunfang GUI

N° 290

Directeur de thèse : Alain BILLARD

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 02 juillet 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Mise au point par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive et caractérisations mécaniques et tribologiques de revêtements de phases Magnéli de titane (Ti_nO_{2n-1}) "

Cette étude porte sur l'élaboration et la caractérisation des propriétés de revêtements de phases Magnéli de titane (Ti_nO_{2n-1}) en vue de leur application tribologique. Les dépôts ont été élaborés par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive à partir de cible métallique de titane dans une atmosphère O_2/Ar sur un porte substrat rotatif chauffant.

La première partie de l'étude appuie sur la synthèse de monocouches de phases Magnéli de titane. L'influence des principaux paramètres d'élaboration (débit d'oxygène, température du porte substrat) a été analysé au regard de la structure et de la morphologie des revêtements synthétisés. Ensuite, des bicouches $Ti_nO_{2n-1}/AlTiN$ ont été synthétisées par la technique de pulvérisation cathodique magnétron et de l'arc électrique sous basse pression, respectivement. Cependant, la phase et l'épaisseur de la couche de surface d'oxyde de titane ainsi que l'épaisseur de la sous-couche $AlTiN$ ont été choisies comme les paramètres à étudier.

La deuxième partie concerne les propriétés mécaniques (nano dureté instrumenté, module d'élasticité, test Mercedes et scratch test) et tribologiques (test pion disque) des revêtements monocouches et bicouches. Une attention particulière a été portée à l'influence de la température du test de frottement sur le taux d'usure des revêtements duplex.

Qing XU

N° 291

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Laboratoire : OPERA

Soutenance : 29 août 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Allocation of radio resources for hierarchical multicast services in mobile networks : modeling and optimization"

Le conflit entre la demande de services multimédia en multidiffusion à haut débit (MBMS) et les limites en ressources radio demandent une gestion efficace de l'allocation des ressources radio (RRM) dans les réseaux 3G UMTS. À l'opposé des travaux existant dans ce domaine, cette thèse se propose de résoudre le problème de RRM dans les MBMS par une approche d'optimisation combinatoire. Le travail commence par une modélisation formelle du problème cible, désigné comme *Flexible Radio Resource Management Model* (F2R2M). Une analyse de la complexité et du paysage de recherche est effectuée à partir de ce modèle. Tout d'abord on montre qu'en assouplissant les contraintes de code OVSF, le problème de RRM pour les MBMS peut s'apparenter à un problème de sac à dos à choix multiples (MCKP). Une telle constatation permet de calculer les limites théoriques de la solution en résolvant le MCKP similaire. En outre, l'analyse du paysage montre que les espaces de recherche sont accidentés et constellés d'*optima* locaux. Sur la base de cette analyse, des algorithmes métaheuristiques sont étudiés pour résoudre le problème. Nous montrons tout d'abord que un Greedy Local Search (GLS) et un recuit simulé (SA) peuvent trouver de meilleures solutions que les approches existantes implémentées dans le système UMTS, mais la multiplicité des optima locaux rend les algorithmes très instables. Un algorithme de recherche tabou (TS) incluant une recherche à voisinage variable (VNS) est aussi développé et comparé aux autres algorithmes (GLS et SA) et aux approches actuelles du système UMTS ; les résultats de la recherche tabou dépassent toutes les autres approches. Enfin les meilleures solutions trouvées par TS sont également comparées avec les solutions théoriques générées par le solveur MCKP. On constate que les meilleures solutions trouvées par TS sont égales ou très proches des solutions optimales théoriques.

Anh-Tuan TA

N° 292

Directeur de thèse : François PEYRAUT

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 26 septembre 2014

Lieux d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Modélisation de lois de comportement anisotropes par la théorie mathématique des invariants – Application aux matériaux biologiques fibreux "

Les travaux de cette thèse s'inscrivent dans le cadre de la formalisation mathématique des lois de comportement de matériaux anisotropes permettant de modéliser les tissus organiques (ligaments, muscles, tendons, parois artérielles ...), les caoutchoucs renforcés par des fibres ou encore les composites textiles utilisés en aéronautique ou en génie civil. A partir des années 1950, l'utilisation de la théorie des invariants a été intensivement étudiée dans le cadre de la mécanique des milieux continus et plusieurs familles d'invariants ont alors été proposées. Cependant, l'utilisation de ces invariants soulève plusieurs difficultés :

- Il en existe une grande diversité, ce qui ne facilite pas leur choix dans le cadre d'une modélisation éléments finis,
- Certains sont difficiles à interpréter physiquement,
- Ils nécessitent souvent la superposition deux densités d'énergie : l'une pour la description du comportement isotrope et l'autre pour la description du comportement purement anisotrope.

Pour surmonter ces difficultés, une méthode constructive a été récemment proposée par Thionnet *et al.* Elle permet de s'assurer de l'unicité (à une relation près) de l'écriture polynômiale des invariants. Nous avons adapté cette méthode au cas des matériaux hyperélastiques anisotropes dans les cas d'un matériau constitué de deux familles puis d'une seule famille de fibre de collagène. Dans le premier cas, le théorème de Noether et l'opérateur de Reynolds ont été employés. Le second cas est techniquement plus complexe à aborder car le groupe de symétrie matérielle n'est plus de cardinal fini. L'opérateur de Reynolds n'a alors plus de sens et le théorème de Noether n'est plus applicable. Pour pallier cette situation, nous avons introduit un opérateur de Reynolds généralisé et avons montré que les propriétés associées à ce nouvel opérateur constituaient une extension de l'opérateur classique. Dans les deux cas, nous avons réussi à exhiber une base d'intégrité constituée d'invariants qui, pour certains, se démarquent de ceux classiquement trouvés dans la littérature. En particulier, dans le cas d'une famille de fibre, nous avons pu établir, grâce au théorème de Kantorovich, que l'un de ces invariants était relié au maximum de l'angle de cisaillement entre la fibre et la matrice.

Florence BERTHOLD

N° 293

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI/Sheldon S. WILLIAMSON

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 26 septembre 2014

Lieux d'inscription : UTBM/Université Concordia de Montréal (Québec)

Spécialité : Génie Electrique

"Gestion d'énergie globalisée du véhicule hybride rechargeable connecté à la maison"

Le challenge de ces prochaines années est de réduire le plus possible les émissions de CO₂ qui la première cause du réchauffement climatique. L'émission de CO₂ est principalement due à l'utilisation du moteur thermique dans le milieu du transport. Pour diminuer cette émission, la solution réside à utiliser des véhicules électriques qui sont non polluants et rechargés par des sources émettant le moins possible de CO₂. Mais cela impliquerait une production supplémentaire d'énergie. Aujourd'hui l'énergie électrique est produite principalement par des centrales thermiques au niveau mondial, des centrales nucléaires en

France et des centrales hydrauliques au Québec. Les pics d'utilisations et de productions restant une problématique posant encore beaucoup de problèmes.

Une utilisation croissante de véhicules électriques ou hybrides rechargeables permettrait de pouvoir disposer de systèmes de stockage d'énergie, permettant à la fois d'alimenter le moteur électrique du véhicule ou d'aider le réseau électriques. Ce flux est appelé Vehicle-to-Grid ou plus précisément dans le travail présenté ici, ce flux s'appelle Vehicle-to-Home. Alimenter la maison via la batterie du véhicule, permet de diminuer le pic de consommation du foyer. De plus, la batterie du véhicule peut être chargée durant la nuit lorsque la production d'énergie est au plus bas et la moins chère.

Ce document présente une optimisation offline du système qui inclut les différents flux d'énergie. Cette optimisation a été réalisée à l'aide de la programmation dynamique. L'objectif de cette optimisation est de minimiser le coût de l'énergie que ce soit le coût de l'essence ou de l'électricité ou encore des énergies renouvelables installées localement.

Ensuite deux contrôleurs flous localisés dans le véhicule et dans la maison ont été dimensionnés, testés par simulation (simulation online) et validés expérimentalement.

Finalement cette recherche a mis en avant deux cas d'études: un en hivers et l'autre en été. Le cas d'hiver présente une réduction budgétaire de 40% dans la simulation offline, 27% dans la simulation online et 29% en expérimentation. D'autre part, le cas d'été montre une réduction budgétaire de 62% dans la simulation offline, 60% dans la simulation online et 64% en expérimentation

Baudoin DAFFLON

N° 294

Directeur de thèse : Juan Pablo GRUER

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 30 septembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Modèle multi-agent d'inspiration physique pour la prise de décision : Application à la conduite en convoi "

Le travail de thèse de Baudoin Dafflon se situe dans la thématique générale des systèmes auto-organisés, dans la version centrée sur les systèmes multi-agents. Ce travail repose sur l'idée que l'organisation d'un système distribué peut émerger à partir du comportement de chacune des entités autonomes et proactives qui le composent. L'organisation émergente satisfait l'objectif confié au système auto-organisé. Cette thèse s'est particulièrement occupé de domaines applicatifs où les systèmes auto-organisés sont formés par des entités matérielles intelligents, en général mobiles, situées dans un environnement physique relativement incertain. Ses études de cas appartiennent à la problématique de la conduite en convoi de flottes de véhicules autonomes.

En particulier, B. Dafflon s'est intéressé à la prise de décision pour ce genre de systèmes. Cette question est particulièrement importante lorsque l'environnement est incertain, soit par ce que les entités autonomes en ont une connaissance imparfaite, soit par ce que des phénomènes aléatoires peuvent se produire. Dans ce cas chaque entité doit décider, de façon décentralisée quelle est la meilleure action locale à exécuter pour que l'organisation globale soit préservée. Si bien l'échange d'informations entre entités n'est pas exclu d'emblée pour ce type de systèmes, les travaux de cette Thèse ont été conduits en adoptant la contrainte de non-communication, dans le but d'explorer la portée des approches purement autonomes et locales de la prise de décision par les agents.

Parmi les contributions substantielles apportées par cette thèse nous pouvons mentionner les suivants. Premièrement, la proposition d'une architecture qui sépare la fonction décision de la fonction contrôle, ce qui permet de mieux intégrer des fonctionnalités qui prennent en compte l'incertain. Un exemple dans le domaine applicatif (la conduite en convoi) serait l'évitement d'obstacles. Deuxièmement, B. Dafflon propose l'introduction d'une hiérarchie de systèmes multi-agents où la prise de décision est également envisagée comme un processus auto-organisé dans un monde virtuel d'agents. Ce monde virtuel est défini par un processus d'abstraction des informations données par les percepts des agents matériels. Finalement, cette Thèse propose des modèles d'interaction pour ces agents virtuels qui reposent sur des processus physiques (lois d'attraction-répulsion, dynamique des gazes, ...). L'intérêt en est que la décision peut être élaborée de façon calculatoire, en évaluant des indicateurs globaux inspirés des processus physique modélisés.

Béatrice VAUTHERIN

N° 295

Directeurs de thèse : Ghislain MONTAVON/Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 16 octobre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Elaboration par projection plasma réactive sous très basse pression de dépôts de matériaux dans le système Aluminium-Titane-Azote "

La projection plasma sous très basse pression (communément désignée par son acronyme anglais VLPPS : « Very Low Pressure Plasma Spraying ») est un procédé émergent de traitement de surface par voie sèche permettant l'élaboration de dépôts métalliques et céramiques (type oxydes), sous des conditions de pression réduite, de l'ordre d'une centaine de Pascal, par utilisation d'un jet de plasma thermique. Un tel niveau de pression permet principalement la formation de dépôts par condensation de vapeurs résultant de la vaporisation, partielle ou totale, des précurseurs habituellement sous forme solide. C'est principalement en cela que ce procédé diffère des procédés plus conventionnels de projection thermique, conduisant à la formation de dépôts par l'écrasement, la solidification et l'empilement de particules liquides fondues dans un jet de forte énergie. En fonction des conditions de projection employées, les revêtements élaborés par VLPPS peuvent présenter différents types de microstructure, de colonnaires à lamellaires, de très denses à poreuses. Le mode mixte de construction, caractérisé par la présence de vapeurs condensées et particules fondues resolidifiées peut également être rencontré.

L'objectif global de ce travail est d'explorer le potentiel du procédé VLPPS en mode réactif en vue de former des dépôts de matériaux présentant une fusion non congruente. Pour ce faire, l'aluminium et le titane ont été considérés comme matériaux métalliques précurseurs et l'azote comme élément réactif. Les matériaux qui pourraient résulter seraient alors des nitrures d'aluminium et de titane. Ces matériaux ont été sélectionnés avant tout comme matériaux démonstrateurs. Des applications potentielles pourraient cependant rapidement déboucher en cas de performances satisfaisantes : l'élaboration, sur de grandes surfaces, de couches de nitrures de titane et d'aluminium, présentant de bonnes résistances à l'oxydation ainsi que de bonnes propriétés tribologiques, notamment une résistance élevée à l'usure.

Au cours de cette étude, des dépôts métalliques d'aluminium, titane et titane-aluminium et des dépôts composites nitrurés Al-AlN, Ti-TiN et TiAl-TiAlN ont été élaborés par projection VLPPS en mode réactif. Les dépôts composites nitrurés présentent par exemple des duretés moyennes plus importantes que celles des dépôts métalliques. Ces dépôts renferment jusqu'à 30%at. d'azote et les composés Ti_xN , AlN et Ti_xAlN ont été clairement identifiés.

Emilie AUBIGNAT

N° 296

Directeurs de thèse : Marie-Pierre PLANCHE/Ghislain MONTAVON

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 24 octobre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Contribution à la compréhension et à la maîtrise du procédé de projection plasma de suspensions céramiques"

La projection plasma de suspensions (SPS) est un procédé de revêtement de surface qui consiste à injecter une suspension (particules solides d'environ 1 μm ou moins, dispersées dans une phase liquide) dans un jet de plasma énergétique. Les particules sont chauffées, accélérées en direction d'un substrat, écrasées et soumises à une solidification très rapide (de l'ordre de $10^6 \text{ K}\cdot\text{s}^{-1}$). Couche après couche, un dépôt se forme en surface du substrat et lui apporte de nouvelles propriétés fonctionnelles. Cette variante de la projection plasma conventionnelle permet la fabrication de revêtements avec des épaisseurs plus fines de quelques dizaines de μm et une échelle microstructurale réduite, pouvant conduire à améliorer, par exemple, les performances de dureté ou de conductivité thermique des dépôts. Bien que ce procédé soit étudié depuis le milieu des années 1990 et connaisse un intérêt grandissant, les applications industrielles ne sont pas finalisées et leur développement nécessite d'être poursuivi. En effet, l'injection d'une suspension dans un jet thermique conduit à des phénomènes complexes tels que la fragmentation des gouttes de suspension ou encore l'évaporation de la phase liquide. A ce jour, ces mécanismes ne sont pas parfaitement compris et maîtrisés et méritent d'être étudiés pour comprendre les interactions de ces fines particules avec le plasma. Les travaux décrits dans ce mémoire s'intéressent au cas de la projection SPS de céramiques avec un atomiseur bi-fluide comme système d'injection. Deux matériaux ont été choisis: l'alumine, connue pour sa difficulté à être projetée conventionnellement et dont la formation de phases cristallines particulières constitue une source d'informations sur l'histoire thermique des particules, ainsi que l'yttrine, qui permet de confirmer les tendances observées pour l'alumine.

Dans un premier temps, l'optimisation de l'injection de la suspension a été effectuée en travaillant sur deux axes. Le premier axe concerne la formulation des suspensions, qui a conduit à l'obtention, avec différentes phases liquides, de suspensions stables et dispersées, de propriétés parfaitement connues. De telles suspensions assurent une reproductibilité du procédé à ce niveau et limitent le bouchage du système d'injection. Le deuxième axe porte sur la conception mécanique en trois étapes d'un atomiseur pneumatique approprié au procédé SPS. Cette étude a commencé par la caractérisation d'une buse commerciale notamment par des tests d'injection de suspension dans le plasma. Les tests étant peu concluants, l'étude s'est poursuivie par la mise au point d'une nouvelle géométrie d'atomiseur inspirée du modèle commercial. Les essais ont conduit à la réalisation de cordons et de dépôts satisfaisants. Cette étude s'est terminée enfin par l'optimisation de sa géométrie grâce à la mise en évidence de l'influence de plusieurs paramètres-clé sur les caractéristiques du jet atomisé.

Dans un second temps, des outils de diagnostic ont été mis en œuvre pour mesurer la qualité de l'injection. Le jet de suspension a été caractérisé en termes de géométrie et de tailles de gouttes, respectivement par ombroscopie et diffraction laser. L'ombroscopie a été réutilisée pour l'optimisation de l'injection de la suspension dans le plasma en permettant le réglage en temps réel des pressions d'entrée de l'atomiseur. Les propriétés des particules en vol ont ensuite été étudiées grâce à des collectes de particules sur substrat et à la vélocimétrie par images de particules (PIV). Cet outil a apporté des informations complémentaires sur l'injection de la suspension. Enfin, les revêtements obtenus ont été caractérisés en termes de morphologie (MEB), taux de porosité (analyse d'images MEB et SAXS) et de phases cristallines (DRX et EBSD). Le couplage des informations obtenues entre ces différentes techniques a permis de faire ressortir le rôle de la phase liquide et de la charge massique sur la microstructure.

Ces travaux ont contribué à améliorer les connaissances du procédé SPS et ont permis de justifier l'emploi d'un atomiseur bi-fluide pour l'obtention de microstructures spécifiques de revêtements, dont les caractérisations fonctionnelles doivent encore être réalisées.

Alexandre DISSER

N° 297

Directeurs de thèse : Philippe DILLMANN/Philippe FLUZIN

Laboratoire : LMC

Soutenance : 06 novembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

**"Production et circulation du fer en Lorraine
VI^e siècle avant Jésus-Christ –XV^e siècle après Jésus-Christ"**

L'espace lorrain a connu, au cours des XIX^e et XX^e siècle une intense activité sidérurgique reposant sur la réduction d'un minerai sédimentaire, la Minette lorraine. Paradoxalement, on a longtemps considéré qu'aucune activité de production liée à l'exploitation de ce minerai n'avait pris place dans cette région avant l'époque contemporaine. Un programme de recherche initié il y a 25 ans a par ailleurs totalement renouvelé la perception de l'histoire sidérurgique de cet espace. Les activités de production s'y sont déroulées de manière sporadique dès les âges du Fer, avant de prendre de l'ampleur au cours de la période médiévale. Les recherches menées permettent une première appréhension de l'évolution des modes de production du fer en Lorraine à différentes époques, mises en perspective dans leur contexte européen. Toutefois, les modalités de distribution du métal produit restent largement méconnues, du fait de l'indigence relative des sources historiques à cet égard. Une première perception des circuits de distribution du fer se développant au sein de l'espace lorrain est exposée dans ce mémoire, contribuant à l'appréhension des usages du fer à différentes époques.

Une méthodologie développée récemment par le Laboratoire Métallurgies et Cultures et le Laboratoire Archéomatériaux et Prévision de l'Altération, reposant sur la caractérisation chimique des déchets associés à la réduction du minerai et des inclusions présentes dans les produits sidérurgiques, a été employée dans ce but. Ce travail interdisciplinaire propose par ailleurs de nouveaux développements en termes de traitement statistique multivarié de l'information chimique, contribuant ainsi à répondre aux problématiques développées.

Un référentiel géochimique, constitué d'une base de données préexistante et d'informations nouvelles acquises à l'occasion de prospections archéologiques, offre une perception nouvelle de la diversité chimique caractérisant les activités sidérurgiques anciennes au sein de l'espace lorrain et de ses marges. Des ensembles géochimiques de production ont ainsi été mis en évidence. Plusieurs contextes de consommation ont ensuite été considérés, offrant un éclairage sur les circuits de distribution du fer aux époques anciennes en Lorraine. Une démarche statistique, reposant sur l'emploi d'analyses descriptives et de modèles prédictifs, a été appliquée en ce sens, après avoir été éprouvée par l'étude d'ateliers sidérurgiques pour lesquels l'utilisation d'un minerai en particulier est assurée par le contexte archéologique.

Les résultats obtenus permettent de préciser, parfois à l'encontre des hypothèses formulées au préalable, les pratiques d'échange du fer à différentes époques, en regard de nos connaissances quant aux modes de production sidérurgiques. Des discussions portant sur le rôle joué par le travail du fer au sein des sociétés anciennes sont initiées à la lumière des informations nouvellement acquises.

Sagnaba SOULAMA

N° 298

Directeurs de thèse : Kokou Esso Nicola ATCHOLI/Bétaolé NAON

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 28 novembre 2014

Lieux d'inscription : UTBM/Université Polytechnique de Bobo-Dioulasso (Burkina FASO)

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Caractérisation mécanique et thermique de biocomposites à matrice polystyrène recyclé renforcée par des coques de cotonnier (*Gossypium Hirsutum L.*) ou des particules de bois de kénaf (*Hibiscus Cannabinus L.*) "

Dans le contexte actuel marqué par une grande émergence des questions environnementales, de l'économie circulaire et du développement durable, la mise au point d'éco-matériaux représente un enjeu majeur qui offre une alternative aux plastiques recyclés en fin de cycles de vie.

L'objectif de ce travail est de contribuer au développement de deux éco-matériaux à partir des biomasses végétales cultivables non alimentaires disponibles, associées à des polymères synthétiques recyclés en fin de cycles de vie.

Il s'agit d'une part, de développer un matériau biosourcé constitué de polystyrène recyclé, renforcé de coques de cotonnier. Ce matériau devra être susceptible de se substituer au polystyrène dans des domaines d'applications diverses telles que la fabrication de pièces d'isolation thermique, d'habillage intérieur de voitures, des coques de portables cellulaires, d'ordinateurs, de photocopieurs et d'emballages divers.

D'autre part, de développer des panneaux de particules en bois de tiges de cotonnier et de tiges de kénaf associés à un liant naturel (la colle d'os) pour une utilisation dans le domaine de l'isolation thermique d'intérieur en remplacement des panneaux de particules élaborés avec la colle urée formaldéhyde.

L'influence des paramètres d'élaboration pour chacun des deux matériaux a été analysée. Après optimisation des conditions de mise en œuvre pour chaque matériau, la tenue mécanique, les propriétés thermiques et la microstructure ont été déterminées et optimisées dans chaque cas.

Damien GUILBERT

N° 299

Directeur de thèse : Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 1^{er} décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Tolérance aux défauts et optimisation des convertisseurs DC/DC pour véhicules électriques à pile à combustible"

Ces dernières années, la fiabilité et la continuité de service des chaînes de traction sont devenus des défis majeurs afin que les véhicules électriques puissent accéder au marché grand public de l'automobile. En effet, la présence de défauts dans les chaînes de traction peut conduire à des dysfonctionnements dans les véhicules et ainsi réduire ses performances par rapport aux véhicules conventionnels. Dans l'hypothèse où des défauts électriques se produisaient, les chaînes de traction des véhicules électriques à pile à combustible devraient inclure des topologies et/ou contrôles tolérants aux défauts pour les différents convertisseurs DC/DC et DC/AC. Dans le cadre de ce travail de recherche, un focus est fait sur le convertisseur DC/DC associé à la pile à combustible de la chaîne de traction. Ce dernier doit répondre aux problématiques majeures des applications véhicule électrique à pile à combustible à savoir : faible masse et petit volume, haute efficacité énergétique, réduction de l'ondulation de courant d'entrée et fiabilité. A la base d'une recherche bibliographique poussée sur les structures non-isolées et isolées appropriées pour des applications PàC, une topologie de convertisseur DC/DC entrelacé a été choisie permettant de respecter les contraintes des véhicules électriques à pile à combustible.

Ce travail de thèse a ensuite consisté à dimensionner et contrôler la structure de convertisseur DC/DC tolérante aux défauts choisie pour les véhicules à PàC. Des algorithmes de gestion des modes dégradés de ce convertisseur ont été développés et implémentés expérimentalement. A ce titre, l'interaction PàC-convertisseur DC/DC a été étudiée. Une approche théorique, de simulation et expérimentale a été mise en œuvre pour mener à bien ce travail.

Pengjiang HE

N° 300

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 05 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Etude du développement de la projection plasma sous basse pression"

La technologie de projection plasma sous basse pression a attiré l'attention de nombreux chercheurs comme une nouvelle technique qui permet d'établir un pont entre la projection thermique conventionnelle et le dépôt physique en phase vapeur. Ainsi, cette technologie étend les limites de projection thermique classique et augmente également la vitesse de croissance des dépôts par rapport aux procédés PVD ou CVD classiques. Cette technique peut évaporer totalement ou partiellement les poudres injectées et mener à la réalisation de revêtements à microstructure colonnaire et/ou plus denses, difficiles à réaliser avec des procédés de projection thermique conventionnels.

La projection plasma de suspension a été effectuée pour la première fois sous basse pression. L'injection axiale de suspension avec une torche tri-cathodes permet d'augmenter l'échange enthalpique entre le jet de plasma et les poudres après l'évaporation du solvant. La spectroscopie à l'émission optique (OES) a été utilisée pour estimer la température électronique et vérifier l'existence de phase vapeur d'YSZ dans le jet de plasma. Finalement, des revêtements plus denses furent réalisés (comparés à ceux préparés par projection plasma de suspension à pression atmosphérique présentant des particules fondues, agglomérées et de la condensation de vapeur. Des tests de nano-indentation instrumentée ont été effectués sur la surface polie des dépôts réalisés. Les résultats montrent des valeurs de 5,8 GPa pour la dureté et 114,5 GPa pour le module d'élasticité, augmentant de 61% et 31%, respectivement, en comparaison avec les valeurs obtenues par SPS sous atmosphère ambiante.

Les essais de projection de poudre YSZ agglomérée ont été réalisés avec une torche F4-VB dans le but de synthétiser une phase vapeur d'YSZ. On observe que les dépôts peuvent se former derrière les échantillons en céramique, sans vis-à-vis du plasma, par condensation de vapeur. En face de cette torche, des revêtements composites ont été obtenus par un mélange de poudres fondues et condensation de vapeur, simultanément. Cependant la quantité de phase vapeur est très faible dans le jet de plasma. Pour comprimer ce jet sous basse pression et afin d'améliorer l'échange d'enthalpie entre le jet de plasma et les poudres injectées, une buse rallongée a été mise en place sur la torche F4-VB. Les revêtements présentent ainsi une microstructure plus dense. Ceci est attribué à la haute vitesse des particules fondues vers le substrat suite à l'utilisation de la buse modifiée. Ce type de revêtement montre une valeur maximale de microdureté Vickers de 1273 HV_{100g}.

Par ailleurs, la réalisation de dépôts de carbures a été effectuée. Les résultats montrent la possibilité de former des carbures par projection plasma sous basse pression. Les revêtements composites (TiC/Ti) sont déposés par projection plasma réactif sous basse pression en utilisant le méthane comme gaz porteur. La température électronique T_e calculée est d'environ 6200 K selon les résultats d'OES, ce qui est supérieur à la température d'ébullition du Ti et de TiC. Le revêtement de Ti pur présente une microstructure dense alors que TiC/Ti présente une microstructure lamellaire. Cependant, la quantité de TiC dans les revêtements est d'environ 20 vol.%. La microdureté Vickers, effectuée sur surface polie, a tendance à diminuer de 846±152 à 773±86 HV_{100g} avec l'augmentation de la distance de projection.

Pierre DUMAS

N° 301

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 05 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Conception d'une machine synchrone à aimants permanents destinée à la traction électrique – Application au tramway sur pneumatiques "

Le développement des villes ainsi que le besoin de mobilité croissant des personnes entraînent une progression significative du besoin dans le monde des transports. Ce développement rapide va de pair avec le développement durable, qui impose des solutions de transports propres.

La propulsion électrique possède de nombreux atouts permettant de répondre à cette problématique. Ce doctorat CIFRE effectué dans l'entreprise LOHR présente la conception ainsi que le dimensionnement d'une machine électrique de type synchrone à aimant destinée à la traction électrique d'un tramway sur pneumatique. La machine conçue dans le cadre de ce doctorat s'intègre directement dans la jante du véhicule et, est capable de délivrer un fort couple de démarrage et ce, sans l'aide d'un réducteur.

L'ensemble des travaux effectués dans le cadre de ce doctorat pour aboutir à cette machine électrique est récapitulé ci-après.

Dans un premier temps, il a été nécessaire d'étudier le matériel roulant afin de cerner la problématique ainsi que les différentes contraintes qui incombent au matériel roulant. Ces différentes données ont permis d'obtenir les différentes caractéristiques mécaniques (couple, vitesse, encombrement...) et électriques (alimentation, convertisseur...) auxquelles la machine doit être à même de répondre.

Dans un second temps, un état des lieux des différentes solutions existantes a été réalisé. Cette recherche ne s'est pas bornée uniquement à l'état de l'art des machines mais, a été étendue aux constructeurs capable de réaliser cette machine ou, ayant déjà réalisés ce type de machine. Plusieurs réalisations de machines montées sur des véhicules en service commercial (CIVIS, VAL208...) ont été étudiées. Les différents avantages et inconvénients de chacune des solutions ont été présentés. Cet état des lieux a permis de sélectionner la structure de la machine.

Un panorama des différents matériaux magnétiques (tôles, aimants...) constituant une machine est présenté dans un troisième temps. Les différentes limites techniques inhérentes à ces matériaux sont listées et, plusieurs recommandations sont formulées de manière à les éviter. Le cycle de conception de la machine, les étapes de calcul et leurs différentes interactions sont décrits de manière à définir une ligne conductrice lors de la conception. De même, les interactions multi-physiques (mécanique, magnétique, électrique...) sont rappelées afin de visualiser correctement les couplages existants entre les différents milieux.

Par la suite, un modèle analytique magnétique ne prenant pas en compte l'état de saturation de la machine est présenté et utilisé comme base de pré-dimensionnement. Ce modèle permet d'évaluer rapidement les caractéristiques magnétiques ainsi que les performances de la machine. Plusieurs cas de pré-dimensionnement sont effectués afin de dégager une solution viable et pertinente. Enfin, un modèle de pré-dimensionnement est évalué numériquement grâce à un logiciel éléments finis 2D magnétique de manière à mettre en lumière les différentes imprécisions liées au pré-dimensionnement. Cette phase de calcul numérique permet de recalculer les caractéristiques de la machine et de les ajuster, de manière à ce que celles-ci correspondent au cahier des charges.

Dans un second temps un modèle éléments finis thermique est présenté de manière à évaluer les différents échauffements de la machine. Un comparatif entre les résultats analytique et numérique est présenté puis, les dimensions géométriques ainsi que les caractéristiques de la machine sont récapitulés.

Pour finir, la validation de la machine est effectuée sur un banc d'essai. L'ensemble du banc d'essai réalisé dans le cadre du développement de cette machine ainsi que les différents systèmes développés sont présentés. Dans un second temps les caractéristiques de la machine réelle sont comparées avec ceux des modèles analytique et numérique. Enfin une fonction de transfert thermique équivalente des parties actives de la machine est présentée. Cette fonction permet d'évaluer par simulation la stabilité thermique de la machine sur différents parcours sans avoir à recourir au banc d'essai.

Le développement ainsi que le prototype ont permis de conclure au bon dimensionnement de la machine ainsi qu'aux avantages d'une telle machine dans la traction électrique.

Güven ALCICEK

N° 302

Directeurs de thèse : Daniel HISSEL/Hamid GUALOUS

Laboratoire : FEMTO-ST

Soutenance : 08 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Contribution à l'étude du vieillissement et à l'intégration des supercondensateurs dans une chaîne de propulsion électrique haute tension pour des applications véhicule électrique"

Les supercondensateurs présentent un intérêt grandissant pour des applications embarquées. De récentes études (Supercapacitors USA, 2013) montrent que leur intégration dans un véhicule hybridé électriquement peut contribuer à multiplier par deux la durée de vie des batteries. Cependant, leur vieillissement n'est pas totalement maîtrisé et suscite encore de nombreuses interrogations.

L'étude menée dans le cadre de cette thèse aborde la problématique du vieillissement du supercondensateur, et sa mise en application dans une chaîne de propulsion électrique haute tension. Les travaux ont porté sur les modes de vieillissements accéléré par floating (tension et température constantes) et par cyclage (charge décharge à courant constant), et ont permis l'élaboration d'un protocole d'essai fiable et répétitif permettant de minimiser les perturbations lors des mesures en modes fréquentiel et continu dites respectivement AC et DC. Les études faites sur le vieillissement par floating ont permis non seulement d'aboutir à une estimation de la durée de vie des supercondensateurs mais aussi d'analyser certaines causes du vieillissement de ces éléments.

Durant cette étude nous avons également intégré un pack de supercondensateurs dans une plateforme d'un véhicule électrique équipé d'un pack de batteries au lithium fer phosphate. Cette étude a permis de mettre expérimentalement en évidence l'apport des supercondensateurs lors de phases transitoires (accélération, freinage, sollicitations brusques) et la réduction induite des sollicitations dynamiques sur la batterie.

Weidong LEI

N° 303

Directeurs de thèse : Marie-Ange MANIER/Ada CHE

Laboratoire : OPERA

Soutenance : 08 décembre 2014

Lieux d'inscription : UTBM/Northwestern Polytechnical University de Xi'An (Chine)

Spécialité : Automatique

"Ordonnancement cyclique des ressources de transport dans les ateliers de traitement de surface, dans des contextes traditionnel et durable"

Les ateliers de traitement de surface automatisés, qui utilisent des robots de manutention commandés par ordinateur pour le transport de la pièce, ont été largement mis en place dans différents types d'entreprises industrielles, en raison de ses nombreux avantages par rapport à un mode de production manuel, tels que : une plus grande productivité, une meilleure qualité des produits, et l'impact sur les rythmes de travail. Notre recherche porte sur trois types de problèmes d'ordonnancement associés à ces systèmes, appelés Hoist Scheduling Problems, caractérisés par des contraintes de fenêtres de temps de traitement: (I) un problème à une seule ressource de transport où l'objectif est de minimiser le temps de cycle; (II) un problème bi-objectif avec une seule ressource de transport où il faut minimiser le temps de cycle et la consommation de ressources de traitement (et par conséquent le coût de production); et (III) un problème d'ordonnancement cyclique mono-objectif mais multi-robots.

En raison de la NP-complétude des problèmes étudiés et de nombreux avantages de les outils de type *quantum-inspired evolutionary algorithm* (QEA), nous proposons d'abord un QEA hybride comprenant un mécanisme de décodage amélioré et une procédure réparation dédiée pour trouver le meilleur temps de cycle pour le premier problème. Après cela, afin d'améliorer à la fois la performance économique et environnementale qui constituent deux des trois piliers de la stratégie de développement durable de nos jours déployée dans de nombreuses industries, nous formulons un modèle mathématique bi-objectif pour le deuxième problème en utilisant la méthode de l'intervalle interdit. Ensuite, nous proposons un QEA bi-objectif couplé avec une procédure de recherche locale pour minimiser simultanément le temps de cycle et les coûts de production, en générant un ensemble de solutions Pareto-optimales pour ce problème. Quant au troisième problème, nous constatons que la plupart des approches utilisées dans les recherches actuelles, telles que la programmation entière mixte (MIP), peuvent conduire à l'obtention d'une solution non optimale en raison de la prise en compte courante d'une hypothèse limitant l'exploration de l'espace de recherche et relative aux mouvements en charge des robots. Par conséquent, nous proposons une approche de MIP améliorée qui peut garantir l'optimalité des solutions obtenues pour ce problème, en relaxant l'hypothèse mentionnée ci-dessus.

Pour chaque problème, une étude expérimentale a été menée sur des cas industriels ainsi que sur des instances générées aléatoirement. Les résultats obtenus montrent que l'efficacité des algorithmes d'ordonnancement proposés, ce qui justifie les choix que nous avons faits.

Cyrille VERNIER

N° 304

Directeur de thèse : Samuel GOMES

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 11 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

"Ingénierie à base de connaissance métier pour une conception semi automatisée de systèmes mécaniques et des procédés de fabrication associés – Application à la ligne d'échappement"

Dans l'industrie manufacturière, et plus particulièrement dans l'industrie automobile, les processus de conception des systèmes mécaniques ont évolué d'une ingénierie séquentielle vers une ingénierie concourante afin d'améliorer la qualité des produits, mais aussi de réduire les coûts et les délais de développement. Un des enjeux de cette thèse est de définir des modèles, méthodes et outils permettant de réduire significativement les temps dédiés à la conception de produits dans les projets de développement tout en garantissant la qualité et la faisabilité technique du produit. Dans ce contexte, nous nous sommes concentrés principalement sur les projets d'ingénierie routinière impliquant des modifications de caractéristiques d'une structure produit existante, éprouvée et validée, qualifiée de conception routinière ou de re-conception. Nous avons également intégré la problématique d'intégration du savoir-faire liée aux couples produits – procédés lors des phases de développement du produit, facteur important permettant de concevoir des produits réalisables, dès les premières phases du processus de conception. A travers ce travail de recherche, nous nous sommes principalement intéressés aux processus et méthodologies de développement et plus particulièrement ceux appliqués au sein du Groupe Faurecia, et plus particulièrement, au sein de l'entité Faurecia Emissions Control Technologies (FECT). Cette réflexion nous a donc permis de définir le besoin et des solutions concrètes de semi-automatisation des processus routiniers d'ingénierie, dans un objectif d'ingénierie "Hautement Productive", autour de cette problématique. Afin d'atteindre les objectifs fixés, notre travail de recherche s'est structuré autour de trois axes complémentaires :

- Une méthode de gestion de configurations de connaissances attachée au couple produits procédés appelé Knowledge Configuration : Capture & Reuse.
- Un modèle Knowledge Configuration : Capture & Reuse permettant de structurer les différents concepts utilisés par la méthode proposée.
- Des outils dont certains à l'état de maquette et d'autres finalisés et déployés en entreprise, permettant d'expérimenter et valider notre approche d'ingénierie Hautement Productive.

Ali MOHAMMADI

N° 305

Directeur de thèse : Abdesslem DJERDIR

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 12 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Analyse et diagnostique des défauts de PEMFC pour véhicules à pile à combustible"

Ces dernières années, la pile à combustible à membrane échangeuse de proton (PEMFC) a fait l'objet d'un intérêt particulier pour des applications liées au transport. De par le fait qu'elle fonctionne à une température de fonctionnement relativement basse (50-100°C) combiné à une membrane polymère solide empêchant tout risque de fuite. Dans ce travail, des expérimentations ont été effectuées pour démontrer que la distribution de température à une influence significative sur les performances de la PEMFC. Par ailleurs, ce travail comporte une analyse ayant pour but de d'indiquer une amélioration de la résistivité ionique de la membrane, de la vitesse de réaction et de la diffusion des gaz en fonction de la température.

Des expérimentations sur une cellule puis sur un stack complet ont permis d'évaluer l'impact de la température à l'aide d'un modèle 3D développé simulant les performances de la pile en relation avec la distribution de température. Dans cette thèse, deux piles à combustible ont permis de valider le comportement et d'en déduire une relation entre la tension de sortie et la distribution de température dans différentes conditions de fonctionnement. Une étude expérimentale prenant en compte la tension et la température a été effectuée sur une cellule en mesurant la température et le voltage en douze points à l'aide de thermocouples et de sonde de tension.

Le modèle 3D proposé permet ainsi d'améliorer la durée de vie d'une pile ainsi que sa fiabilité, il permet aussi d'effectuer un diagnostic et de détecter en ligne un défaut. Ceci est effectué en calculant la densité de courant localement à différentes conditions de fonctionnement en utilisant la méthode de Newton Raphson. De par le développement de ce modèle sensible à un défaut, un algorithme de détection de défaut ainsi que la stratégie de diagnostic ont été développés en utilisant des réseaux de neurones artificiels (RNN). Ces derniers ont été utilisés pour la classification supervisée de défaut permettant ainsi le diagnostic.

Imane SAYAH

N° 306

Directeurs de thèse : Alain BILLARD/Abdessamad AOUNI

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 17 décembre 2014

Lieux d'inscription : UTBM/Faculté des Sciences et Techniques de l'Université Abdelmalek Essaâdi de Tanger (Maroc)

Spécialité : Matériaux

"Etude de revêtements photocatalytiques à base de dioxyde de titane nanostructuré élaborés par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive "

Le développement de photocatalyseurs en couches minces supportées constitue un intérêt majeur autorisant une séparation efficace des produits de réaction, en dépit d'une réduction de leur surface spécifique par rapport à des nanopoudres du même matériau. La synthèse de revêtements de TiO_2 par pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive fait l'objet de recherches intensives. Cette technique permet de contrôler, à travers les paramètres d'élaboration, la structure et les propriétés physicochimiques et photocatalytiques des revêtements.

Afin de s'affranchir de la contamination du catalyseur par le sodium du verre lors de traitements en température ou lors de recuits de couches déposées à l'ambiante, une barrière de diffusion en SiN_x est intercalée et son épaisseur est fixée pour la suite de l'étude. Différentes couches de TiO_2 ont été élaborées à haute pression dans un réacteur doté d'un système de contrôle en boucle fermée basé sur la spectroscopie d'émission optique. L'effet de la cristallisation in situ à différentes températures sur les différentes propriétés des revêtements TiO_2 a été étudié et les propriétés de ces derniers ont été comparées à celles des échantillons synthétisés sur des substrats froids et recuits ex situ aux mêmes températures.

Enfin, des premiers travaux portant sur l'influence de l'introduction de l'argent en différentes teneurs sur l'efficacité photocatalytique sous lumière visible des couches de TiO_2 cristallisées in situ et ex situ sont présentés.

Jocelyn BUISSON

N° 307

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 19 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Un modèle d'environnement pour la simulation multi-agents des déplacements en milieu urbain"

La simulation constitue une approche majeure pour la conception, le développement, l'analyse et l'évolution des systèmes urbains. Dans le contexte de cette thèse, nous nous intéressons à la modélisation et à la simulation des déplacements de flux (piéton, véhicule, cycle) au sein d'environnements urbains. Le contexte industriel dans lequel s'inscrit également cette thèse impose de considérer les déplacements de chaque entité dans un univers modélisé en trois dimensions. Nous proposons d'aborder les nombreux défis scientifiques et technologiques en modélisant les flux sous la forme d'entités autonomes appelées agents. La simulation orientée-agent nécessite de définir trois mécanismes principaux : le comportement des agents, leurs interactions avec les autres agents et leurs interactions avec l'environnement dans lequel ils évoluent. Ce dernier modélise la structure du monde ainsi que sa dynamique endogène. Malheureusement, il reste difficile de trouver des modèles d'environnement répondant aux différentes problématiques scientifiques et technologiques abordées dans cette thèse. Par conséquent, nous proposons un modèle d'environnement, nommé HEDGE (HEterogenous Dual Graph Environment). Il est basé sur une décomposition de l'environnement en zones reliées par des liens de navigation et de perception. Cette structure de graphe est au centre de notre modèle. Elle a été conçue pour permettre une modélisation naturelle de l'environnement et une simulation efficace du système constitué par cet environnement et les agents. Les missions et les processus dynamiques de l'environnement sont modélisés à l'aide de mécanismes inspirés des lois de la Physique. Les actions fournies par les agents et par les algorithmes calculant la dynamique endogène de l'environnement sont des forces à appliquer aux objets du monde. Un modèle de détection et de résolution de conflits entre ces forces est utilisé afin de garantir un état cohérent du modèle de l'environnement. Dans la dernière partie de cette thèse, nous illustrons l'utilisation du modèle HEDGE dans le cadre de deux projets d'aménagement de la ville de Belfort et de sa communauté d'agglomérations. Le produit de l'application de ce modèle est utilisé à des fins d'études techniques (études préliminaires, avant-projet), de communication (concertations et débats publics) et de promotion (expositions, valorisation) sous la forme de logiciels interactifs en 3D.

Seytkamal MEDETOV

N° 308

Directeur de thèse : Maxime WACK

Laboratoire : OPERA

Soutenance : 19 décembre 2014

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Approches Bio-inspirées pour diffusion de l'information dans les réseaux ad hoc"

La dissémination d'information dans les réseaux VANET est une opération fondamentale pour la sécurité routière. Il est dès lors nécessaire de concevoir et mettre en œuvre des algorithmes efficaces et adaptatifs pour la dissémination d'informations sélectives et pertinentes.

Dans ce travail, des approches Bio-inspirées sont proposées, à partir des comportements auto-organisés des essaims comme les colonies de fourmis et d'abeilles. Ces approches visent à fournir à chaque véhicule des informations en provenance de son environnement et alerter les conducteurs. Dans la première approche, le système de communication direct et indirect des fourmis est utilisé. Les fourmis partagent les informations sur les sources de nourriture avec des membres de la colonie en sécrétant la phéromone sur leurs chemins. La deuxième approche est inspirée par le système de communication des abeilles. Les abeilles partagent les informations à propos des sources de nourriture avec les autres membres de la ruche par des messages spécifiques, selon l'importance de ces sources.

Une nouvelle mesure de "pertinence" associée aux messages est définie, par analogie à la sécrétion des phéromones des fourmis et au niveau de l'intensité des messages pour les abeilles, pour disséminer des informations de sécurité dans une zone géographique. Les simulations sont effectuées en utilisant le simulateur NS2 pour mesurer l'efficacité des approches proposées sous différentes conditions, en particulier en termes de densités et vitesses des véhicules.

Jérémie FONDARD

N° 309

Directeurs de thèse : Pascal BRIOIS/Ghislaine BERTRAND

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 16 janvier 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Elaboration et test d'une pile à combustible IT-SOFC à support métallique poreux par l'intermédiaire de techniques de dépôt en voie sèche : projection thermique et pulvérisation cathodique magnétron"

L'un des enjeux relatif au déploiement des piles à combustible à oxyde solide comme système de production d'une énergie propre relève de la température de fonctionnement qui est actuellement autour de 1000°C. Abaisser cette température tout en préservant les performances afin de réduire les coûts de fabrication et d'augmenter la durée de vie des systèmes a été l'objectif de ce travail de doctorat.

Un cœur de pile à combustible (anode-électrolyte-cathode) élaboré avec des procédés physiques de dépôts (projection par plasma atmosphérique et pulvérisation cathodique magnétron) a été développé et optimisé sur un support métallique poreux. Les matériaux étudiés ont été un cermet en Nickel-Zircone stabilisée à l'Yttrium (Ni-YSZ) pour l'anode, un électrolyte en YSZ avec ou sans couche de cérite gadolinée (GDC) et les nickelates de terres rares comme cathode. La maîtrise des procédés de revêtements a permis de réduire les épaisseurs de chaque couche et d'assurer la cohésion de l'ensemble des 3 couches avec des caractéristiques cristallographiques, microstructurales et de porosité adaptées. Les performances électrochimiques ont été étudiées pour chaque élément du cœur de pile puis pour l'ensemble du système élaboré sur métal poreux. Même si les performances atteintes ne sont pas encore suffisantes, les procédés de revêtements optimisés pour recouvrir un support métallique poreux ont confirmé leur potentiel.

Xianda LI

N° 310

Directeur de thèse : Omar EL KEDIM

Laboratoire : FEMTO-ST

Soutenance : 09 février 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Alliages à base NiTi synthétisés par mécanosynthèse en vue de leur utilisation comme électrode négative d'accumulateurs Nickel-Métal-Hydrure"

Les accumulateurs Ni-MH (Nickel-Métal-Hydrure) sont un sujet prometteur et largement étudié dans les recherches d'une énergie propre et durable. Trouver le matériau idéal pour l'électrode négative à haute densité volumétrique et gravimétrique est la clé pour l'application de cette technologie. Les hydrures métalliques à base de Ti-Ni ont des propriétés équilibrées entre la capacité d'hydrogène et les performances électrochimiques.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les effets de substitutions/additions d'éléments et de la mécanosynthèse sur la structure et les propriétés d'hydrogène des alliages Ti-Ni. Dans cette étude, une série d'alliages à base de Ti-Ni avec des substitutions/additions de Mg ou de Zr ont été systématiquement étudiés.

Les alliages $(\text{TiNi})_{1-x}\text{Mgx}$, $(\text{TiH}_2)_{1.5}\text{Mg}_{0.5}\text{Ni}$, and $\text{Ti}_{2-x}\text{ZrxNi}$ ont été synthétisés par mécanosynthèse à partir de poudres élémentaires. Dans un premier temps, l'influence du temps de broyage et les effets de substitutions/additions sur les microstructures ont été caractérisés par des techniques telles que la DRX, le MEB et le MET. Dans un second temps, les propriétés d'hydrogénation des différents alliages ont été mesurées par des réactions solid-gaz et par cyclage électrochimique.

La théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) en utilisant le programme CASTEP a permis de calculer les enthalpies de formation afin de comparer la stabilité thermodynamique des alliages obtenus. Dans ces travaux de recherche, nous avons identifié les priorités d'alliage des ternaires Ni-Ti-Mg et Ti-Ni-Zr dans des conditions de broyage. La transformation structurale du Ti en phase CFC, induite par l'introduction d'éléments étrangers, a été mise en évidence.

Les courbes PCI (Pression-Composition-Isothermes) et les capacités de décharge en fonction du nombre de cycles indiquent les propriétés d'hydrogène des alliages obtenus, y compris TiNi, Ti_2Ni (amorphe), Ti-Mg et Ti-Zr.

MOTS CLES : Accumulateurs Ni-MH, Ti-Ni, Hydrures métalliques, Mécanosynthèse, Stockage d'hydrogène électrochimique, DFT

Binying YE

N° 311

Directeur de thèse : Maurizio CIRRINCIONE

Laboratoire : OPERA

Soutenance : 16 février 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Contrôle de la Machine Asynchrone sans Capteur de Vitesse avec un Modèle Harmonique plus élevée "

La thèse étudie tout d'abord la relation entre les harmoniques à fentes du rotor (RSHs) et la vitesse du rotor instantanée. Pour suivre directement l'RSH, les exigences du système sont pleinement prises en compte.

Dans un deuxième temps, les travaux de thèse ont permis de développer un système sans capteur en fonction de boucle à verrouillage de phase (PLL): La largeur de bande centrale est réglée en ligne sur la base des valeurs de référence, des fréquences d'alimentation et de glissement prévues au convertisseur PWM, la PLL est réglée pour suivre le rotor de la machine à RSH sans la nécessité de toute injection de signal à haute fréquence, ni en rotation, ni de pulsation. Ce système d'estimation de vitesse, qui est approprié pour le contrôleur scalaire, avait été intégré avec le lecteur scalaire, conduisant à un simple calcul peu exigeant, à faible coût de l'entraînement de la machine à induction sans capteur à faible coût. Les résultats expérimentaux montrent que le système est en mesure de suivre la vitesse de la machine dans une plage de vitesse très étendue.

Enfin, un système sans capteur amélioré basé sur l'analyse de composant mineur (MCA) neurones est décrit. Selon la théorie de Pisarenko, il a été vérifié que le MC qui se trouve dans le sous-espace de bruit est orthogonale au sous-espace de signal, par conséquent, les fréquences de signal contenues dans l'entrée peuvent être calculées à partir d'un polynôme formé par la MC. Classiquement, ce qui nécessitera la décomposition propre encombrants, néanmoins, la méthode de neurones proposée dans cette thèse peut récupérer le MC de façon récursive avec moins de calculs et des performances améliorées d'erreur (la solution est sur un total de moins sens carré). En outre, l'estimateur de vitesse est appliquée à l'entraînement scalaire avec vérification expérimentale, l'ensemble du système se comporte bien, et la méthode MCA renforcée par réseaux neuronaux a fourni un bon potentiel dans l'application des harmoniques récupérer.

Alain NGUESSONG NKENFACK

N° 312

Directeurs de thèse : François PEYRAUT/Tibi BEDA

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 01 avril 2015

Lieux d'inscription : UTBM/Université de Ngaoundéré (Cameroun)

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

" Modélisation des matériaux caoutchouteux par une nouvelle densité hyperélastique isotrope hybride – Théorie et implémentation éléments finis "

Les travaux de cette thèse ont porté sur le développement d'une nouvelle loi de comportement hyperélastique, isotrope et incompressible permettant de modéliser les matériaux caoutchouteux en grande déformation et en grand déplacement. Cette nouvelle loi combine une approche moléculaire et une approche phénoménologique, ce qui permet de couvrir un spectre large de sollicitations. Elle est constituée par la superposition de quatre termes :

- un terme lié à la contrainte d'entrelacement des chaînes macromoléculaires observée avec le phénomène de cristallisation. Ce terme est modélisé par une fonction logarithmique provenant de l'énergie phénoménologique de Gent-Thomas,
- un terme lié à l'hypothèse des déformations affines observées avec le raidissement final de certaines chaînes macromoléculaires des élastomères. Ce terme provient de la probabilité non-Gaussienne de Langevin. Nous l'avons modélisé par la loi moléculaire 8-chaines d'Arruda-Boyce avec un aménagement qui consiste à utiliser une approximation originale de la fonction de Langevin inverse,
- un terme lié à la contrainte des chaînes ayant des déformations non-affines. Ce terme est modélisé par une fonction Gaussienne sous forme intégrale. Il s'agit de l'une des contributions originale de ce travail de thèse,
- une partie volumique standard permettant de prendre en compte l'incompressibilité du matériau.

Les deux principales originalités de la thèse concernent donc l'élaboration d'une approximation inédite de la fonction de Langevin inverse ainsi que la construction d'une nouvelle densité d'énergie hyperélastique isotrope, incompressible et hybride.

Afin d'étudier la pertinence du modèle proposé, des comparaisons ont été réalisées avec plusieurs jeux de données expérimentales disponibles dans la littérature. Ces comparaisons ayant été couronnées de succès, l'implémentation numérique du modèle que nous proposons a été effectuée dans le code universitaire aux éléments finis FER.

Amine AHMED BENYAHIA

N° 313

Directeur de thèse : Vincent HILAIRE

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 27 mai 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

"Approche méthodologique de constricton et d'évolution de systèmes de télémédecine basés sur les ontologies et les Systèmes Multi-Agents pour le maintien et le suivi à domicile de personnes âgées et/ou fragilisées"

La thèse, réalisée dans le cadre du projet « investissements d'avenir » E-care, propose un processus méthodologique pour faciliter l'analyse et la conception de systèmes de télésurveillance médicale pour la détection précoce de signes précurseurs à toute complication. La méthodologie proposée est basée sur un système multi-agents utilisant plusieurs types d'ontologies associées à un système expert. Le système multi-agents est adapté à la télésurveillance médicale avec une architecture distribuée pour permettre l'autonomie et la réactivité au sein des sites de déploiement, en particulier les habitats. Les architectures ainsi conçues, prennent en compte l'ensemble des données du patient : son profil, ses antécédents médicaux, les traitements médicamenteux, les données physiologiques et comportementales ainsi que les données relatives à son environnement et à son hygiène de vie. Ces architectures doivent également être ouvertes pour s'adapter à de nouvelles sources de données.

Cette méthodologie a été appliquée au projet E-care définissant ainsi son système d'information. Ce système d'information est composé de deux types d'ontologies représentant les connaissances pertinentes ainsi qu'un système expert pour la détection de situations à risque. Une première ontologie du problème a été construite pour gérer le système, les acteurs et leurs tâches. Par la suite, trois ontologies de domaines ont été construites représentant, les maladies, les médicaments et les facteurs de risque cardio-vasculaire. Le système expert exploite des règles d'inférences construites en collaboration avec les experts médicaux et en utilisant des guides de bonnes pratiques dans le domaine de la cardiologie. Cette méthodologie a défini également l'architecture du système composé de quatre types d'agents autonomes à savoir : des capteurs pour la prise de mesures, une passerelle pour la collecte et la transmission depuis les habitats, un serveur pour le traitement et l'accès aux données, et enfin une base de données pour le stockage sécurisé des données des patients.

Le système E-care a été testé et validé en utilisant des tests et des simulations inspirés de cas réels. Par la suite, une expérimentation a été faite pour la validation des différents composants du système dans un milieu de télésurveillance médicale. Cette expérimentation est passée par deux phases, la première s'est déroulée au CHRU de Strasbourg, et la deuxième est en cours aux domiciles des patients.

Florent PERRONNET

N° 314

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 27 mai 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

"Régulation coopérative des intersections : Protocoles et politiques"

Dans ce travail, nous exploitons le potentiel offert par les véhicules autonomes coopératifs, pour fluidifier le trafic dans une intersection isolée puis dans un réseau d'intersections. Nous proposons le protocole SVAC (Système du Véhicule Actionneur Coopératif) permettant de réguler une intersection isolée. SVAC est basé sur une distribution individuelle du droit de passage qui respecte un ordre précis donné par une séquence de passage.

Pour optimiser la séquence de passage, nous définissons la politique PED (Politique d'Evacuation Distribuée) permettant d'améliorer le temps d'évacuation total de l'intersection. La création de la séquence de passage est étudiée à travers deux modélisations. Une modélisation sous forme de graphes permettant le calcul de la solution optimale en connaissant les dates d'arrivée de tous les véhicules, et une modélisation de type réseaux de Petri avec dateurs pour traiter la régulation temps-réel. Des tests réels avec des véhicules équipés ont été réalisés pour étudier la faisabilité du protocole SVAC. Des simulations mettant en jeu un trafic réaliste permettent ensuite de montrer la capacité de fluidifier le trafic par rapport à une régulation classique par feux tricolores.

La régulation d'un réseau d'intersections soulève les problèmes d'interblocage et de réorientation du trafic. Nous proposons le protocole SVACRI (Système du Véhicule Actionneur Coopératif pour les Réseaux d'Intersections) qui permet d'éliminer à priori les risques d'interblocage à travers la définition de contraintes d'occupation et de réservation de l'espace et du temps. Nous étudions également la possibilité d'améliorer la fluidité du trafic à travers le routage des véhicules, en tirant avantage du protocole SVACRI. Enfin, nous généralisons le système de régulation proposé pour la synchronisation des vitesses aux intersections.

Nicolas NOGUER

N° 315

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 07 juillet 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Aide à l'analyse fiabiliste d'une pile à combustible par la simulation "

Le fonctionnement de la pile à combustible (PAC) de type PEM (à membrane polymère) est encore soumis à de nombreuses incertitudes, aux natures différentes, qui affectent ses performances électriques, sa fiabilité et sa durée de vie. L'objectif général de cette thèse est de proposer une méthode d'aide à l'évaluation de la fiabilité des PAC par la simulation ; la fiabilité étant vue ici comme la garantie d'accéder à un niveau de performance électrique donné dans les différentes conditions d'usage envisagées pour la PAC. La démarche proposée s'appuie sur un couplage physico-fiabiliste où la complexité des phénomènes physiques présents dans la pile est prise en compte par une modélisation de connaissance, dynamique, symbolique et acausale, développée dans l'environnement Modelica - Dymola. La modélisation retenue, monodimensionnelle, non isotherme inclut une représentation diphasique des écoulements fluidiques pour mieux retranscrire la complexité des échanges d'eau dans le cœur de la pile PEM. La modélisation permet aussi d'intégrer des incertitudes sur certains de ses paramètres physiques et semi-empiriques (classés en trois catégories : opératoires, intrinsèques et semi-empiriques) puis d'entreprendre, par des tirages de Monte-Carlo, la modélisation probabiliste des conséquences des incertitudes injectées sur la performance d'une PAC. Il est ainsi possible, par la suite, d'estimer la fiabilité d'une PAC par le calcul de la probabilité que la performance électrique reste supérieure à un seuil minimal à définir en fonction de l'application. Une analyse physico-fiabiliste détaillée a été menée en introduisant à titre d'exemple une incertitude sur la valeur de la porosité de la couche de diffusion cathodique d'une PAC de type PEM (coefficients de variation retenus : 1%, 5% et 10%). L'étude des conséquences de cette incertitude sur la tension et l'impédance d'une PAC a été menée en réalisant un plan d'expériences numériques et en mettant en œuvre différents outils d'analyse statistique : graphes des effets, analyses de la variance, graphes des coefficients de variation des distributions en entrée et sortie du modèle déterministe. Dans cet exemple d'analyse et dans les conditions d'usages considérées, le taux de fiabilité prévisionnel (probabilité pour que la cellule de pile fournisse un minimum de tension de 0.68V) a été estimé à 91% avec un coefficient de variation d'entrée à 10%.

Hamza KERBOUAI

N° 316

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 07 juillet 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Modélisation, dimensionnement et optimisation d'un capteur hybride pour la détection des deux roues motorisées dans le trafic routier "

Depuis plusieurs années les chiffres de l'insécurité routière montrent la nécessité de développer un outil technologique qui vise à connaître le comportement de véhicules deux roues motorisés (2RM) afin d'améliorer leur sécurité. De cette problématique découle nos travaux de recherche qui s'inscrivent dans le cadre de projet METRAMOTO (MEsure du TRAfic des deux-roues MOToRisés pour la sécurité routière et l'évaluation des risques). L'objectif principal visé concerne la modélisation, le dimensionnement et l'optimisation d'un capteur hybride constitué d'une part de boucles électromagnétiques et d'autre part de capteurs de chocs piézo-électriques. L'idée consiste à utiliser les boucles électromagnétiques pour discriminer la présence des 2RM de celle des autres véhicules, associées à des segments piézo-électriques pour détecter le choc produit par le passage des roues des différents véhicules, le tout associé à un algorithme de gestion et de traitement de données. Aujourd'hui le dimensionnement des systèmes de détection à base de boucles électromagnétiques ou de câble piézo-électrique se fait de manière expérimentale sur des sites contrôlés en utilisant plusieurs types de véhicules. Cette technique gourmande en temps nécessite une série importante d'essais coûteux et dangereux. La présente étude a pour but de modéliser les différentes interactions entre le capteur hybride étudié et les véhicules en vue de son dimensionnement. Des modèles électromagnétiques et électromécaniques sont développés pour décrire les différentes interactions se produisant entre les boucles électromagnétiques d'une part, les boucles électromagnétiques et les véhicules d'autre part ainsi que celles des roues de véhicules et le câble piézoélectrique. Sur la base de ces modèles établis, une démarche générale est élaborée conduisant au dimensionnement du capteur hybride pour une route donnée. Nous nous sommes également intéressés au traitement des données issues du capteur hybride pour lesquelles nous proposons une approche d'identification des différentes catégories de véhicules dont les 2RM. Deux configurations de capteurs pour deux routes différentes sont alors proposées. Elles sont associées à des algorithmes de traitement de données permettant l'acquisition des signaux de boucles et de câbles, la distinction des différents types de véhicules, l'estimation de la position des véhicules sur la chaussée ainsi que la mesure de la vitesse de véhicules.

Mots clés : trafic, capteur hybride, boucles électromagnétiques, câble piézoélectriques, modélisation électromagnétique, modélisation électromécanique, deux roues motorisés (2RM), véhicule léger (VL), poids lourd (PL), véhicule urbain (VU), autocar, autobus, identification, détection, FLUX3D.

Bassem SAMMOUD

N° 317

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 04 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contribution à la modélisation et à la commande des feux de signalisation par réseaux de Petri hybrides "

Le trafic routier entraîne de nombreux effets néfastes, dont la pollution, l'insécurité et la congestion. La plupart de méthodes développées, pour la régulation du trafic urbain au niveau des carrefours, cherche à réduire les temps d'attente et les longueurs des files d'attente. Ces méthodes se fixent principalement comme objectif l'optimisation des cycles de feu sur un horizon fini.

Pour la description du trafic, nous adoptons une modélisation par les réseaux de Pétri Hybrides (RdPH), qui représente, simultanément, deux niveaux de représentation complémentaires : l'évolution continue des files d'attente et l'évolution discrète des feux tricolores. Ces deux niveaux sont, respectivement, articulés autour des réseaux de Pétri à vitesses variables et des réseaux de Pétri discrets temporisés.

Nous élaborons en plus, une nouvelle stratégie pour résoudre le problème de la régulation du trafic urbain intervenant d'une manière adaptée au niveau des feux de signalisation. Nous cherchons à éviter, en premier lieu, la congestion et la sursaturation des files d'attente, qui ne doivent pas dépasser l'optimum des capacités des voies de l'intersection et, en second lieu, à réduire le temps d'évacuation des véhicules au niveau du carrefour et surtout les temps d'attente des conducteurs.

Dans ce sens, un premier algorithme est élaboré pour calculer les longueurs des files d'attente, utilisant une approche qui se base sur la simplification de la modélisation d'un carrefour. Pour optimiser le temps moyen d'attente et le temps total d'évacuation sont, considérés et appliqués, avec succès, une heuristique de contrôle et une stratégie de régulation à feux fixe et à feux variables, suite à la détermination de la durée de feu vert correspondante à la situation de l'intersection en temps réel.

Nous envisageons, de généraliser les résultats de nos travaux exploitant le modèle RdPH aux intersections plus complexes pour des situations réelles d'un réseau de carrefour.

Joseph AL ASMAR

N° 318

Directeur de thèse : Maxime WACK

Equipe émergente : OPERA

Soutenance : 16 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Optimisation algorithmique et modèles aléatoires d'un système électrique de cogénération. Application au système électrique au Liban "

Les systèmes de cogénération (SC) sont largement définis par la production simultanée ou coïncidente de la production combinée de chaleur et d'électricité. La « Federal Energy Regulatory Commission » (FERC) aux États-Unis a défini la cogénération comme « la production combinée d'électricité et d'énergie thermique utile par l'utilisation séquentielle de l'énergie d'une source de combustible ». Les premières législations concernant la cogénération ont eu lieu aux États-Unis en 1978, et à la Communauté Européenne et au Royaume-Uni en 1983.

L'idée de la cogénération revêt une importance particulière puisqu'elle est un outil de réduction des émissions à effet de serre. Ceci est requis par le protocole de Kyoto. En effet, avant ce protocole, il y avait un mauvais usage des carburants. Ceci a poussé les nations à la recherche des solutions rentables à l'économie et à l'environnement. Comme les systèmes électriques ont été développés selon les carburants et leur utilisation énergétique, de même, les SC ont été développés afin d'utiliser l'énergie possible du carburant pour produire de l'électricité et de la chaleur.

Actuellement, l'intégration des SC dans un réseau électrique est devenue intéressante grâce à leur efficacité énergétique. A cause du réchauffement planétaire et de la demande thermique, l'investissement dans ces systèmes est devenu une des réponses aux problèmes économiques et environnementaux.

La décentralisation de la production électrique est désormais un événement existant. La favorisation maximale de l'électricité d'origine renouvelable ou des systèmes de cogénération, a abouti à cette décentralisation formant une partie de la production électrique.

Cette thèse est appliquée au cas du système électrique libanais. Ses objectifs sont :

- Evaluer la puissance optimale de cogénération qui doit être installée par le secteur public ou le secteur privé.
- La mise en évidence des impacts économiques et environnementaux dus à l'intégration des SC et des énergies renouvelables dans le réseau.

Dans ce travail de thèse, nous nous sommes intéressés à l'intégration des systèmes de cogénération dans un réseau électrique. Nous avons travaillé sur deux thèmes principaux et les avons appliqués au cas du réseau électrique libanais.

Le premier thème principal est l'innovation d'une stratégie de prise de décision qui sert à trouver une puissance de cogénération respectant l'économie et l'environnement. Ce thème est travaillé en quatre étapes :

- la modélisation multi-physique, associée à l'économie et l'environnement, de l'intégration des systèmes de cogénération dans un réseau électrique.
- l'optimisation « multi-objectif » traitant les facteurs économie et pollution pour obtenir le front de Pareto générant les meilleures puissances de cogénération.
- l'application d'une nouvelle stratégie de prise de décision.
- la sélection de la meilleure puissance de cogénération adaptée au niveau d'intégration demandé.

Le second thème principal est l'optimisation et le contrôle du réseau électrique en fonction des énergies renouvelables (ER) et des SC intégrés.

Les deux thèmes cités sont ensuite appliqués au cas du réseau électrique libanais pour montrer les avantages de l'intégration des SC et des ER dans ce réseau.

Jiawei ZHU

N° 319

Directeur de thèse : Abderrafiâa KOUKAM

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 24 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Modélisation et optimisation du confort et de l'efficacité énergétique dans les maisons intelligentes "

Le programme environnemental des Nations Unies indique que les bâtiments utilisent près de 40% de l'énergie, 25% de l'eau et 40% des ressources globales. Ils émettent approximativement un tiers des émissions de gaz à effet de serre. Ses chiffres sont en constante augmentation si l'on considère que de plus en plus de notre temps est passé à l'intérieur des bâtiments, avec une recherche accrue vers davantage de confort dans les espaces de vie. Aujourd'hui, les technologies embarquées et ubiquitaires rendent possible cette amélioration du confort au sein de maisons intelligentes (Smart Homes).

Les travaux décrits dans ce mémoire de thèse portent essentiellement sur les approches de gestion intelligente du confort thermique dans les bâtiments, tout en réduisant également la consommation d'énergie. Le confort thermique est un des critères les plus importants à prendre en compte pour améliorer le confort global des utilisateurs.

Dans un premier temps, notre démarche scientifique a consisté à percevoir chaque bâtiment comme un système cyber-physique, c'est-à-dire un système où des éléments informatiques collaborent pour le contrôle et la commande d'entités physiques. En vue d'améliorer le confort thermique dans les bâtiments résidentiels, nous avons tout d'abord analysé les avantages et les inconvénients de méthodes de contrôle local et de méthodes de contrôle optimal de gestion du confort. Nous avons ensuite proposé, implémenté et validé une méthode de contrôle hybride. Celle-ci est divisée en deux modules : un module d'optimisation inverse PMV, et un module de contrôle de type PID. Le premier module est utilisé pour déterminer une température intérieure que le module PID devra atteindre en tant que température de consigne. Les expériences menées en simulation montrent que cette technique permet d'améliorer le confort thermique de manière satisfaisante et efficace par rapport à un panel de méthodes proposées dans la littérature.

Dans un second temps, notre attention s'est portée sur l'amélioration du confort et de l'efficacité énergétique au sein d'un ensemble de bâtiments géographiquement proches et hétérogènes, c'est-à-dire comprenant des appareils électriques contrôlables. Pour modéliser ce large système, nous avons utilisé le concept d'holarchie, qui est une hiérarchie d'agents holoniques (ou holons), des agents pouvant être composés d'autres agents. Nous avons ensuite proposé, implémenté et évalué une méta-heuristique basée sur l'optimisation particulière coopérative pour optimiser le scheduling des appareils contrôlables dans l'ensemble des bâtiments. Les résultats des expériences de simulation montrent la pertinence de l'approche pour un système comportant deux niveaux dans la holarchie. Néanmoins une extension de notre approche à des holarchies comportant davantage de niveaux serait tout à fait envisageable.

Yong FANG

N° 320

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 24 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Road Scene perception based on fisheye camera, LIDAR and GPS data "

La perception de scènes routières est un domaine de recherche très actif. Cette thèse se focalise sur la détection et le suivi d'objets par fusion de données d'un système multi-capteurs composé d'un télémètre laser, une caméra fisheye et un système de positionnement global (GPS). Plusieurs étapes de la chaîne de perception sont étudiées : le calibrage extrinsèque du couple caméra fisheye/télémètre laser, la détection de la route et enfin la détection et le suivi d'obstacles sur la route.

Afin de traiter les informations géométriques du télémètre laser et de la caméra fisheye dans un repère commun, une nouvelle approche de calibrage extrinsèque entre les deux capteurs est proposée. La caméra fisheye est d'abord calibrée intrinsèquement. Pour cela, trois modèles de la littérature sont étudiés et comparés. Ensuite, pour le calibrage extrinsèque entre les capteurs, la normale au plan du télémètre laser est estimée par une approche de RANSAC couplée à une régression linéaire à partir de points connus dans le repère des deux capteurs. Enfin une méthode des moindres carrés basée sur des contraintes géométriques entre les points connus, la normale au plan et les données du télémètre laser permet de calculer les paramètres extrinsèques. La méthode proposée est testée et évaluée en simulation et sur des données réelles.

On s'intéresse ensuite à la détection de la route à partir des données issues de la caméra fisheye et du télémètre laser. La détection de la route est initialisée à partir du calcul de l'image invariante aux conditions d'illumination basée sur l'espace log-chromatique. Un seuillage sur l'histogramme normalisé est appliqué pour classifier les pixels de la route. Ensuite, la cohérence de la détection de la route est vérifiée en utilisant les mesures du télémètre laser. La segmentation de la route est enfin affinée en exploitant deux détections successives de la route. Pour cela, une carte de distances est calculée dans l'espace couleur HSI (Hue, Saturation, Intensity). La méthode est expérimentée sur des données réelles. Une méthode de détection d'obstacles basée sur les données de la caméra fisheye, du télémètre laser, d'un GPS et d'une cartographie routière est ensuite proposée. On s'intéresse notamment aux objets mobiles apparaissant flous dans l'image fisheye. Les régions d'intérêt de l'image sont extraites à partir de la méthode de détection de la route proposée précédemment. Puis, la détection dans l'image du marquage de la ligne centrale de la route est mise en correspondance avec un modèle de route reconstruit à partir des données GPS et cartographiques. Pour cela, la transformation IPM (Inverse Perspective Mapping) est appliquée à l'image. Les régions contenant potentiellement des obstacles sont alors extraites puis confirmées à l'aide du télémètre laser. L'approche est testée sur des données réelles et comparée à deux méthodes de la littérature.

Enfin, la dernière problématique étudiée est le suivi temporel des obstacles détectés à l'aide de l'utilisation conjointe des données de la caméra fisheye et du télémètre laser. Pour cela, les résultats de détection d'obstacles précédemment obtenus sont exploités ainsi qu'une approche de croissance de région. La méthode proposée est également testée sur des données réelles.

Abdulkader TABANJAT

N° 321

Directeur de thèse : Daniel HISSEL

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 25 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Modelling, control and supervision of multi-source system connected to the network with a buffer storage of electrical energy via hydrogen vector "

Les réserves limitées de combustibles fossiles et la pollution entraînée par les gaz produits ouvrent la voie à des ressources énergétiques renouvelables (RER) alternatives et prometteuses telles que les ressources solaires (RS) et les ressources éoliennes (RE). Ces ressources sont librement disponibles et respectueuses de l'environnement. Cependant, les RER sont de nature intermittente. Par conséquent, il existe un besoin de lissage des fluctuations de puissance en stockant l'énergie pendant les périodes de surproduction pour la restituer au réseau lorsque la demande énergétique devient importante. Les systèmes de stockage de l'énergie (SSE) peuvent alors être utilisés de manière appropriée à cette fin.

L'utilisation de plusieurs sources d'énergie et de stockeurs pour construire des systèmes de puissance hybrides (SPH) exige une stratégie de gestion de l'énergie pour atteindre le minimum de coût des SPH et un équilibre entre la production et la consommation de l'énergie. Cette méthode de gestion de l'énergie est un mécanisme pour obtenir une production d'énergie idéale et pour satisfaire convenablement la demande de charge à rendement relativement élevé.

Dans cette thèse, un SPH intégrant production électrique photovoltaïque, éolienne, une micro-turbine à gaz ainsi qu'un système de stockage de l'électricité par le vecteur hydrogène est considéré. Le but de cette hybridation est de construire un système fiable, qui est en mesure de fournir la charge et qui a la capacité de stocker l'énergie excédentaire sous forme hydrogène et de la réutiliser plus tard. En outre, le problème d'ombrage partiel de Panneaux Photovoltaïques est étudié de manière approfondie. Une nouvelle solution basée sur des interrupteurs simples et un contrôle par logique floue intégré dans une carte électronique dSPACE a été proposée. Une reconfiguration des panneaux photovoltaïques en temps réel et de déconnexion de ceux ombragés est également effectuée en cherchant à minimiser les pertes de puissance. Le couplage thermique entre ces panneaux photovoltaïques et un électrolyseur à membrane polymère est également étudié, à l'échelle système. En récupérant une partie de l'énergie thermique reçue par les panneaux, une amélioration du rendement du système hybride PPV-ELS MEP est réalisée.

Zakaria HAMMOUDAN

N° 322

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 25 septembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Problèmes d'ordonnancement intégré de la production et des livraisons dans des chaînes logistiques multi-transporteur, multi-client avec prise en compte des coûts "

La coordination des activités dans une chaîne logistique a suscité de nombreux travaux de recherche dans le domaine du management et la recherche opérationnelle. Dans une chaîne logistique typique, les produits finis sont transportés pour être stockés temporairement ou arriver directement chez les clients. Pour obtenir la configuration opérationnelle optimale, la coordination et l'intégration de la production, de la livraison, et du stockage deviennent importantes. Des études récentes ont considéré le coût de stockage chez le client en fixant le coût de transport ou la taille des lots, mais dans la pratique cela se révèle plus complexe.

Dans cette thèse, nous avons étudié la coordination entre le traitement et l'ordonnancement des lots, ce qui inclut les commandes des clients qui requièrent la livraison du fournisseur ainsi que le stockage des produits chez les clients. Ce travail se focalise sur les cas plusieurs-clients et plusieurs-transporteurs. Pour le premier scénario avec plusieurs-clients, deux modèles illustrent le transfert des lots aux clients. Dans le premier modèle, nous avons considéré plusieurs-clients avec un seul transporteur disponible pour servir les clients sans prendre en considération la tournée de véhicule. Puis, dans le deuxième modèle, nous avons étudié le cas de plusieurs-clients avec plusieurs transporteurs disponibles pour servir les clients. En ce qui concerne le deuxième scénario, nous avons étudié le cas avec plusieurs transporteurs disponibles pour servir un seul client. Dans ce scénario, des modèles avec les véhicules homogènes et hétérogènes sont étudiés. L'ensemble des coûts du système sont calculés en additionnant le coût de la livraison et de stockage pour les différents clients et transporteurs. Les coûts et les distances sont dépendants soient des transporteurs soient des clients suivant le scénario retenue.

Dans chaque modèle, nous présentons les procédures de résolution, plusieurs exemples numériques pour soutenir des résultats mathématiques et pour clarifier le problème, ainsi que comparaisons des performances entre les différents résultats. Les perspectives de recherche se situent actuellement dans la prise en compte de tournées entre les différents clients.

The future extension of this research may involve considering the vehicle routing consideration with inventory in the multi-customer case.

Pierre Pascal MASSONNAT
Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU
Laboratoire : IRTES-SeT
Soutenance : 25 septembre 2015
Lieu d'inscription : UTBM
Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

N° 323

" Développement d'un modèle multi physique multidimensionnel de pile à combustible à membrane échangeuse de proton en temps réel pour système embarqué "

La pile à combustible est un générateur électrique qui s'appuie sur un effet électrochimique découvert au 19ème siècle par Christian Schönbein. Cette technologie a connu des périodes de développement et de désintéressement successives jusqu'à nos jours. Suite à une flambée du prix du baril de pétrole et à la sensibilisation des populations aux problèmes environnementaux engendrés par les rejets de gaz à effet de serre, la quantité annuelle de publications sur la pile à combustible a augmenté d'une manière continue. Son rendement, souvent supérieur à celui des technologies de production d'énergie par combustion, et la possibilité d'utiliser des carburants non fossiles et non polluants en font un candidat de substitution attractif. Cependant, son coût, sa durée de vie, sa puissance massique et d'autres problèmes liés au stockage de son carburant ne lui permettent pas de détrôner les technologies actuelles qui sont bien rodées et qui profitent d'une économie d'échelle. Il faut donc continuer à améliorer la pile à combustible pour qu'elle devienne un jour économiquement viable.

L'une des voies pour atteindre cet objectif, est la modélisation qui permet une réflexion, une meilleure compréhension de la pile à combustible, ainsi que la possibilité de tester des idées à moindre coût. Malheureusement, la pile à combustible est un système complexe combinant des phénomènes fluidique, thermique et électrochimique. Des modèles en 1 dimension et en temps réels ont déjà été développés. Mais pour étudier correctement ce qui se passe à l'intérieur, il faut au moins disposer d'un modèle en 2 dimensions. Cependant les modèles en 2 dimensions demandent des méthodes de calcul par éléments finis qui nécessitent des ressources de calcul importantes, ainsi, jusqu'ici, ils ne permettaient pas de réaliser des calculs en temps réel. C'est pourtant le défi relevé par cette thèse : développer un modèle en deux dimensions ou plus et être capable de le faire tourner en temps réel sur un ordinateur comme sur un processeur embarqué.

Pour arriver à cette performance, les concepts physiques, mathématiques et informatiques ont été combinés et intégrés grâce à des astuces organisationnelles en un programme en langage C, peu gourmand en mémoire et en puissance de calculs. Toutes les hypothèses simplificatrices et les méthodes mathématiques modifiées et implantées selon des schémas informatiques peu communément utilisés dans ce domaine ont fait apparaître de nouveaux problèmes. Des nouvelles méthodes de calculs ont dû alors être développées pour gérer ces nouveaux problèmes.

Finalement, un modèle de pile à combustible multidimensionnel et temps réel a été conçu et ses paramètres physiques ont été ajustés par un programme pour faire correspondre les résultats à ceux d'une pile à combustible réelle sur laquelle des essais ont été réalisés. Les résultats obtenus ont été analysés à l'aide d'un procédé d'observation structuré. Le résultat de ces observations a permis d'arriver à des conclusions dans le domaine de la modélisation multidimensionnelle et multiphysique de la pile à combustible pour des applications en temps réel.

Aristide AWOUKENG GOUMTCHA

N° 324

Directeur de thèse : Sébastien ROTH

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 01 octobre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Modélisation centrée sur l'homme par la méthode des éléments finis. Application à la biomécanique des chocs dans un contexte civil et militaire "

Dans le contexte de la biomécanique, les outils numériques constituent des moyens puissants et indispensables dans la compréhension des mécanismes de blessures. Ils permettent de pallier les freins que sont les expérimentations sur l'humain, liés à des raisons d'éthique qui limitent la possibilité d'essais sur des SHPM (Sujets Humain Post Mortem). Le développement de ces outils numériques a conduit, au fil des dernières années, à la création de plusieurs mannequins numériques plus ou moins précis, pour des utilisations dans différents contextes. En vue d'explorer la réponse dynamique du corps humain soumis à des sollicitations diverses, un modèle de mannequin numérique, nommé HUByx model (Hermaphrodite Universal Biomechanical yx model) a été développé, incluant les organes principaux : cœur, poumons, foie, estomac, reins, foie, intestin, peau, squelette. Il a été élaboré par une reconstitution 3D faite à partir de scanners médicaux. Comme la plupart des modèles biomécaniques, l'objectif était de lui conférer une réponse bio-fidèle, c'est-à-dire pouvant donner une réponse mécanique assez proche de celle du corps humain, lorsque ce dernier est soumis aux chargements violents. Il s'agissait également de l'utiliser pour la compréhension des phénomènes mécaniques à l'origine d'un traumatisme, et de proposer un seuil d'apparition de blessures.

Dans ce cadre, un grand nombre de travaux peut être recensé dans le milieu civil. La majeure partie de ces recherches se positionne dans le cadre de l'industrie automobile. La réponse de la partie thoracique du modèle HUByx a, à cet effet, été validée après des tests usuels dans le milieu de l'automobile. En revanche, les études numériques, dans le contexte militaire sont encore relativement peu effectuées. La littérature commence, depuis une décennie, à s'intéresser à ce type de sollicitations sévères, où dans le cas particulier de la balistique, des tests d'impact non-pénétrants ont été effectués. Cette thèse s'inscrit donc dans cette thématique de développement d'un mannequin numérique bio-fidèle. Elle a été, cependant, fortement consacrée à l'étude des sollicitations de la partie thoracique dans un contexte militaire de type chargement du combattant. Plus précisément, il s'agissait de la modélisation du comportement du mannequin numérique, HUByx, soumis à des sollicitations en dynamique rapide de type explosion et à l'investigation du phénomène d'impact balistique.

A cet effet, nous avons effectué dans un premier temps, une revue de littérature consacrée aux enjeux de la biomécanique, mais plus précisément aux différents modèles biomécaniques existants ainsi qu'aux différents moyens de validation de ces modèles.

Par la suite, des études ont été successivement conduites sur les phénomènes d'explosion et de balistique, ainsi qu'à leurs effets sur la le thorax humain. Alors que peu d'études portent sur la modélisation numérique en 3 dimensions d'une explosion, nous avons d'une part, analysé par des modèles en 3 dimensions, ce phénomène et la réponse du corps humain soumis à ce type de chargement.

D'autre part, alors que plusieurs études portent sur l'impact balistique non-pénétrant dans le cadre de la biomécanique des chocs, nous nous sommes intéressés aux impacts balistiques pénétrant d'un point de vue numérique. Tous ces résultats ont été confrontés aux données analytiques et expérimentales tirées dans la littérature. Ainsi, ces travaux concourent à rendre bio-fidèle le modèle HUByx.

Dans une dernière partie, nous avons analysé d'une manière plus générale le thème de la prédiction des traumatismes du corps humain soumis aux chargements violents. En effet, plusieurs critères de prédiction de blessures existent dans la littérature. Ceux-ci sont, à ce jour, développés en fonction du contexte dans lequel est effectué le chargement (automobile, explosion, etc..). Alors que nous avons précédemment mené des études sous le thème des chargements militaires, cette dernière partie nous permettra de proposer une nouvelle perspective dans la recherche usuelle des critères de prédiction de traumatismes. Est-il possible de se doter d'un critère qui serait indépendant du type de chargement ? Afin d'étudier cette question, nous avons ensuite simulé des cas d'accidents réels collectés dans la littérature et provenant du milieu civil. Ceux-ci seront à leur tour analysés sur la base d'un critère provenant du contexte militaire. Ce travail tente donc d'apporter une contribution dans la recherche sur la définition d'un critère de blessure et l'établissement de limites de tolérance du corps humain soumis aux chargements violents

Sébastien GOJON

N° 325

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 13 octobre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Etude sur l'élaboration et la caractérisation de revêtements en alliages d'aluminium et de magnésium par projection dynamique à froid pour la réparation de pièces aéronautiques "

La réparation des composants en alliages légers est un processus clés dans le domaine de l'aéronautique. Ces alliages sont abondamment utilisés dans les constructions aéronautiques notamment pour des composants à forte valeur ajoutée. Leur utilisation combinée à une optimisation de la conception des pièces permet de disposer de produits satisfaisants aux exigences de masse, de coût et de performances. Cependant l'utilisation de ces pièces est limitée dans le temps car divers endommagements peuvent survenir aussi bien lors de leurs manipulations que lors de leurs utilisations en service. Des solutions de retouches existent mais ne permettent pas toujours de redonner leur intégrité aux zones affectées. Ces limitations sont à l'origine d'un fort taux de rebut parmi les pièces à forte valeur ajoutée.

Les multiples avantages du procédé Cold Spray en font un candidat idéal pour la projection de revêtements adaptés aux composants en alliages légers mis en œuvre en aéronautique, que ce soit dans une logique de protection, de retouche ou de réparation. Il s'agit de reconstruire la pièce par un revêtement aux caractéristiques les plus proches possibles de celles du matériau de base. Ce travail de thèse consiste à optimiser l'ensemble des paramètres du procédé de projection dynamique à froid (Cold Spray) pour plusieurs couples substrat-revêtement combinant différents alliages d'aluminium, de magnésium et des composites à matrice métallique à base aluminium.

La première étape a consisté à optimiser les paramètres principaux du procédé Cold Spray afin de s'affranchir du phénomène de colmatage pouvant intervenir au sein de la section divergente de la buse de projection. Ce phénomène a pour effet de diminuer la vitesse des particules, les revêtements obtenus devenant alors assez poreux. Une étude s'est ensuite focalisée sur l'optimisation de l'adhérence des couples substrats-revêtements. Il a été démontré le rôle primordial de la préparation de surface dans l'adhérence des revêtements où l'ancrage mécanique apparaît prépondérant. Enfin, une étude originale a été conduite pour mettre au point une méthodologie pour recharger localement une zone défectueuse sans avoir à recouvrir toute la surface du substrat. Une programmation hors ligne du robot a été employée afin de recouvrir deux types de défaut pré-usinés sur des blocs d'alliage d'aluminium. Les résultats sont satisfaisants avec des gains en temps de projection et des dépôts sans défaut après usinage.

Olimjon YALGASHEV

N° 326

Directeur de thèse : Marie-Ange MANIER

Equipe émergente : OPERA

Soutenance : 29 octobre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Wireless NoC : towards nanonetworking as interconnection backbone for SoC"

La nanocommunication est un nouveau paradigme qui permet de communiquer à l'échelle nanométrique, via des mécanismes moléculaires, électromagnétiques, acoustiques, ou nanomécaniques. Le cadre général de cette thèse concerne les réseaux de nanocapteurs sans fil et les nanoréseaux sur puce. Plus précisément, il s'agit des architectures d'interconnexion et des protocoles de communication dans la bande de fréquence des TéraHertz. En effet, les architectures réseaux et les protocoles de communication existants doivent être repensés en tenant compte des mécanismes de communication à l'échelle nanométrique.

En premier lieu, nous nous sommes focalisés sur la nécessité de développer des approches de diffusion efficaces dans le contexte des réseaux de nanocapteurs sans fil. Une approche de diffusion efficace, issue d'une adaptation d'un protocole de la famille des protocoles d'inondation probabilistes, est présentée et son efficacité est validée par simulations à l'aide de Nano-Sim et NS3.

En second lieu, une étude approfondie de l'impact des portées de transmission sur les performances du mécanisme de diffusion basé sur les ondes électromagnétiques à l'échelle nanométrique a été effectuée. Les résultats des simulations montrent que l'adaptation des portées des nano-nœuds permet de contrôler le mécanisme d'inondation et de réduire les redondances des paquets tout en augmentant les débits. Une approche adaptative de sélection de portées de transmission contrôlée au niveau des nano-nœuds est proposée.

En dernier lieu, nous nous sommes attaqués à un troisième défi en examinant ce nouveau paradigme de nanocommunication dans le contexte de la conception des nanoréseaux sur puce (Network on Chip, NoC).

Azizbeck RUZMETOV

N° 327

Directeur de thèse : Marie-Ange MANIER

Equipe émergente : OPERA

Soutenance : 29 octobre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Approches distribuées et adaptatives pour la gestion de l'énergie "

Au cours des dernières décennies, de grands efforts en recherche et développement ont été faits pour développer et promouvoir les véhicules électriques (VEs). La plupart de ces recherches portent essentiellement sur le développement des moteurs électriques de ces véhicules et des technologies de batteries de recharge. Cependant, un des obstacles majeurs pour le déploiement des VEs à grande échelle réside dans l'incertitude d'assister et de guider les conducteurs de ce type de véhicule d'une façon appropriée pour atteindre les stations de recharge tout en satisfaisant leurs souhaits (points de recharge disponibles, moins d'attente possible, proposition d'autres points d'intérêts etc.). Afin de remédier à ce manque, nous proposons dans ce travail de thèse une approche distribuée et adaptative orientée modèles pour la gestion de l'énergie pour la recharge des VEs. Pour ce faire, nous nous sommes focalisés sur la modélisation des processus de recharge en utilisant une approche formelle basée sur des outils de systèmes à événements discrets, à savoir l'algèbre (max, +) et les réseaux de Petri. Les modèles développés ont permis d'étudier, d'analyser et d'évaluer le comportement du système de recharge. De plus, une approche d'optimisation basée sur la programmation linéaire est proposée afin d'affecter et d'orienter d'une façon optimale les VEs vers les stations de recharge appropriées et ordonnancer leurs opérations de recharge. Afin de prédire le taux et la durée de recharge moyens des VEs compte tenu des dates d'arrivée des demandes de recharge et l'état de recharge de chaque véhicule, une approche dédiée basée sur une fonction prédictive est proposée. En utilisant cette approche, les opérations de recharge pourraient être planifiées en minimisant les temps d'attente des VEs au sein des stations de recharge et en assurant un taux de recharge acceptable pour chaque demande. Les résultats d'analyse et de simulations obtenus ont montré que les approches de modélisation, d'optimisation et de prédiction proposées permettent d'affecter de façon adéquate et optimale les VEs aux stations de recharge tout en satisfaisant toutes les contraintes du processus de recharge.

Ahmad AL KHATIB

N° 328

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 04 novembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Conception collaborative du couple produit/usage : approche à travers des objets intermédiaires de conception l'énergie "

Dans un environnement économique à faible croissance et à forte concurrence, l'avance technologique est importante, mais très souvent ne suffit plus. Pour être compétitif, il convient aussi, de faire le bon produit, c'est-à-dire le produit qui correspond aux réels besoins, attentes et caractéristiques des utilisateurs. Par conséquent, l'usage du produit devient une source d'innovation pour les entreprises industrielles. Pour intégrer l'usage d'un produit en conception, nous choisissons d'étudier les phases de convergence multidisciplinaire sur le couple produit/usage car ce sont des phases de collaboration forte entre les acteurs métiers tout au long du processus de conception. Les différentes disciplines, connaissances et pratiques impliquées dans les projets de conception, rendent le transfert des connaissances difficile entre les acteurs métiers durant ces phases. Face à cette problématique, nous nous intéressons plus particulièrement aux Objets Intermédiaires de Conception (OICs) (ex. prototype virtuel, maquette physique, etc.) comme moyen pour faciliter l'échange et la communication entre les acteurs métiers. Notre objectif est d'améliorer la collaboration entre les acteurs à travers l'étude des OICs et une meilleure compréhension des apports de ces objets. Dans nos travaux de thèse, nous indiquons l'intérêt de l'ajout d'interactions dédiées aux acteurs métier à l'OIC pour améliorer la qualité de la collaboration sur le couple produit/usage. Cela a été montré à travers le développement et la validation d'un outil d'annotation et sketching 2D (Virtusketches) en environnement virtuel immersif. Nos résultats montrent des différences significatives entre prototype virtuel (sur une plateforme de réalité virtuelle) et modèle CAO (sur un système CAO) concernant la qualité de collaboration et les objectifs des acteurs métier durant des revues de projets de conception. Nous proposons aussi une approche méthodologique DCDO (Démarche méthodologique de Choix et de Définition des OICs) pour le choix et la définition des OICs. L'une des originalités de cette approche réside dans le fait de considérer tous les aspects liés à la définition de l'OIC dans le contexte de la convergence sur le couple produit/usage. Cette approche méthodologique a été implémentée et mise en pratique dans un module de revue de projet en environnement PLM (Product Lifecycle Management).

Mots clés : objets intermédiaire de conception, couple produit/usage, convergence multidisciplinaire, collaboration, réalité virtuelle, CAO, prototypage

Nanfang YANG

N° 329

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 06 novembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Control and analysis of DC Microgrid with multiple distributed "

L'intégration des sources d'énergies renouvelables sur le réseau électrique est complexe en raison de leur nature intermittente et décentralisée. Le micro-réseau est une approche prometteuse pour interconnecter des générateurs distribués (DGs) locaux, alimenter des charges locales et également échanger de l'énergie avec le réseau électrique de manière contrôlée. Ce mode de production/consommation locales permet d'éviter la transmission d'électricité sur de longues distances, et implique donc une plus grande efficacité.

Ces travaux se concentrent sur l'analyse et le contrôle du micro-réseau continu afin que les DGs se répartissent l'alimentation des charges et qu'ils maintiennent également la tension du bus continu. À l'équilibre, les contraintes de la commande du statisme classique (droop control) pour un système comportant de multiples DGs sont analysés, et une méthode de compensation mixte est proposée pour améliorer simultanément le maintien en tension et le partage du courant de charge. En dynamique, le modèle global du système est construit en introduisant une inductance virtuelle dans le circuit équivalent du DG, puis plusieurs modèles d'ordre réduit sont examinés pour vérifier leur efficacité dans l'analyse de la stabilité du système. Un modèle multi-échelle d'ordre réduit (RMM) est proposé afin de conserver les contraintes temporelles ainsi que de réduire la complexité du système. Enfin, une méthode basée sur le contrôle de rejet de perturbation active (ADRC) est présentée afin de mettre en œuvre le contrôle local de la tension des DG en prenant en compte l'échelle de temps. Cette méthode permet d'améliorer la dynamique du système de contrôle en ajustant la largeur de bande passante de la commande et de l'observateur. Les analyses et les méthodes de contrôle proposées sont vérifiées par des essais expérimentaux dans notre plate-forme au laboratoire.

Halim AL BAIDA

N° 330

Directeur de thèse : Cécile LANGLADE

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 20 novembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Contribution à l'identification du comportement des matériaux à partir d'essais de micro-impact répétés l'énergie "

La loi de comportement est un élément essentiel de la caractérisation mécanique des matériaux. Pour pouvoir identifier le comportement d'un matériau, il existe plusieurs méthodes expérimentales (traction statique, barres d'Hopkinson...) qui permettent d'obtenir des lois mécaniques applicables dans des conditions bien définies et le plus souvent sur des matériaux massifs homogènes. La plupart de ces essais sont de plus coûteux et exigent le plus souvent des géométries d'échantillons spécifiques. L'utilisation de ces tests reste limitée et ne permet pas d'analyser tous les types de matériaux comme les revêtements ou les matériaux poreux... par exemple. Or ces matériaux eux aussi nécessitent aujourd'hui une connaissance fine de leurs propriétés afin de permettre une simulation au plus juste de leur comportement en service. Les lois de comportement établies à l'échelle d'un matériau massif ne répondent également que partiellement aux besoins de modélisation de certains procédés de traitement mécanique de surface comme par exemple le grenailage, car elles ne prennent pas en compte les effets de la surface. L'objectif principal de cette étude est de développer une méthode à la fois rapide et facile pour pouvoir identifier le comportement local des matériaux sous condition dynamique, afin de pouvoir caractériser les surfaces soumises à des sollicitations de type chocs.

Pour atteindre cet objectif, une méthode inverse a été développée pour identifier le comportement des matériaux à l'aide d'une combinaison d'approche expérimentale et numérique d'essais d'impacts répétés. Les lois de comportements obtenues à l'aide de cette méthode inverse restent sujettes à caution car difficile à comparer à des valeurs de référence par manque de données dans la littérature. Pour cette raison ces lois seront ensuite comparées avec une méthode analytique inspirée de la théorie de l'indentation.

Afin de valider l'efficacité de la méthode inverse et de la méthode analytique, des essais numériques à l'aveugle ont été menés, ensuite des applications sur des matériaux modèles et industriels ont été réalisées pour déterminer les limites des méthodes.

Hongjian WANG

N° 331

Directeur de thèse : Jean-Charles CREPUT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 03 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Cellular matrix for parallel k-means and local search to Euclidean grid matching"

Dans cette thèse, nous proposons un modèle de calcul parallèle, appelé « matrice cellulaire », pour apporter des réponses aux problématiques de calcul parallèle appliqué à la résolution de problèmes d'appariement de graphes euclidiens. Ces problèmes d'optimisation NP-difficiles font intervenir des données réparties dans le plan et des structures élastiques représentées par des graphes qui doivent s'apparier aux données. Ils recouvrent des problèmes connus sous des appellations diverses telles que geometric k-means, elastic net, topographic mapping, elastic image matching. Ils permettent de modéliser par exemple le problème du voyageur de commerce euclidien, le problème du cycle médian, ainsi que des problèmes de mise en correspondance d'images.

La contribution présentée est divisée en trois parties. Dans la première partie, nous présentons le modèle de matrice cellulaire qui partitionne les données et définit le niveau de granularité du calcul parallèle. Nous présentons une boucle générique de calcul parallèle qui modélise le principe des projections de graphes et de leur appariement. Dans la deuxième partie, nous appliquons le modèle de calcul parallèle aux algorithmes de k-means avec topologie dans le plan. Les algorithmes proposés sont appliqués au voyageur de commerce, à la génération de maillage structuré et à la segmentation d'image suivant le concept de superpixel. L'approche est nommée superpixel adaptive segmentation map (SPASM). Dans la troisième partie, nous proposons un algorithme de recherche locale parallèle, appelé distributed local search (DLS). La solution du problème résulte des opérations locales sur les structures et les données réparties dans le plan, incluant des évaluations, des recherches de voisinage, et des mouvements structurés. L'algorithme est appliqué à des problèmes d'appariement de graphe tels que le stéréo-matching et le problème de flot optique.

Elise GRUIER

N° 332

Directeurs de thèse : Samuel GOMEZ/Said ABOUDI

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 04 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Spatiotemporal description and modeling of mechanical product and its assembly sequence based on mereotopology : Theory, model and approach "

The major goal of this research is to describe product evolution in the three dimensions (i.e. spatial, temporal and spatiotemporal). In the current industrial context, product models are only considered from a purely spatial point of view during the design stage and from a purely temporal point of view during the assembly stage. The lack of link between product and process leads to misunderstanding in engineering definition and causes wrong design interpretation. However, the product undergoes changes throughout the design and assembly phases. The dynamic aspect of design activities requires linking both dimensions in order to be able to represent product evolution and have consistent information. As such, spatiotemporal dimension (i.e. linking space and time) needs to be added and relationships between product modelling and assembly sequences need to be particularly studied.

This PhD thesis in mechanical design draws inspiration from several domains such as mathematics, geographic information systems and philosophy. Here the product is considered from a perdurantist point of view. Perdurantism regards the object as being composed of temporal slices and always keeping the same identity whatever changes undergone. Based on this statement, this PhD thesis introduces a novel product-process description so as to ensure product architect's and designer's understanding of design intents at the early design stages. In order to achieve this objective, a mereotopological theory, enabling the product description as it is perceived in the real world, has been developed and implemented in an ontology model to be formalized.

The JANUS theory qualitatively describes product evolution over time in the context of AOD, integrating assembly sequence planning in the early product design stages. The theory enables the formal relationships description of product-process design information and knowledge. The proposed efforts aim at providing a concrete basis for describing changes of spatial entities (i.e. product parts) and their relationships over time and space. This region-based theory links together spatial, temporal and spatiotemporal dimensions, therefore leading to a perdurantist philosophy in product design.

Then, PRONOIA2 - a formal ontology based on the previous mereotopological theory - is developed. Assembly information is accessible and exploitable by information management systems and computer-aided X tools in order to support product architects and designer's activities. Indeed product design information and knowledge as well as the related assembly sequence require a semantic and logical foundation in order to be managed consistently and processed proactively.

Based on JANUS theory and PRONOIA2 ontology, the MERCURY approach enables associating spatial information (managed by PDM) and temporal information (managed by MPM) through spatiotemporal mereotopological relationships. Therefore, new entities are managed through PLM, using ontology and hub system, so as to ensure proactive engineering and improve product architects' and designers' understanding of product evolution.

Damien FLECHE

N° 333

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 11 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Pilotage de projets en conception collaborative de produits : Définition d'un indicateur quantitatif "

Aujourd'hui, le processus de conception de produits fait face à une mondialisation des marchés, conduit par des équipes géographiquement distribuées. Ces équipes sont ainsi amenées à travailler ensemble afin de concevoir ces produits nouveaux. Les activités de conception ont donc évolué au fil du temps pour pouvoir constamment répondre aux nouvelles contraintes industrielles, de la même manière que les processus de fabrication se sont adaptés aux marchés. Ainsi, afin de faciliter les phases de travail en commun, de nouvelles stratégies de gestion de la collaboration, notamment à travers de nouveaux systèmes d'information, sont mises en place. Ces systèmes d'information sont nombreux et prennent différentes formes, ce qui rend souvent difficiles la sélection et le pilotage de ces derniers. Or, pour les équipes projet, la gestion de ces nouveaux outils informatiques fait partie intégrante des éléments clés du processus de conception de produits.

Ainsi, dans le cadre de nos travaux, nous nous focalisons sur l'aide au pilotage de l'ingénierie collaborative en mode projet pour la conception et le développement de produits matériels techniques. Notre objectif est d'aider le chef projet à mieux gérer son projet en utilisant au moment adéquat l'outil d'aide à la collaboration le plus adapté. Dans nos travaux, nous avons souligné la nécessité d'utiliser un indicateur quantitatif de pilotage de la conception collaborative. Cet indicateur apporte ainsi une approche complémentaire de l'évaluation de la pertinence de la collaboration en cours, en prenant en compte son impact sur l'évolution du projet. Le calcul de cet indicateur s'appuie sur une métrique spécifique et concerne l'évolution de la complétude de la donnée CAO. De plus, nous avons montré que ce nouvel indicateur peut être intégré à une approche organisationnelle de type PLM afin de faciliter le stockage des données et le calcul de la complétude, cette dernière étant liée aux outils utilisés et aux jalons projet.

Biao YIN

N° 334

Directeur de thèse : Abdellah EL MOUDNI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 11 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Contrôle adaptatif des feux de signalisation dans les carrefours : modélisation du système de trafic dynamique et approches de résolution "

La régulation adaptative des feux de signalisation est un problème très important. Beaucoup de chercheurs travaillent continuellement afin de résoudre les problèmes liés à l'embouteillage dans les intersections urbaines. Il devient par conséquent très utile d'employer des algorithmes intelligents afin d'améliorer les performances de régulation et la qualité du service. Dans cette thèse, nous essayons d'étudier ce problème d'une part à travers une modélisation microscopique et dynamique en temps discret, et d'autre part en explorant plusieurs approches de résolution pour une intersection isolée ainsi que pour un réseau distribué d'intersections.

La première partie se concentre sur la modélisation dynamique des problèmes des feux de signalisation ainsi que de la charge du réseau d'intersections. Le mode de la "séquence de phase adaptative" (APS) dans un plan de feux est d'abord considéré. Quant à la modélisation du contrôle des feux aux intersections, elle est formulée grâce à un processus décisionnel de markov (MDP). En particulier, la notion de "l'état du système accordable" est alors proposée pour la coordination du réseau de trafic. En outre, un nouveau modèle de "véhicule-suiveur" est proposé pour l'environnement de trafic.

En se basant sur la modélisation proposée, les méthodes de contrôle des feux dans cette thèse comportent des algorithmes optimaux et quasi-optimaux. Deux algorithmes exacts de résolution basés sur la programmation dynamique (DP) sont alors étudiés et les résultats montrent certaines limites de cette solution DP surtout dans quelques cas complexes où l'espace d'états est assez important. En raison de l'importance du temps d'exécution de l'algorithme DP et du manque d'information du modèle (notamment l'information exacte relative à l'arrivée des véhicules à l'intersection), nous avons opté pour un algorithme de programmation dynamique approximative (ADP). Enfin, un algorithme quasi-optimal utilisant l'ADP combinée à la méthode d'amélioration RLS-TD (ζ) est choisi. Dans les simulations, en particulier avec l'intégration du mode de phase APS, l'algorithme proposé montre de bons résultats notamment en terme de performance et d'efficacité de calcul.

Mélanie DELONCA

N° 335

Directeurs de thèse : François PEYRAUT/Ghislain MONTAVON

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 14 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Development of new target concepts for proton beams at CERN/ISOLDE "

Le sujet de cette thèse est le développement d'une cible liquide haute puissance capable de gérer les contraintes liées à un impact de faisceau de protons de haute puissance (de l'ordre du GW en quelques ms) tout en optimisant la production d'isotopes à court temps de demi-vie (ici, l'intérêt se porte sur du Mercure, de temps de demi vie 130 ms). L'objectif est d'améliorer l'extraction des particules élémentaires d'intérêt pour les physiciens une fois celles-ci créées. La thèse a été principalement préparée au CERN (Genève, Suisse).

De plus en plus, la puissance des faisceaux primaires envoyés sur les cibles augmente jusqu'à atteindre plusieurs centaines de kiloWatt, créant ainsi de nouvelles problématiques et de nouveaux défis. De nouveaux concepts de cibles ont ainsi vu le jour. Parmi eux, une boucle liquide utilisant du Plomb Bismuth Eutectic (LBE) comme matériau de cible, et dans lequel un échangeur de chaleur et une pompe sont intégrés, a été proposée durant la phase de développement du projet EURISOL. Ce concept prévoit de plus de transformer le liquide irradié sous forme de gouttes de manière à faciliter l'extraction des isotopes créés et ainsi d'augmenter la production d'isotopes à court temps de demi-vie. Cette thèse présente le développement de ce design. Un prototype a été développé et sera testé sous faisceau de protons à ISOLDE au CERN. Plusieurs outils analytiques pour l'étude et la conception de cible haute puissance sont proposés, prenant en considération divers paramètres de design. Ces outils peuvent être utilisés pour d'autres cibles haute puissance et permettent un dimensionnement simple de ce genre de cible. De plus, un design innovant d'échangeur de chaleur est présenté, permettant d'extraire une puissance constante pour différentes températures de LBE. Le design proposé est validé grâce à divers outils numériques et analytiques. De plus, des tests expérimentaux ont été réalisés pour valider la faisabilité de douche. Des gouttes de 400 um ont été obtenues. La cible proposée est la première combinant l'utilisation d'une chambre de diffusion où la douche est créée, avec une pompe et un échangeur de chaleur. Les concepts avancés peuvent être utilisés pour le développement de cibles similaires dans d'autres instituts.

Rabih ZAKARIA

N° 336

Directeur de thèse : Alexandre CAMINADA

Equipe émergente : OPERA

Soutenance : 14 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Optimization of the car relocation operations in one-way carsharing systems "

L'autopartage est un service de mobilité qui offre les mêmes avantages que les voitures particulières mais sans notion de propriété. Les clients du système peuvent accéder aux véhicules sans ou avec réservation préalable. La flotte de voitures est distribuée entre les stations et les clients peuvent prendre une voiture d'une station et la déposer dans n'importe quelle autre station (one-way), chaque station disposant d'un nombre maximum de places de stationnement. La demande pour la prise ou le retour des voitures dans chaque station est souvent asymétrique entre les stations et varie au cours de la journée. Par conséquent, certaines stations accumulent des voitures et atteignent leur capacité maximale prévenant alors de nouvelles voitures de trouver une place de stationnement. Dans le même temps, des stations se vident et conduisent au rejet de la demande de retrait de clients. Notre travail porte sur l'optimisation des opérations de redéploiement de voitures afin de redistribuer efficacement les voitures sur les stations suivant la demande qui varie en fonction du temps et de l'espace. Dans les systèmes d'autopartage à sens unique, le problème du redéploiement de voitures sur les stations est techniquement plus difficile que le problème de la redistribution des vélos dans les systèmes de vélopartage. Dans ce dernier, on peut utiliser un camion pour déplacer plusieurs vélos en même temps, alors que nous ne pouvons pas le faire dans le système autopartage en raison de la taille des voitures et de la difficulté de chargement et de déchargement. Ces opérations augmentent le coût de fonctionnement du système d'autopartage sur l'opérateur. De ce fait, l'optimisation de ces opérations est essentielle afin de réduire leur coût. Dans cette thèse, nous développons un modèle de programmation linéaire en nombre entier pour ce problème. Ensuite, nous présentons trois politiques différentes de redéploiement de voitures que nous mettons en œuvre dans des algorithmes de recherche gloutonne et nous montrons que les opérations de redéploiement qui ne considèrent pas les futures demandes ne sont pas efficaces dans la réduction du nombre de demandes rejetées. Les solutions fournies par notre algorithme glouton sont performantes en temps d'exécution (moins d'une seconde) et en qualité en comparaison avec les solutions fournies par CPLEX. L'évaluation de la robustesse des deux approches présentées par l'ajout d'un bruit stochastique sur les données d'entrée montre qu'elles sont très dépendantes des données même avec l'adoption de valeur de seuil de redéploiement. En parallèle à ce travail algorithmique, l'analyse de variance (ANOVA) et des méthodes de régression multilinéaires ont été appliqués sur l'ensemble de données utilisées pour construire un modèle global afin d'estimer le nombre de demandes rejetées. Enfin, nous avons développé et comparé deux algorithmes évolutionnaires multicritères pour prendre en compte l'indécision sur les objectifs de l'optimisation, NSGA-II et un algorithme mémétique qui a montré une bonne performance pour résoudre ce problème.

Homam ISSA

N° 337

Directeur de thèse : Michel LENCZNER

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 14 décembre 2015

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Contributions à la Conception de Produits Configurables dans les Systèmes Avancés de CAO "

Aujourd'hui, dans un monde globalisé, la conception des produits est en train de basculer vers la conception distribuée multi-sites. En effet, la complexité des produits avec des contraintes économiques et d'ingénierie ont accéléré la transformation et l'organisation des activités de conception en service-orientés dans un réseau distribué. Alors, la conception pour la configuration des produits émerge comme un outil efficace pour résoudre les nouveaux défis de la conception des produits. Beaucoup de recherches sur la conception pour la configuration considèrent le problème de la conception pour la configuration uniquement comme un problème d'arrangement des composants. En effet, le processus de conception implique de multiple-métiers, la distribution des métiers et des acteurs, et l'interaction dans un environnement dynamique et incertain. De plus, nous pensons que la structure interne du processus de conception est une image homomorphe des discontinuités du produit perçu. En considérant l'espace de la conception pour la configuration comme multi vues, multi dimensionnels et incertain, cette thèse porte sur l'étude de la conception pour la configuration comme un problème holistique.

Nous avons proposé à étudier : (1) appréhender et modéliser la conception pour la configuration comme un problème de recherche de consensus entre différents métiers ; (2) appréhender et modéliser les relations intra et inter domaines considérant la conception pour la configuration comme un problème holistique ; (3) formaliser les grammaires génératives pour la modélisation de produit dans les deux principaux espaces : fonctionnel et structurel et (4) modéliser les liens entre ces deux espaces à l'aide du concept d'holon de conception. A partir de ces considérations, nous établissons les hypothèses les plus importantes de notre recherche : (a) Hypothèse de multi-vues ; (b) Hypothèse de flou ; (c) Hypothèse de dérivation ; (d) Hypothèse holistique et (e) Hypothèse d'attracteur.

Nous avons décrit un modèle de conception pour la configuration dans lequel les aspects d'optimisation des configurations et la recherche des noyaux des configurations sont intégrés. D'ailleurs, nous avons proposé des grammaires fonctionnelles floues graphes et des grammaires fonctionnelles floues formelles pour représenter graphiquement et formellement les structures fonctionnelles de produit. Nous avons aussi proposé une approche de modélisation holonique des configurations. Les concepts d'Holon Conception Floue et de l'Attracteur Flou sont proposés pour comprendre la coévolution dans la conception pour la configuration. Nous avons étudié un cas industriel de la conception pour la configuration à l'aide des modules pour un groupe motopropulseur.

Jiangwei LIU

N° 338

Directeurs de thèse : Rodolphe BOLOT/Sophie COSTIL

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 20 janvier 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

**" Maîtrise du procédé hybride de projection thermique avec refusion laser *in-situ* :
Approches numérique et expérimentale "**

La projection hybride combinant la projection plasma et la refusion laser est une solution alternative permettant de diminuer ou même d'éliminer la présence de pores et de fissures au sein d'un dépôt brut de projection. Lors d'un procédé de projection plasma ou de refusion laser, le système substrat/dépôt subissant l'élévation de température, la fusion, la solidification et le refroidissement rapide est ainsi soumis à des gradients de température élevés, un niveau de contraintes élevé, et même un risque de formation de fissures. Il est alors important de pouvoir maîtriser les variations de température et la distribution des contraintes résiduelles au sein même du système. Concernant les travaux effectués dans cette thèse, des modèles thermiques et mécaniques ont été développés à l'aide du logiciel ANSYS, de sorte à améliorer notre compréhension des comportements thermique et mécanique des revêtements élaborés par projection plasma avec refusion laser.

Tout d'abord, la simulation du procédé de projection plasma a été développée afin de prédire les champs transitoires de température, la déformation finale de l'échantillon et les contraintes résiduelles dans des dépôts céramiques (alumine) et métalliques (NiCrBSi). Les contraintes résiduelles résultent de l'équilibre entre contraintes de trempe (toujours en tension) et contraintes thermiques lors du refroidissement final (en compression ou en tension suivant le cas). En raison de la faible limite d'élasticité du dépôt, les contraintes thermiques dominent les contraintes résiduelles dans le cas du dépôt d'alumine. En revanche, les contraintes de trempe dans le dépôt de NiCrBSi sont plus importantes. Par ailleurs, l'augmentation de l'efficacité du système de refroidissement mis en œuvre permet de diminuer le niveau des contraintes résiduelles dans le dépôt d'alumine. Inversement les contraintes résiduelles au sein du dépôt de NiCrBSi augmentent lorsque le refroidissement en cours de projection est accru.

L'analyse thermique permettant de simuler le procédé de refusion laser à posteriori d'un revêtement de NiCrBSi a été effectuée de sorte à évaluer les effets des paramètres du laser sur le champ de température engendré et la forme du bain refondu. Un coefficient d'absorption de 0.5 a été estimé par comparaison de l'épaisseur du bain refondu obtenue par les méthodes numérique et expérimentale. De plus, les morphologies de revêtements refondus ont été caractérisées par méthodes expérimentales. Selon l'analyse mécanique de la refusion laser à posteriori, les contraintes résiduelles sont en tension dans le dépôt refondu, mais en compression vers la zone non-refondue. Concernant le modèle portant sur l'élaboration de couches multiples, permettant de simuler le procédé de refusion laser *in-situ*, une diminution des contraintes transitoires au sein des couches préalablement élaborées est induite par l'accumulation progressive de chaleur au cours du processus d'élaboration. Après refroidissement final, les contraintes résiduelles suivant la direction de déplacement présentent une amplitude plus importante que suivant les autres directions. De plus, des solutions permettant de diminuer le niveau des contraintes dans le dépôt après refusion ont été recherchées, en faisant notamment varier l'efficacité du système de refroidissement ou le préchauffage du substrat. Il s'avère que l'amplitude des contraintes résiduelles dans le dépôt après refusion est plus sensible à la variation du préchauffage du substrat qu'à la modification de l'efficacité du système de refroidissement.

Duo YI

N° 339

Directeurs de thèse : Sophie COSTIL/Bruno SERIO

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 28 janvier 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Intégration de capteurs à fibre optique par projection thermique pour des applications de contrôle de structures intelligentes "

Ce mémoire présente la modélisation, la simulation, l'expérimentation et la conception d'une structure composite intelligente pour des mesures de haute température (jusqu'à 300 °C). Pour ce faire, une fibre à revêtement métallique, particulièrement résistante pour de tels niveaux thermiques, a été considérée et intégrée au sein d'un revêtement d'alumine. La structure composite intelligente se compose alors du substrat, du dépôt et d'un capteur à fibre optique à modulation d'intensité. Pour mener cette étude, une estimation des flux thermiques basée sur le thermogramme expérimental s'est révélée nécessaire afin d'alimenter un modèle numérique. Différents modèles ont ensuite été construits afin d'évaluer les niveaux de températures atteints en surface ainsi que les niveaux de contraintes au sein même du composite. La simulation a montré que le dépôt pouvait thermiquement être considéré comme une couche mince et que la diffusion de la chaleur au sein du dépôt et du substrat était rapide et pouvait être estimée à l'échelle de la milliseconde. La répartition des contraintes est comme on pouvait s'y attendre dépendante du flux incident mais aussi de la géométrie globale du composite. Les contraintes restent relativement uniformes lors de l'échauffement et durant leur propagation mais s'intensifient après le refroidissement. Il s'avère également que les contraintes résultantes ne sont pas symétriques dans la fibre et sont dépendantes de la position de la fibre par rapport au substrat. Après une phase de modélisation des niveaux thermiques et des contraintes susceptibles d'être atteints au sein du matériau, une phase expérimentale consistant à intégrer une fibre optique non fonctionnalisée dans un dépôt d'alumine a donc été réalisée. Les observations microscopiques en surface et en coupe ont été effectués afin de vérifier l'intégrité de la fibre intégrée. L'adhérence mécanique des fibres a ensuite été mesurée ainsi que l'atténuation optique pendant le processus d'intégration et le comportement thermique de l'ensemble durant des cyclages thermiques. Enfin, un capteur à fibre optique à modulation d'intensité a été conçu par intégration dans un dépôt céramique réalisé par projection thermique. Un système de mesure de la température a donc été construit et les premiers essais de réponse thermique ainsi que de cyclages thermiques du capteur de température ont été effectués et analysés.

En conclusion, cette étude démontre la faisabilité d'une structure composite intelligente par intégration d'un capteur à modulation d'intensité à fibre optique dans un dépôt céramique élaboré par projection thermique susceptible de pouvoir travailler jusqu'à des températures de 300 °C.

Yangzhou MA

N° 340

Directeurs de thèse : Nouredine FENINECHE/Omar EL KEDIM

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 25 mars 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Développement et modélisation de nouveaux matériaux pour piles à combustibles à électrolyte solide "

Les piles à combustibles à électrolyte solide de type SOFC permettent de transformer directement l'énergie de la réaction chimique de formation de l'eau à partir de l'hydrogène et de l'oxygène, en énergie électrique. De nos jours, les apatites de type silicates de terres rares présentent beaucoup d'intérêt comme électrolyte solide en raison de leurs propriétés de transport élevées avec une forte conductivité ionique et une faible énergie d'activation. Ils peuvent fonctionner de manière stable à une température intermédiaire sur une large plage de pression partielle d'oxygène en maintenant d'excellentes performances. Ils sont ainsi considérés comme de bons candidats pour les électrolytes de piles de type IT-SOFC. Parmi cette série de conducteurs, le type La-Si-O possède une conductivité plus élevée et leur performance serait modifiée par différents éléments dopants.

L'objectif de cette thèse est d'étudier les effets des éléments de substitution / dopage ainsi que les méthodes de synthèse sur les propriétés structurales ainsi que sur la conductivité des apatites de type silicates de lanthane. Dans cette étude, nous utilisons une double approche: une approche de simulation et une approche expérimentale pour optimiser la pureté et les performances des matériaux d'électrolyte. Dans l'approche de simulation, le calcul basé sur la DFT (Théorie de la fonctionnelle de la densité) a été réalisée en vue d'étudier l'effet des positions de dopage: dopant Sr à La position de La et dopant Ge à la position de Si. Les résultats obtenus par le calcul concernant la conductivité ionique confirment ceux obtenus par l'expérience.

Avec l'approche expérimentale, nous présentons la synthèse et la caractérisation de La₁₀Si₆O₂₇ (LSO) dopé par Sr et élaboré par des procédés sol-gel. Les résultats montrent que la conductivité ionique est activé thermiquement et que les valeurs se situent entre $4,5 \times 10^{-2}$ et 1×10^{-6} S·cm⁻¹ à 873 K et dépend des conditions d'élaboration et de la composition de la poudre.

Amal MASMOUDI

N° 341

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 05 avril 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Modélisation et développement expérimental du procédé de fabrication additive par fusion sélective d'un lit de poudre métallique. Influence de la pression de l'atmosphère "

Le procédé de fusion sélective par laser (SLM) d'un lit de poudre métallique, est un procédé de fabrication additive qui permet de fabriquer des pièces de forme complexe directement à partir d'un fichier CAO en passant par la fusion totale de couches de poudre déposées successivement. Au cours du procédé SLM l'apport d'énergie du laser à la cible engendre de nombreux cycles thermiques: fusion - vaporisation - solidification. Dans ce contexte, cette thèse a pour double objectif :1) une meilleure caractérisation et compréhension des phénomènes qui se produisent lors de l'interaction du faisceau laser avec la poudre et le bain de métal fondu à l'aide d'essais et 2) le développement d'un modèle numérique prenant en compte les phénomènes de fusion et de vaporisation de la matière ainsi que à la présence du gaz environnant à l'intérieur de la chambre de fabrication. Dans un premier temps, en considérant des géométries simples (cordons et surfaces) en acier inoxydable 316L, on a étudié l'interaction faisceau laser - lit de poudre / bain liquide métallique par différentes méthodes de diagnostics (spectrométrie, capteur de puissance, méthode de Matsunawa ...) pour comprendre la nature et le rôle de la vapeur métallique générée au cours du procédé. Les résultats ont montré que cette vapeur est sans effet sur la transmission du laser à la matière au cours du procédé SLM. Par contre, elle conduit à la formation de condensats et peut aussi entraîner des gouttelettes de métal fondu. Ces analyses ont permis, dans un second temps, de développer un modèle numérique qui a pour objectif principal de caractériser l'influence de la pression du milieu environnant sur le processus de fusion du lit de poudre par le faisceau laser. Des paramètres caractérisant l'évolution des propriétés physiques du matériau et du milieu gazeux en fonction de la température et de la pression ont été intégrés dans les bases de données du modèle. Ces paramètres physiques du matériau ont été déterminés à partir de la littérature et d'autres ont été obtenus empiriquement à l'aide de mesures expérimentales spécifiques. Ce modèle numérique a été utilisé pour traiter le sujet principal de la thèse celui de l'effet de la pression. Le modèle a permis de préciser les phénomènes physiques inhérents à la variation de la pression. Des manipulations expérimentales ont permis de vérifier la pertinence des données du modèle numérique proposé.

Sophie COLLONG

N° 342

Directeur de thèse : Willy CHARON

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 07 avril 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

**" Conception des systèmes mécaniques complexes en comportement dynamique -
Contribution à une démarche physico-fiabiliste à partir d'un système à pile à
combustible pour véhicule électrique à hydrogène "**

L'intégration de systèmes mécaniques complexes soumis à des environnements vibratoires contraignants nécessite de tenir compte, dès la conception, des sollicitations réelles d'usage.

La thèse montre que l'environnement vibratoire ainsi que la durée d'exposition dépendent de l'utilisation qui sera faite d'un système tout au long de son cycle de vie. L'évaluation de son utilisation repose sur l'évolution conjointe du comportement des utilisateurs et du développement de la technologie du système.

L'analyse de la sûreté de fonctionnement d'un système mécanique complexe a permis de considérer le système dans son ensemble et d'investiguer ainsi de façon approfondie le comportement dynamique de composants critiques. La modélisation simple de systèmes mécaniques précise qualitativement et quantitativement les comportements dynamiques principaux et simule les sollicitations vibratoires auxquelles un composant critique identifié est soumis. Sur cette base, la modélisation du comportement d'un composant mécanique permet d'évaluer le dommage par fatigue qu'il subira. Cet indicateur apporte au concepteur une aide aux choix de la géométrie du composant.

Enfin, l'environnement climatique ainsi que des impacts liés au fonctionnement interne du système, ont été pris en compte par la réalisation d'essais vibro-climatiques en fonctionnement.

Ces études ont été menées sur un système à pile à combustible intégré à un véhicule électrique à hydrogène. Elles ont permis de mettre au point un cheminement comme appui à la conception des systèmes mécaniques complexes.

Le cheminement pluridisciplinaire proposé dans cette thèse repose donc sur l'interaction de travaux de recherche issus principalement des domaines de la sociologie, de la sûreté de fonctionnement et de la mécanique.

Julian MURGIA

N° 342

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 24 mai 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Détection d'objets mobiles par segmentation RGB-D floue et invariance colorimétrique "

Cette thèse s'inscrit dans un cadre de vidéo-surveillance, et s'intéresse plus précisément à la détection robuste d'objets mobiles dans une séquence d'images. Une bonne détection d'objets mobiles est un prérequis indispensable à tout traitement appliqué à ces objets dans de nombreuses applications telles que le suivi de voitures ou de personnes, le comptage des passagers de transports en commun, la détection de situations dangereuses dans des environnements spécifiques (passages à niveau, passages piéton, carrefours, etc.), ou encore le contrôle de véhicules autonomes. Un très grand nombre de ces applications utilise un système de vision par ordinateur. La fiabilité de ces systèmes demande une robustesse importante face à des conditions parfois difficiles souvent causées par les conditions d'illumination (jour/nuit, ombres portées), les conditions météorologiques (pluie, vent, neige) ainsi que la topologie même de la scène observée (occultations). Les travaux présentés dans cette thèse visent à améliorer la qualité de détection d'objets mobiles en milieu intérieur ou extérieur, et à tout moment de la journée.

Pour ce faire, nous avons proposé trois stratégies combinables :

- i) l'utilisation d'invariants colorimétriques et/ou d'espaces de représentation couleur présentant des propriétés invariantes ;
- ii) l'utilisation d'une caméra stéréoscopique et d'une caméra active Microsoft Kinect en plus de la caméra couleur afin de reconstruire l'environnement 3D partiel de la scène, et de fournir une dimension supplémentaire, à savoir une information de profondeur, à l'algorithme de détection d'objets mobiles pour la caractérisation des pixels ;
- iii) la proposition d'un nouvel algorithme de fusion basé sur la logique floue permettant de combiner les informations de couleur et de profondeur tout en accordant une certaine marge d'incertitude quant à l'appartenance du pixel au fond ou à un objet mobile.

Xiaohua FENG

N° 343

Directeur de thèse : Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire : IRTES-LEMRPS

Soutenance : 26 mai 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Etude des propriétés thermoélectriques des revêtements de matériaux de type β -FeSi₂ "

L'incertitude de l'énergie mondiale avec l'augmentation constante de la demande d'énergie déclenche la recherche de technologies de conversion d'énergie à haut rendement. Les dispositifs thermoélectriques (TE) peuvent jouer un rôle très important dans la collecte et la valorisation de l'énergie car ils peuvent être employés pour récupérer la chaleur résiduelle. Par exemple, la quantité de chaleur émise sous forme de déchets par les différents moteurs thermiques est évaluée en centaines de millions de MWh /an.

Cette thèse vise à démontrer la faisabilité de fabrication des systèmes de récupération de la chaleur issue des déchets à l'échelle industrielle en utilisant des générateurs thermoélectriques (TE). Les techniques de fabrication proposées sont basées sur l'utilisation de technologies avancées comme le frittage par spark plasma, le broyage, la fusion laser sélective et la technologie de projection thermique. Ces techniques rendent possible l'élaboration de revêtements de matériau thermoélectrique avec des performances thermoélectriques supérieures et une flexibilité forte liées aux choix multiples de tailles, de formes et de matériaux.

Nous nous sommes intéressés à l'étude du matériau semi-conducteur β -FeSi₂ car il présente un coefficient de mérite fort dans une plage de température de 300-800°C qui est la température des gaz en sortie de moteur voiture.

Les techniques de SLM (Selective Laser Melting), de broyage, de frittage et de frittage flash (SPS) ont été successivement utilisées pour aboutir à l'élaboration de l'alliage ζ -FeSi₂. Les revêtements ont ensuite été obtenus par la technique de projection plasma sous basse pression.

Concernant le revêtement formé à partir de l'alliage par procédé LPPS, la transformation de phase de la phase cubique ζ -ferrosilicium et de la phase quadratique ζ -Fe₂Si₅ en phase orthorhombique β -FeSi₂ se produit en obéissant aux réactions péritectique et eutectique. Après recuit sous température et temps appropriés, les revêtements présentent une phase complète β -FeSi₂ sur le substrat céramique.

En outre pour une application à grande échelle, il est nécessaire de déposer ce type de revêtement sur un substrat en acier inoxydable et il convient dans ce cas d'utiliser un masque approprié pour fabriquer le dispositif thermoélectrique.

Abdelhakim SETTAR

N° 344

Directeurs de thèse : Said ABOUDI/Brahim MADANI

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 26 mai 2016

Lieux d'inscriptions : UTBM/USTA (ALGERIE)

Spécialité : Matériaux

" Etude des transferts thermique et massique au sein d'un échangeur multifonctionnel en présence d'une réaction catalytique "

L'hydrogène n'étant pas une énergie primaire, il faut donc le produire, le transporter et le stocker avant de l'utiliser. Il peut être produit par des procédés chimiques, électrolytiques ou biologiques à partir de ressources renouvelables, ou non. Les énergies fossiles représentent la première ressource d'hydrogène, avec 96% de la production totale mondiale, dont 48% se fait à base de gaz naturel qui contient essentiellement du méthane. Dans cette thèse, nous nous intéressons à la génération de l'hydrogène par le procédé de vaporeformage du méthane qui reste le procédé le plus utilisé pour sa conversion. Les objectifs consistent premièrement à explorer, par des études numériques, les performances thermiques et massiques d'un vapo-reformeur à parois catalytiques, dans lequel une répartition discrète du catalyseur est adoptée, combinée ou non, avec une insertion d'un matériau cellulaire à haute porosité, de type mousse métallique, et deuxièmement à analyser, par une approche expérimentale complétée par une procédure numérique inverse, afin d'estimer le flux de chaleur inconnu reçu par le mélange gazeux. Les configurations géométriques adoptées dans les études numériques sont modélisées par les équations de conservation et complétées par les conditions aux limites. La cinétique de la réaction est régie par un modèle basé sur les lois de puissance, et le système d'équations est résolu par la méthode des volumes finis. Pour l'estimation du flux de chaleur, un dispositif expérimental approchant le système de chauffage du réacteur est conçu afin de mesurer la distribution de la température et un code de calcul inverse basé sur la méthode spécification de fonctions. Les résultats montrent que les performances du procédé de vaporeformage peuvent être améliorées en adoptant une bonne distribution du catalyseur sur les parois du réacteur muni d'une mousse métallique dans sa région catalytique. Les améliorations obtenues en termes de conversion de méthane, par rapport à une configuration classique, sont de l'ordre de 44.6%. De plus, la combinaison des approches expérimentale et numérique a permis de déterminer la quantité de chaleur nette transférée par le système de chauffage du vapo-reformeur.

Julien MOREAU

N° 345

Directeur de thèse : Yassine RUICHEK

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 07 juin 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Construction de modèles 3D à partir de données vidéo fisheye - Application à la localisation en milieu urbain "

Cette recherche vise à la modélisation 3D depuis un système de vision fisheye embarqué, utilisée pour une application GNSS dans le cadre du projet Predit CAPLOC. La propagation des signaux satellitaires en milieu urbain est soumise à des réflexions sur les structures, altérant la précision et la disponibilité de la localisation. L'ambition du projet est (1) de définir un système de vision omnidirectionnelle capable de fournir des informations sur la structure 3D urbaine et (2) de montrer qu'elles permettent d'améliorer la localisation.

Le mémoire expose les choix en (1) calibrage automatique, (2) mise en correspondance entre images, (3) reconstruction 3D ; chaque algorithme est évalué sur images de synthèse et réelles. De plus, il décrit une manière de corriger les réflexions des signaux GNSS depuis un nuage de points 3D pour améliorer le positionnement. En adaptant le meilleur de l'état de l'art du domaine, deux systèmes sont proposés et expérimentés. Le premier est un système stéréoscopique à deux caméras fisheye orientées vers le ciel. Le second en est l'adaptation à une unique caméra.

Le calibrage est assuré à travers deux étapes : l'algorithme des 9 points adapté au modèle « équisolide » couplé à un RANSAC, suivi d'un affinement par optimisation Levenberg Marquardt. L'effort a été porté sur la manière d'appliquer la méthode pour des performances optimales et reproductibles. C'est un point crucial pour un système à une seule caméra car la pose doit être estimée à chaque nouvelle image.

Les correspondances stéréo sont obtenues pour tout pixel par programmation dynamique utilisant un graphe 3D. Elles sont assurées le long des courbes épipolaires conjuguées projetées de manière adaptée sur chaque image. Une particularité est que les distorsions ne sont pas rectifiées afin de ne pas altérer le contenu visuel ni diminuer la précision. Dans le cas binoculaire il est possible d'estimer les coordonnées à l'échelle. En monoculaire, l'ajout d'un odomètre permet d'y arriver. Les nuages successifs peuvent être calés pour former un nuage global en SfM.

L'application finale consiste dans l'utilisation du nuage 3D pour améliorer la localisation GNSS. Il est possible d'estimer l'erreur de pseudodistance d'un signal après multiples réflexions et d'en tenir compte pour une position plus précise. Les surfaces réfléchissantes sont modélisées grâce à une extraction de plans et de l'empreinte des bâtiments. La méthode est évaluée sur des paires d'images fixes géoréférencées par un récepteur bas-coût et un récepteur GPS RTK (vérité terrain). Les résultats montrent une amélioration de la localisation en milieu urbain.

Youness CHAABI

N° 346

Directeurs de thèse : Vincent HILAIRE/Rochdi MESSOUSSI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 11 juillet 2016

Lieux d'inscriptions : UTBM/Université IBN Tofail de Kenitra (Maroc)

Spécialité : Informatique

" Apport des Systèmes Multi-Agents et de logique floue pour l'assistance au tuteur dans une communauté d'apprentissage en ligne "

La place importante du tutorat dans la réussite d'un dispositif de formation en ligne a ouvert un nouvel axe de recherche dans le domaine des EIAH (Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain). Nos travaux se situent plus particulièrement dans le champ de recherches des ACAO. Dans un contexte collaboratif, le tutorat et les outils « d'awareness » constituent des solutions admises pour faire face à l'isolement qui très souvent, mène à l'abandon de l'apprenant. Ainsi, du fait des difficultés rencontrées par le tuteur pour assurer un encadrement et un suivi appropriés à partir des traces de communication (en quantités conséquentes) laissées par les apprenants, nous proposons une approche multi-agents pour analyser les conversations textuelles asynchrones entre apprenants. Ces interactions sont révélatrices de comportements sociaux-animateur, indépendant, etc... qu'il nous paraît important de pouvoir repérer lors d'une pédagogie de projet pour permettre aux apprenants de situer leurs travaux par rapport aux autres apprenants et situer leur groupe par rapport aux autres groupes d'une part, et d'autre part permettre au tuteur d'accompagner les apprenants dans leur processus d'apprentissage, repérer et soutenir les individus en difficulté pour leur éviter l'abandon. Ces indicateurs seront déduits à partir des grands volumes d'échanges textuels entre apprenants.

L'approche a été ensuite testée sur une situation réelle, qui a montré une parfaite concordance entre les résultats observés par des tuteurs humains et ceux déterminés automatiquement par notre système.

Hui SUN

N° 347

Directeur de thèse : Alain BILLARD

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 19 juillet 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Synthèse par co-pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive et caractérisation de revêtements d'oxydes conducteurs transparents à base de CuCrO_2 "

Les TCOs (Transparent Conductive Oxide) trouvent des applications dans de nombreux domaines s'étendant de l'électrochromie au photovoltaïque en passant par l'opto-électronique. Parmi les matériaux historiques, les TCOs de type n font l'objet d'une littérature abondante tandis que les TCO de type p sont quant à eux étudiés de façon plus confidentielle mais commencent à susciter un engouement, notamment dans l'objectif de jonctions p-n transparentes.

Sur la base de la théorie de la méthode de modulation chimique de bande de valence, le composé CuCrO_2 de structure délafossite est considéré comme un candidat intéressant de TCO de type p. L'objectif de ces travaux est d'élaborer des films minces à base de CuCrO_2 avec une transmittance optique acceptable et une conductivité électrique de type p élevée afin de envisager la possibilité de fabrication des jonctions p-n transparentes pour diverses applications.

Dans ce travail, les films CuCrO_2 ont été déposés par co pulvérisation cathodique magnétron en condition réactive à partir de cibles métalliques. Une substitution partielle de Cr par Mg a ensuite été effectuée et l'influence de l'épaisseur du film $\text{CuCrO}_2 : \text{Mg}$ sur ses propriétés optoélectroniques a été étudiée. Enfin, des revêtements d'architecture sandwich $\text{CuCrO}_2 : \text{Mg} / \text{Ag} / \text{CuCrO}_2 : \text{Mg}$ ont été élaborés en faisant varier le temps de dépôt de la couche intermédiaire d'argent afin d'améliorer les performances optoélectroniques des films.

Rachid BOUCHENAF

N° 348

Directeurs de thèse : Saïd ABBOUD/Rachid SAIM

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 05 novembre 2016

Lieux d'inscriptions : UTBM/Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen (Algérie)

Spécialité : Energétique

" Etude numérique de la convection forcée turbulente dans un dissipateur thermique composé de plusieurs rangées d'ailettes de différentes formes "

Suite aux progrès technologiques réalisés ces dernières années en électronique, les composants deviennent de plus en plus performants, de plus en plus petits et travaillent de plus en plus vite. En conséquence, les densités de puissance à évacuer deviennent très importantes dans de nombreux systèmes électroniques. Une bonne évacuation de la chaleur est donc primordiale pour assurer un bon fonctionnement de ces dispositifs.

Pour cela, il existe de nombreux systèmes de refroidissement basés principalement sur l'effet convectif monophasique qui répondent, pour la plus part, à des besoins de dissipation actuels. La technique la plus répandue est le refroidissement par air, en raison d'abord de ses propriétés thermo-physiques et de son faible coût et également de la simplicité et de la facilité de la mise en œuvre dans les processus de refroidissement à air.

C'est dans ce cadre que se situe le travail développé dans cette thèse. Il s'agit d'une étude numérique de la convection forcée turbulente dans un dissipateur thermique à air muni d'une chicane transversale dans le by-pass. Le premier modèle est composé d'ailettes planes et le second consiste à ajouter des ailettes broches, avec différentes sections (carrée, circulaire, elliptique, Dropform et Naca), entre ces ailettes planes. Les équations gouvernantes basées sur le modèle de turbulence $k-\zeta$ SST sont discrétisées et résolues par la méthode des volumes finis. L'algorithme SIMPLE est utilisé pour le couplage vitesse-pression. Le comportement dynamique de l'écoulement est présenté en termes de champs de vitesses, des profils de vitesses axiales dans différentes sections du dissipateur et également des pertes de charge causées par les différents obstacles proposés. Le comportement thermique est présenté en termes de champs de température et de distribution du nombre de Nusselt. Un rapport entre les performances thermique et dynamique est présenté pour évaluer l'efficacité des différents dissipateurs thermiques étudiés.

Thierry Colin TCHOUMI NYANKAM

N° 349

Directeurs de thèse : Rodolphe BOLOT/François PEYRAUT

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 14 novembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Modélisation multi-physique de l'arc de soudage et du dépôt du cordon de soudure lors d'une opération de soudage – Prédiction des distorsions et des contraintes résiduelles "

Cette thèse est consacrée au développement d'outils de simulation numérique permettant d'appréhender les phénomènes multi-physiques complexes (thermique, mécanique des solides, mécanique des fluides et sciences des matériaux) mis en jeu lors d'opérations de soudage TIG (Tungsten Inert Gas) de tôles minces de type 316L utilisées dans l'industrie agroalimentaire. La fusion locale des éléments à assembler par soudage présente en effet l'inconvénient d'induire des déformations locales importantes qui compliquent le montage des pièces. Un autre désavantage est l'apparition de contraintes résiduelles qui impactent la durabilité de la structure soudée. Afin de prédire ces déformations et contraintes pendant la phase de conception, en vue par exemple de les minimiser en jouant sur des paramètres tels que la vitesse d'exécution et l'intensité du courant de soudage, des outils numériques prédictifs ont été développés dans le cadre de ce travail.

Un modèle éléments finis 3D de couplage entre la thermique et la mécanique, dans les domaines transitoire et non-linéaire, a notamment été programmé en langage APDL (Ansys Parametric Design Language) à l'aide du logiciel multi-physique ANSYS. La source mobile de chaleur par soudage a été représentée par un profil Gaussien dont les paramètres ont été calibrés de manière à optimiser la forme géométrique du cordon. Pour ce faire, la surface de réponse d'un plan d'expérience factoriel a été utilisée. Les résultats numériques obtenus sont tout à fait satisfaisants puisque les paramètres de la source de chaleur gaussienne identifiés à l'aide du plan d'expérience factoriel permettent une reproduction fidèle de la géométrie du cordon. La comparaison entre les valeurs expérimentales et calculées de la déviation montre par ailleurs une bonne cohérence avec un écart relatif inférieur à 5%.

Afin d'étudier la tension et la conductibilité électrique lors de l'amorçage et du maintien de l'arc de soudure, un modèle axisymétrique bidimensionnel de l'arc électrique a été réalisé en utilisant le logiciel FLUENT. La géométrie réelle des composantes de la torche telles que le diffuseur de gaz, la buse et l'électrode a été prise en compte. Le modèle intègre un couplage fluide-structure dans lequel les équations électromagnétiques et thermiques sont résolues dans la cathode solide. Les équations supplémentaires régissant l'écoulement sont considérées dans le domaine gazeux où l'arc est généré. Pour le maintien de l'arc, ces équations, qui ont été programmées en langage C++, permettent de s'affranchir de la conductibilité artificielle souvent utilisée dans la littérature. Le modèle permet d'obtenir les champs de température du plasma, les chutes de tension à l'anode et à la cathode de l'appareil de soudage, la tension dans l'arc ainsi que le rendement de l'apport d'énergie.

Les résultats numériques indiquent que la température et la vitesse d'écoulement du plasma augmentent avec l'intensité du courant et avec la distance inter électrode. Il en va de même pour le potentiel électrique mais avec une influence plus forte de la distance inter électrode. Enfin, le débit de gaz ne joue aucun rôle sur la température et sur le potentiel électrique. Il influe par contre sur la vitesse d'écoulement du plasma. Plus le débit est élevé, plus la vitesse d'écoulement du plasma est faible.

Marjorie CHARRIER

N° 350

Directeur de thèse : Jean-Claude SAGOT

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 21 novembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

**" Modélisation multi-physique de l'arc de soudage et du dépôt du cordon de soudure
lors d'une opération de soudage – Prédiction des distorsions et des contraintes
résiduelles "**

L'évolution des modes de vie conduit à une évolution des besoins et des souhaits des personnes, en quête « d'expérience », de « bien-être » et de « plaisir » à travers les produits qu'elles utilisent. Les entreprises doivent aujourd'hui satisfaire et séduire ces personnes de plus en plus exigeantes, en étant source d'innovation et de nouveauté. Ainsi, elles s'intéressent de plus en plus dans leur démarche de conception de produits à une meilleure prise en compte du facteur humain. Faire vivre aux personnes des expériences positives et de qualité, demande une démarche spécifique qui les placent au centre des préoccupations des acteurs-métier de la conception de produits. Dans ce contexte, le processus de conception requiert l'intervention de différentes disciplines sensibles justement au facteur humain. Ainsi dans le cadre de nos travaux de recherche, nous nous sommes intéressés au rapprochement de l'ergonomie et du design, deux disciplines sensibles aux personnes qui évoluent vers de nouvelles pratiques : le design pour « des besoins » et l'ergonomie prospective. Nous axons nos travaux de recherche sur les pratiques de ces deux disciplines qui convergent vers une vision commune, prospective et « humaniste » de la conception de produits, pour une meilleure prise en compte des personnes. Le principal enjeu scientifique de notre travail est de mieux cerner les pratiques actuelles, de l'ergonomie et du design dans un contexte de conception de produits. Ceci, pour proposer à ces acteurs-métier une démarche (IDLifS) et des outils (Guides de Connaissances), interdisciplinaires, qui correspondent à l'évolution de leurs pratiques respectives et qui leur permettent de co-concevoir des produits et des situations de vie qui correspondent aux besoins, aux souhaits et aux caractéristiques des personnes.

Xinyi LIU

N° 351

Directeurs de thèse : Salah LAGHROUCHE/Maxime WACK

Equipe : OPERA

Soutenance : 25 novembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

**" Contribution à la commande tolérante aux défauts par modes glissants adaptatifs :
Application au système éolien "**

Les principaux défis pour le déploiement de systèmes de conversion de l'énergie éolienne est de maximiser la puissance électrique produite, malgré les variations des conditions météorologiques, tout en minimisant les coûts de fabrication et de maintenance du système. L'efficacité de la turbine éolienne est fortement dépendante des perturbations de l'environnement et des paramètres variables du système, tels que la vitesse du vent et l'angle de tangage. Les incertitudes sur le système sont difficiles à modéliser avec précision alors qu'ils affectent sa stabilité. Afin d'assurer un état de fonctionnement optimal, malgré les perturbations, le commande adaptative peut jouer un rôle déterminant. D'autre part, la synthèse de commandes tolérantes aux défauts, capables de maintenir les éoliennes connectées au réseau après la survenance de certains défauts est indispensable pour le bon fonctionnement du réseau. Le travail de cette thèse porte sur la mise en place de lois de commande adaptatives et tolérantes aux défauts appliqués aux systèmes de conversion de l'énergie éolienne. Après un état de l'art, les contributions de la thèse sont :

Dans la première partie de la thèse, un modèle incertain non linéaire du système de conversion d'énergie éolienne avec un générateur à induction à double alimentation est proposé. Une nouvelles approches de commande adaptative par mode glissant est synthétisée et ensuite appliquée pour optimiser l'énergie issue de l'éolienne.

Dans la deuxième partie, une nouvelle commande par modes glissants tolérante aux défauts et basée sur les modes glissants intégrales est présentée. Puis, cette méthode est appliquée afin de forcer la vitesse de la turbine éolienne à sa valeur optimale en prenant en compte des défauts qui surviennent sur l'actionneur.

George GEORGES

N° 352

Directeur de thèse : Maurizio CIRRINCIONE

Equipe : OPERA

Soutenance : 25 novembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Automatique

" Algorithmes de calcul de positions GNSS basés sur les méthodes des moindres carrés avancées "

Dans ce mémoire, une nouvelle approche neuronale TLS EXIN est proposée pour estimer la position d'un récepteur GPS. L'idée générale de cette approche est d'avoir une méthode plus robuste pour le calcul de la position.

Le pseudorange alone est l'une des techniques les plus simples et les plus utilisées pour le positionnement GPS. Cette technique nécessite la résolution d'un système surdéterminé d'équations linéaires $Ax+/-b$. En général, les moindres carrés ordinaires (OLS) et les moindres carrés pondérés (WLS) sont les méthodes couramment utilisées pour estimer la position d'un récepteur grâce à leur rapidité et leur robustesse, mais la structure particulière de la matrice de données A et les bruits affectant ses entrées ne sont pas considérés. Au contraire, cette thèse a pour objectif d'analyser ces problèmes et d'étudier le comportement des méthodes des moindres carrés (LS) en présence d'une matrice de données A bruitée.

L'approche des moindres carrés totaux (TLS) prend en compte le bruit dans la matrice de données A ainsi que dans le vecteur d'observation b . Cette dernière est une technique moins robuste que OLS et plus sensible au changement des données, elle est en général résolue par une méthode directe. La méthode TLS EXIN basée sur les réseaux de neurones est un algorithme itératif (flux gradient) pour résoudre le problème TLS. Elle donne un meilleur résultat parce qu'elle peut exploiter les informations d'état initial provenant des époques précédentes et, en cas de conditions initiales nulles, donne une estimation précise même en cas de problème singulier.

Pour réaliser des comparaisons entre les différentes méthodes des moindres carrés (LS), deux jeux de données ont été collectés. Le premier jeu de données est issu du réseau TERIA et comporte des données collectées depuis différentes stations de référence situées dans toute la France. Le deuxième jeu de données est le résultat d'une campagne de mesures utilisant un appareil GPS (Ublox NL-6002U).

Grâce à ces données réelles, un nombre de conditionnement bas a été estimé. Dans ce cas, toutes les méthodes LS donnent des estimations équivalentes, et le choix du meilleur algorithme (OLS, et surtout, WLS) est privilégié pour leur rapidité de calcul. Cependant, le pire scénario qui puisse se produire a été étudié (dans le cas d'un satellite éloigné), et ont été observés des mauvais conditionnements du problème de GPS (nombre de conditionnement élevé). Cette situation extrême justifie l'utilisation du réseau neuronal TLS EXIN. Les résultats obtenus confirment cette approche, même pour un nombre de conditionnement élevé.

Noëlie DI CESARE

N° 353

Directeur de thèse : Matthieu DOMASZEWSKI

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 28 novembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Mécanique

" Développement d'une nouvelle méthode metaheuristique pour l'optimisation topologique des structures et des metamatériaux "

L'optimisation offre la possibilité, dans de nombreux domaines, d'améliorer les performances d'un système donné, qu'il soit physique ou mathématique. Depuis quelques décennies, les méthodes d'optimisation metaheuristiques ont fait leurs preuves, notamment dans le domaine de la mécanique. Du grec meta signifiant "un niveau au dessus", les metaheuristiques permettent de s'affranchir du calcul des sensibilités souvent problématique quant à la résolution de problèmes d'optimisation complexes et/ou NP difficiles. En outre, elles ont la capacité à analyser simultanément l'ensemble du domaine des solutions, ce qui leur permet converger efficacement vers l'optimum global de la fonction objectif considérée.

Notre travail propose le développement d'une nouvelle méthode metaheuristique intelligente, basée conjointement sur l'algorithme d'optimisation par essaim particulaire PSO, et l'algorithme PageRank développé par MM. Brin et Page, et utilisé par le moteur de recherche Google. Cet algorithme, appelé InversePageRank-PSO (I-PR-PSO), a été validé sur un benchmark de fonctions mathématiques, puis en optimisation avec contraintes sur des treillis mécaniques. Interfacée avec l'algorithme Evolutionary Structural Optimization (ESO), elle a été adaptée à l'optimisation topologique et a permis de trouver des résultats dont les topologies sont régulières et les temps de calcul minimisés.

Dans le domaine des metamatériaux, nous avons développé une cape d'invisibilité électromagnétique fréquentielle, c'est à dire un metamatériau dont les parties réelle et imaginaire de la perméabilité effective sont négatives. En appliquant notre algorithme I-PR-PSO aux metamatériaux mécaniques, nous avons montré qu'il est possible de développer un metamatériau constitué d'acier qui présente des grandes déformations à l'échelle macroscopique, dûes notamment aux grands déplacements présents dans le Volume Élémentaire Représentatif à l'échelle microscopique.

Robin KROMER

N° 354

Directeur de thèse : Sophie COSTIL

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 05 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Etude des effets des préparations de surface avant projection thermique - Application à un système barrière thermique "

L'adhésion des revêtements est l'objectif premier de tout système afin de pouvoir apporter les propriétés de surface voulues par projection thermique. De façon conventionnelle, des traitements de sablage sont régulièrement employés afin de promouvoir des phénomènes d'ancrage mécanique entre les deux matériaux mis en contact. Néanmoins, selon la nature même des matériaux, un certain nombre de limitations peuvent être observées aussi bien d'un point de vue usage que tenue. Une fragilisation des surfaces peut en effet être remarquée dès lors qu'il s'agit du traitement de matériaux ductiles. Pour palier certaines de ces contraintes, des traitements palliatifs sont alors recherchés parmi lesquels les traitements laser apparaissent particulièrement bénéfiques dont la texturation laser. Les revêtements barrière thermique sont l'application visée de cette étude avec comme objectif une optimisation de leur durabilité à chaud (oxydation, fluage). Une sous-couche d'accroche est habituellement déposée mais les modes d'endommagement recensés semblent se concentrer autour de cette dernière. L'objectif de ce travail a donc visé à remplacer la sous-couche par une topographie de surface spécifique du substrat générée par texturation laser et permettant un ancrage mécanique suffisant aux chargement mécaniques et thermiques subis par les aubes de turbines hautes températures.

Lors de l'interaction laser-matière, une élévation en température de l'extrême surface jusqu'à la température de fusion et de vaporisation du matériau peut être observée et permettre la formation de motifs. Les dimensions de tels motifs sont donc liées à l'énergie par impulsion et au nombre d'impulsions. Pour valider de tels effets, les mécanismes de perçage ont donc été étudiés grâce à une modélisation thermo hydraulique et une validation post-mortem des échantillons. Les dimensions des motifs alors contrôlées, le remplissage des surfaces texturées par des particules fondues projetées par le procédé APS a été étudié afin de minimiser le nombre de défauts proche de l'interface. Deux modes de rupture ont pu être identifiés en fonction de la morphologie de surface pour des contraintes de traction et de cisaillement. Les fissures se propagent à l'interface jusqu'à avoir des changements de direction. L'énergie de propagation de la fissure augmente donc jusqu'à atteindre une valeur limite correspondant à la ténacité du revêtement. Dans ce cas, la tenue n'est pas fonction de la surface totale en contact mais de la répartition spatiale et l'ouverture des motifs, la seule limite de la tenue du revêtement restant la cohésion du dépôt.

D'un point de vue applicatif, le but de cette étude a été de caractériser les modes d'endommagements de systèmes barrière thermique sans sous-couche pour des conditions rencontrées en service. Les mécanismes d'endommagement dus à l'oxydation et à l'allongement viscoplastique à 1100C ont donc été isolés par des essais à des flux thermiques isothermes et cyclés, de fluage et de fatigue thermomécanique. Le traitement laser modifiant localement la microstructure des surfaces, une modification des couches d'oxydes a tout d'abord pu être identifiée. En effet, contrairement aux traitements conventionnels où la croissance d'oxyde n'est pas constante (point limitant de la durée de vie du système), l'apparition de spinelles et d'une couche dense d'alumine protectrice en surface des matériaux texturés a pu être observée. L'ancrage mécanique ainsi créé a démontré alors une durée de vie nettement améliorée face à des conditions extrêmes.

Sylvain SAGOT

N° 355

Directeur de thèse : Alain-Jérôme FOUGERES

Laboratoire : IRTES-M3M

Soutenance : 08 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

" Contribution à la conception et à la maîtrise du processus de référencement Web "

Le développement rapide du World Wide Web depuis les années 1990 a entraîné l'accroissement du nombre de sites web et l'intensification de la concurrence. Parallèlement, les moteurs de recherche ont joué un rôle majeur en facilitant la recherche d'informations sur le web, au point de devenir une source inépuisable de trafic dont les propriétaires de sites web souhaitent profiter. Afin de capter un maximum de trafic qualifié, il est devenu nécessaire de se démarquer pour améliorer la visibilité d'un site web sur les moteurs de recherche. Pour cela les propriétaires de sites web peuvent faire appel à des entreprises pratiquant le référencement web, et plus particulièrement le référencement naturel qui regroupe l'ensemble des techniques d'optimisation permettant d'indexer et de positionner les pages d'un site web au plus haut niveau dans les résultats de recherche. L'activité de référencement web est conduite par le référenceur qui, en optimisant un certain nombre de critères au sein du site web, améliore son positionnement. Mais les résultats obtenus sont incertains, car les algorithmes de classement des moteurs de recherche sont en perpétuelle mutation. Dès lors, il est devenu nécessaire pour le référenceur d'avoir une meilleure maîtrise du processus de référencement web et d'être aidé dans ses prises de décisions afin de satisfaire ses clients. Nos travaux de recherche ont permis d'apporter trois contributions :

- Établissement d'un cadre efficace pour l'activité de référencement à partir de la définition des différentes étapes du processus de référencement web en s'inspirant d'un méta-modèle d'ingénierie ;
- Modélisation du processus de référencement web à partir d'un modèle d'agents afin de permettre une meilleure compréhension de son fonctionnement et de contrôler efficacement les différentes interactions ;
- Conception d'un système d'aide à la décision à partir de notre modèle d'agents servant de support à l'activité de référencement web.

Ces trois contributions majeures nous ont permis de répondre à notre problématique de recherche qui se proposait de répondre à la question suivante : « Comment concevoir le processus de référencement web pour améliorer sa maîtrise par le couple référenceur/client ? ».

Lamine BENMIMOUNE

N° 356

Directeur de thèse : Amir HAJJAM EL HASSANI

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 10 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Informatique

" Une approche pour la construction de systèmes d'aide à la décision médicale basés sur un raisonnement mixte à base de connaissances "

Afin d'accompagner les professionnels de santé dans leur démarche clinique, plusieurs systèmes de suivi et de prise en charge médicale ont été construits et déployés dans le milieu hospitalier. Ces systèmes permettent principalement de collecter des données médicales sur les patients, de les analyser et de présenter les résultats de différentes manières. Ils représentent un appui et une aide aux professionnels de santé dans leur prise de décision par rapport à l'évolution de l'état de santé des patients suivis. L'utilisation de tels systèmes nécessite systématiquement une adaptation à la fois au domaine médical concerné et au mode d'intervention. Il est nécessaire, dans un milieu hospitalier, que ces systèmes puissent s'adapter et évoluer d'une manière simple, en limitant toute maintenance corrective ou évolutive. Ils doivent être en mesure de prendre en compte dynamiquement des connaissances théoriques et empiriques du domaine issues des experts médicaux.

Afin de répondre à ces exigences, nous avons proposé une approche pour la construction d'un système d'aide à la décision médicale capable de s'adapter au domaine médical concerné et au mode d'intervention approprié pour assister les professionnels de santé dans leur démarche clinique. Cette approche permet notamment l'organisation de la collecte des données médicales, en tenant compte du contexte du patient, la représentation des connaissances du domaine à base d'ontologies ainsi que leur exploitation associée aux guides de bonnes pratiques et à l'expérience clinique.

Dans la continuité des travaux précédemment réalisés au sein de notre équipe de recherche, nous avons choisi d'enrichir, avec notre approche, la plateforme E-care qui est dédiée au suivi et à la détection précoce de toute anomalie de l'état de patients atteints de maladies chroniques. Nous avons pu ainsi adapter facilement la plateforme E-care aux différentes expérimentations qui sont été menées notamment dans des EPHAD de la Mutualité Française en Anjou-Mayenne, au CHU de Haute-pierre et au CHUV à Lausanne.

Les résultats de ces expérimentations ont montré l'efficacité de l'approche proposée. L'adaptation de la plateforme par rapport au domaine et au mode d'intervention de chacune de ces expérimentations se limite à de la simple configuration. De plus, l'approche proposée a suscité l'intérêt du personnel médical par rapport à l'organisation de la collecte des données, qui tient compte du contexte du patient, et par rapport à l'exploitation des connaissances médicales qui apporte aux professionnels de santé une assistance pour une meilleure prise de décision.

Halima GHORBEL-FEKI

N° 357

Directeurs de thèse : Christian CODDET / Hassine Ferid AYEDI

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 12 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM/Ecole d'Ingénieurs de Sfax (Tunisie)

Spécialité : Matériaux

" Elaboration et caractérisation de revêtements composites (Apatite-Alumine) sur métal par projection thermique"

A l'heure actuelle les recherches de nouvelles apatites thermiquement plus stables se développent. Ainsi des dépôts à base de fluoroapatite ($\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6\text{F}_2$) ou de fluorhydroxyapatite fournissent des dépôts plus stables et plus adhérents que l'hydroxyapatite tout en étant biocompatibles. La fluoroapatite (Fap) présente non seulement des propriétés physicochimiques semblables à celles de l'os naturel mais également une bonne résistance à la corrosion dans le milieu physiologique. La Fap et l'hydroxyapatite (Hap) sont utilisées soit sous forme de dépôt sur les parties métalliques de prothèses soit toutefois comme matériaux de comblement osseux. L'utilisation de ces biocéramiques pose quelques problèmes en raison de leur faible tenue mécanique. L'alumine a été proposée ainsi pour ses bonnes propriétés mécaniques et pour sa forte affinité pour le fluor avec lequel elle donne des composés très stables. Des dépôts composites Al_2O_3 -Fap et Hap-Fap ont été réalisés par projection thermique. Nous avons fait varier dans ces composites le pourcentage de fluor. Les résultats obtenus montrent que l'ajout de Fap améliore la résistance mécanique et les propriétés tribologiques de l'Hap et contribue à l'adhésion et à la prolifération des cellules osseuses pour les dépôts d'alumine.

Christian SCHLASZA

N° 358

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 12 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur

"Analysis of aging mechanisms in Li-ion cells used for traction batteries of electric vehicles and development of appropriate diagnostic concepts for the quick evaluation of the battery condition"

Dans cette thèse, les mécanismes de vieillissement des cellules Li-ion sont analysés sur un niveau théorique, assisté par une AMDEC (Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité). L'accent est mis sur la famille des cellules lithium fer phosphate (LFP) utilisées comme batteries de traction dans les applications véhicules électriques.

L'objectif de la partie expérimentale de cette thèse est le développement d'un concept d'un outil de diagnostic pour la détermination rapide d'état de la batterie. Une expérience de vieillissement accélérée est réalisée avec un groupe de cellules LFP de haute capacité (70Ah). Les cellules sont analysées en utilisant des méthodes de mesure d'impédance dans les domaines temporel et fréquentiel. La Spectroscopie d'Impédance Electrochimique (SIE, ou EIS en anglais) s'est trouvée être un bon outil pour révéler des informations intéressantes sur l'état de santé (State-of-Health, SOH) de la batterie.

Des modèles de batterie sont utilisés pour l'interprétation des résultats de mesure. En comparant différents modèles du circuit équivalent (ECMs), un modèle est choisi. Ce modèle est utilisé pour la détermination du SOC et étendu pour la détermination du SOH. Un concept pour la détermination du SOH est développé, permettant une approximation de la capacité de la batterie dans une période de temps de moins de 30s, si les conditions de la batterie et d'environnement, comme la température et l'état de charge de la batterie, sont connus.

Yiming WU

N° 359

Directeur de thèse : Abdellatif MIRAOU

Laboratoire : IRTES-SeT

Soutenance : 13 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

"Long term performance prediction of proton exchange membrane fuel cells using machine learning method"

Les questions environnementales, en particulier le réchauffement de la planète en raison de l'effet de serre, est devenu de plus en plus critique au cours des dernières décennies. Candidate potentielle parmi les différentes solutions alternatives d'énergie verte pour le développement durable, la pile à combustible à membrane échangeuse de protons (PEMFC en anglais) a fait l'objet de nombreux travaux de recherche, dans les domaines de l'énergie et des transports. Les PEMFC peuvent produire de l'électricité directement à partir de la réaction électrochimique entre l'hydrogène et l'oxygène de l'air, avec comme seul sous-produits de l'eau et de la chaleur. Si l'hydrogène est produit à partir de sources d'énergie renouvelables, cette conversion de l'énergie est complètement écologique.

Cependant, la durée de vie relativement courte des PEMFC fonctionnant dans des conditions dynamiques (pour les véhicules, par exemple) empêche son utilisation massive. La prévision précise de leurs mécanismes de vieillissement peut ainsi aider à concevoir des modèles de maintenance appropriés des PEMFC en fournissant des informations prévisibles sur la dégradation des performances. De plus, la prédiction pourrait également contribuer à atténuer la dégradation indésirable des systèmes PEMFC en cours d'exploitation. Ces travaux proposent une nouvelle approche guidée par les données pour prédire la dégradation des performances des PEMFC en utilisant une méthode d'apprentissage améliorée (Relevance Vector Machine : RVM).

Tout d'abord, la description théorique des PEMFC en fonctionnement est présentée. Ensuite, une illustration détaillée de l'impact des conditions opérationnelles sur la performance des PEMFC est exposée, ainsi que des mécanismes de dégradation de chaque composant des PEMFC.

Une méthode de prédiction de performance en utilisant la RVM améliorée est ensuite proposée et démontrée. Les résultats de prédiction basés sur des zones d'apprentissage différentes à partir des données historiques sont également discutés et comparés avec les résultats de prédiction utilisant les machines à vecteurs de support (Support Vector Machine : SVM).

En outre, une méthode de prédiction RVM à noyau auto-adaptatif (Self-Adaptive Kernel) est présentée. La matrice de conception de la formation du RVM est également modifiée afin d'acquérir une plus grande précision lors de la prédiction. Les résultats de la prévision sont illustrés et discutés en détails.

En résumé, ces travaux permettent de discuter principalement de l'analyse de la prédiction de la performance des PEMFC en utilisant des méthodes d'apprentissage statistique.

Nan KANG

N° 360

Directeur de thèse : Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 14 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Génie Electrique

Elaboration "in-situ" par mélange de poudres de composites à matrice métallique au cours du processus de fabrication additive"

La micro fusion laser d'un lit de poudre (SLM) permet la réalisation de pièces complexes avec des microstructures fines. Cette technologie présente de nombreux avantages mais se heurte encore à une faible disponibilité des poudres d'alliages. En SLM, la pièce est d'abord conçue par CAO (conception assistée par ordinateur), puis construite couche par couche avec un faisceau laser commandé par un ordinateur. Dans ce cadre, le travail effectué dans cette thèse a consisté à étudier et à développer une nouvelle méthode pour réaliser des pièces en alliages et en composites à partir de mélanges de poudres élémentaires, ouvrant ainsi la voie à une grande variété de compositions.

Au niveau expérimental le choix s'est porté sur le système aluminium-silicium avec différentes teneurs en silicium (12, 18 et 50% en poids). L'effet de l'ajout d'un champ magnétique statique a aussi été proposé comme un outil supplémentaire de contrôle de la microstructure.

Dans le processus de fabrication de pièces par SLM la puissance du laser et la vitesse de balayage déterminent au premier chef la densité, la microstructure, la composition des phases et les propriétés mécaniques du produit. Une analyse systématique de l'effet de ces paramètres sur l'alliage Al - Si fabriqué par SLM à partir de mélanges de poudres est présentée. Des alliages ont été ainsi obtenus pour plusieurs domaines de composition visés correspondant à des applications pratiques (structures légères, système tribologique, emballage électronique, ...). Les microstructures fines obtenues grâce à la solidification rapide des matériaux fondus conduit à des propriétés qui se comparent de façon favorable à celles obtenues avec les techniques classiques d'élaboration et de mise en œuvre.

Didier FORGEOUX

N° 361

Directeurs de thèse : Alain BILLARD / Pascal BRIOIS

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 15 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

"Application des structures bainitiques par transformation isotherme et d'un traitement de surface adapté aux vis à haute résistance "

La fragilité reconnue des fixations mécaniques conduit à limiter leur utilisation à 1000 MPa afin d'éviter les risques de rupture fragile par hydrogène, que celui-ci soit d'origine interne ou externe. Connue sur des produits plats de faible épaisseur (clips), la microstructure bainitique obtenue lors de la trempe dans un bain de sels ne présente pas de fragilité liée à l'hydrogène. Cette étude vise à apporter aux industriels les connaissances nécessaires à l'application de ce procédé à des pièces massives.

Au-delà de sa résistance à l'hydrogène, seule la microstructure constituée de bainite inférieure peut satisfaire aux exigences de propriétés mécaniques attendues dans les fixations. L'outil d'optimisation de la composition chimique de l'acier créé permet d'intégrer les critères propres à la transformation de l'austénite en bainite inférieure par trempe isotherme dans un bain de sels mais aussi de prendre en compte l'aptitude de l'acier à être déformé à froid après un recuit d'adoucissement préalable.

La caractérisation de la sensibilité à l'hydrogène faite sur des goujons après chargement à saturation en hydrogène montre qu'à 1370 MPa, l'acier à structure bainitique ne présente pas de rupture fragile par l'hydrogène comparé au même acier à structure martensitique revenue qui est systématiquement fragile. En parallèle, parmi les alliages ternaires Al-Zr-Zn déposés par un procédé de dépôt physique en phase vapeur, il a été possible d'identifier une nuance sacrificielle dont l'effet protecteur vis-à-vis des fixations devra encore faire l'objet d'investigations.

Delphine AUSSAVY

N° 362

Directeurs de thèse : Alain BILLARD / Pascal BRIOIS

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 15 décembre 2016

Lieu d'inscription: UTBM

Spécialité: Matériaux

**"Processing characterization and modeling of thermomechanical properties of threee
abradable coatings: NiCrAl-bentonite, CoNiCrAlY-BN-polyester, and YSZ-polyester"**

L'objectif de ces travaux a été d'estimer les propriétés thermomécaniques des revêtements abrasables. Les matériaux abrasables sont des structures fortement hétérogènes et le but a été de considérer leurs microstructures détaillées. L'intérêt de ces travaux a été de passer outre la difficulté de leur dimensionnement lors de l'élaboration des couches. Trois revêtements abrasables ayant différentes natures et différentes microstructures ont été étudiées, la complexité de leur microstructure était différente les unes des autres. Leurs propriétés ont été déterminées par une méthode de modélisation 2D appliquée directement pixel par pixel pour prendre en considération la microstructure détaillée. Afin de valider la méthode de modélisation, les résultats calculés ont été couplés et comparés à des valeurs expérimentales. Deux méthodes de modélisations ont été appliquées : une méthode conventionnelle; avec une image des revêtements représentant les détails de la microstructure aussi bien que la microstructure dans sa globalité ainsi qu'une méthode de modélisation 2-échelles, avec une première échelle représentant les détails de la microstructure de la matrice et une seconde échelle représentant le revêtement global et notamment la distribution des plus gros pores.

Une des conclusions principales de ces travaux est la suivante : Si la complexité du matériau augmente, le nombre d'échelle nécessaire pour décrire la microstructure réelle augmente. La méthode de modélisation 2 échelles a été validée à travers la comparaison entre les valeurs calculées et les résultats expérimentaux. Ces travaux ont aidé à obtenir un outil pour sélectionner digitalement les microstructures les plus prometteuses pour les applications d'abrasabilité. Ceci permet de réduire le nombre de tests expérimentaux à effectuer. Ces tests expérimentaux sont plus longs à mettre en œuvre et coûtent plus cher. C'est un outil support quant au développement des structures abrasables.

Yingchun XIE

N° 363

Directeurs de thèse : Marie-Pierre PLANCHE/Philippe HERVE

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 16 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Etude de la déformation particule/substrat au mécanisme de liaison en projection à froid "

La projection à froid, aussi appelée cold spray, est considérée comme un nouveau membre de la famille de la projection thermique depuis une trentaine d'années maintenant. Cette thèse propose d'étudier le comportement en déformation des particules et du substrat et de mettre en avant les liaisons formées dans le revêtement par deux approches complémentaires, expérimentale et de simulation.

Une méthode innovante pour observer directement la surface fracturée des particules déposées après décollement du substrat a été testée avec succès. Par ce moyen, la surface de contact entre particule et substrat sous différentes conditions a été analysée.

Concernant les résultats expérimentaux, une nouvelle théorie a été proposée pour expliquer le mécanisme de liaison interfaciale d'un revêtement dur de Ni sur substrat mou d'Al reposant sur l'effet de martelage répété des particules, sur l'effet de pression du gaz principal et sur l'effet de préchauffage du substrat. La transformation du mécanisme de liaison revêtement/substrat au cours de la construction du dépôt a été mise en évidence en passant du verrouillage mécanique à une combinaison d'une liaison mécanique et d'une liaison métallurgique, puis à la formation d'instabilités sous forme d'un mélange tourbillonnaire à l'interface. Plus de zones de liaisons métallurgiques sont générées sous forte pression, une plus grande déformation plastique apparaît grâce la température de préchauffage, et une adhérence plus forte au sein des dépôts est capable de se produire en dépit de la présence d'un film d'oxyde épais sur la surface du substrat.

Chaoyue CHEN

N° 364

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Sihao DENG

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 16 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Recherche et réalisation du système assistant de la programmation hors-ligne en projection thermique "

La technologie de programmation hors-ligne permet la génération de la trajectoire complexe en projection thermique. Dans le laboratoire du LERMPS, une extension logicielle appelée « Thermal Spray Toolkit » (T.S.T.) a été développée pour assister la programmation hors-ligne dans le domaine de projection thermique. Cependant, les efforts sont encore attendus pour améliorer sa fonctionnalité. Donc, l'objectif de cette thèse est d'améliorer l'application de la programmation hors-ligne en projection thermique. Selon la procédure d'application, les travaux de cette thèse se composent de trois parties.

Premièrement, les efforts sont dévoués à l'amélioration du module « PathKit » dans T.S.T., afin d'optimiser la fonctionnalité de la génération de la trajectoire. L'algorithme pour la génération de la trajectoire sur le substrat courbe a été étudié pour assurer le pas de balayage constant. Une nouvelle trajectoire « spirale d'Archimède » a été développée pour réparer les défauts par la projection à froid. La réparation sur une pièce d'aluminium avec un défaut a été réalisée pour valider la trajectoire spirale d'Archimède.

Deuxièmement, les modélisations ont été développées pour simuler l'épaisseur du dépôt en 2D et en 3D. Puis, ils sont intégrés dans le logiciel RobotStudio™ comme un module individuel dit « ProfileKit ». Dans le « ProfileKit 2D », il peut évaluer les effets des paramètres opératoires sur le profil du dépôt et puis optimiser les paramètres. Dans le « ProfileKit 3D », l'épaisseur du dépôt peut être simulée selon la trajectoire du robot et la cinématique du robot. Les fonctionnalités sont validées par un dépôt de forme trapézoïdal élaboré par la projection à froid avec les pas de balayage variés.

Dernièrement, l'analyse cinématique du robot a été étudiée pour optimiser la performance du robot pendant le processus de projection. Afin de mieux évaluer la performance du robot, un paramètre « overall parameter » (OP), la moyenne pondérée d'écart-type de la vitesse articulaire est introduit pour mesurer la complexité de la trajectoire du robot. Ensuite, l'optimisation du montage de la torche ainsi que l'optimisation de la disposition de la pièce sont étudiées par l'analyse cinématique du robot et le paramètre OP. Le résultat montre que l'optimisation cinématique peut efficacement améliorer la performance du robot pour maintenir la vitesse prédéfinie.

Jean-Baptiste DEVILLERS

N° 365

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO/Christian CODDET

Laboratoire : IRTES-LERMPS

Soutenance : 16 décembre 2016

Lieu d'inscription : UTBM

Spécialité : Matériaux

" Contribution à la maîtrise de l'application du procédé de projection thermique arc-fil rotatif en environnement confiné"

Le contexte du marché automobile actuel est conditionné par deux facteurs principaux : la prise de conscience de l'impact sur l'écologie de ce mode de transport et une concurrence mondiale exacerbée. Ainsi, de nombreuses études soulignent l'intérêt de concevoir des moteurs dont le ratio puissance sur masse soit maximisé (Down Sizing).

Ainsi les carters-cylindres traditionnellement réalisés en fonte pour des raisons de comportement tribologique sont reconçus pour être fabriqués à partir d'alliages d'aluminium. Ces derniers apportent un gain de masse au groupe motopropulseur mais présentent de piètres propriétés tribologiques. Pour pallier ce défaut, des chemises en fonte sont généralement insérées dans les blocs lors de leur coulée. Toutefois cette solution n'est pas optimale et les procédés de projection thermique sont de plus en plus mis en œuvre pour remplacer ces chemises par une mince couche protectrice qui sera en contact avec les segments.

Dans ce contexte ce travail se focalise sur l'application du procédé de projection thermique arc-fil rotatif pour le dépôt de revêtements en acier sur la paroi interne des fûts de carters-cylindres. L'objectif principal est de contribuer à cerner les mécanismes physiques reliant les paramètres de projection et les propriétés des revêtements. Des investigations ont été menées sur les différentes étapes de la vie des particules : les mécanismes d'atomisation ont été observés et quantifiés, les comportements à l'étalement des particules et les modes de refroidissement des lamelles ont été déterminés au moyen d'analyses des phases cristallines et les effets des paramètres opératoires sur la structure des dépôts ont été évalués. L'ensemble apporte ainsi de nouveaux éléments pour la maîtrise de l'application de la projection thermique à l'arc-fil en milieu confiné et des pistes sont proposées pour optimiser les propriétés des dépôts.

Jinjian LI

N° 366

Directeurs de thèse : Abdellah EL MOUDNI / Mahjoub DRIDI

Laboratoire : Nanomédecine

Soutenance : 07 février 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique

" Modélisation et contrôle du trafic aux intersections intelligentes : L'optimisation du temps de retard et de la consommation de carburant "

La congestion du trafic dans nos villes est un problème qui entrave la qualité de vie. L'intersection est un endroit où les congestions se produisent le plus fréquemment. Par conséquent, au lieu d'étendre les infrastructures, il serait plus intéressant économiquement de s'occuper de la résolution du problème des retards en développant les stratégies de contrôle de la circulation.

Les travaux de cette thèse concernent l'étude des intersections dites « intelligentes » dépourvues de feux de signalisation, et où la coopération est réalisée à partir de la communication véhicule-infrastructure (V2I). L'objectif étant de proposer une modélisation coopérative de ces intersections visant à réduire à la fois les temps de retards et la consommation de carburant.

La méthode de résolution du problème comporte deux volets principaux. Le premier volet concerne l'itinéraire devant être choisi par les véhicules pour arriver à leur destination à partir d'un point de départ. Le deuxième volet étant les procédures coopératives proposées afin de permettre aux véhicules de passer rapidement et économiquement à travers chaque intersection. D'une part, selon les informations envoyées en temps réel par les véhicules via la communication V2I à l'intérieur d'une zone de communication, chaque intersection exécute un algorithme soit de « Programmation Dynamique » soit de « Colonie d'Abeilles Artificielles » suivant la taille du trafic et ceci afin de donner aux véhicules l'ordre de passage minimisant le temps de retard dans les intersections. D'autre part, et après avoir reçu l'ordre de passage, chaque véhicule doit calculer son profil optimal de vitesse lui assurant une consommation minimale de carburant.

Une série de simulations a ainsi été exécutée sous différents volumes de trafic afin de montrer la robustesse et la performance des méthodes proposées. Les résultats ont aussi été comparés avec d'autres méthodes de contrôle de la littérature et leur efficacité a ainsi été validée.

Bofei CHEN

N° 367

Directeur de thèse : Franck GECHTER

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 10 février 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

"Un modèle de contrôle coopératif multi-agent appliqué à la gestion de trains de véhicules"

L'utilisation de véhicules individuels est de plus en plus importante dans les centres-villes. Ceci entraîne de nombreux effets secondaires tels que la pollution, l'embouteillage et une augmentation des accidents. Les technologies liées au développement des véhicules intelligents ont pour but de surmonter ces problèmes. Certaines des solutions proposées sont déjà accessibles au grand public, telles que les systèmes de préventions des collisions ou les aides aux maintiens dans les files de circulation... Actuellement, de nombreux travaux se concentrent sur la recherche de solutions adaptées et acceptables à ces problèmes et notamment sur la gestion des embouteillages. Les solutions proposées permettent de résoudre le problème du trafic, que ce soit au niveau du système, en se concentrant sur la gestion de feux de circulation ou au niveau individuel en offrant aux véhicules de meilleurs systèmes de contrôle et de perception visant à réduire le temps de réponse et / ou à accroître la capacité des routes.

Du point de vue des véhicules, l'une des solutions les plus prometteuses est de regrouper les véhicules en convoi (trains de véhicules ou platoon). Deux principales tendances peuvent être trouvées dans la littérature. D'un côté, les approches globales sont basées sur un référentiel commun, généralement lié au lieu d'évolution des véhicules, et partagé par tous les véhicules du train. Ensuite, chaque véhicule se comporte en prenant en compte cette référence partagée qui peut être soit la trajectoire du premier véhicule du train, soit une trajectoire de référence construite au préalable. La seconde catégorie dite de type approche locale est basée sur les capacités de perception locales des véhicules. Dans ce cadre, certaines méthodes, basées sur des algorithmes de contrôle classiques ou sur des liaisons d'interaction physiques et inter-véhicules, sont développées.

Malgré de nombreux travaux sur ce sujet, qui se concentrent principalement sur le contrôle des véhicules individuels, peu d'entre eux considèrent le contrôle de convoi d'un point de vue système de transport. Or, ce point de vue système est particulièrement important lorsque plusieurs convois doivent partager le réseau routier et se rencontrer à des nœuds critiques tels que carrefours et ronds-points. Cette problématique introduit de nouveaux défis tels que: 1) l'organisation des véhicules en trains de véhicules, 2) les interactions entre les trains de véhicules et 3) les stratégies de partage de l'infrastructure routière efficaces, fiables et sûres. Résoudre ces problèmes permettra alors d'envisager la solution train de véhicules comme un bon candidat pour résoudre les problèmes de flux de trafic au niveau du système de transport.

Le but de cette thèse est de proposer une approche basée sur le paradigme multi-agent se focalisant sur les problématiques liées aux intersections entre des trains de véhicules. Ainsi, nous proposons un modèle de contrôle coopératif reposant sur des processus décisionnels multi-niveaux. Ce contrôle permet à la fois de préserver la cohérence et la sécurité de chaque train de véhicule et d'adapter leur comportement de manière à rendre efficace le partage de l'infrastructure. Le modèle proposé est divisé en trois niveaux différents: au niveau du train, au niveau véhicule et au niveau composant de la chaîne de contrôle/commande. Cette thèse se focalise principalement sur les deux premiers niveaux. Ainsi, le processus décisionnel du train prend ses informations au niveau des autres trains et de ses constituants et envoie des requêtes au niveau véhicule. Le processus décisionnel au niveau véhicule fusionne les informations locales de sa perception propre et celles fournies par le train et produit des consignes appliquées par le niveau contrôle/commande. Cette thèse étudie également les possibilités de reconfiguration dynamique des trains en utilisant les intersections.

Renye CAI

N° 368

Directeurs de thèse : François PEYRAUT / Zhi-Qiang FENG / Frédéric HOLWECK

Laboratoire : ICB

Soutenance : 13 mars 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

"Densités d'énergie de déformations originales pour la modélisation des tissus biologiques mous anisotropes"

Cette thèse a porté sur la construction de densités d'énergie de déformation permettant de décrire le comportement non linéaire de matériaux anisotropes tels que les tissus biologiques souples (ligaments, tendons, parois artérielles etc.) ou les caoutchoucs renforcés par des fibres. Les densités que nous avons proposées ont été élaborées en se basant sur la théorie mathématique des polynômes invariants et notamment sur le théorème de Noether et l'opérateur de Reynolds. Notre travail a concerné deux types de matériaux anisotropes, le premier avec une seule famille de fibre et le second avec quatre familles. Le concept de polyconvexité a également été étudié car il est notoire qu'il joue un rôle important pour s'assurer de l'existence de solutions. Dans le cas d'un matériau comportant une seule famille de fibre, nous avons démontré qu'il était impossible qu'une densité polynomiale de degré quelconque puisse prédire des essais de cisaillement avec un chargement parallèle puis perpendiculaire à la direction des fibres. Une densité polynomiale linéaire combinée avec une fonction puissance a permis de contourner cet obstacle. Dans le cas d'un matériau comportant quatre familles de fibre, une densité polynomiale a permis de prédire correctement des résultats d'essai en traction bi-axiale extraits de la littérature. Les deux densités proposées ont été implémentées avec la méthode des éléments finis et en langage C++ dans le code de calcul universitaire FER. Pour se faire, une formulation lagrangienne totale a été adoptée. L'implémentation a été validée par des comparaisons avec des solutions analytiques de référence que nous avons exhibée dans le cas de chargements simples conduisant à des déformations homogènes. Des exemples tridimensionnels plus complexes, impliquant des déformations non-homogènes, ont également été étudiés.

Yongliang QIAO

N° 369

Directeurs de thèse : Yassine RUCHEK / Cindy CAPPELLE

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 03 avril 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

"Localisation visuelle basée sur la reconnaissance du lieu dans les environnements changeants"

Dans de nombreuses applications, il est crucial qu'un robot ou un véhicule se localise, notamment pour la navigation ou la conduite autonome. Cette thèse traite de la localisation visuelle par des méthodes de reconnaissance de lieux. Le principe est le suivant: lors d'une phase hors-ligne, des images géo-référencées de l'environnement d'évolution du véhicule sont acquises, des caractéristiques en sont extraites et sauvegardées. Puis lors de la phase en ligne, il s'agit de retrouver l'image (ou la séquence d'images) de la base d'apprentissage qui correspond le mieux à l'image (ou la séquence d'images) courante. La localisation visuelle reste un challenge car l'apparence et l'illumination changent drastiquement en particulier avec le temps, les conditions météorologiques et les saisons. Dans cette thèse, on cherche alors à améliorer la reconnaissance de lieux grâce à une meilleure capacité de description et de reconnaissance de la scène. Plusieurs approches sont proposées dans cette thèse:

- 1) La reconnaissance visuelle de lieux est améliorée en considérant les informations de profondeur, de texture et de forme par la combinaison de plusieurs de caractéristiques visuelles, à savoir les descripteurs CSLBP (extraits sur l'image couleur et l'image de profondeur) et HOG. De plus l'algorithme LSH (Locality Sensitive Hashing) est utilisée pour améliorer le temps de calcul;
- 2) Une méthode de la localisation visuelle basée sur une reconnaissance de lieux par mise en correspondance de séquence d'images (au lieu d'images considérées indépendamment) et combinaison des descripteurs GIST et CSLBP est également proposée. Cette approche est en particulier testée lorsque les bases d'apprentissage et de test sont acquises à des saisons différentes. Les résultats obtenus montrent que la méthode est robuste aux changements perceptuels importants;
- 3) Enfin, la dernière approche de localisation visuelle proposée est basée sur des caractéristiques apprises automatiquement (à l'aide d'un réseau de neurones à convolution) et une mise en correspondance de séquences localisées d'images. Pour améliorer l'efficacité computationnelle, l'algorithme LSH est utilisé afin de viser une localisation temps-réel avec une dégradation de précision limitée.

Feng YANG

N° 370

Directeurs de thèse : Abderrafiaa KOUKAM / Franck GECHTER / Robin ROCHE

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 03 avril 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

"Modélisation et simulation orientée agent d'un système de gestion intelligente de la charge de batteries"

Les avancées scientifiques et technologiques en matière de stockage d'énergie ont permis le développement d'appareils mobiles énergétiquement autonomes, tels que les smartphones et les véhicules électriques (EVs). Dans ces dispositifs, l'énergie est habituellement stockée sous forme électrochimique, souvent dans des batteries au lithium.

Par rapport aux batteries au plomb classiques, les piles au lithium ont une densité d'énergie élevée, un faible taux d'auto-décharge et sont plus respectueuses de l'environnement. Cependant, ces batteries doivent être couplées avec des systèmes électroniques de gestion des batteries (SGBs), chargés d'en assurer la performance et

la sécurité. En effet, la performance du « pack » batterie peut être affectée par de multiples mécanismes liés, par exemple, au vieillissement, aux défauts ou aux conditions de fonctionnement et ayant pour impact une réduction importante de l'autonomie du système. Grâce à un contrôle approprié de la structure de la batterie, un SGB est capable de compenser certains de ces mécanismes. De même, d'un point de vue sécurité, un SGB peut aider à prévenir les incendies et d'autres risques en isolant les éléments défectueux du reste du pack.

Le sujet de cette thèse porte sur le développement d'un SGB innovant et adaptatif capable de prendre en compte des attentes des utilisateurs en matière de performance et de sécurité. Le SGB proposé s'appuie sur un mécanisme décisionnel distribué basé sur le paradigme des systèmes multi-agents (SMA), dans lequel chaque cellule est considérée comme un agent. Le mécanisme décisionnel proposé repose sur une topologie de câblage dédiée associée à des stratégies de communication et de contrôle adaptées. L'approche proposée améliore l'adaptabilité, la résilience et les performances du système et permet la reconfiguration de la topologie du paquet pour isoler des cellules défectueuses et, le cas échéant, utiliser des cellules de rechange pour recréer une structure de paquets complète ou équilibrer l'énergie entre les cellules. Le SGB permet ainsi une meilleure tolérance aux pannes de l'ensemble, ainsi que l'augmentation de son endurance démontrant ainsi une performance plus élevée que celle obtenue par des SGB classiques.

Afin d'évaluer la validité des travaux proposés, une plate-forme de co-simulation est développée afin de valider expérimentalement la solution proposée. Trois catégories des tests ont été réalisées pour valider la fonction d'équilibrage des cellules, la fonction de tolérance aux pannes, et l'intégration de ces deux fonctions dans un système unique. Les tests ont également été exécutés avec un pack batterie de grande taille afin d'évaluer l'évolutivité de l'approche. Les résultats des simulations montrent que la méthode proposée est opérationnelle et fonctionne comme prévu. Bien que les coûts attendus soient plus élevés que pour les méthodes traditionnelles, l'approche proposée pourrait être utilisée pour des applications spécifiques où une fiabilité et une performance élevées sont nécessaires, comme pour les applications militaires par exemple.

Zhao ZHANG

N° 371

Directeur de thèse : Omar EL KEDIM

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 07 avril 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux

"Elaboration par mécanosynthèse et caractérisation des propriétés de stockage électrochimique d'hydrogène d'alliages Ti-Mg-Ni : application en vue de leur utilisation comme électrode négative d'accumulateur Ni-MH. "

Le stockage de l'hydrogène est l'un des plus grands problèmes techniques qui restreignent l'application pratique de l'hydrogène. Les hydrures métalliques sont considérés comme la solution principale à ce problème puisqu'ils peuvent absorber et désorber de façon réversible une grande quantité d'hydrogène sous une température et une pression modérées. Par ailleurs, les hydrures métalliques utilisés comme électrodes négatives dans les accumulateurs Nickel-Métal Hydrure (Ni-MH) sont également les composants clés des performances de ces derniers. Dans cette thèse, les alliages métalliques $TiMgNi_x$, $MgTi_{1-x}Ni_x$ et $TiMg_{1-x}Ni_x$ ont été synthétisés par broyage mécanique à partir de poudres élémentaires. La microstructure et les transformations de phase des échantillons préparés ont été caractérisées par DRX, MEB et MET (avec microanalyse EDS).

Les propriétés d'hydrogénation ont été mesurées par réaction d'hydrogène solide-gaz et par des essais électrochimiques. Un diagramme de composition-capacité 3D a été établi sur la base du diagramme de phase ternaire Ti-Mg-Ni. Un procédé de broyage en deux étapes a été mis en œuvre pour améliorer les performances électrochimiques des alliages Ti-Mg-Ni.

De plus, les alliages $TiNi_{1-x}Cu_x$ ont été synthétisés par broyage mécanique et ensuite recuits. L'influence de la substitution du nickel par le cuivre sur la structure et les propriétés électrochimiques est étudiée en utilisant une double approche: expérimentale et par simulation. Les résultats obtenus par la théorie de la fonctionnelle de la densité (DFT) en utilisant le programme CASTEP montrent que l'enthalpie de formation et l'énergie d'adsorption de l'hydrogène de la phase pseudo-binaire Ti (Ni, Cu) sont en bon accord avec les résultats expérimentaux.

Xuguang HAO

N° 372

Directeurs de thèse : Rachid BOUYEKHF / Abdeljalil ABBAS-TURKI

Laboratoire : Nanomédecine

Soutenance : 21 avril 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique

"Contribution à l'intersection coopérative : commandes longitudinale et latérale."

L'amélioration de la fluidité du trafic aux intersections a reçu une attention particulière depuis près d'un siècle. Avec la perspective de véhicules contrôlés et communicants, la régulation aux intersections connaît un nouvel essor. Dans cette thèse nous nous intéressons à la régulation coopérative des intersections par la synchronisation des vitesses. Afin d'éviter des arrêts inutiles aux intersections, les véhicules régulent leur vitesse en fonction non seulement des véhicules qui les devancent sur la même voie mais aussi des véhicules prioritaires provenant des autres voies en conflit. La synchronisation des vitesses grâce à la communication sans-fil a plusieurs avantages mais pour les exploiter pleinement, il est nécessaire d'aborder les problématiques des commandes longitudinale et latérale des véhicules.

En ce qui concerne la commande longitudinale, la thèse s'intéresse à deux problématiques. Pour des raisons évidentes de sécurité, les délais de communication sans-fil avec les véhicules des autres voies, à savoir hors de la portée des capteurs, doivent être pris en compte. Pour ce faire, la commande longitudinale adoptée est une fonction non linéaire qui considère un temps maximal de communication et une borne de décélération. Si les contraintes ne sont pas respectées, la fonction déclenche l'arrêt du véhicule. Etant donné que les résultats de simulations sont concluants dans des cas extrêmes, la thèse aborde la problématique de fluidité du trafic à base de la commande proposée. En effet, le comportement du trafic dépend du choix du lieu où commence la synchronisation des vitesses. La thèse discute les deux approches classiques et propose une solution intermédiaire. Sur un circuit sous la forme d'un huit, l'approche proposée permet de réduire considérablement le recours au freinage contrairement aux deux autres approches actuelles.

En ce qui concerne la commande latérale, l'intersection pose deux problèmes. Le premier est la limite du champ de vision à cause des courbures serrées des mouvements tournant et la deuxième est le délai du traitement par les caméras. Dans ce sens, la thèse propose une commande basée sur le calcul de la courbure de Frenet couplé à la correction des écarts. Le suivi des courbures et la correction sont tous les deux déduits à partir du mouvement circulaire induit par l'angle du volant. Les avantages de cette approche par rapport aux approches classiques (LQRwFF et Stanley) sont d'une part, de ne pas être gourmande en termes de champs de vision nécessaire et d'autre part d'avoir des contraintes temps-réels plus souples que les approches de la littérature. La comparaison avec les techniques actuelles démontre que notre approche, dans des conditions de circulation urbaine est capable de résister à des temps d'échantillonnage plus longs contrairement aux deux autres avec une visibilité plus faible.

Abdelhak ELMOSTAIN

N° 373

Directeurs de thèse : Robert BELOT / Pierre LAMARD

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 27 avril 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Histoire

**"L'industrie de la distillation des alcools de bouche à Fougerolles de 1839 à 1940.
Capacité de résistance et dynamique socioéconomique des firmes familiales rurales. "**

Fougerolles est la capitale française du kirsch. Sa production s'est semi-industrialisée dès le début du XIXe siècle. D'abord activité complémentaire de l'agriculture fougerollaise, la distillation va se développer en faisant émerger, au milieu du XIXe siècle, de véritables entrepreneurs qui vont marquer le marché des alcools de bouche en France jusqu'au milieu du XXe siècle.

L'industrie de la distillation à Fougerolles s'est développée dans un marché des alcools de bouche très concurrentiel subissant régulièrement des contraintes économiques législatives et sociales et surtout, marqué par la confrontation entre les spiritueux et les boissons fermentées représentées par la boisson nationale, le vin. Cette confrontation aboutit à l'interdiction de la liqueur d'absinthe en 1915 et des liqueurs anisées au début des années 1940.

Dans ce contexte et à travers l'étude historique des trajectoires socio-économiques de deux firmes familiales rurales qui ont su tirer profit du savoir-faire local et de l'évolution des techniques de distillation, nous apportons un éclairage sur leur émergence, leur stratégies de développement, leur résistance, leur résilience et la pérennisation de leurs activités industrielles et commerciales entre 1839, année de l'installation dans la commune du précurseur de l'industrie de la distillation en Haute-Saône, Abel BRESSON, et 1940 avec l'instauration du régime de Vichy qui va durcir la lutte antialcoolique en interdisant, entre autres, les liqueurs anisées et la publicité sur les alcools de bouche.

Outre la dimension proprement théorique, notre thèse pourrait aussi s'inscrire dans une stratégie de redynamisation d'un territoire à travers la valorisation de son patrimoine industriel et de ses produits qui ont fait sa renommée au niveau national et international.

Aqil Mousa ALMUSAWI

N° 374

Directeur de thèse : Kokou Esso Nicolas ATCHOLI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 12 mai 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux

"Mise en œuvre et optimisation des propriétés d'une structure sandwich en matériaux biosourcés (fibres et bois de chanvre) avec une matrice en polystyrène expansé pour le bâtiment"

La fonctionnalisation croissante des matériaux de constructions ainsi que le besoin de gestion des ressources de l'humanité rendent les matériaux traditionnels à base de ciment moins performant.

De nouvelles structures de paroi peuvent être envisagées en optimisant le choix de matériaux et leurs agencements. Dans ce travail nous avons choisi d'évaluer une structure pouvant remplir toutes les fonctions d'une paroi type « maison individuelle » ceci en utilisant des matériaux à faible coût et en utilisant des procédés de fabrications classiques. Les matériaux choisis proviennent majoritairement d'une source agricole renouvelable, le chanvre et son sous-produit (la chènevotte) et du recyclage des déchets de polystyrène. Nous avons établi des relations entre différentes propriétés du composites obtenu et les paramètres du procédé en particulier sur la zone des hautes teneurs en renfort et jusqu'à 100%. Nous avons également préparé la phase d'optimisation numérique d'une structure sandwich alvéolaire en modélisant le procédé et les structures ainsi obtenue.

Djafar CHABANE

N° 375

Directeur de thèse : Abdesslem DJERDIR / Omar EL KEDIM

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 3 juillet 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Gestion énergétique d'un ensemble réservoir d'hydrogène à hydrure et une pile à combustible PEM"

Cette thèse porte sur les phénomènes inhérents au couplage d'un système de stockage d'hydrogène à base d'hydrures métalliques et d'une pile à combustible (PàC). Le but est de développer une loi de gestion optimale des flux (électriques, fluidiques, thermiques).

Une étude poussée a été réalisée sur les différents moyens de production de l'hydrogène ainsi que les différentes méthodes de son stockage. Une large place est donnée à la caractérisation des hydrures au sein du réservoir. Ce travail a permis le développement d'une nouvelle méthode de caractérisation pour des réservoirs à hydrure. Cette dernière a été mise en œuvre expérimentalement avec des processus de charges et de décharges effectués sur trois réservoirs contenant des hydrures différents. Compte tenu de la confidentialité du fabricant, plusieurs données n'étaient pas accessibles expérimentalement. Ainsi, un modèle numérique du réservoir à hydrure a été réalisé dans l'environnement Comsol multiphysics. Dans une volonté de modéliser le couplage thermique entre la PàC et le réservoir à hydrure, un modèle 0D dans l'environnement Matlab Simulink d'un système comportant une pile à combustible, un réservoir à hydrure et un échangeur de chaleur a été réalisé. Ces développements ont abouti à la proposition et l'étude de deux topologies pour la gestion des échanges thermiques entre la PàC et le réservoir à hydrure de type AB : topologie série et topologie parallèle. Dans la topologie série le même fluide caloporteur circule dans le réservoir et dans la PàC ce qui veut dire que les deux composants ont les mêmes températures de fonctionnement. Ceci peut causer des difficultés d'opération de la PàC qui nécessite généralement des températures de fonctionnement plus élevées que celles du réservoir. La topologie parallèle, apporte la solution à ce problème en offrant la possibilité de deux températures distinctes de fonctionnement pour la PàC et le réservoir.

Daming ZHOU

N° 376

Directeurs de thèse : Abdellatid MIRAOU / Fei GAO / Damien PAIRE / Alexandre RAVEY

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 28 septembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Modélisation et analyse multidimensionnelle d'une pile à combustible à Membrane échangeuse de proton "

Un des freins à la commercialisation de masse de la pile à combustible et notamment de la technologie à membrane échangeuse de proton vient de sa faible durée de vie due à la difficulté de contrôler le système sous certaines conditions. Pour pallier à ce problème, l'élaboration d'un modèle mathématique précis de la pile à combustible à membrane échangeuse de protons permettant d'observer les variables internes et l'état de la pile à combustible au cours de son fonctionnement permettrait le développement de la stratégie de contrôle du système.

Cette thèse propose d'élaborer un modèle dynamique multi-physique complet pour la pile à combustible à membrane échangeuse de protons. Le modèle proposé couvre les domaines multi-physiques pour les caractéristiques électriques, fluidiques et thermiques. Dans ces deux derniers domaines, les phénomènes transitoires sont notamment pris en compte dans le modèle proposé, tels que les comportements dynamiques de la teneur en eau de la membrane de la pile et la température. Par conséquent, ce modèle peut être utilisé pour analyser les effets de couplage des variables dynamiques entre différents domaines physiques.

Grace à ce modèle ainsi définit, un second modèle multi-physique bidimensionnel plus détaillé est également présenté. Le modèle proposé couvre les domaines électriques et fluidiques avec une approche de modélisation 2-D innovante. Les distributions spatiales de quantité physique dans le domaine électrique peuvent ainsi être obtenues. Par conséquent, ce modèle 2-D PEMFC peut être utilisé pour étudier les influences des paramètres de modélisation sur la prédiction de performance multidimensionnelle locale. Une étude expérimentale est effectuée pour valider le modèle 2-D proposé avec une pile commerciale PEMFC Ballard NEXA de 1,2 kW.

Dans un second chapitre, une analyse des phénomènes dynamiques est réalisée en fonction du modèle dynamique multidisciplinaire développé en s'appuyant sur la méthode RGA (gain relatif) pour diverses variables d'entrée de contrôle, afin d'analyser quantitativement les effets de couplage dans différents domaines physiques. L'étude s'intéresse entre autre aux interactions de la teneur en eau et de la température de la membrane. L'analyse de couplage présentée dans cette thèse peut aider les ingénieurs à concevoir et à optimiser les stratégies de contrôle des piles à combustible, en particulier pour la gestion de l'eau et de la chaleur dans les systèmes de piles à combustible.

Une deuxième analyse portant sur la sensibilité aux paramètres de l'étude est effectuée sur la base du modèle multidisciplinaire bidimensionnel développé. Ces résultats d'analyse de sensibilité globale fournissent des informations utiles pour la compréhension de la dégradation, le réglage des paramètres et la simplification du modèle des piles à combustible.

Dans un troisième temps, le modèle proposé se décline dans un algorithme de résolution mathématique en temps réel basé sur un algorithme de matrice tri diagonal efficace (TDMA). Les résultats expérimentaux démontrent les possibilités pratiques du modèle 2-D proposé pour le contrôle en temps réel avancé des systèmes de pile à combustible avec un temps de calcul de la boucle de contrôle de l'ordre de la milliseconde. Le temps d'exécution du modèle peut être quadruplé par rapport aux algorithmes séquentiels présentés dans la littérature; garantissant ainsi des décisions et des actions de contrôle rapide.

La mise en pratique du modèle proposé nous permet ensuite d'approfondir l'étude de cette thèse avec deux approches pronostiques différentes pour la prédiction de la dégradation des performances des cellules. Dans une première partie, une nouvelle approche pour la prédiction de la tension de sortie de la pile à combustible basée sur un modèle de vieillissement multi-physique avec filtre de particules et approche d'extrapolation de données est proposée. Trois validations expérimentales avec différents profils de test de vieillissement ont été réalisées. Les résultats de la prédiction démontrent que cette méthode basée sur la physique pourrait fournir des résultats de prédiction acceptables sous la condition d'échantillons de formation initiale limités.

Cependant, la méthode physique proposée est une méthode de pronostic à une étape, qui ne peut pas être directement utilisée dans les applications de pronostics en ligne. Afin de palier à ce problème, l'étude du développement d'une stratégie de prédiction basée sur l'itération est investiguée. Celle-ci permet de mettre à jour dynamiquement le résultat de la prédiction avec les données nouvellement mesurées de manière itérative afin de déterminer la prochaine étape de prédiction. À cette fin, une méthode de prédiction basée sur une fenêtre temporelle mobile est développée, afin de d'alimenter dynamiquement les entrées modèles lors du processus de prévision avec de nouvelles entrées de données. Trois validations expérimentales avec trois piles de piles différentes et différents profils de test de vieillissement ont été effectuées pour vérifier la précision et l'efficacité de la méthode hybride proposée.

Asmae HAMZAOUI

N° 377

Directeurs de thèse : Alain BILLARD / Frédéric SANCHETTE

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 29 septembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux

" Étude de faisabilité de capteurs d'effort piézoélectriques par technologie couche mince "

Les zirconates titanates de plomb (PZT) suscitent un intérêt considérable pour plusieurs applications industrielles, au regard de leurs excellentes propriétés piézoélectriques et électromécaniques. Le contexte actuel de l'innovation technologique est la miniaturisation et l'allègement des produits ; c'est pour cette raison que de nombreuses études sont menées depuis une vingtaine d'années sur les techniques et les procédés de synthèse de ces matériaux piézoélectriques sous forme de couches minces tout en garantissant une fiabilité accrue.

Dans ce contexte, l'étude menée dans le cadre de cette thèse, a visé l'optimisation du procédé d'élaboration de films minces piézoélectriques de PZT par pulvérisation cathodique magnétron en mode DC et en mode Rf, en vue d'obtenir des capteurs d'efforts piézoélectriques. La synthèse in situ et la cristallisation ex-situ des films élaborés, par recuit classique (CFA) ou recuit rapide (RTA) confirme une structure pérovskite du PZT, complétées par une série de caractérisations morphologiques et structurales. Les domaines ferroélectriques à l'origine des propriétés piézoélectriques sont correctement visualisés par PFM et le calcul du coefficient piézoélectrique d_{33} des couches synthétisées sur des substrats métalliques, est réalisé par interféromètre laser. En parallèle, une approche expérimentale est menée sur l'évolution des performances piézoélectriques des films de PZT d'une part en fonction du mode d'élaboration et d'autre part en fonction de la texturation des couches, assurée par des traitements thermiques de cristallisation.

Berk CELIK

N° 378

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUÏ / Robin ROCHE / David BOUQUAIN

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 29 septembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique

" Mécanismes de coordination pour la gestion de l'énergie électrique dans un quartier intelligent : planification de l'utilisation des ressources et partage local d'énergie "

La modernisation des réseaux électriques via ce que l'appelle aujourd'hui les réseaux intelligents (ou smart grids) promet des avancées pour permettre de faire face à une augmentation de la demande mondiale ainsi que pour faciliter l'intégration des ressources décentralisées. Grâce à des moyens de communication et de calcul avancés, les smart grids offrent de nouvelles possibilités pour la gestion des ressources des consommateurs finaux, y compris pour de petits éléments comme de l'électroménager. Cependant, ce type de gestion basée sur des décisions prises indépendamment peuvent causer des perturbations tels qu'un rebond de consommation, ou des instabilités sur le réseau. La prise en compte des interactions entre les décisions de gestion énergétique de différentes maisons intelligentes est donc une problématique naissante dans les smart grids.

Cette thèse vise à évaluer l'impact potentiel de mécanismes de coordination entre consommateurs résidentiels au niveau de quartiers, et ce à travers trois études complémentaires. Tout d'abord, une première stratégie pour la gestion coordonnée de maisons est proposée avec l'objectif d'augmenter l'utilisation locale d'énergie renouvelable à travers la mise en place d'échanges d'énergie électrique entre voisins. Les participants reçoivent en échange une compensation financière. L'algorithme de gestion est étudié dans une configuration centralisée et une configuration décentralisée en faisant appel au concept de système multi-agents, chaque maison étant représentée par un agent. Les résultats de simulation montrent que les deux approches sont efficaces pour augmenter la consommation locale d'énergie renouvelable et réduire les coûts énergétiques journaliers des consommateurs. Bien que l'approche décentralisée retourne des résultats plus rapidement, l'approche centralisée a une meilleure performance concernant les coûts.

Dans une seconde étude, deux algorithmes de gestion énergétiques à J-1 sont proposés pour un quartier résidentiel. Un modèle de tarification dynamique est utilisé, où le prix dépend de la consommation agrégée du quartier ainsi que d'une forme de tarification heures creuses-heures pleines. L'objectif est ici de concevoir un mécanisme de coordination plus avancé (par rapport au précédent), en permettant des échanges d'énergie renouvelable résiduelle au sein du quartier. La performance des algorithmes est étudiée sur une période d'une journée puis d'une année, en prenant ou non en compte les erreurs de prévision. D'après les résultats de simulation, les deux algorithmes proposés montrent de meilleurs performances que les méthodes de référence (sans contrôle, et algorithme égoïste), même en considérant les erreurs de prévision.

Enfin, dans une troisième étude, l'impact de l'introduction de production photovoltaïque résidentielle sur la performance d'un agrégateur est évalué, dans une configuration centralisée. L'agrégateur interagit avec le marché spot et le gestionnaire de réseau, de façon à proposer un nouveau modèle de tarification permettant d'influencer les consommateurs à agir sur leur consommation. Les résultats de simulation montrent quand le taux de pénétration de photovoltaïque résidentiel augmente, le profit de l'agrégateur diminue, du fait de l'autoconsommation dans le quartier.

Dans l'ensemble, les mécanismes de coordination ont des avantages à la fois au niveau des quartiers (réduction du pic de demande) que des maisons individuelles (réduction des coûts énergétiques). Un des résultats importants de ce travail est que quel que soit le type de maison et sa configuration (avec ou sans production et stockage), tous les consommateurs peuvent réduire leur facture énergétique, ce qui permet d'assurer un niveau minimum de participation des consommateurs. De plus, les méthodes présentées contribuent à la réduction des émissions de dioxyde de carbone en permettant une meilleure utilisation locale des énergies renouvelables ainsi qu'en diminuant le recours à des générateurs de pointe.

Michèle BODO

N° 379

Directeur de thèse : Sébastien ROTH

Laboratoire : ICB

Soutenance : 06 novembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Mécanique

" Étude de la réponse biomécanique du thorax soumis à des sollicitations dynamiques dans un contexte civil et militaire par la méthode des éléments finis "

L'étude des seuils de tolérance du corps humain aux impacts requiert des expérimentations sur des sujets humains vivants ou post-mortem, ce qui soulève naturellement des questions d'éthique. Pour pallier à ces limitations, le développement des outils numériques a conduit, au fil des dernières années à la mise en place des mannequins numériques plus ou moins capables de reproduire fidèlement le comportement mécanique du corps humain lorsqu'ils sont soumis à divers types de sollicitations. C'est dans ce contexte que le modèle de mannequin numérique HUByx (Hermaphrodite Biomechanics yx-model) a été développé au sein du département de recherche COMM du laboratoire ICB à l'UTBM.

Ce travail de thèse a pour but la validation et l'amélioration de la biofidélité de la partie thoracique du modèle HUByx, et vise à comprendre les mécanismes de lésions et à rechercher des critères de prédiction des lésions thoraciques à travers la reconstruction numérique des chargements violents dans des contextes civils et militaires. Des simulations numériques ont été réalisées dans le cadres des études de chutes libres de personnes, des impacts balistiques non-pénétrants de projectiles non létaux et dans le cadre du phénomène de l'explosion. De bonnes corrélations ont été obtenues entre les résultats numériques et expérimentaux, contribuant ainsi à renforcer la capacité du modèle HUByx à répondre de manière biofidèle aux différentes sollicitations auxquelles il est soumis.

Omar DIB

N° 380

Directeurs de thèse : Alexandre CAMINADA / Marie-Ange MANIER / Laurent MOALIC

Equipe : OPERA

Soutenance : 09 novembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

" Reroutage dynamique des passagers dans les réseaux de transport multimodaux "

La mobilité humaine s'organise de nos jours dans un contexte multimodal avec des systèmes de transport particulièrement complexes. Le nombre d'utilisateurs va croissant et de nouveaux modes de transport émergent jour après jour en même temps que de nouveaux comportements de mobilité. En conséquence, les utilisateurs se trouvent généralement confrontés à la nécessité de choisir entre plusieurs possibilités pour se rendre d'un point d'origine à leur lieu de destination. Dans le but de les aider à naviguer facilement à travers ces réseaux complexes, un système efficace d'information voyageurs doit être construit. Grâce à ce système, les opérateurs de transport cherchent non seulement à fournir des itinéraires optimaux, mais aussi des solutions efficaces et fiables en cas de perturbations.

En réalité, les passagers ne cherchent pas seulement à minimiser le temps de trajet. Ils ont aussi tendance à considérer d'autres critères tels que le confort et l'effort qu'il s'agit alors d'optimiser. Un système de routage efficace devrait donc tenir compte des préférences de chaque passager. En outre, les modes de transport sont souvent enclins à des retards. La prise en considération de l'incertitude est donc un aspect très important pour un calculateur d'itinéraires. Les itinéraires multimodaux proposés doivent non seulement être réalisables dans un cas statique, mais également suffisamment robustes face à des aléas. En outre, tout en intégrant des contraintes essentielles telles que la capacité limitée des véhicules, une attention particulière devrait aussi être accordée à la complexité temporelle des algorithmes de routage développés.

L'objectif principal de cette thèse est d'élaborer une formulation qui permet de représenter adéquatement un réseau de transport multimodal. En nous basant sur cette formulation, nous proposons plusieurs algorithmes de routage. Nous nous concentrons en particulier sur la résolution de problèmes de plus courts chemins dans un contexte mono/multicritère dans un réseau de transport dynamique et stochastique. Des métaheuristiques telles que les Algorithmes Génétiques (GA), la méthode de Recherche à Voisinage Variable (VNS) et les Algorithmes Mémétiques (MA) ont été utilisés pour fournir des résultats en temps réel.

La performance de calcul a été évaluée en résolvant des requêtes de routage à l'échelle du réseau de transport de la Région française Île-de-France. Les résultats indiquent que les nombreuses instances traitées ont été résolues dans un laps de temps raisonnable et que nos algorithmes de routage sont suffisamment performants pour être intégrés dans un calculateur d'itinéraire multimodal opérationnel.

Kabalan CHACCOUR

N° 381

Directeurs de thèse : Amir HAJJAM EL HASSANI / Emmanuel ANDRES / Rony DARAZI

Laboratoire : Nanomédecine

Soutenance : 20 novembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

" Élaboration du profil actimétrique de patients sensibles aux chutes pour détecter de manière précoce une possible chute "

La croissance et le vieillissement sont inévitables pour la race humaine. Chez les personnes âgées, le vieillissement est souvent accompagné par de nombreuses formes de maladies et de dangers dont les chutes qui affectent la qualité de vie et qui posent un enjeu socio-économique. Mais les chutes sont évitables. Les acteurs de santé, les scientifiques et les chercheurs combinent actuellement des efforts pour développer des systèmes de détection et de prédiction des chutes. Dans le contexte de la prédiction des chutes, l'objectif de cette thèse est d'élaborer le profil actimétrique des patients sensibles aux chutes afin de les alerter d'une possible chute. Ceci consiste principalement à développer un système capable de surveiller les paramètres de la marche des personnes durant leurs activités quotidiennes avec un minimum d'intrusivité. Dans une première contribution, nous avons proposé une classification générique des systèmes liés à la chute en fonction du déploiement de leurs capteurs. Nous avons distingué les systèmes portables, les systèmes non-portables et les systèmes qui combinent les deux. En se basant sur cette classification, nous avons proposé notre plateforme WMFL v1.0 dans une deuxième contribution. WMFL combine une chaussure équipée par des capteurs de force avec des dalles où nous avons intégrés des capteurs optiques infrarouges. La fusion de ces deux systèmes assure une prévention à l'intérieure et à l'extérieure des locaux. WMFL peut être aussi déployées dans une clinique. Dans une troisième contribution, nous avons proposé une méthode de prédiction des chutes en se basant sur l'analyse du déplacement du centre de pression (projeté du centre de masse) sur la surface plantaire du pied durant la marche. La méthode utilise la fenêtre glissante spatio-temporelle pour alerter le patient d'une chute potentielle et pour déterminer le risque de chute à la fin de la marche.

Lorenzo TADDEI

N° 382

Directeurs de thèse : Sébastien ROTH / Nadhir LEBAAL

Laboratoire : ICB

Soutenance : 23 novembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Mécanique

" Simulation numérique en dynamique rapide à l'aide de la méthode SPH (Smoothed Particle Hydrodynamics). Application à la biomécanique de l'impact"

Dans le cadre de la simulation numérique portant sur la prédiction de phénomènes complexes, la modélisation de la pénétration d'un corps à travers un solide reste un challenge. Ceci est d'autant plus vrai si le corps impacté comporte une épaisseur importante devant les dimensions du projectile. Notamment, dans le contexte de la biomécanique des chocs, l'investigation des traumatismes suite à une blessure par balle, par un moyen numérique, nécessite la modélisation d'une zone pouvant être de plusieurs dizaines de fois supérieure aux dimensions du projectile sur un temps extrêmement court (de l'ordre de quelques dixièmes de milli-seconde). Les méthodes numériques dites classiques comme les éléments finis sont limitées dans ce domaine, dû en particulier à des problèmes de distorsions de maillage. Ce travail de thèse tente donc d'apporter une contribution dans le cadre de la modélisation des impacts pénétrants en proposant l'utilisation d'une méthode alternative sans maillage, la méthode "Smoothed Particle Hydrodynamics" (SPH).

Méthode "Smoothed Particle Hydrodynamics, Impact Pénétrant, Biomécanique, Dynamique Rapide, Axisymétrie

Bertrand MARCONNET

N° 383

Directeurs de thèse : Samuel GOMES / Frédéric DEMOLY / Davy MONTICOLO

Laboratoire : ICB

Soutenance : 24 novembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences pour l'Ingénieur

" Contexte augmenté basé sur les prédictions pour une réutilisation efficace des connaissances métier en conception "

De nos jours, l'intégration et la réutilisation des connaissances dans la gestion du cycle de vie des produits restent un enjeu, surtout dès les premières phases de conception. En effet, au cours des dernières décennies, les efforts de recherche ont été concentrés sur l'acquisition de connaissances métier de manière à les réutiliser facilement pendant le processus de conception du produit. Cela a conduit à l'approche réussie du Design For X (DFX), mais les mécanismes de réutilisation des connaissances lors de la conception du produit restent actuellement encore limités, surtout lorsqu'il s'agit de pouvoir les réactiver efficacement. Depuis, les produits deviennent de plus en plus complexes et les principes de l'ingénierie concourante ont introduit de nombreuses contraintes, pour un meilleur équilibre entre chacune des phases du cycle de vie du produit. Les concepteurs ont besoin d'avoir une vision claire et être conscients des impacts de leurs décisions, en particulier au cours du processus de réutilisation des connaissances dans le développement de nouveaux produits. Pour surmonter ce problème, nous proposons une démarche ambitieuse s'appuyant sur la notion de prédiction dans la conception proactive du couple produit-process, afin de fournir au concepteur une vision du futur en combinaison avec les retours d'expérience du passé (connaissance) tout en assurant la sensibilisation des concepteurs (présent) à l'impact de leurs décisions de conception. Ainsi, l'objectif de ces travaux est de mettre en avant un nouveau concept appelé « contexte augmenté » qui consiste à superposer, de manière adéquate, les informations du contexte présent avec le futur. Le contexte en question s'est limité au domaine de la conception pour l'assemblage (DFA), avec l'exploitation de la gamme de montage en tant que futur contexte. Par conséquent, le fait de générer des prédictions, qui sont en lien avec la planification des différentes étapes du cycle de vie, permettra l'activation/la mise à jour de connaissances appropriées au cours des étapes de conception de produits, et donc de réduire considérablement les erreurs de conception.

Etienne THUILLIER

N° 384

Directeurs de thèse : Alexandre CAMINADA / Sid LAMROUS

Equipe : OPERA

Soutenance : 11 décembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

" Fusion de données hétérogènes pour l'extraction d'informations de mobilité: un problème multi-source, multi-échelle, et multi-modal"

Aujourd'hui c'est un fait, nous vivons dans un monde où les enjeux écologiques, économiques et sociétaux sont de plus en plus pressants. Au croisement des différentes lignes directrices envisagées pour répondre à ces problèmes, une vision plus précise de la mobilité humaine est un axe central et majeur, qui a des répercussions sur tous les domaines associés tels que le transport, les sciences sociales, l'urbanisme, les politiques d'aménagement, l'écologie, etc. C'est par ailleurs dans un contexte de contraintes budgétaires fortes que les principaux acteurs de la mobilité sur les territoires cherchent à rationaliser les services de transport, et les déplacements des individus. La mobilité humaine est donc un enjeu stratégique aussi bien pour les collectivités locales que pour les usagers, qu'il faut savoir observer, comprendre, et anticiper.

Cette étude de la mobilité passe avant tout par une observation précise des déplacements des usagers sur les territoires. Aujourd'hui les acteurs de la mobilité se tournent principalement vers l'utilisation massive des données utilisateurs. L'utilisation simultanée de données multi-sources, multi-modales, et multi-échelles permet d'entrevoir de nombreuses possibilités, mais cette dernière présente des défis technologiques et scientifiques majeurs. Les modèles de mobilité présentés dans la littérature sont ainsi trop souvent axés sur des zones d'expérimentation limitées, en utilisant des données calibrées, etc. et leur application dans des contextes réels, et à plus large échelle est donc discutable. Nous identifions ainsi deux problématiques majeures qui permettent de répondre à ce besoin d'une meilleure connaissance de la mobilité humaine, mais également à une meilleure application de cette connaissance. La première problématique concerne l'extraction d'informations de mobilité à partir de la fusion de données hétérogènes. La seconde problématique concerne la pertinence de cette fusion dans un contexte réel, et à plus large échelle. Nous apportons différents éléments de réponses à ces problématiques dans cette thèse. Tout d'abord en présentant deux modèles de fusion de données, qui permettent une extraction d'informations pertinentes. Puis, en analysant l'application de ces deux modèles au sein du projet ANR Norm-Atis.

Dans cette thèse, nous suivons finalement le développement de toute une chaîne de processus. En commençant par une étude de la mobilité humaine, puis des modèles de mobilité, nous présentons deux modèles de fusion de données, et nous analysons leur pertinence dans un cas concret. Le premier modèle que nous proposons permet d'extraire 12 comportements types de mobilité. Il est basé sur un apprentissage non-supervisé de données issues de la téléphonie mobile. Nous validons nos résultats en utilisant des données officielles de l'INSEE, et nous déduisons de nos résultats, des comportements dynamiques qui ne peuvent pas être observés par les données de mobilité traditionnelles. Ce qui est une forte valeur-ajoutée de notre modèle. Le second modèle que nous proposons permet une désagrégation des flux de mobilité en six motifs de mobilité. Il se base sur un apprentissage supervisé des données issues d'enquêtes de déplacements ainsi que des données statiques de description du sursol. Ce modèle est appliqué par la suite aux données agrégés au sein du projet Norm-Atis. Les temps de calculs sont suffisamment performants pour permettre une application de ce modèle dans un contexte temps-réel.

Alexandre LOMBARD

N° 385

Directeurs de thèse : Abdellah EL MOUDNI / Abdeljalil ABBAS-TURKI

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 11 décembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique

" Contribution à la régulation coopérative des espaces conflictuels entre véhicules autonomes "

L'augmentation continue du nombre de véhicules a sans cesse conduit à innover pour mieux réguler le trafic routier. Aujourd'hui, l'automatisation des véhicules et la communication inter-véhiculaire rend possible une nouvelle approche : l'intersection autonome et coopérative (IAC) dans laquelle les véhicules autonomes communiquent pour négocier leur droit de passage à l'intersection. Théoriquement plus efficace, plus sûre et plus économique que les approches traditionnelles, son implémentation et son déploiement constituent néanmoins un défi scientifique et technologique. Dans ce mémoire, nous proposons plusieurs contributions soutenant ce développement : une stratégie de contrôle longitudinal et latéral du véhicule conçues pour fonctionner avec des informations discrètes et présentant une latence (provenant de la communication sans-fil ou du positionnement satellite), une solution de prévention des risques d'inter-blocage spécifique à l'IAC, et enfin, l'implémentation et l'expérimentation d'un prototype réel d'IAC avec trois véhicules autonomes. Un travail exploratoire est ensuite fourni pour généraliser les principes de l'IAC, afin d'automatiser et optimiser les opérations de changement de voie et d'insertion.

Caminde REZAI BIDAHAVIDI

N° 386

Directeurs de thèse : Cécile LANGLADE / Sophie COSTIL

Laboratoire : ICB

Soutenance : 19 décembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux

" Nouvelles solutions de préparation et d'activation des surfaces : assemblages époxy-fonte."

Les revêtements organiques déposés en surface de tuyaux en fonte ductile ont pour vocation d'assurer une protection (notamment la résistance chimique, la tenue à la corrosion) vis-à-vis des effluents agressifs transportés. Pour assurer l'adhérence entre le revêtement (époxy) et son substrat, une préparation de surface est souvent nécessaire. Parmi les procédés conventionnels, le grenailage est la solution la plus utilisée. Simple à mettre en œuvre et d'efficacité prouvée, il permet d'assurer le décapage de la surface tout en générant une rugosité adaptée. Si la solution est approuvée, des questions subsistent néanmoins quant à l'influence respective de la topographie et de la physico-chimie des surfaces. De plus, encouragées par les nouvelles réglementations environnementales, de nouvelles techniques de préparation de surface se développent.

Le travail présenté s'est alors attaché à évaluer l'effet de nouvelles techniques de préparation comme le laser de structuration et le jet d'eau à ultra haute pression à comparer à d'autres procédés conventionnels tels que le brossage et le sablage. Ces nouvelles alternatives vont permettre alors de mieux comprendre l'influence du décapage et de la rugosité de surface avant la mise en peinture.

Enfin, les différents résultats obtenus ont été alors spécifiquement analysés pour permettre la compréhension des phénomènes ou mécanismes d'adhésion se produisant à l'interface du couple époxy/substrat, d'un point de vue mécanique et physico-chimique. Divers moyens d'analyses ont alors pu être mis en œuvre pour caractériser les surfaces d'un point de vue morphologique (ratio de surface) et chimique (spectroscopies Raman et photoélectronique à rayons X (XPS)) pour évaluer la tenue interfaciale (test de traction adhérence).

Aurélie BRAYET

N° 387

Directeurs de thèse : Pierre LAMARD / Robert BELOT

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 19 décembre 2017

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques.

" Des modes d'appropriation des objets techniques de la vie quotidienne, le cas des Arts ménagers culinaires."

Négligés par l'histoire des techniques, les objets de la vie domestique et du quotidien sont abordés dans cette thèse sur travaux, par le prisme des Arts ménagers culinaires. L'omniprésence des objets techniques à la maison et particulièrement en cuisine est inversement proportionnelle à l'intérêt accordé à ces objets en histoire des techniques. Témoins et acteurs, les objets culinaires sont en interrelations avec hommes et femmes. Ces objets sont imaginés, construits, achetés, donnés, utilisés, acceptés, rejetés, usés, détournés, modifiés, idéalisés, aimés, transmis, détestés, jetés, conservés, exposés... Autant de rapports et de modes d'appropriation qui révèlent des liens permanents entre les hommes et les femmes, inventeurs, concepteurs, utilisateurs, conservateurs, et des objets qui évoluent et se modifient à leurs contacts. Appropriation scientifique, patrimoniale, muséale, individuelle, sociétale ou encore familiale sont ainsi mises en avant. Ces échanges, confrontations et co-constructions sont interrogés et différents niveaux d'appropriation déclinés, afin de faire ressortir les valeurs heuristiques de ces objets (particulièrement l'autocuiseur et le réfrigérateur). Dans un XXe siècle élargi (1880-1980) en insistant sur l'entre-deux-guerres (objets assimilés à de la science) et les Trente Glorieuses (objets de consommation), l'analyse des cristallisations culturelles, politiques, sociales, techniques et géopolitiques inscrites dans ces objets familiers est abordée dans une approche comparative afin de cerner la spécificité d'un mode d'appropriation français des Arts ménagers culinaires.

Chunjie HUANG

N° 388

Directeurs de thèse : Ghislain MONTAVON / Marie-Pierre PLANCHE

Laboratoire : ICB

Soutenance : 30 janvier 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Réalisation et caractérisation des revêtements à base de laiton."

Le procédé Cold Spray (CS) ou projection à froid a été largement étudié en raison de son rendement de projection et de la conservation des propriétés du matériau de départ. Donc, ce procédé a montré des avantages évidents sur la fabrication de différents dépôts à base de cuivre et de ses alliages par rapport à d'autres techniques, comme l'électrodéposition, le Laser Cladding ou la projection thermique. Parmi les alliages de cuivre, le laiton s'implante dans les domaines de l'architecture ou de l'industrie. Malheureusement, aujourd'hui force est de constater qu'il n'existe que très peu de travaux sur les revêtements en laiton qui ne sont réalisés d'ailleurs que par électrodéposition et par aucune autre méthode d'élaboration limitant sérieusement leur utilisation dans de nombreuses applications.

Cette thèse s'est appliquée à élaborer des revêtements de laiton et des composites à matrice laiton. La poudre d'alliage de laiton Muntz de composition Cu60Zn40, présentant une résistance à la corrosion parmi les meilleures, a été choisie comme matériau de base des revêtements. Deux méthodes de projection permettant d'éviter les phénomènes d'oxydation ont été sélectionnées : la projection à froid et la projection basse pression. La comparaison entre les deux procédés sur les microstructures, phases, textures, propriétés mécaniques, comportements à l'usure et en corrosion du revêtement Cu60Zn40 a été étudié. De plus, les recherches de ce travail ont porté sur l'optimisation du revêtement par le post-traitement de friction malaxage et par ajout de différents renforts céramiques. Les effets du post-traitement par friction malaxage sur les microstructures, phases, textures, et propriétés mécaniques et les effets des types de renfort et de leurs quantités dans les revêtements composites sur les microstructures, les phases, les propriétés mécaniques et thermiques et les comportements à la corrosion ont été analysés. Les gains de performance obtenus à la fin de cette étude sont finalement concrétisés par la réparation d'une pièce endommagée en Cu60Zn40 avec l'étude des microstructures interfaciales entre le revêtement composite Cu60Zn40 et le substrat Cu60Zn40 ainsi que la détermination des propriétés mécaniques et des comportements tribologiques.

Thimothée ZUSSY

N° 389

Directeur de thèse : Said ABOUDI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 02 février 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Mécanique.

" Calculs d'écoulements tridimensionnels au sein de la boucle d'air moteur, dans la culasse et la chambre de combustion des moteurs thermiques."

Les problèmes de pollution liés au secteur automobile sont connus depuis les années 1940. Les Etats-Unis ont été les premiers impactés à cause du "boom" automobile de l'entre-deux guerres, et ont mis en place les premières lois anti-pollution en 1960. Faisant suite à ces directives et aux deux chocs pétroliers, différents engagements de limitations d'émission pris au niveau planétaire sont nés depuis une vingtaine d'années. Le Protocole de Kyoto et les directives de l'Union Européenne (norme Euro 6c actuellement en vigueur) en sont les principales illustrations récentes. Cette thèse s'inscrit dans la continuité des travaux entrepris il y a presque cinquante ans, afin de poursuivre les efforts en matière de réduction de consommation et de pollution des véhicules automobiles. Elle propose ainsi une méthode de visualisation rapide avec les moyens informatiques actuels, du comportement aérodynamique interne dans la culasse et la chambre de combustion des moteurs thermiques. L'objectif est de pouvoir prévoir ces variations de manière fiable et rapide à l'aide d'outils de simulation numérique, afin de limiter la fabrication, la quantité et le coût des prototypes à tester.

Xialong XU

N° 390

Directeurs de thèse : Nicolas MARTIN / Alain BILLARD

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 27 mars 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

**" Films minces d'oxydes de tungstène nano-structurés par pulvérisation réactive :
application comme capteurs de gaz."**

Cette thèse est dédiée à l'élaboration de couches minces d'oxydes de tungstène par pulvérisation cathodique réactive. Afin de jouer sur la composition des films, le procédé de pulsation du gaz réactif (RGPP) est mis en œuvre pour changer les concentrations en oxygène et en tungstène. En parallèle, la technique de dépôt sous incidence oblique (GLAD) est développée pour produire différentes architectures, à savoir des colonnes inclinées, des zigzags ou encore des spirales, et augmenter le rapport surface-volume dans les films. La co-pulvérisation GLAD est également étudiée en utilisant deux cibles inclinées et séparées de W et WO₃. Les relations entre la microstructure, la composition, les propriétés électroniques et optiques des films d'oxydes de tungstène sont systématiquement étudiées. Ils sont finalement appliqués comme couches actives pour des capteurs résistifs afin d'améliorer la détection de vapeur de dodécane et d'ozone gazeux. La microstructure poreuse élevée des colonnes inclinées produite par GLAD combinée à une composition ajustée par RGPP conduit à définir une gamme de films d'oxydes de tungstène attractifs pour améliorer les performances capteurs.

Yan WANG

N° 391

Directeurs de thèse : Marie-Pierre PLANCHE / Geoffrey DARUT / Thierry POIRIER

Laboratoire : ICB

Soutenance : 06 avril 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Réalisation par projection thermique de dépôts pour la protection contre l'érosion par cavitation."

Afin de protéger les composants hydrauliques des phénomènes d'érosion par cavitation, les pièces sont très souvent revêtues par projection thermique. Parmi les matériaux qui présentent de bonnes performances contre cette forme d'érosion, certaines recherches, trop rares encore, relèvent les excellentes propriétés de la zircone stabilisée à 8 wt% yttrium (YSZ). C'est pourquoi, dans cette étude, des revêtements YSZ à 8 wt% ont été fabriqués avec différents procédés de projection thermique et post-traités par refusion laser puis ils ont été soumis aux tests de cavitation référencés selon la norme ASTM G32.

Le revêtement YSZ a tout d'abord été élaboré par projection plasma atmosphérique (APS). Différentes tailles de poudre YSZ et différentes températures de préchauffage du substrat ont été étudiées pour observer leurs effets sur la tenue en cavitation des échantillons. La simulation de cavitation acoustique de type Caflisch a permis d'estimer la vitesse du jet d'eau et les contraintes exercées par l'effondrement des bulles à la surface des échantillons. Les résultats en cavitation des deux revêtements YSZ et 304SS ont été étudiés et leurs mécanismes discutés.

Ensuite et afin densifier ces échantillons, des revêtements composites YSZ-NiCrBSi contenant de 5 à 25 wt% NiCrBSi dans le mélange ont été fabriqués avec le même procédé APS. Les résultats de l'érosion par cavitation montrent qu'une faible adhérence des particules de NiCrBSi vient contrebalancer l'effet positif de la diminution de la porosité dans ces revêtements. Le revêtement YSZ a été finalement post-traité par refusion laser et différents paramètres laser ont été testés pour optimiser leur densification. Il s'avère que la refusion au laser produit une couche refondue dense en surface mais aussi des fissures à l'intérieur des revêtements. Exposés au test d'érosion par cavitation, il a été observé des arrachements importants de la partie refondue du revêtement et un décollement à son interface, d'où une perte de masse rapide. C'est pourquoi, de l'époxy a été utilisée pour infiltrer ces fissures. Le revêtement refondu par laser et infiltré par époxy présente une amélioration significative de la résistance à la cavitation. Enfin, le procédé de projection de plasma sous vide (VPS) qui permet d'obtenir des revêtements très denses a été utilisé pour fabriquer le revêtement YSZ. Un revêtement de porosité inférieure à 1% a été obtenu. En raison de la température élevée du substrat pendant la projection VPS, les liaisons inter lamellaires sont améliorées, contribuant à augmenter significativement la résistance à la cavitation.

Ke DU

N° 392

Directeurs de thèse : Michel LENCZNER / Stéphane DOMAS

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 10 avril 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Création et analyse de graphes de traitements sur FPGA, sous contraintes matérielles et contexte temps réel dur."

Avec le développement de l'industrie électronique, on constate un nombre croissant de projets avec des contraintes matérielles et temporelles de plus en plus élevées, ce qui conduit à l'utilisation de FPGA (Field Programmable Gate Arrays). Pour cela, le concepteur doit avoir une bonne connaissance de la programmation VHDL car cela nécessite beaucoup de formation et de pratique pour maîtriser ces architectures. Mais même pour les spécialistes, le processus de développement prend beaucoup de temps. Par conséquent, le développement d'un outil pour aider les utilisateurs non experts à travailler sur FPGA est nécessaire.

Des outils tels que Simulink+HDL coder proposent une interface graphique pour créer un design en posant des blocs sur un tableau et en les connectant. Malheureusement, ce type d'outil souffre de deux défauts. Le premier est qu'il ne prend pas en compte les caractéristiques physiques de l'architecture cible. L'autre est qu'il ne vérifie pas si les flux de données entrant sont traités correctement par le design. Cela oblige le développeur à créer de nombreux tests, ce qui est fastidieux et consommateur en temps. Par conséquent, ce n'est pas une solution adaptée pour produire des applications dans un environnement en temps réel et des contraintes matérielles strictes.

Pour gérer la complexité et la taille croissante des designs, l'abstraction est devenue graduellement essentielle. Des modèles ont émergé afin de représenter un design comme un graphe d'acteurs (c.a.d. de blocs), avec une analyse statique de l'exécution du graphe. Néanmoins, ces modèles sont basés sur une description plus ou moins fidèle du comportement d'architecture réelles telles que les FPGAs.

Dans cette thèse, nous nous concentrons sur l'étude d'un nouveau modèle et d'un nouvel outil logiciel pour aider les utilisateurs non experts à concevoir automatiquement des implémentations correctes de FPGA. Les principales contributions sont résumées comme suit:

1. Les limitations des modèles SDF existants, en particulier ceux du modèle SDF-AP, sont décrites et illustrées par l'analyse d'exemples caractéristiques. Les deux problèmes les plus courants rencontrés dans les implémentations d'assemblages de blocs sont la production de résultats incorrects et la croissance infinie de la taille du tampon.

2. Nous proposons un nouveau modèle appelé "Actors with Stretchable Access Patterns" (ASAP) qui décrit le comportement matériel de façon moins limitée que les approches antérieures. Il s'agit d'une manière originale de résoudre le problème d'ordonnancement des acteurs, adaptée aux FPGAs. Il permet de déterminer l'exactitude mathématique d'une exécution sans lancer de simulations complexes. Il peut non seulement modéliser correctement les comportements des acteurs, mais aussi éviter les inconvénients mentionnés ci-dessus. Des algorithmes implémentant ces principes sont également fournis.

3. Nous avons étudié des stratégies et des algorithmes connexes pour analyser un graphe représentant un design. L'exactitude du traitement peut être analysée par une série d'algorithmes permettant par exemple la vérification de la vitesse des flux et la vérification de la compatibilité des patterns. Il est ainsi possible de calculer la vitesse de décimation ou la longueur de délais à appliquer sur les entrées lorsqu'une erreur de correction est détectée.

4. Un logiciel d'aide à la création de design est également développé. Il est appelé BIAST (Block Assembly Tool) et vise à compenser les inconvénients des outils similaires tels que Simulink + HDL. Dans BIAST, les algorithmes du modèle ASAP sont utilisés pour vérifier que pour un flux d'entrée donné, le système peut produire un résultat correct et finalement générer des codes VHDL directement utilisables sur une carte FPGA réelle. De plus, l'outil détermine automatiquement les décimations et les modifications requises. Ainsi, un utilisateur sans aucune compétence de programmation, est capable créer un design pour FPGA.

Pauline LACOM

N° 393

Directeurs de thèse : Jean-Claude SAGOT / Florence BAZZARO

Laboratoire : ELLIADD

Soutenance : 18 mai 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Soutenir une démarche d'innovation centrée utilisateur/client au sein d'une entreprise industrielle internationale positionnée sur un marché B2B."

L'environnement socio-économique actuel se caractérise, en particulier, par une concurrence de plus en plus forte entre les entreprises et des marchés en rapide évolution, obligeant ainsi ces entreprises à innover afin de pérenniser leurs activités. L'innovation reste cependant complexe et difficile à mettre en place notamment pour les entreprises qui souhaitent diversifier leurs innovations et ne plus se limiter uniquement aux innovations d'ordre technique. Ainsi, certaines d'entre elles choisissent de mettre en place une démarche d'innovation centrée sur leurs utilisateurs/clients. Cette approche reste assez peu étudiée, notamment pour les entreprises industrielles ; il apparaît dès lors comme nécessaire de s'interroger sur le déploiement d'une telle démarche. C'est dans ce cadre que se situe notre problématique de recherche que nous pouvons formuler ainsi : « Comment favoriser la mise en place d'une démarche d'innovation centrée utilisateur/client au sein d'une entreprise industrielle internationale positionnée sur un marché B2B ? » Nos travaux ont été conduits au sein d'un sous-traitant automobile français positionné sur un marché B2B international. Quatre contributions majeures ressortent de nos travaux de recherche : (i) une description des typologies d'innovation déjà mises en place au sein de cette entreprise, considérée comme assez représentative des entreprises industrielles positionnées sur un marché B2B ; (ii) une définition du processus d'innovation centrée utilisateur/client pour l'entreprise et plus particulièrement des premières phases de ce dernier où les utilisateurs/clients sont les plus impliqués ; (iii) une proposition de méthodes et outils favorisant la mise en place d'une démarche d'innovation centrée utilisateur/client ; (iv) une validation de l'efficacité de la démarche mise en place avec ces outils associés. Ces contributions nous ont permis de répondre à notre problématique de recherche et de participer ainsi au soutien de la mise en place d'une démarche d'innovation centrée utilisateur/client au sein d'une entreprise internationale positionnée sur un marché B2B.

Juanding GUO

N° 394

Directeurs de thèse : Alexandre CAMINADA / Jean-Noel MARTIN / Laurent MOALIC

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 06 juin 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Recherches théoriques en coloration de graphe - Application à la gestion des ressources D2D en radio communication 4G (LTE)."

Le problème de coloration de graphe est un problème NP-complet particulièrement étudié, qui permet de modéliser de problèmes dans des domaines variés. Dans cette thèse, de nouveaux algorithmes exacts basés sur une étude de la structure du graphe sont proposés. Ce travail s'appuie sur l'algorithme « Total solutions Exact graph Coloring » (TexaCol) qui construit toutes les solutions en exploitant l'ensemble des cliques d'un graphe. Deux algorithmes exacts, « Partial best solutions Exact graph Coloring » (PexaCol) et « All best solutions Exact graph Coloring » (AexaCol), sont présentés ici pour construire certaines solutions optimales ou toutes les meilleures solutions. Ces deux algorithmes utilisent la méthode de backtracking, dans laquelle ils ne choisissent que les sous-ensembles de meilleurs solutions pour continuer la coloration. L'analyse de résultat montre que PexaCol et AexaCol sont capables de traiter des graphes plus grands que TexaCol. Mais surtout, AexaCol trouve toutes les meilleures solutions significativement plus vite que TexaCol ainsi que le solveur Gurobi, qui sont utilisés comme référence.

La téléphonie mobile est un domaine en plein essor qui peut s'appuyer sur une modélisation à base de graphes. Actuellement, les techniques de type « Device-to-Device » (D2D) prennent une place importante dans les réseaux mobiles. L'allocation de ressource constitue l'un des principaux problèmes en matière de performance. Pour assigner efficacement une ressource radio à une paire D2D dans le système Long-Term Evolution (LTE), un schéma systématique d'allocation de ressources est proposé dans cette thèse. Il est basé sur une clusturisation des liens D2D, et permet de prendre en compte à la fois l'allocation inter-cluster et intra-cluster des ressources. En déterminant les zones d'interférence, le problème d'allocation des ressources inter-cluster est formulé comme un problème de coloration de graphe dynamique. Un algorithme de coloration de graphe dynamique est ainsi proposé, basé sur PexaCol. Cet algorithme peut assigner les ressources radio aux clusters qui sont générés ou supprimés dynamiquement. L'analyse numérique montre que cet algorithme assure une bonne performance en termes d'utilisation des ressources, de temps d'exécution et d'adaptabilité. Concernant le problème d'allocation de ressources inter-cluster, une méthode fondée sur la topologie est proposée, intégrant naturellement l'allocation de puissance et l'allocation de Resource Block (RB). Pour simplifier ce problème d'allocation de ressources, la meilleure topologie est choisie à chaque étape, celle qui permet d'obtenir le meilleur débit en utilisant le moins de RBs. A partir de ce procédé, quatre algorithmes d'optimisation sont proposés: l'algorithme glouton statique, PexaCol statique, PexaCol dynamique et PexaCol dynamique approximatif. L'analyse des résultats montre que pour les petits clusters, les versions statiques et dynamiques de PexaCol permettent d'obtenir un index d'optimisation maximal en choisissant la meilleure topologie locale pour chaque noeud. A l'opposé, les algorithmes "glouton statique" et "PexaCol dynamique approximatif" permettent d'obtenir une solution sous-optimale pour l'optimisation locale avec une complexité moindre. Pour les grands clusters, avec certaine séquence de la coloration, le PexaCol dynamique approximatif est mieux que l'algorithme glouton statique pour l'index d'optimisation pendant un temps d'exécution acceptable.

Souheyla KHALDI

N° 395

Directeurs de thèse : Said ABBOUDI / Abdel Illah Nabile KORTI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 23 juin 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Energétique.

" Etude numérique du comportement thermique d'un séchoir solaire utilisant un lit thermique pour le stockage d'énergie."

Cette thèse présente une étude numérique d'un séchoir solaire indirect à convection naturelle destiné à sécher les produits agricoles (les figues). La première partie analyse un séchoir solaire contenant une chambre de séchage couplée à un absorbeur inversé et une cheminée solaire. Les simulations ont été faites afin de déterminer les champs dynamique et thermique sous l'influence de la variation de la configuration de la cheminée solaire et la taille de l'ouverture d'admission. Les équations de conservations basées sur le modèle de turbulence k- ϵ standard sont résolues par la méthode des volumes finis à l'aide du code commercial ANSYS-Fluent. La deuxième partie analyse l'effet d'ajouter un stockage thermique sous forme d'un lit en gravier dans la chambre de séchage. Le lit est modélisé comme un milieu poreux. En plus, cette étude propose l'utilisation d'une deuxième entrée d'air dans la chambre de séchage afin d'assurer une distribution thermique plus homogène au niveau des claies et de garantir un séchage plus uniforme.

Chen SONG

N° 396

Directeur de thèse : Hanlin LIAO

Laboratoire : ICB

Soutenance : 25 juin 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Nouvelle préparation de revêtements céramiques par projection plasma sous basse pression."

En tant que technologie de projection thermique avancée, la projection plasma sous basse pression (LPPS) permet d'obtenir des revêtements de haute qualité et peut combler l'écart d'épaisseur entre les technologies de projection thermique conventionnelles et les procédés de couche mince standard. En outre, LPPS permet de construire des revêtements uniformes avec diverses microstructures; le dépôt a lieu non seulement à partir des éclaboussures liquides, mais aussi à partir des amas nanométriques ainsi que de la phase vapeur en fonction des conditions opérationnelles. Afin de continuer à améliorer et à développer le procédé LPPS, cette recherche vise à le combiner avec les procédés émergents de projection plasma en suspension et de projection plasma réactif. Il devait à la fois fournir deux nouveaux processus intégrés et réaliser des revêtements à structure fine avec des microstructures uniques et des performances élevées.

Une torche à plasma bi-cathode (laboratoire LERMPS, UTBM, France) à mode d'injection axiale a été conçue et construite pour le LPPS, dont la puissance maximale en entrée du plasma a pu atteindre 80 kW. En utilisant cette nouvelle torche, soit la suspension à très fines particules, soit les poudres micrométriques ont pu être injectées dans le centre du plasma à basse pression. En conséquence, le transfert de chaleur et de masse entre le jet de plasma et les matériaux pulvérisés a été amélioré.

La torche à plasma bi-cathode axiale a été appliquée d'abord pour pulvériser deux types de charges de YSZ, y compris la suspension de YSZ et les poudres agglomérées de YSZ. Les résultats ont indiqué que tous les revêtements YSZ présentaient des structures relativement denses en raison de la grande vitesse des particules sous faibles pressions. Les revêtements ont été composés des particules fondues, des particules agglomérées ainsi que du dépôt en phase vapeur. Il a été constaté que le degré de vaporisation de YSZ a été augmenté en utilisant une taille de particule plus fine, une pression ambiante plus basse, une distance de pulvérisation plus longue et une puissance de plasma plus élevée. En outre, tous les revêtements YSZ ont subi une transformation de phase significative d'une phase monoclinique à une phase tétragonale, et le degré de transformation était proportionnel au degré de vaporisation. Cependant, les propriétés mécaniques des revêtements résultants ont des comportements opposés. Les revêtements YSZ préparés à partir des particules agglomérées, qui avaient une plus grande taille de gouttelettes et moins de dépôt en phase vapeur, présentaient une dureté et un module de Young plus élevés que les revêtements YSZ fabriqués à partir d'une suspension fine.

Une autre torche à plasma à haute énergie O3CP (Oerlikon Metco, Suisse) a été utilisée pour synthétiser in situ les revêtements de TiN sur des alliages de Ti-6Al-4V par projection de plasma réactive à très basse pression. Les poudres de Ti pur ont été pulvérisées dans une atmosphère de N₂ sous une puissance de plasma d'entrée de 120 kW. Les revêtements TiN hybrides structurés ont été synthétisés, ce qui n'était pas le cas auparavant avec d'autres procédés de projection thermique. Il est connu que la réaction de nitruration se produisait non seulement dans le jet de plasma mais aussi sur le substrat. De plus, avec l'augmentation de la distance de pulvérisation, l'effet de nitruration a été affaibli et la structure hybride du revêtement de TiN a changé de laminaire dense en colonne poreuse, en fonction du degré de vaporisation supérieur, de la concentration de réactive inférieure et du substrat plus froid. Néanmoins, ils ont également permis d'améliorer les propriétés mécaniques du substrat Ti-6Al-4V.

Lei ZHANG

N° 397

Directeur de thèse : Salah LAGHROUCHE

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 04 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique.

" Contribution à la commande et à l'observation robustes et adaptatives d'une machine à induction linéaire : approche par mode glissant d'ordre supérieur."

Les effets d'extrémité jouent un rôle important dans la modélisation et la commande de la Machine Linéaire à Induction (MLI). Ces phénomènes augmentent significativement la non-linéarité du modèle de la machine et génèrent plusieurs difficultés pour contrôler et observer ses états avec de bonnes performances. Cette thèse aborde trois problématiques distinctes : la commande robuste de la MLI, l'estimation de la vitesse et du flux de la MLI et le contrôle robuste à base d'observateur en utilisant la théorie du mode glissant d'ordre supérieur.

Dans la première partie de la thèse, trois contrôleurs robustes assurant la poursuite de trajectoire de la vitesse et du flux pour la MIL ont été développés : le Super Twisting (ST), le Super Twisting Adaptatif (STA) et le Twisting Adaptatif (TA). Ces commandes ont été testées en simulations et leurs performances ont été démontrées. Ainsi, le ST assure un contrôle continu avec convergence à temps fini de l'erreur à zéro malgré les perturbations, sous l'hypothèse que les bornes des incertitudes sont connues. Cette hypothèse est relaxée dans le cas du TA et du STA grâce à leurs propriétés adaptatives.

Dans la deuxième partie de la thèse, un nouveau modèle du MLI a été proposé et son observabilité a été démontrée. Ensuite un Observateur par Mode Glissant d'Ordre Deux (MGOD) et un Observateur par Mode Glissant d'Ordre Supérieur (MGOS) ont été synthétisés afin d'estimer la vitesse et le flux du MLI, uniquement en utilisant la mesure des tensions et des courants statorique. La stabilité des deux observateurs a été prouvée par une approche de Lyapunov et leurs performances ont été démontrées à travers des simulations.

Dans la dernière partie de la thèse, deux commandes par rejet actif des perturbations sont synthétisées. Ainsi et dans un premier temps, le modèle de la MLI est décomposé en deux sous-systèmes du second ordre. Ensuite, deux contrôleurs (le twisting et le super-twisting) ont été synthétisés afin d'assurer la poursuite du flux et de la vitesse. Le MGOS est utilisé pour estimer les dérivées du flux et de la vitesse, ainsi que pour l'estimation en temps réel de la perturbation. Les contrôleurs quant à eux assurent la compensation des perturbations et la poursuite des trajectoires du flux et de la vitesse. La stabilité et la convergence des deux commandes proposées ont été prouvées et leurs performances démontrées par simulation.

Shuyi LI

N° 398

Directeur de thèse : Pierre LAMARD

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 09 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Epistémologie, Histoire des Sciences et des Techniques.

" Entre l'humain et l'urbain : les opportunités du patrimoine industriel à Shanghai."

Shanghai est une ville unique qui a joué un rôle très important dans le mouvement d'urbanisation et d'industrialisation en Chine. Shanghai a toujours été à une intersection multiculturelle. Ses conditions géographiques, financières et de transport a favorisé une dynamique d'investissement et la modernisation industrielle. Dans le même temps, le développement de l'industrie a accéléré l'urbanisation de Shanghai. Dans ce processus, le patrimoine industriel de la ville a contribué à structuré les espaces en livrant des surfaces de revitalisation notamment le long d'une ligne qui longe la rivière Huangpu. Ces différents héritages (surfaces, usines, bâtiments...) ont joué un rôle clé dans l'activité industrielle de Shanghai et son urbanisation contemporaine. La protection et la réutilisation du patrimoine ont toujours été des sujets importants dans le développement urbain et font pleinement partie du renouveau de la ville. A ce titre Shanghai est certainement une ville archétype pour étudier certaines formes de patrimonialisation en Chine.

Avec un déclin de certaines industries traditionnelles, les anciens bâtiments et les zones de friches industrielles deviennent une partie inévitable de l'ensemble du processus de re-planification urbaine. Le succès ou l'échec de ces réhabilitations dépend de l'environnement direct lié à l'urbanisme et des orientations du développement économique. Il ne fait aucun doute que le patrimoine « moderne » de Shanghai joue un rôle crucial dans le positionnement urbain de Shanghai. Le potentiel de conversion du patrimoine industriel s'avère d'une exceptionnelle qualité et son étude reste fondamentale quant à la compréhension d'une ville créative.

Cette thèse part d'un cadre théorique combiné avec les tendances et le statut de la protection du patrimoine industriel en Chine. Les lois et règlements en vigueur à Shanghai concernant la protection du patrimoine industriel et des bâtiments industriels sont présentés. Les notions de « patrimoine industriel », de « patrimoine bâti industriel » et de « régénération urbaine » sont clairement définies. Le travail analyse six cas concrets de réhabilitation pour appréhender une stratégie d'extraction des valeurs patrimoniales. La protection du patrimoine industriel à Shanghai est évaluée du point de vue de la continuité, de l'intégrité et de l'authenticité. Enfin la thèse aborde les composantes et les modes de protection de la valeur technologique du patrimoine industriel. Il met en évidence la motivation pour combiner le patrimoine industriel et les industries culturelles et créatives au regard de la politique de la ville, du marché et des espaces. Tout cela agit sur le mécanisme de transformation de la valeur patrimoniale.

Cette thèse a aussi pour objectif de présenter l'histoire du développement de ces entreprises créatives bien connues à Shanghai, d'analyser les facteurs contribuant à leur transformation. Bien qu'au sens strict du terme, ils n'appartiennent plus vraiment à la catégorie du « patrimoine industriel », ces nouveaux lieux feront-ils l'objet d'une seconde patrimonialisation ? Leur transformation et leur rénovation font également partie de l'histoire et devront être entièrement documentés. Si l'histoire humaine de la civilisation industrielle est un livre épais, la signification de cette étude est d'ajouter plus de contenu à ce livre pour les générations futures.

Hui SHANG

N° 399

Directeur de thèse : Robert BELOT

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 10 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Histoire.

" L'Exposition universelle de Shanghai (2010): histoire, enjeux géopolitiques et impact urbain d'un événement emblématique de la stratégie de "softpower" de la Chine."

Cette monographie consacrée à l'Exposition universelle de Shanghai (2010) voudrait être une contribution à l'histoire générale des Expositions universelles. Elle propose une approche plurifocale qui se déploie sur une temporalité à la fois longue et contemporaine.

Il s'agit, dans un premier temps, de tenter de retracer l'histoire de la présence de la Chine dans les Expositions universelles (de 1851 à 2018) tout en mettant en lumière la motivation historique de l'organisation de l'Expo 2010 Shanghai.

Dans un deuxième temps, l'attention se polarise sur l'organisation, le déroulement et l'appropriation de l'Exposition universelle de 2010 (Shanghai), un méga-événement qui se situe dans un temps très court (184 jours). Le rôle de cet événement dans la construction de l'image d'une ville « mondiale » et « harmonieuse », vitrine de la modernité chinoise est mis en avant.

Dans un troisième temps est abordée la question de l'évaluation (matérielle et immatérielle) de l'événement sous un double aspect : les représentations que l'Expo 2010 a suscitées (en Chine et hors de Chine) et les conséquences sur le développement urbain et culturel de Shanghai.

Une note finale s'attachera à questionner les enjeux de la création du World Expo Museum et du rôle que la Chine entend jouer de manière durable dans la valorisation des Expositions internationales, métaphore permanente de sa stratégie de « soft power ».

Benoit BEROULE

N° 400

Directeurs de thèse : Olivier GRUNDER / Oussama BARAKAT

Laboratoire : NIT

Soutenance : 10 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Contribution à l'optimisation de la chaîne logistique pharmaceutique dans un contexte multi-sites : Application au groupe hospitalier de la région Mulhouse et sud Alsace."

Le présent travail de thèse a pour but d'étudier et d'améliorer la logistique du groupement hospitalier de Mulhouse sud-Alsace (GHRMSA). Notre étude se focalise sur les problématiques liées à la pharmacie à usage interne de l'hôpital Émile Muller de Mulhouse, car cette dernière est destinée à devenir la pharmacie centrale du groupement. Cette nouvelle considération implique une centralisation de certains processus pharmaceutiques tels que la gestion et la stérilisation des dispositifs médicaux nécessaires au bon déroulement des interventions chirurgicales pratiquées quotidiennement dans les différents centres de soins du groupement. Ce travail est donc divisé en deux parties distinctes ayant pour dénominateur commun la gestion des dispositifs médicaux.

En effet, dans un premier temps nous envisageons l'optimisation des méthodes d'implantation pour le stockage de ces dispositifs. Les particularités du milieu hospitalier par rapport au milieu industriel nous permettent de mettre en place des méthodes d'agencement de stock dans le but de minimiser la distance moyenne parcourue par les agents lors de la phase de collecte. Tout d'abord, nous proposons un modèle mathématique linéaire, puis nous présentons une heuristique dédiée, mais aussi des méthodes hybridées combinant cette heuristique avec un algorithme génétique puis un branch and bound. Afin d'affiner ce travail, et de se projeter dans l'avenir, nous proposons ensuite une méthode d'optimisation de la collecte d'une liste de dotations au sein du stock prenant en compte des contraintes liées à l'utilisation d'un véhicule de transport et d'un stockage multi niveau, à savoir : l'impossibilité de faire des demi-tours, le respect du sens de circulation et le respect de la charge maximale transportable. Chacune de ces contraintes peut être prise en compte ou ignorée pour représenter au mieux la réalité.

Dans un second temps, nous proposons des méthodes d'ordonnancement des interventions chirurgicales pratiquées par le GHRMSA. La particularité de ce travail et de se focaliser davantage sur l'assignation des ressources, c'est à dire des boîtes de dispositifs médicaux. Le but est de renforcer les liens décisionnels existants entre la pharmacie et les différents blocs opératoires de chaque site afin de lisser la charge de travail du service de stérilisation et d'assurer une meilleure réactivité en cas d'urgences ou d'imprévus. Pour résoudre ce problème d'ordonnancement avec affectation de ressources, nous définissons un modèle mathématique linéaire et proposons un algorithme d'optimisation par essaim particulaire pour minimiser le nombre de boîtes de dispositifs médicaux nécessaires. Enfin, nous étendons le problème initial avec la prise en compte du transport inter-sites. Nous détaillons alors une méthode pour définir des plannings d'interventions et de livraison des dispositifs médicaux pour minimiser le coût global en fonction des caractéristiques du système de transport.

Fady MELHEM

N° 401

Directeurs de thèse : Olivier GRUNDER / Nazih MOUBAYED

Laboratoire : NIT

Soutenance : 12 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Méthodes d'optimisation et de gestion de l'énergie dans les réseaux intelligents."

Les réseaux électriques actuels connaîtront un profond changement dans les années à venir. La nouvelle génération est le Smart Grid (SG) ou le réseau électrique intelligent qui se caractérise par une couche d'information et de communication qui permet aux différents composants du réseau de communiquer. Il doit considérer tous les aspects du réseau électrique, le rendant plus intelligent et flexible. Cette notion est présentée comme une réponse à l'évolution du marché de l'électricité, visant à gérer l'augmentation de la demande tout en assurant une meilleure qualité de service et plus de sécurité.

Premièrement, nous présentons une formulation de programmation linéaire mixte en entier pour optimiser les systèmes de production et de consommation d'énergie dans une maison intelligente avec un déploiement efficace de plusieurs ressources énergétiques distribuées. Ensuite, à travers la conception d'expériences avec la méthode de Taguchi, divers scénarios sont introduits en faisant varier des facteurs significatifs. Par la suite, une technique heuristique est proposée pour résoudre le problème de la gestion de l'énergie résidentielle en trouvant la solution optimale globale pendant plusieurs jours consécutifs avec une réduction significative du temps d'exécution.

Deuxièmement, un modèle de gestion de l'énergie est assuré grâce à des modèles mathématiques pour optimiser l'utilisation du réseau, des ressources énergétiques renouvelables, des véhicules électriques et de la batterie, ainsi que pour différents types d'appareils thermiques et électriques. Une méthode de solution exacte est mise en œuvre pour réduire le coût de l'électricité dans une maison intelligente et pour trouver des modes de fonctionnement de différentes charges. Ensuite, un algorithme d'optimisation math-heuristique est proposé pour résoudre le problème avec un temps de simulation étendu.

Enfin, nous étudions le problème de gestion de l'énergie dans un microréseau constitué de plusieurs maisons intelligentes. Chacune d'elles dispose de ressources énergétiques renouvelables, d'un véhicule électrique et d'appareils intelligents. Les ressources d'énergie renouvelable injectent l'excès de l'énergie dans un système de stockage d'énergie partagé. Un modèle mathématique linéaire mixte en entier pour la gestion d'énergie est proposé pour réduire le coût total de fonctionnement du microréseau. Des comparaisons avec des scénarios conventionnels où chaque maison intelligente possède son propre système de stockage d'énergie sont effectuées pour démontrer l'efficacité de la démarche proposée.

Bilel HOSNI

N° 402

Directeurs de thèse : Nouredine FENINECHE / Omar EL KEDIM / Chokri KHALDI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 17 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Élaboration par mécano synthèse d'alliages à base Ti-Fe: caractérisation de leurs propriétés de stockage électrochimique d'hydrogène."

L'hydrogène est la solution potentielle pour réussir la transition énergétique d'un système actuel basé en grande partie sur les combustibles fossiles vers un système non émetteur de gaz toxiques et respectueux de l'environnement. Cependant, le stockage de l'hydrogène est un grand défi qui freine son application pratique dans les différents domaines. Les hydrures métalliques permettent de stocker une grande quantité d'hydrogène de façon réversible dans de bonnes conditions (Température, pression, sécurité...) comparée aux autres modes de stockage (gazeux et liquide). En plus, ces mêmes matériaux sont utilisés comme électrode négative dans les batteries Nickel-Métal Hydrure.

Dans la première partie de cette thèse, les alliages Ti-Fe ont été synthétisés par mécanosynthèse pour différents temps de broyage et différents rapports massiques billes/poudre. Afin d'optimiser les paramètres d'élaboration, ces alliages ont été caractérisés par différentes techniques telles que la diffraction des rayons X, la microscopie électronique à balayage, la chronopotentiométrie, la chronoampérométrie et la voltamétrie cyclique.

Dans une seconde partie, les alliages $\text{TiFe}+4\%\text{MWNTs}$, $\text{TiFe}_{0.95-x}\text{M}_x$, $\text{TiFe}_{0.90}\text{M}_{0.10}$ et $\text{TiFe}_{0.90}\text{Mn}_{0.05}\text{V}_{0.05}$ ($x=0.05, 0.15$) (M : Mn ou V) ont été élaborés selon les paramètres optimaux déterminés précédemment. L'influence de l'additif Nanotubes de Carbone à multiparois (MWNTs), de la substitution partielle du Fe par Mn et/ou V et de l'excès de Titane sur les propriétés structurales, morphologiques et électrochimiques telles que l'activation, la capacité de décharge électrochimique, la réversibilité, la tenue au cyclage, le coefficient de diffusion ont ensuite été étudiés. Les propriétés redox des électrodes, le potentiel de Nernst et la densité du courant d'échange, ont été déterminés, en se basant sur la première loi de Stern et le modèle théorique de Butler -Volmer.

Les résultats électrochimiques obtenus montrent que l'alliage $\text{TiFe}+4 \text{ wt.}\% \text{ MWNTs}$ présente les meilleures performances : une activation rapide (au 1er cycle) et une meilleure capacité maximale de décharge (266 mAh g⁻¹) avec une réversibilité qui reste inchangée.

Zaher AL CHAMI

N° 403

Directeurs de thèse : Marie-Ange MANIER / Hervé MANIER

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 18 juillet 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique.

" Planification en Distribution Urbaine : Optimisation des tournées dans un contexte collaboratif."

De nos jours, le transport joue un rôle clé dans la vie des pays modernes, en particulier pour les flux de marchandises. La logistique des flux entre régions, pays et continents a bénéficié d'innovations technologiques et organisationnelles assurant efficacité et efficience. Il n'a pas été de même à l'échelle urbaine, plus particulièrement dans les centres-villes : la gestion des flux dans un environnement caractérisé par une forte densité démographique n'a pas encore véritablement trouvé son modèle d'organisation. Aujourd'hui, la logistique urbaine ou encore la gestion "du dernier kilomètre" constitue donc un enjeu de premier plan, tant socio politique et environnemental qu'économique. La logistique urbaine est caractérisée par la présence de plusieurs acteurs (chargeurs ou propriétaires de marchandises, clients, transporteurs, autorités publiques, ...) ayant chacun des priorités différentes (réduction de la pollution, amélioration de la qualité de service, minimisation de la distance totale parcourue, ...). Pour relever ces défis, un des leviers possibles consiste à optimiser les tournées de distribution et/ou collecte de marchandises, dans le contexte et sous les contraintes de la ville.

Le but de ce travail de thèse réside alors dans la planification de la distribution des marchandises dans un réseau logistique, abordée sous un angle de collaboration entre les chargeurs. Cette collaboration consiste à regrouper les demandes de divers chargeurs pour optimiser le taux de chargement des camions et obtenir de meilleurs prix de transport. Ici, la gestion du « dernier kilomètre » s'apparente à ce que l'on identifie dans la littérature comme le Pickup and Delivery Problem (PDP). Dans le cadre de cette thèse, nous nous intéressons à des variantes de ce problème plus adaptées au contexte urbain. Après avoir réalisé un état de l'art sur les problèmes d'optimisation combinatoire autour du transport et les méthodes utilisées pour leur résolution, nous étudions deux nouvelles variantes du problème de collecte et de livraison : le Selective PDP with Time Windows and Paired Demands et le Multi-periods PDP with Time Windows and Paired Demands. La première permet aux transporteurs de livrer le maximum de clients dans une journée par exemple ; avec la seconde, et en cas d'impossibilité de livraison dans cette période, on détermine la meilleure date de livraison en minimisant la distance parcourue. Chacune d'elles fait l'objet d'une description formelle, d'une modélisation mathématique sous forme de programme linéaire, puis d'une résolution par des méthodes exacte, heuristiques et métaheuristiques, dans des cas mono-objectif et multi-objectifs. La performance de chaque approche a été évaluée par un nombre substantiel de tests sur des instances de différentes tailles issues de la littérature et/ou que nous avons générées. Les avantages et les inconvénients de chaque approche sont analysés, notamment dans le cadre de la collaboration entre chargeurs.

Seyed Esmail MOUSSAVI

N° 404

Directeurs de thèse : Olivier GRUNDER / Morad MAHDJOUB

Laboratoire : NIT

Soutenance : 30 août 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Planification du personnel et rotation des tâches en considérant des facteurs ergonomiques : Application aux systèmes de production et soins à domicile."

Cette thèse porte sur la planification du personnel en accordant une attention particulière à l'aspect humain et aux facteurs ergonomiques dans le domaine de la production. Un certain nombre de modèles mathématiques sont présentés pour formuler les problèmes d'ordonnancement et de planification du personnel étudié. Concernant les modèles de planification, la productivité du système de fabrication et le bien-être des travailleurs sont ciblés. De cette manière, une méthode d'affectation des travailleurs est présentée pour réduire le temps de production et une méthode d'ordonnancement pour la rotation des tâches est présentée afin d'équilibrer la charge de travail des opérateurs. À cet effet, une analyse ergonomique est effectuée sur les postes de travail du système de production étudié. Cette analyse aboutit à l'évaluation des postes du travail suivant la convention dite des feux de circulation, c'est-à-dire que les postes sont classés dans les niveaux de charge faible, moyen et élevé qui sont représentés respectivement par les couleurs verte, jaune et rouge. Une approche mathématique est développée pour convertir ces résultats en valeurs numériques, car les paramètres quantitatifs sont plus applicables pour l'optimisation de la planification. Une programmation multi-objectifs est proposée pour optimiser les deux objectifs mentionnés du problème d'ordonnancement de tournée du personnel étudié. Les méthodes d'agrégation linéaire et de ϵ -contrainte sont appliquées pour résoudre ce modèle d'optimisation. En outre, cette thèse présente une nouvelle variante du problème d'affectation appelé problème d'affectation généralisée par séquence qui est défini pour la planification du personnel dans un système combiné constitué des postes de travail en série et en parallèle. Il est prouvé que ce problème d'optimisation combinatoire est NP-difficile et les méthodes exactes ne sont pas capables de résoudre les instances de grande taille. Ainsi, trois méthodes approchées composées de deux approches mathématiques et une heuristique hybride sont développées pour résoudre ce problème. Les méthodes mathématiques sont basées sur la décomposition de la formulation pour simplifier le modèle principal en deux ou plusieurs modèles plus petits. La troisième méthode est une heuristique gloutonne combinée à une recherche locale. En outre, dans la dernière étape de cette thèse, la planification des ressources humaines pour un système de soins à domicile est formulée mathématiquement. Selon la structure du système, une intégration des problèmes d'affectation et de tournées de véhicules est présentée. Enfin, une approche mathématique en trois étapes est proposée pour résoudre ce problème d'optimisation combinatoire.

Rui MA

N° 405

Directeurs de thèse : Pascal BRIOIS / Fei GAO

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 20 septembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique.

" Modélisation de pile à combustible à oxyde solide et prédiction de durée de vie pour des simulations en temps réel."

Cette thèse présente d'abord une modélisation multi-physique d'une cellule de pile à combustible à oxydes solides de géométrie tubulaire réversible 2D. Le modèle développé peut représenter à la fois une cellule d'électrolyse à oxydes solides (SOEC) et une cellule de pile à combustible à oxydes solides (SOFC). En tenant compte des phénomènes physiques, électrochimiques, fluidiques et thermiques, le modèle présenté peut décrire avec précision les effets multi-physiques à l'intérieur d'une cellule pour le fonctionnement en mode électrolyseur ou en mode pile sur toute la plage de fonctionnement en courant et en température. En outre, un solveur itératif a été mis en place afin de résoudre la distribution 2D des quantités physiques le long de la cellule tubulaire. Le modèle de cellule réversible est ensuite validé expérimentalement dans les deux configurations sous différentes conditions. Par ailleurs, un modèle de pile à combustible alimentée par du syngas a été développé. Ce dernier est orienté contrôle et prend en compte à la fois des phénomènes de co-oxydation de l'hydrogène et du monoxyde de carbone. Le modèle de gaz de synthèse développé est validé expérimentalement dans différentes conditions de fonctionnement. Le modèle développé peut être utilisé dans des applications embarquées comme la simulation en temps réel, ce qui peut aider à concevoir et tester la stratégie de contrôle et de diagnostic en ligne pour le système de génération d'énergie des piles à combustible dans les applications industrielles.

La simulation en temps réel est importante pour le diagnostic en ligne des piles à combustible et les tests HIL (hardware-in-the-loop) avant les applications industrielles. Cependant, il est difficile de mettre en œuvre des modèles de piles à combustible multi-dimensionnels et multi-physiques en temps réel en raison des problèmes de rigidité numérique du modèle. Ainsi, la rigidité numérique du modèle en temps réel de la pile de type SOFC est d'abord analysée. Certains des solveurs d'équations différentielles ordinaires (ODE) couramment utilisés sont ensuite testés par la mise en place d'une simulation en temps réel comme objectif principal. Enfin, un nouveau solveur ODE rigide est employé pour améliorer la stabilité et réduire le temps d'exécution du modèle de pile à combustible en temps réel multidimensionnel. Pour vérifier le modèle proposé et le solveur ODE, des expériences de simulation en temps réel sont réalisées au sein d'une plate-forme temps réel embarquée commune. Les résultats expérimentaux montrent que la vitesse d'exécution satisfait à l'exigence de la simulation en temps réel. La stabilité du solveur sous forte rigidité et la grande précision du modèle sont également validées.

Les piles à combustible sont vulnérables aux impuretés de l'hydrogène et aux conditions de fonctionnement qui entraînent une dégradation des performances de la pile au cours du temps. Ainsi, au cours de ces dernières années, la prédiction de la dégradation des performances attire l'attention qui conduit à des remarques critiques sur la fiabilité du système. Ainsi, une méthode innovante de prédiction de dégradation PEMFC utilisant un réseau neutre récurrent (RNN) à longue distance (G-LSTM) est étudiée. Le système LSTM peut efficacement éviter les problèmes d'explosion et de disparition de gradient en comparaison avec l'architecture RNN conventionnelle, ce qui le rend pertinent pour le problème de prédiction pour une longue période. En mettant en parallèle et en combinant les cellules LSTM, l'architecture G-LSTM peut optimiser de façon avantageuse la précision de prédiction de la dégradation des performances de PEMFC. Le modèle de prédiction proposé est validé expérimentalement par trois types différents de PEMFC. Les résultats indiquent que le réseau G-LSTM utilisé peut prédire la dégradation de la pile à combustible d'une manière précise.

Chen LIU

N° 406

Directeurs de thèse : Franck GECHTER / Fei GAO

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 21 septembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique.

" Simulation en temps réel du système électronique de puissance pour les applications du transport électrifié."

Le développement du système électronique de puissance dans le transport électrique est poursuivi sous la forme de convertisseurs de puissance à haut rendement impliquant une topologie complexe.

Bien que l'analyse et le contrôle d'un tel système soient souvent une tâche difficile en raison de l'environnement haute tension et haut courant, la simulation hardware-in-the-loop (HILs) offre un moyen sûr et rapide d'évaluer la stratégie de contrôle en simulant l'environnement externe du contrôleur dans le système embarqué.

Au cours du processus, il y a deux exigences que nous devons relever dans le cadre de temps réel (i) Le processus de calcul doit être terminé avant que l'impulsion de déclenchement suivante de l'horloge en temps réel n'arrive; (ii) La latence dans le simulateur est assez petite pour être ignorée. Les périodes d'échantillonnage et de simulation dans les simulateurs basés sur CPU sont plus de 1 microseconde, il est difficile de prendre en compte l'ensemble des événements des commutateurs dans les systèmes d'entraînement modernes.

En revanche, les FPGA (Field Programmable Gate Arrays) fournissent non seulement une vitesse d'échantillonnage rapide mais aussi une alternative viable pour accélérer le simulateur en temps réel. Cependant, la mise en œuvre d'un système électronique de puissance complexe dans les FPGA est l'une des limitations. Ainsi, dans cette thèse, nous ferons des recherches sur la simulation en temps réel à base de FPGA avec la tentative de résoudre le problème en résolvant les questions suivantes,

1.Comment pourrions-nous partitionner le système électronique de puissance et l'implémenter dans FPGA?

2.Comment pouvons-nous tirer parti des fonctionnalités FPGA pour accélérer le processus de résolution de circuit

3.Comment pourrions-nous optimiser les performances du FPGA?

4.Comment exprimer la caractéristique de commutation non linéaire du système électronique de puissance dans le FPGA?

La première question concerne la caractéristique hybride à l'intérieur du système électronique de puissance. Nous avons proposé une nouvelle méthode nodale et un solveur matriciel basé sur la décomposition de Cholesky essayant de garder la topologie du circuit fixe et de traiter chaque élément de commutation et de circuit indépendamment. La deuxième question est celle de savoir comment obtenir des approximations pour toutes sortes d'Équation différentielle (ODE). Nous avons utilisé une série de solveurs ODE parallèles pour accélérer le processus de résolution. La troisième question est d'utiliser des outils de synthèse de haut niveau (HLS) pour optimiser les performances du FPGA. De tels outils sont utilisés pour développer des unités de calcul haute performance pour des applications de simulation en temps réel. Enfin, afin de rechercher l'impact de la caractéristique de commutation non linéaire sur le système électronique de puissance, nous avons proposé un modèle IGBT ultra-rapide avec un temps de calcul en nanosecondes dans le FPGA.

Dans l'ensemble, les méthodes présentées contribuent au développement du simulateur en temps réel par FPGA pour le système de transport électrique de trois façons: réduire le temps de calcul des matrices, proposer un solveur ODE parallèle dans le FPGA et optimiser les performances du FPGA.

Wenbao QIAO

N° 407

Directeur de thèse : Jean-Charles CREPUT

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 22 septembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Méthodes GPU de recherche par voisinage pour les problèmes de minimisation de graphes Euclidiens."

Dans cette thèse, nous proposons des solutions parallèles basées sur le système actuel GPU (graphics processing unit) pour deux problèmes de minimisation de graphe Euclidien, à savoir le problème de forêt/arbre couvrant minimum Euclidien (EMSF / EMST) et le problème du voyageur commerce (TSP). Les solutions proposées résolvent également aussi le problème d'une paire bichromatique la plus proche (BCP), et suivent la technique de "contrôle décentralisé, du parallélisme des données et des mémoires partagées par GPU".

Nous proposons une technique de recherche dans le voisinage le plus proche de dimension K Euclidienne basée sur les approches classiques de NNS d'Elias qui divisent l'espace Euclidien en cellules congruentes et ne se chevauchant pas, où la taille des points de chaque cellule est délimitée. Nous proposons aussi une technique d'élagage pour obtenir le NNS à base de composants afin de trouver le point de sortie le plus proche de l'ensemble de points de requête de Q dans la complexité temporelle linéaire séquentielle lorsque les données sont uniformément réparties. Ces techniques sont utilisées conjointement avec deux GPU algorithmes proposés pour arbre traversement, à savoir la recherche en largeur bidirectionnelle GPU et la liste chaînée dynamique distribuée, afin d'adresser le BCP. Basé sur la solution BCP, un algorithme parallèle Divide and Conquer est implémenté pour construire EMSF et EMST totalement côté GPU. Le TSP est adressé avec différents algorithmes de recherche locaux parallèles 2-opt, dans lesquels nous proposons une méthodologie "évaluation multiple K-opt, mouvements multiples K-opt" afin d'exécuter simultanément, sans interférence, des processus massifs 2-/3-opt mouvements qui se retrouvent globalement sur le même circuit TSP pour de nombreux bords. Cette méthodologie est expliquée en détail pour montrer comment nous obtenons un calcul haute performance à la fois du côté du GPU et CPU. Nous testons les solutions proposées et rapportons des résultats de comparaison expérimentale par rapport aux algorithmes de pointe.

Bei LI

N° 408

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUÏ / Robin ROCHE / Damien PAIRE

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 24 septembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique.

" Dimensionnement et gestion de micro-réseaux électriques et multi-énergies intégrant de l'hydrogène."

Avec le développement de la production décentralisée d'électricité à partir de sources renouvelables, il est fort probable que les micro-réseaux joueront un rôle central dans les réseaux du futur, non seulement pour réduire les émissions de gaz à effet de serre et maximiser l'utilisation d'énergie produite localement, mais également pour améliorer la résilience du système global.

Du fait de l'intermittence et de l'incertitude sur la production renouvelable (par exemple, photovoltaïque ou éolien), des systèmes de stockage de l'énergie doivent être intégrés. Cependant, déterminer leur dimensionnement et comment les contrôler pose plusieurs défis, en particulier parce que le dimensionnement optimal dépend de la stratégie de gestion utilisée, ou encore lorsque différents types d'énergie sont utilisés. Cette thèse contribue à résoudre les problèmes de dimensionnement et de gestion de micro-réseaux électriques et multi-énergies (électricité, gaz, chaleur, froid et/ou hydrogène) intégrant du stockage.

Tout d'abord, à l'aide des caractéristiques des différents composants, un modèle mathématique de micro-réseau est développé. Le problème de sa gestion est ensuite formulé comme un problème de programmation linéaire (MILP), utilisant une fonction objectif (minimiser le coût de fonctionnement) et différentes contraintes (puissance maximum, durée de démarrage/arrêt, limites d'état de charge, etc.). Ensuite, une structure permettant une co-optimisation est présentée pour résoudre le problème du dimensionnement à l'aide d'un algorithme génétique. Cette structure permet d'explorer l'espace des valeurs de dimensionnement en fonction des résultats de la stratégie de gestion, ce qui permet de tendre vers le meilleur dimensionnement possible pour la stratégie sélectionnée.

A l'aide de la méthode ci-dessus, quatre problèmes spécifiques sont étudiés. Le premier s'intéresse au dimensionnement d'un micro-réseau îloté entièrement électrique, combinant stockage par batteries et hydrogène-énergie pour du stockage à court et long terme, respectivement. Les résultats pour deux stratégies de gestion sont comparés : l'approche proposée (MILP) et une stratégie basée sur des règles. Une simulation à horizon glissant d'une heure sur un an est ensuite utilisée pour vérifier la validité du dimensionnement obtenu.

Un second problème s'intéresse un à micro-réseau multi-énergies îloté avec différents types de charges. L'influence de trois facteurs sur les résultats du dimensionnement est en particulier étudiée : la stratégie de gestion, la précision des prévisions de consommation et de production renouvelable, ainsi que la dégradation des moyens de stockage.

Une troisième partie de la thèse traite du dimensionnement d'un micro-réseau connecté aux réseaux de gaz, électricité et chaleur. La résilience du réseau est étudiée de façon à maximiser la résistance à une panne ou un défaut. La notion de centralité intermédiaire est utilisée pour déterminer le cas le plus défavorable pour une contingence et analyser son impact sur le dimensionnement. Deux systèmes de test de tailles différentes sont utilisés pour valider l'application de la méthode proposée et sa sensibilité à différents paramètres.

Enfin, une quatrième application s'intéresse à un ensemble de micro-réseaux multi-énergies connectés entre eux et à un réseau principal. L'algorithme proposé est alors appliqué à la détermination du prix utilisé pour les échanges d'énergie entre les micro-réseaux et des fournisseurs de service en interaction avec le réseau principal. L'algorithme détermine alors le prix qui maximise les bénéfices pour l'ensemble des participants. Des simulations sur un réseau montrent que le prix obtenu retourne de meilleurs résultats qu'une tarification classique de type heures creuses-heures pleines et permet de réduire le coût global de fonctionnement. Pour réduire le temps de calcul, un réseau de neurones est proposé pour accélérer la modélisation de la gestion du système et permet d'obtenir un gain de temps tout en ayant un impact limité sur la performance. Enfin, un algorithme de dimensionnement pour les micro-réseaux multi-énergies connectés au réseau à différents prix est présenté.

Les résultats obtenus sur ces différentes applications montrent l'utilité de la méthode proposée, qui constitue une contribution prometteuse pour la création d'outils de conception avancée de tels micro-réseaux.

Yongli ZHAO

N° 409

Directeurs de thèse : Marie-Pierre PLANCHE / François PEYRAUT / Ghislain MONTAVON

Laboratoire : ICB

Soutenance : 25 septembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Etude de la microstructure et des performances des revêtements céramiques YSZ finement structurés obtenus par projection plasma de suspension."

Grâce à l'utilisation d'un porteur liquide, la projection plasma de suspension (SPS) permet la fabrication de revêtements finement structurés. Comme pour la projection plasma conventionnelle (APS), les microstructures des revêtements SPS peuvent être adaptées en contrôlant les conditions de projection. Cependant, le procédé SPS est plus compliqué que le procédé APS par son nombre de paramètres modifiables.

Cette thèse vise à apporter une compréhension plus fondamentale de la relation entre les paramètres du procédé SPS et les propriétés des revêtements YSZ en identifiant des modèles génériques basés sur l'utilisation de méthodes statistiques mathématiques pour l'étude de l'influence et de la sensibilité de paramètres individuels.

Des expériences systématiques ont été menées pour étudier l'influence de six paramètres (puissance du plasma, charge massique de suspension, taille de la poudre, distance de projection, pas de projection et rugosité du substrat) sur la microstructure des revêtements qui ont aussi été analysés en terme de propriétés d'usage (mécanique, thermique, tribologique, etc.). La porosité des revêtements a fait l'objet d'une étude approfondie et les mesures ont été réalisées par trois techniques différentes : la méthode par analyse d'images, la transmission RX et la méthode USAXS (Ultra-Small Angle X-ray Scattering). Des analyses multivariées sur les données expérimentales recueillies ont été effectuées et plusieurs modèles mathématiques ont été proposés afin de prédire les propriétés des revêtements et guider ensuite vers une optimisation de la microstructure du revêtement en vu d'applications spécifiques.

Dans ce contexte d'optimisation des performances mécaniques et tribologiques de ces revêtements céramiques, différentes quantités et tailles de poudre h-BN ont été ajoutées dans la suspension YSZ. Les revêtements composites YSZ / h-BN ont été fabriqués et leur analyse a montré une nette réduction du coefficient de frottement et du taux d'usure lorsque la taille et la quantité de poudre d'ajout sont optimisées l'une avec l'autre. Trois mécanismes d'usure ont finalement été identifiés et seront discutés.

Hussein OBEID

N° 410

Directeur de thèse : Salah LAGHROUCHE

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 05 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique.

" Contribution à la commande et à l'observation adaptatives par modes glissants d'ordres supérieurs - Application aux systèmes de gestion de l'énergie."

Cette thèse porte sur le développement de nouvelles stratégies de commande et d'observation adaptatives par Modes Glissants (MG) et par Modes Glissants d'Ordres Supérieurs (MGOS). En effet, la mise en œuvre des commandes par MG et MGOS classiques nécessite la connaissance des limites supérieures des perturbations ou de leurs dérivées, souvent inconnues. Le premier apport de cette thèse est la synthèse d'une stratégie d'adaptation permettant d'assurer la convergence de la variable de glissement vers un voisinage prédéfini de zéro sans nécessiter d'informations sur les perturbations ou leurs dérivées et sans surestimation du gain. Cette stratégie est ensuite déclinée pour concevoir : deux commandes par MG d'ordre 1 et 2, une commande par mode glissant intégral, ainsi qu'une version du différenciateur de Levant. La deuxième contribution de la thèse est la mise au point de deux commandes adaptatives par MGOS discontinues. Ces deux algorithmes assurent un mode glissant d'ordre n en s'affranchissant de la connaissance de la limite supérieure de la perturbation et de sa dérivée. Enfin, afin de montrer l'efficacité des algorithmes proposés, ils sont appliqués avec succès à travers des simulations pour la commande d'un système de conversion de l'énergie éolienne et la commande d'un moteur à induction linéaire pour la cogénération.

Mohammad SALEH

N° 411

Directeurs de thèse : Maxime WACK / Jaafar GABER

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 07 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Sécurisation des communications pour les réseaux de capteurs sans fil, application aux réseaux biomédicaux de type EEG."

Le cadre général de la thèse concerne les réseaux de capteurs et la sécurisation des communications sans fil pour la mise en œuvre de systèmes fiables de surveillance orienté santé. Plus précisément, ce travail de thèse présente un nouveau système de surveillance biomédical à base de réseau de capteurs sans fil, pour la mesure de l'activité électrique du cerveau. Un réseau de capteurs sans fil de type EEG (électroencéphalogramme) permet de surveiller les ondes cérébrales spontanées, y compris les ondes normales et anormales, des patients souffrant de différents types d'épilepsie. Un capteur sans fil enregistre les signaux du patient (via le cuir chevelu) et filtre ces signaux et leurs données en parallèle selon un traitement approprié des ondes cérébrales. Il est dès lors possible de prédire la gravité d'une attaque épileptique à venir. Une première approche est proposée pour analyser les anomalies des ondes cérébrales et déclencher des alertes le cas échéant. De tels systèmes peuvent permettre de sauver de nombreux patients en prédisant l'arrivée des crises avant qu'elles ne surviennent et éviter ainsi les accidents et les comportements à risque lors d'une crise d'épilepsie. De plus, l'approche peut être utilisée pour d'autres mesures de diagnostic médical. Une autre approche basée sur l'apprentissage pour la prédiction en utilisant les réseaux de neurones de type FFNN (Feed Forward Neural Network) est également présentée. Par ailleurs, Les approches de prédiction, exploitent la norme IEEE802.11n pour la transmission des données avec un protocole de confidentialité pour la sécurisation des communications. La mise en œuvre de la sécurité peut réduire considérablement le temps de la prédiction et retarder les signaux d'alerte des crises. Les mesures effectuées permettent la calibration des algorithmes de prédiction pour tenir compte des délais introduits par la sécurisation des communications.

Ihab ARABI AGHA

N° 412

Directeurs de thèse : Maxime WACK / Jaafar GABER

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 07 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Approches distribuées et adaptatives pour la mise en oeuvre de l'ubiquité numérique et l'informatique diffuse."

Le paradigme d'émergence spontanée de services (Spontaneous Emergence Paradigm, SEP) pour la mise en œuvre de l'informatique omniprésente ou diffuse (pervasive computing), consiste à fournir des services aux utilisateurs en fonction de leur environnement ad hoc. Ce paradigme a prouvé son efficacité et son adéquation aux applications distribuées sensibles au contexte. Ce travail se concentre sur deux aspects liés à la mise en œuvre des services SEP. Le premier se distingue de ce qui est proposé dans la littérature, par une approche physiologique de « Dead Reckoning » (Physiological Pedestrian Dead Reckoning Approach, PDR), qui permet de corriger les erreurs de positionnement à partir de données physiologiques comme la fréquence cardiaque et la vitesse de déplacement. Cette approche utilise des modèles stochastiques, qui reposent sur la distribution des probabilités des fréquences cardiaques précédemment collectées par rapport à la vitesse de déplacement de l'utilisateur (par exemple, par apprentissage via une marche sur un tapis roulant). Le modèle proposé permet ainsi d'ajuster les vitesses lues dans n'importe quel futur système PDR. Le deuxième aspect de cette recherche concerne la détection de réseaux d'affinités (Social Relationship Detection framework, SRD). Cette approche propose d'explorer le niveau d'affinité entre personnes en fonction de leur connexions et interactions selon plusieurs conditions. Ces connexions à des bornes WAP (Wireless Access Point), par rapport à chaque condition, sont consolidées pour former des distributions de probabilités. Par la suite, ces distributions de probabilités sont introduites dans un réseau de neurones (back propagation neural network) pour détecter et déterminer les affinités entre utilisateurs. Cette approche permet une prise de décision adaptative à chaque connexion au WAP et selon le comportement de l'utilisateur, contrairement aux approches classiques reposant uniquement sur une connaissance globale au préalable de la convergence des attributs des utilisateurs concernés.

Mickael MERY

N° 413

Directeurs de thèse : Cécile LANGLADE / Patrick MASSET

Laboratoire : ICB

Soutenance : 16 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Développement d'un procédé électrochimique pour le recyclage du néodyme à partir de déchets électroniques."

Le néodyme appartient à la série des lanthanides se trouvant dans le tableau périodique. Il est le composant clé des aimants permanents Nd₂Fe₁₄B implantés dans différents appareils électroniques mais aussi dans appareils dis « écologiques » comme les éoliennes, les voitures ou vélos électriques. De nos jours seulement 1 % du néodyme présent dans les déchets électroniques est recyclé. De fortes tensions géopolitiques ainsi que la croissance rapide de la demande pour ce type d'aimants conduisent à d'importantes spéculations et fluctuations sur le prix du néodyme aggravé par l'appauvrissement annoncé de la ressource.

Depuis quelques décennies, plusieurs procédés de recyclage du néodyme ont été développés au niveau des laboratoires sans avoir été utilisés à l'échelle industrielle. Les procédés existants ont plusieurs désavantages comme un grand nombre d'étapes avant d'obtenir le produit final ou encore l'utilisation de grandes quantités de produits chimiques.

Le but de ces recherches est le développement d'un procédé pyrochimique pouvant être une alternative à ceux déjà existants. Ce procédé permettrait de récupérer le néodyme sous sa forme métallique en seulement une étape. Pour atteindre cet objet, il a fallu élaborer un réacteur pouvant résister à de hautes températures ainsi qu'aux sels fondus pouvant être corrosifs selon leur composition. Par la suite, les propriétés électrochimiques du néodyme ont été étudiées dans différents sels fondus à base de chlorures et de fluorures afin trouver la configuration optimale pour l'extraction du néodyme contenu dans les aimants permanents.

Nous avons ainsi prouvé qu'il était possible d'extraire le néodyme sous sa forme métallique contenu dans de vieux aimants permanents en une seule étape durant une électrolyse.

Yong SHI

N° 414

Directeurs de thèse : Olivier GRUNDER / Toufik BOUDOUH

Laboratoire : NIT

Soutenance : 27 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique.

" Modélisation et résolution des problèmes de routage et de planification des soins de santé à domicile liés à la prise en compte des incertitudes."

Les soins de santé à domicile (HHC) sont un large éventail de services de santé pouvant être dispensés à domicile pour une maladie ou une blessure. Ces dernières années, le secteur des soins de santé est devenu l'un des plus grands secteurs de l'économie des pays développés. L'un des défis les plus importants dans le domaine des HHC consiste à affecter plus efficacement les ressources en main-d'œuvre et les équipements sous des ressources limitées. Étant donné que le coût du transport est l'une des dépenses les plus critiques dans les activités de l'entreprise, il est très important d'optimiser le problème de routage des véhicules pour les sociétés HHC.

Cependant, la majorité des travaux existants ne prennent en compte que le modèle déterministe. Dans la pratique de HHC, le décideur et les aidants rencontrent souvent des incertitudes. Il est donc essentiel d'intégrer l'incertitude dans le modèle pour établir un calendrier raisonnable pour la société HHC. Cette thèse aborde le problème du routage et de la planification HHC en prenant en compte respectivement la demande non déterministe, le service et le temps de parcours. Le corps principal de la thèse est composé de trois œuvres indépendantes.

(1) Sur la base de la théorie de la crédibilité floue, nous avons proposé un modèle de programmation par contraintes de hasard flou (FCCP) pour le problème de routage HHC avec une demande floue. Ce modèle présente à la fois des caractéristiques d'optimisation combinatoire et de FCCP. Pour faire face au problème à grande échelle, nous avons développé un algorithme génétique hybride avec la simulation de Monte Carlo. Trois séries d'expériences ont été menées pour valider les performances du modèle et de l'algorithme proposés. Enfin, l'analyse de sensibilité a également porté sur l'observation du paramètre variable impliqué dans la prise de décision floue.

(2) En fonction de l'activité des soignants de HHC, nous avons proposé un modèle de programmation stochastique en deux étapes avec recours (SPR) pour la livraison et la reprise simultanées avec des temps de trajet et de service stochastiques dans HHC. Pour résoudre le modèle, nous avons d'une part réduit le modèle au cas déterministe. Le solveur de Gurobi, le recuit simulé (SA), l'algorithme de chauve-souris, l'algorithme de luciole ont été proposés pour résoudre le modèle déterministe pour 56 instances respectivement. Enfin, le SA a été adopté pour traiter le modèle SPR. Une comparaison entre les solutions obtenues par les deux modèles a également été réalisée pour mettre en évidence la prise en compte des temps de parcours et de service stochastiques.

(3) Pour garantir la qualité du service, sur la base d'un budget de la théorie de l'incertitude, nous avons proposé un modèle d'optimisation robuste (RO) pour HHC Routing, prenant en compte les exigences en termes de temps de déplacement et de service. La vérification de la solution réalisable a été réécrite en tant que fonction récursive complexe. Recherche tabou, SA, Recherche de voisinage variable sont également adaptés pour résoudre le modèle. Un grand nombre d'expériences ont été réalisées pour évaluer le modèle déterministe et le modèle RO. Une analyse de sensibilité des paramètres a également été effectuée.

Lyiang XIAO

N° 415

Directeurs de thèse : Amir HAJJAM EL HASSANI / Mahjoub DRIDI

Laboratoire : NIT

Soutenance : 27 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Contributions à la planification et à l'optimisation dans le système de santé moderne."

La recherche opérationnelle (RO) joue un rôle important dans les systèmes de santé. Au cours des dernières années, l'hospitalisation à domicile comme les hôpitaux de réhabilitation ont émergé pour pallier aux coûts du système de santé et à la qualité de vie des patients. Dans les secteurs de la réhabilitation, la gestion des soins de santé est sous-développée et la plupart des hôpitaux de réhabilitation sont gérés uniquement par l'expérience. Dans cette thèse, nous traitons d'abord le problème de la planification des traitements dans les hôpitaux de réhabilitation afin de les optimiser. Notre travail vise à réduire le temps d'attente des patients hospitalisés et ainsi améliorer leur satisfaction. Afin de résoudre efficacement ce problème de planification de traitements complexes, nous proposons une approche basée sur un algorithme de recherche hybride de coucou qui est testée et validée dans un cas réel. Nous nous intéressons ensuite à l'hospitalisation à domicile qui constitue un autre problème réel compte tenu du vieillissement de la population. Dans la plupart des régions, un nombre croissant d'organisations à but lucratif et à but non lucratif s'associent pour offrir des soins aux patients. Elles ont tendance à atteindre un niveau hospitalier tant en quantité et qu'en qualité avec une flexibilité accrue par rapport aux services hospitaliers. Nous étudions les problèmes de planification et d'acheminement des soins à domicile en tenant compte de nombreuses contraintes liées à la fois aux patients et aux soignants. Le problème est un scénario pratique motivé et vise à minimiser les coûts d'exploitation totaux. Nous utilisons le solveur commercial Gurobi pour résoudre et valider le modèle avec des données réelles.

Brahiman TRAORE

N° 416

Directeur de thèse : Kokou Ezzo ATCHOLI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 30 novembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Elaboration et caractérisation d'une structure composite (sable et déchets plastiques recyclés) : Amélioration de la résistance par des charges en argiles."

Notre étude consiste à proposer une méthode de recyclage des déchets plastiques en confectionnant des matériaux utilisables dans le revêtement routier et de sol intérieur ou extérieur. Pour ce faire deux techniques ont été adoptées : la technique par compactage manuelle et la technique par thermocompression. Dans les deux cas, le sable est mélangé avec du plastique fondu.

Dans l'optique d'améliorer les résistances mécaniques afin d'élargir le domaine d'utilisation des matériaux, un apport en charge d'argile a été fait dans la méthode de thermocompression. Les résultats obtenus ont permis de faire des observations. Ainsi, on observe que les résistances mécaniques augmentent avec le taux de PEBD jusqu'à un taux optimal avant de baisser. Pour la technique de compression manuelle ce taux idéal est de 30 % et pour celle de la thermocompression le taux est de 50 %. Dans les deux cas, plus la granulométrie du sable est fine, plus la résistance augmente. Les essais non destructifs (scléromètre et ultrason) ont été faits et comparés avec ceux des essais destructifs. Les résultats ont permis d'établir des modèles prédisant le comportement des matériaux. Les résistances mécaniques de la thermocompression sont plus élevées que celles de la compression manuelle à cause la pression exercée qui renforce la cohésion entre sable et PEBD.

L'ajout de l'argile comme charge permet d'augmenter la résistance mécanique et la rigidité du matériau. Cette résistance est élevée quand les particules d'argiles sont plus fines. Le taux de charge idéal est fonction du taux de PEBD. C'est ainsi que pour 20 et 25 % de PEBD, le taux de charge idéal en argile est respectivement de 5 et 7 %. Les différents résultats obtenus ont été aussi comparés avec les exigences des normes concernant les matériaux de revêtement routiers (pavés) et de sol. Il en ressort que les matériaux peuvent être utilisés comme pavés et carreaux de sol.

Nicolas SIMONCINI

N° 417

Directeur de thèse : Robert BELOT

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 03 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Epistémologie, histoire des sciences et des techniques.

" Histoire de la recherche sur les piles à combustible en France des années soixante aux années quatre-vingt."

Les piles à combustible, dont le principe de fonctionnement est connu depuis le milieu du XIX^{ème} siècle, permettent de produire simultanément de l'électricité, de l'eau et de la chaleur à partir de combustibles et comburants tels que l'hydrogène et l'oxygène. À la fin des années cinquante, ces générateurs électrochimiques connaissent des perfectionnements majeurs, notamment grâce aux travaux de l'Anglais Francis T. Bacon, et sont utilisés aux États-Unis par la NASA (Aeronautics and Space Administration) au sein de ses programmes spatiaux. En France, des études sont mises en place au même moment dans des laboratoires publics et privés, tels que ceux d'Alsthom, de l'Institut français du pétrole et du CNRS (Centre national de la recherche scientifique), sous l'égide des Armées et de la DGRST (Délégation générale à la recherche scientifique et technique), organisme d'État chargé de la politique de la recherche. Jusqu'au début des années quatre-vingt, des millions de francs sont ainsi investis et des centaines de chercheurs, ingénieurs et techniciens sont mobilisés pour améliorer la technique, travailler à son adaptation aux automobiles électriques, aux trains, aux sous-marins, à la construction de centrales de production industrielle d'électricité ou encore à la fourniture de solutions militaires. Alors que de nos jours les piles à combustible apparaissent en France comme des options majeures pour la transition énergétique, c'est tout l'objet de cette thèse que de retracer, restituer et analyser cette partie de leur histoire grâce à une enquête de terrain fondée sur la récolte d'archives et la réalisation d'entretiens avec des acteurs ayant participé aux recherches. Nous mettrons tout d'abord au jour les conditions socio-historiques et les dynamiques structurelles qui font que les piles à combustible deviennent un thème d'intérêt en France à la fin des années cinquante. Nous montrerons ensuite comment les études sont organisées puis réorientées dans les années soixante et soixante-dix en fonction de l'évolution du collectif de pensée et du réseau social créés autour de la technique. Enfin, nous examinerons l'ensemble des raisons politiques, économiques, scientifiques et sociales pour lesquelles ces travaux sont presque tous abandonnés au début des années quatre-vingt.

Youssef SAAD

N° 418

Directeurs de thèse : Said ABOUDI / Rafic YOUNES

Laboratoire : ICB

Soutenance : 04 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Gestion optimale des systèmes hybrides pour la production de l'énergie dans les sites isolés."

Les générateurs diesels sont la principale source d'énergie électrique qui alimente la plupart des régions éloignées et isolées dans le monde. Malheureusement, ces moteurs posent encore d'énormes défis techniques, financiers et environnementaux. Toutefois, la combinaison de ces générateurs avec des sources renouvelables comme l'énergie éolienne dans un système éolien-diesel hybride (WDS) pourrait réduire ces déficits en réduisant la consommation de combustibles fossiles et de la durée de fonctionnement des moteurs diesels et en réduisant le coût de l'exploitation et les émissions nocives. L'intermittence de l'énergie éolienne et sa dissipation pendant les périodes venteuses exigent un système de stockage d'énergie. Dans cette thèse, un nouveau système hybride éolien-diesel avec compression d'air adiabatique et stockage à pression constante (ACP-WDCAS) a été proposé. Ce système combine les technologies de stockage d'énergie hydropneumatiques et les systèmes de stockage de l'énergie sous forme d'air comprimé avec le système éolien-diesel. L'objectif de ce système est d'optimiser les performances des moteurs diesel et de réduire la consommation de carburant sans apporter de modifications majeures à l'architecture de ces moteurs dans les sites isolés. Une simulation numérique, une modélisation mathématique et une analyse des évolutions possibles du système seront de ce fait étudiés.

Xincheng YAN

N° 419

Directeurs de thèse : Rodolphe BOLOT / Hanlin LIAO / Lucas DEMBINSKI

Laboratoire : ICB

Soutenance : 04 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Etude sur la fusion sélective au laser de l'alliage Ti-6Al-4V pour des applications biomédicales."

La fusion sélective par laser (SLM), en tant que technologie de fabrication additive émergente, permet la fabrication de pièces complexes et de conception avancée. Cette technologie est particulièrement adaptée aux applications biomédicales, telles que la production d'implants personnalisés. Les alliages de titane, en particulier le Ti6Al4V, sont largement utilisés dans les industries médicales en raison de leurs excellentes propriétés mécaniques et de leur biocompatibilité. Afin de développer une substitution osseuse spécifique, l'étude présente s'est concentré sur les propriétés mécaniques, le post-traitement, la conception légère et les propriétés biologiques d'un matériau en Ti6Al4V fabriqué par SLM. Les résultats les plus importants de ce travail sont répertoriés ci-après.

La microstructure des échantillons de Ti6Al4V ainsi formée s'est avérée dominée par la phase martensite α aciculaire. Le traitement par compression isostatique à chaud (HIP) entraîne une réduction significative des défauts internes, tels que les pores résiduels et les fissures internes. L'échantillon fabriqué n'ayant pas subi de traitement possède une faible résistance à la fatigue et un comportement en ductilité peu satisfaisant. Au contraire, l'échantillon traité thermiquement (HT) présente une résistance à la traction réduite. Toutefois, le comportement à la traction et la résistance à la fatigue sont améliorés par rapport à l'échantillon n'ayant pas subi de traitement. Le traitement HIP a également entraîné une réduction de la résistance à la traction mais a amélioré la ductilité et le comportement à la fatigue grâce à l'élimination des défauts internes.

Afin d'améliorer la résistance à la fatigue d'un matériau en Ti6Al4V fabriqué par SLM, une technologie avancée de traitement par attrition mécanique de surface (SMAT) a été appliquée au cours de ce travail. Les résultats indiquent qu'un traitement de type SMAT peut introduire une couche nanostructurée sur la surface de l'échantillon. La nanostructure peut entraîner une augmentation de la résistance mécanique et des contraintes résiduelles de compression dans la couche de surface. En conséquence, l'échantillon traité par SMAT a montré une amélioration significative de la résistance à la fatigue par rapport à celui non traité dans les régimes de fatigue à cyclage faible et élevé. De plus, une oxydation par micro-arc (MAO) a été proposée pour améliorer l'activité biologique en formant un film oxydé avec du calcium (Ca) et du phosphore (P) sur la surface du Ti6Al4V fabriqué par SLM. La microstructure, la morphologie et les compositions chimiques du film de MAO préparé pour différentes tensions ont été caractérisées. Les résultats montrent qu'un revêtement comportant une proportion de Ca et de P est formé en surface du matériau Ti6Al4V fabriqué par SLM, et que cette couche a bien adhéré au substrat après le traitement au MAO. On peut en conclure que le traitement par MAO peut améliorer l'activité biologique du Ti6Al4V fabriqué par SLM.

Des unités octaédriques avec des tailles de pores de 500, 600 et 700 μm et un taux de porosité de 60% et 70% ont été conçues, puis les structures poreuses correspondantes ont été fabriquées par SLM. Les effets du diamètre des pores et de la porosité sur les propriétés mécaniques des échafaudages poreux en Ti6Al4V fabriqués par SLM ont été systématiquement étudiés. Afin d'évaluer les performances biologiques, des tests in vitro/vivo ont été menés pour étudier la prolifération, la différenciation des cellules et la croissance osseuse sur les échafaudages poreux de Ti6Al4V fabriqués par SLM. L'étude indique que l'échafaudage poreux avec une taille de pore de 500 μm et une porosité de 60% est relativement prometteur pour la reproduction des défauts osseux.

Jérémy DECERLE

N° 420

Directeurs de thèse : Olivier GRUNDER / Amir HAJJAM EL HASSANI / Oussama BARAKAT

Laboratoire : NIT

Soutenance : 06 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Contribution à l'optimisation de la planification des tournées de soins pour l'hospitalisation à domicile."

Cette thèse porte sur la planification des tournées de soins pour l'hospitalisation à domicile. Sous l'impulsion des différentes politiques publiques de santé mises en place en France, la demande des patients de recevoir leur traitement dans un environnement familial et sécurisant n'a cessé de croître. Faisant apparaître de nouvelles problématiques d'organisation au sein des établissements d'hospitalisation à domicile, notre travail porte sur l'optimisation de la planification des tournées de soins en considérant des contraintes médicales, logistiques et économiques. Dans un premier temps, nous étudions la planification des tournées de soins hospitaliers à domicile en portant un intérêt particulier aux contraintes de fenêtres de temps et de synchronisation des visites. En rendant ces contraintes souples, nous apportons plus de flexibilité à la modélisation du problème en définissant individuellement les souhaits des patients pour recevoir leurs soins afin d'améliorer la qualité de la planification obtenue et la satisfaction des patients. Dans un second temps, nous intégrons à notre modélisation l'équilibrage de la charge de travail du personnel soignant. Cet aspect ne doit en effet pas être négligé afin d'obtenir une certaine équité et s'assurer de l'applicabilité de notre solution. Par la suite, nous étudions le problème sous sa forme multi-objectif. La hiérarchisation des objectifs pouvant se révéler déroutante pour les décideurs, nous proposons un algorithme mémétique multi-objectif afin d'obtenir un ensemble de solutions représentant différents compromis entre les objectifs. Enfin, la dernière partie de cette thèse s'intéresse à la planification des tournées de soins hospitaliers à domicile dans un contexte multi-centre de soins. La dispersion géographique des patients sur le territoire pouvant entraîner l'ouverture de nouveaux centres de soins, l'affectation des soignants aux centres de soins devient un nouvel aspect à optimiser. Pour chaque problématique, des expériences sont réalisées afin d'évaluer la qualité de nos méthodes de résolution sur des instances de la littérature.

Huan LI

N° 421

Directeurs de thèse : Abdesslem DJERDIR / Alexandre RAVEY

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 07 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique.

" Minimisation de la consommation d'énergie des véhicules hybrides à pile à combustible."

Le réchauffement climatique, la pollution de l'environnement et l'épuisement des énergies pétrolières ont attiré l'attention de l'humanité dans le monde entier. Les véhicules électriques hybrides à pile à combustible (FCHEV), utilisant l'hydrogène comme carburant et n'émettant aucune émission, sont considérés par les organismes publics et privés comme l'un des meilleurs moyens de résoudre ces problèmes. Cette thèse de doctorat considère un FCHEV avec trois sources d'énergie: pile à combustible, batterie et supercondensateur, ce qui complique l'élaboration d'une stratégie de gestion de l'énergie (EMS) pour répartir la puissance entre différentes sources d'alimentation. Parmi les méthodes de gestion de l'énergie de la littérature actuelle, la stratégie de minimisation de la consommation équivalente (ECMS) a été sélectionnée car elle permet une optimisation locale sans connaissance préalable des conditions de conduite et cela en donnant des résultats optimaux.

En raison de la faible densité énergétique du supercondensateur, sa consommation équivalente d'hydrogène est négligée dans la plupart des références bibliographiques, ce qui va non seulement à l'encontre de l'objectif de minimiser la consommation totale d'hydrogène, mais accroît également la complexité du système EMS en raison du besoin d'un système EMS supplémentaire pour calculer la demande en puissance du supercondensateur. Ainsi, une stratégie ECMS à programmation quadratique séquentielle (SECMS) est proposée pour prendre en compte le coût énergétique des trois sources d'énergie dans la fonction objective. Une stratégie de contrôle basée sur des règles (RBCS) et une stratégie hybride (HEOS) a été également conçues pour être comparée à SECMS. La dégradation des sources d'énergie représente un défi majeur pour la stabilité du système SECMS développé. Basé sur l'estimation en ligne de l'état de santé de la pile à combustible et de la batterie, le système ECMS adaptatif (AECMS) a été implémenté en ajustant le facteur équivalent et le taux de changement dynamique de la pile à combustible. Les résultats de la simulation montrent que l'AECMS peut assurer le maintien de la charge de la batterie et l'augmentation de la durabilité de la pile à combustible.

Pour valider les algorithmes de gestion de l'énergie et les modèles numériques proposés, un banc d'essai expérimental a été construit autour de l'interface temps réel DSPACE. La comparaison des résultats de la simulation numérique et des résultats expérimentaux a montré que le système SECMS proposé fonctionne à un rendement maximal, que le supercondensateur fournit la puissance de pointe et que la batterie fonctionne comme un tampon d'énergie. Il a été prouvé que la négligence de la consommation d'hydrogène équivalente au supercondensateur dans l'ECMS conduit à un fonctionnement non optimal. Comparé à RBCS et HEOS, la SECMS a le moins d'hydrogène consommé et le courant de pile à combustible le plus stable.

Samar EL AMINE

N° 422

Directeurs de thèse : Stéphane GALLAND / Abderraffiaa KOUKAM

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 11 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Informatique.

" Modélisation orientée agent des facteurs sociaux et économiques affectant le choix du mode de transport:application à la ville de Beyrouth."

En milieu urbain et périurbain, les transports et la mobilité sont étroitement liés aux activités socio-économiques. Ils sont influencés par la psychologie personnelle de l'individu, les normes sociales, la résistance au changement, l'attitude personnelle, les habitudes, les peurs et les croyances. A Beyrouth, la possession de véhicules a augmenté rapidement en raison de la pénurie de transports en commun amenant l'opportunité de développer des services de mobilité durable et d'accessibilité. Cela nécessite que les modes de transport soient abordables, efficaces et respectueux de l'environnement, ainsi que des technologies qui minimisent la consommation d'énergie en mettant l'accent sur trois points principaux: réduire les besoins de déplacement, adopter des modes de transport plus respectueux de l'environnement et améliorer l'efficacité de la technologie des véhicules. Cette thèse porte sur la modélisation orientée-agent du comportement de déplacement. Nous avons analysé les données obtenues à partir d'une enquête menée à Beyrouth. Une relation entre l'emploi, le statut social et le choix du mode de transport a été mise en évidence. Un modèle de simulation orientée agent, incluant les architectures et les algorithmes des agents, du trafic routier utilisant une approche économique institutionnelle a été proposé. Les questions scientifiques concernent les effets de facteurs économiques, sociaux, professionnels et liés aux ménages sur le choix d'un mode de transport. Ce travail fait partie d'un projet de la société S&A (Belgique et Liban) visant à fournir des outils permettant la transition des moyens de transport vers une pratique plus respectueuse.

Zexin YU

N° 423

Directeurs de thèse : Hanlin LIAO / Michel MOLIERE

Laboratoire : ICB

Soutenance : 12 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Confection et caractérisation de revêtements d'oxydes métalliques semi-conducteurs par projection thermique, à partir de solutions des éléments précurseurs (techniques "SPTS")."

Les procédés de photodégradation, de conversion photocatalytique du CO₂ et la technologie des supercondensateurs représentent des options intéressantes pour palier aux problèmes environnementaux et pour apporter des réponses à la crise énergétique. Dans ces trois domaines, les matériaux à base d'oxydes métalliques sont très prometteurs. Cependant, les voies classiques (c'est-à-dire par voies hydrothermales ou de sol-gels) présentent un certain nombre d'inconvénients tels que leurs longues durées de préparation et leurs rendements limités. En outre, la mise en œuvre de nanopoudres suppose une opération de post-filtration dans les procédés de photodégradation et l'utilisation supplémentaire d'un liant dans la confection d'électrodes de supercondensateurs, ce qui non seulement réduit les performances respectives de ces deux procédés mais entrave également leur développement au niveau industriel. Dans cette thèse, les technologies SPPS (Solution Precursor Plasma Spray) et SPFS (Solution Precursor Flame Spray) ont été introduites pour préparer des films d'oxydes métalliques à base de ZnO, en bénéficiant des avantages de rapidité et simplicité de ces techniques de formation de dépôts. Les films ainsi obtenus ont ensuite été testés dans des expériences de photodégradation, de conversion photocatalytique du CO₂ et sous forme de supercondensateurs.

Tout d'abord, à notre connaissance, c'est la première fois que l'on synthétise directement des nanostructures de ZnO (par exemple des nanotubes ou des nanofils) par des procédés SPPS. Ces films nanostructurés et hiérarchisés présentent non seulement une croissance préférentielle le long du plan cristallin (002), mais contiennent aussi des lacunes d'oxygène dans leurs réseaux. La mise en œuvre de simulations DFT a permis de proposer un mécanisme possible de croissance des nanostructures de ZnO lors de leur synthèse par la voie SPPS.

Deuxièmement, divers films "composites", constitués de ZnO et d'un second oxyde "MO" ont également été préparés par SPPS afin de réduire les bandes d'énergie interdites. Dans cette partie de la thèse, nous avons étudié l'effet du rapport molaire MO/ZnO sur la structure des films MO/ZnO obtenus (M = Mn et Cu); nous avons aussi préparé, par cette nouvelle méthode, des films fins CuO/ZnO et CeO₂/ZnO ainsi que des films de ZnO "décorés". Troisièmement, des films mettant en œuvre des structures du type spinelle (tels que les oxydes mixtes ZnFe₂O₄, NiCo₂O₄, ZnCo₂O₄ et Co₃O₄) ont également été synthétisés et déposés à l'aide des techniques SPPS et SPFS, ceci en raison de leur grand intérêt pour les applications susmentionnées. Il a été constaté que les structures obtenues sont très sensibles aux rapports MO/ZnO et que les morphologies de surface dépendent davantage des paramètres d'injection des solutions. En outre, la puissance de la torche joue un rôle plus critique dans la synthèse in situ de la phase spinelle binaire que la température de préchauffage du substrat. Enfin, la voie de préparation par SPPS favorise la formation de dépôts de textures floconneuses, notamment dans le cas des films de NiCo₂O₄ et Co₃O₄, tandis que des particules de formes sphériques ont été plutôt observées dans les échantillons préparés par la voie SPFS.

Enfin, nous avons sélectionné plusieurs de ces films, bruts de synthèse, et avons testé leurs performances respectives dans les trois applications étudiées. D'une part, le colorant "Orange II" a pu être dégradé à 100% en 2h sous irradiation UV et à 85% en moins de 6h sous irradiation en lumière visible. D'autre part, les échantillons de Co₃O₄ déposés par SPPS présentent une capacité spécifique de stockage électrique allant jusqu'à 1190 Fg⁻¹ et une rétention de 136% de cette propriété après 2500 cycles, avec un balayage potentiométrique de 20 mV/s réalisé dans un électrolyte KOH 2M. Enfin le CO₂ a pu être converti en CO par irradiation à la lumière visible en utilisant un dépôt de ZnCo₂O₄, ceci avec un 'turn over' maximal de 61,4 et une sélectivité maximale de 90,5%.

En résumé, ce travail a permis d'une part d'améliorer les performances des trois procédés étudiés, grâce à l'introduction de nouvelles méthodes de préparation. Il suggère d'autre part le caractère très prometteur de la technique de "Solution Precursor Thermal Spray" dans le cadre d'autres applications fonctionnelles liées à des domaines variés.

Mohamad SLEIMAN

N° 424

Directeur de thèse : Rachid BOUYEKHF

Laboratoire : NIT

Soutenance : 12 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Automatique.

" Commande sous contraintes et incertitudes des réseaux de transport."

Le transport a toujours été l'un des composants déterminants de la vie urbaine et de son développement économique. A partir de la seconde moitié du siècle dernier, l'amélioration du niveau de vie moyen et du taux d'équipement des ménages a permis au plus grand nombre d'accéder au déplacement par véhicule particulier. Nous avons donc assisté à une course entre la croissance du trafic routier et les progrès quantitatifs et qualitatifs de la voirie. Cette quantité d'actions génère des problèmes au niveau de la fluidité du trafic, d'où l'apparition de congestion. La congestion se produit aujourd'hui de façon quasi-quotidienne dans les réseaux routiers. Elle est source de perte de temps, augmentation de la consommation d'énergie, nuisance et détérioration de l'environnement. La solution aux problèmes de congestion routière ne passe pas toujours par l'augmentation de l'investissement dans les infrastructures de transport. En effet, l'offre de terrains est épuisée et le développement de l'infrastructure routière est coûteux. D'où, la tendance actuelle est plutôt à une meilleure utilisation des infrastructures existantes. En particulier, les feux de signalisation jouent un rôle important parmi les approches qui permettent d'éviter la congestion. En effet, la conception d'une meilleure commande des feux de signalisation a fait l'objet de plusieurs recherches afin d'améliorer la circulation au niveau du réseau à grande échelle.

Dans ce mémoire, nous nous intéressons essentiellement à un travail en amont (action a priori) permettant d'éviter la congestion en forçant le nombre de véhicules à ne pas dépasser les capacités maximales des voies du réseau de transport. Après avoir décrit les réseaux de carrefours des feux, nous présentons d'une manière non exhaustive, les méthodes développées pour la gestion et la régulation des carrefours. Ensuite, nous proposons trois stratégies de contrôle qui traitent le problème de contrôle de manières différentes. La première fait appel à la théorie des systèmes dissipatifs, la deuxième consiste à stabiliser le système au sens de Lyapunov autour de sa situation nominale et la troisième le stabilise en temps fini (pendant les heures de pointe). Ces commandes proposées respectent les contraintes sur l'état et sur la commande et prennent en considération les incertitudes existantes dans le système. Finalement, l'existence des commandes proposées a été caractérisée par la faisabilité de certaines LMI en utilisant l'outil CVX sous MATLAB. De plus, les performances de chaque commande sont évaluées par des simulations.

Renaud PICHOT

N° 425

Directeurs de thèse : Abdellatif MIRAOUI / Damien PAIRE

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 14 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Génie Electrique.

" Plateforme d'éco-conception de motorisation brushless - Application au moteur de ventilateur grand public."

Aujourd'hui, la conception de moteurs électriques est stratégique dans l'activité industrielle. La poussée des véhicules électriques avec la recherche de fortes efficacités pour des raisons d'autonomie stimule cette activité. Ce travail de thèse entre dans un même contexte avec une contrainte de coût très importante liée au développement de produit dans le domaine du grand public.

Cette thèse est une contribution à la conception de machines électriques dans un contexte industriel. Elle intègre les coûts et les contraintes d'un industriel avec la prise en compte du processus d'industrialisation du moteur ainsi que les variations des coûts de matières premières. Une plateforme d'éco-conception de moteur sera présentée intégrant différentes topologies.

La première partie de ce mémoire présente un bref état de l'art sur les machines synchrones à aimants permanents (MSAP) qui permet de faire le choix des topologies pertinentes.

Les contraintes industrielles sont considérées avec la présentation d'un modèle industriel sur les coûts liés à la fabrication des moteurs et un modèle économique sur les fluctuations des coûts des matières premières.

Dans une seconde partie, ces topologies seront optimisées à l'aide des algorithmes génétiques pour une application dans le domaine de la ventilation. Cette étude a mis en avant l'écart entre la topologie MSAP en surface avec la ferrite et la MSAP insérés avec du néodyme du point de vue économique et performance. À la suite de cette comparaison, une nouvelle topologie correspondant à un mélange des deux types d'aimants dans le rotor est introduite pour s'orienter sur une configuration à concentration de flux.

Des mesures expérimentales valident les résultats présentés dans cette thèse sur les topologies MSAP en surface et MSAP insérés, la topologie à concentration de flux sera prototypée ultérieurement.

Mame Mor Diarra NDIAYE

N° 426

Directeurs de thèse : Said ABBOUDI / Dorothé AZILINON

Laboratoire : ICB

Soutenance : 17 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Energétique.

" Optimisation d'un capteur solaire double passe à air et estimation des échanges de chaleur paroi-fluide."

Dans ce travail, on présente une étude des performances d'un capteur solaire plan double passe destiné à la production de l'air chaud permettant d'alimenter et d'améliorer les techniques de séchage. On analyse les cas d'un absorbeur avec et sans ailettes.

Les modèles théoriques relatifs au capteur à air double passe avec et sans ailettes ont été établis et résolus numériquement à l'aide de codes élaborés en Fortran pour obtenir une approche globale de leur comportement ou alors à l'aide de Comsol multiphysique pour une étude plus locale. Un dispositif expérimental a été conçu pour valider les résultats obtenus numériquement. Une des particularités du capteur mis au point au laboratoire est relative à son système d'isolation. À cet effet, un matériau local composé de tiges de mil broyées (biosourcé) a été réalisé dans le but d'augmenter les performances du capteur solaire. Les propriétés des matériaux biosourcés utilisés pour l'isolation ont été identifiées à l'aide de moyens existant au laboratoire. Une comparaison des températures mesurées et calculées a permis de valider les deux approches expérimentale et numérique. L'évaluation des performances a montré une forte influence du débit et du rayonnement solaire sur le rendement énergétique du capteur solaire double passe avec ailettes. L'approche globale des bilans thermique au sein du capteur solaire repose principalement sur une bonne connaissance des coefficients d'échange entre le fluide caloporteur et l'absorbeur, un travail d'estimation de ces coefficients d'échange convectif est proposé dans la dernière partie de ce travail.

Mots clés : Capteur solaire, double passe, tige de mil broyée, matériau biosourcé, modélisation numérique, expérimentale, performance.

Justine LOBBE

N° 427

Directeurs de thèse : Jean-Claude SAGOT / Florence BAZZARO

Laboratoire : ELLIADD

Soutenance : 18 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Pour une conception de produits pour tous et par tous, co-créez la situation de vie."

La conception de produits évoluant, il est aujourd'hui nécessaire pour les entreprises de proposer une réelle expérience pour l'utilisateur en accord avec ses besoins, ses caractéristiques et ses souhaits qui repose notamment sur l'intégration de l'ergonome, du designer produit et de l'utilisateur aux équipes de conception. Cet enjeu est démultiplié, dès lors que nous parlons de conception pour tous. Cependant, si l'utilisateur est souvent acteur des étapes d'analyse du besoin et d'évaluation de la solution finale dans les modèles de conception centrée sur l'utilisateur actuels, il est rarement sollicité au cours des phases de recherche de solutions et de créativité. C'est dans cette perspective que se situent nos travaux de recherche, en s'inspirant de la philosophie du « Faire » et des pratiques issues des Fablabs où les utilisateurs sont d'ores et déjà acteurs à part entière du projet de conception de produits. Ainsi, nous cherchons à mettre en place une conception de produits pour tous et par tous dans le but de répondre à notre problématique de recherche : « Comment favoriser en conception centrée utilisateur, l'intégration de l'utilisateur spécifique comme expert du quotidien aux côtés des experts de la conception, à travers des phases de co-créativité orientées sur la situation de vie ? ». Ainsi au cours de notre recherche, nous répondons à trois objectifs principaux. Tout d'abord, nous cherchons à identifier les méthodes et outils de co-créativité existants autour de la notion de situation de vie. Dans ce but, nous nous intéressons aux pratiques de co-créativité dans le cadre de projets industriels ainsi que dans l'univers spécifique du « Faire ». Nous réalisons ces différentes études à travers notamment la mise en place d'observation participantes, d'entretiens semis dirigés et de l'analyse qualitative des traces recueillies sur plus de 130 projets industriels. A la suite de cela, nous proposons un outil sur la situation de vie permettant d'intégrer l'utilisateur aux phases de co-créativité aux côtés des experts de la conception. Cet outil est proposé à l'issue d'expérimentations réalisées dans l'univers du « Faire ». Enfin nous validons expérimentalement par une analyse qualitative et quantitative cet outil de co-créativité sur la situation de vie auprès d'une équipe de conception interdisciplinaire intégrant l'utilisateur spécifique dans le cadre d'un projet industriel relevant de la conception pour tous.

Pauline VILASI

N° 428

Directeurs de thèse : Pascal BRIOIS / Philippe VERNOUX

Laboratoire : FEMTO ST

Soutenance : 20 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Matériaux.

" Synthèse de nouveaux catalyseurs nanostructurés par dépôts physiques à base de pérovskite de lanthane."

Ce travail de thèse est issu d'une collaboration entre les laboratoires de recherche FEMTO-ST de l'université technologique de Belfort-Montbéliard et IRCELYON de l'université Claude Bernard à Villeurbanne. Les objectifs de cette étude portent sur la faisabilité d'élaborer par pulvérisation cathodique magnétron des films minces de cobaltite de lanthane nanostructurés. En effet, ces films présentent des propriétés catalytiques intéressantes pour l'oxydation des composés organiques volatiles comme le propène (C₃H₆) ou le monoxyde de carbone (CO) qui constituent la principale source de pollution de l'air. Il sera montré dans un premier temps que les cobaltites de lanthane de formule LaCoO₃ ne sont pas efficaces pour ce type d'application. La composition chimique de ce matériau sera donc modifiée en y incorporant de l'argent de manière à faire varier les propriétés physico-chimiques des films et d'augmenter leurs performances catalytiques. La morphologie des films est directement impactée par l'introduction de Ag puisqu'elle évolue d'un système dense à un système « nanofilaire ». Une autre série de dépôts sera également élaborée et testée en catalyse constituée de cobaltites de lanthane dopées avec de l'argent mais aussi du cérium. On retiendra alors que les films de LaCoO₃ + Ag sont plutôt efficaces et prometteurs puisqu'ils présentent des performances catalytiques se rapprochant de celles du platine (catalyseur de référence). Néanmoins, bien que les films aient toujours cette morphologie nanofilaire, les compositions chimiques des films élaborés à base de LaCoO₃ + Ag + Ce doivent être optimisées afin d'augmenter leurs activités catalytiques.

Khadija LEKDIOUI

N° 429

Directeurs de thèse : Yassine RUICHEK / Rochdi MESSOUSSI

Laboratoire : LE2i

Soutenance : 29 décembre 2018

Lieu d'inscription : UBFC / UTBM

Spécialité : Sciences Pour l'Ingénieur.

" Reconnaissance d'états émotionnels par analyse visuelle du visage et apprentissage machine."

L'expression faciale est l'un des moyens non verbaux les plus couramment utilisés par les humains pour transmettre les états émotionnels internes et, par conséquent, joue un rôle fondamental dans les interactions interpersonnelles. Bien qu'il existe un large éventail d'expressions faciales possibles, les psychologues ont identifié six expressions fondamentales (la joie, la tristesse, la surprise, la colère la peur et le dégoût) universellement reconnues. Il est évident qu'un système capable de réaliser une reconnaissance automatique des émotions humaines est une tâche souhaitable pour un ensemble d'applications telles que l'interaction homme-machine, la sécurité, l'informatique affective, etc. Le travail de cette thèse vise à concevoir un système robuste de reconnaissance d'expressions faciales (REF). Un système de REF peut être divisé en trois modules, à savoir l'enregistrement du visage, l'extraction de caractéristiques et la classification. Dans cette thèse, nous nous sommes intéressés à chaque module du système de REF. Dans le premier module, nous présentons une nouvelle méthode efficace de représentation de l'image d'un visage, grâce à une décomposition automatique de l'image du visage en régions d'intérêt (ROI) en se basant sur des points faciaux. Cette méthode consiste à extraire sept ROIs représentant plus précisément des composantes faciales impliquées dans l'expression des émotions (sourcil gauche, sourcil droit, œil gauche, œil droit, entre sourcils, nez et bouche). Ceci permet de garantir un meilleur enregistrement du visage et par la suite une représentation faciale appropriée. Dans le deuxième module, chaque ROI est caractérisée par plusieurs descripteurs de texture, de forme, de géométrie et de leur combinaison. Enfin, dans le troisième module, deux classifieurs (SVM et Random Forest) ont été mis en œuvre pour classer une image d'entrée en une de six expressions faciales de base et l'état neutre. En terme d'évaluation, la décomposition faciale proposée est comparée aux méthodes existantes pour montrer son efficacité, en utilisant plusieurs jeux de données publics d'émotions posées et spontanées. Les résultats expérimentaux ont montré la supériorité de notre décomposition faciale par rapport à celles existantes. Ensuite, une comparaison avec les méthodes REF de l'état de l'art est réalisée à l'aide des jeux de données CK+ et SFEW. L'analyse des résultats a démontré que notre méthode surpasse ou concurrence les résultats obtenus par les méthodes comparées. Par la suite, en se basant sur certains modules de la méthode précédente, une nouvelle technique REF a été proposée pour classer les émotions à partir d'une multi-observation (une séquence d'images ou un ensemble d'images), en utilisant un SVM multi-classe avec plusieurs stratégies. Cette technique a été évaluée sur plusieurs jeux de données publics, et comparée avec les méthodes de la littérature en utilisant deux jeux de données publics CK+ et Oulu-CASIA. Les résultats issus de cette approche multi-observation (ou dynamique) de REF dépassent généralement ceux obtenus par les méthodes de l'état de l'art de la même catégorie (c'est-à-dire à base de multi-observation).