



Avis de Soutenance

Madame Rana ABDALLAH

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **mercredi 29 mai 2019** à 14h00
Lieu : UTBM, site belfort Rue Thierry Mieg 90000 BELFORT
Salle : I102

Titre des travaux : Approches de fiabilité dans les systèmes communicants - Application aux drones

Ecole doctorale : SPIM - Sciences Physiques pour l'Ingénieur et Microtechniques

Section CNU : 61

Unité de recherche : FEMTO-ST Franche Comté Electronique Mécanique Thermique et Optique - Sciences et Technologies

Directeur de thèse : Maxime WACK

Codirecteur de thèse : Raed KOUTA HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
M. Maxime WACK	MCF Emérite	Université Bourgogne - Franche-Comté, UTBM	Directeur de thèse
M. Raed KOUTA	Maître de Conférences	Université Bourgogne - Franche-Comté, UTBM	Co-directeur de thèse
M. Jaafar GABER	Maître de Conférences	Université Bourgogne - Franche-Comté, UTBM	Co-directeur de thèse
M. Jalel BEN OTHMAN	Professeur des Universités	Université de Paris 13	Examineur
M. Eric CHATELET	Professeur des Universités	Université de technologie de Troyes	Rapporteur
M. Pascal LORENZ	Professeur des Universités	Université de Haute Alsace, UHA	Rapporteur

Résumé de la thèse (en français) :

Les véhicules aériens sans pilote (UAVs), utilisés et développés pour la première fois dans le domaine militaire, ont connu de profonds changements ces dernières années et sont de plus en plus utilisés dans le domaine civil. Etant plus connus sous le nom des drones, ils sont le plus souvent utilisés dans les domaines civils et militaires. Ils sont employés pour : la lutte contre les incendies, le sauvetage ainsi que dans des applications spécifiques comme la surveillance et l'attaque. Le vol en formation est de loin le plus utilisé car il permet une répartition judicieuse des tâches et améliore grandement l'efficacité des drones (principe de l'attaque en meute, des animaux carnassiers). Cela pose alors la problématique de la coordination et de la stratégie, ainsi que du type de fonctionnement (maitre/esclave,...). Le type et la qualité d'informations optimums restent aussi à définir. L'utilisation accrue de ces systèmes coopératifs dans des environnements dangereux rend leur fiabilité essentielle pour prévenir tout événement catastrophique. Une performance globale de la flotte des drones doit être garantie, malgré une possible dégradation des composants ou de toute modification du réseau et de l'environnement. Il est nécessaire de détecter les comportements anormaux pouvant contribuer aux collisions et ainsi affecter la mission. Compte tenu des performances et du coût, les systèmes à tolérance de pannes et à redondance ne représentent pas toujours la solution la plus efficace pour ce type de vol de flotte en formation. Différentes méthodes telles que l'analyse par arbre de défaillance (ADD), l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leurs criticités (AMDEC) ont été utilisées dans le monde des hélicoptères. Dans une première partie, une méthode statique basée sur l'ADD est proposée, pour assurer la fiabilité de la communication entre les drones d'un côté et entre les drones et la station de base de l'autre côté en accentuant l'échange de flux d'informations. Nous utilisons des arbres de défaillance pour représenter les différentes conditions d'erreur de ce système complexe. Dans une deuxième partie, nous analysons les différents états de défaillance des communications et leurs probabilités. Ce processus étant stochastique, une approche par chaîne de Markov absorbante est développée. L'approche proposée peut être utilisée pour trouver les scénarios les plus risqués et les éléments à prendre en compte pour améliorer la fiabilité. Enfin, dans une troisième partie, nous étudions le problème de réception des messages d'un drone en proposant un protocole basé sur le nombre de retransmissions. La réception est assurée avec une certaine probabilité de fiabilité, en fonction de plusieurs attributs tels que la modulation, le taux d'erreur des bits (BER) caractérisant les drones.

Abstract (in English):

Unmanned aerial vehicles, used and developed initially in the military field, have experienced profound changes in recent years and are increasingly used in the civilian field. Recognized as drones, they are most often used in the civil and military domains. They are used for firefighting, rescue as well as in specific applications such as surveillance and attack. The formation flight is the most used because it allows a judicious distribution of the tasks and greatly improves the efficiency of the drones (principle of the attack in pack, carnivorous animals). This will raise the issue of coordination and strategy, as well as the type of operation (master /slave, ...). The type and quality of optimal information also remain to be defined. The increased use of these cooperative systems in hazardous environments makes their reliability essential to prevent any catastrophic event. Overall performance of the drone fleet should be ensured, despite possible degradation of components or any changes that occur to the network and the environment. It is necessary to detect the anomalous behaviors that might contribute to collisions and thus affect the mission. Taking into consideration performance and cost, the fault-tolerant system and redundant systems are not always the most efficient solution for the formation fleet flight. Different methods like the fault tree analysis (FTA), Failure Modes and Effects Analysis (FMEA) have been used in the helicopter field. In the first part, we propose a static method based on FTA, to ensure a successful communication between the drones from one side, and between the drones and the ground station from the other side by emphasizing on the exchange of information flows. It uses various fault trees to represent the different error conditions of this complex system. In the second part, we analyze the different fault states and their probabilities. As this process is stochastic, an absorbing Markov chain approach is developed. The proposed approach can be used to find the most risky scenarios and considerations for improving reliability. Finally, in the third part, we put the emphasis on the message receipt problem in a drone's communication network by proposing a protocol based on number of retransmissions. The reception of a message is provided with a certain probability of reliability depending on several attributes such as modulation and bit error rate (BER) characterizing the UAVs.