



Avis de Soutenance

Monsieur Mickael MERY

Présentera ses travaux en soutenance

Soutenance prévue le **vendredi 16 novembre 2018** à 10h00

Lieu : Université de Technologie de Belfort-Montbéliard Site de Sevenans, Rue de Leupe 90400 SEVENANS
salle P418

Titre des travaux : Développement d'un procédé électrochimique pour le recyclage du néodyme à partir de déchets électroniques

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

Section CNU : 33

Unité de recherche : Laboratoire Interdisciplinaire Carnot de Bourgogne

Directeur de thèse : Cécile LANGLADE

Codirecteur de thèse : HDR NON HDR

Soutenance : Publique A huis clos

Membres du jury :

<u>Nom</u>	<u>Qualité</u>	<u>Etablissement</u>	<u>Rôle</u>
Mme Cécile LANGLADE	Professeure	Université Bourgogne - Franche-Comté	Directeur de these
M. Patrick MASSET	Professeur	Université Bourgogne - Franche-Comté	CoDirecteur de these
M. Jean-Yves HIHN	Professeur	Université de Franche-Comté	Examineur
M. Carsten SCHWANDT	Professeur	University of Nizwa	Rapporteur
M. Andreas BUND	Professeur	Technische Universität Ilmenau	Rapporteur
Mme Sophie LEGEAI	Maître de Conférences	Université de Lorraine	Examineur

Résumé de la thèse (en français) :

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 dits « 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 aggravées 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.

Abstract (in English)

Neodymium belongs to the lanthanide's serie of the period system and is the key component of the permanent magnets Nd₂Fe₁₄B which are implemented in electronic devices and "green" technologies like wind turbines or electric cars and bicycles. Nowadays, only one percent of the neodymium in electronic scraps is recycled. Due to the geopolitical considerations and a strong increase of the use of permanent magnets, there is an impoverishment of the raw material resources leading to an instable market. Since some decades, few recycling processes have been developed on a lab scale without any upscaling to the industrial scale. The existing processes have several drawbacks like multiple steps to obtain the final desired product. This means that these methods have a long process time or use a large amount of chemical products. The aim of this research was the development of a pyrochemical process, which could be an alternative to the existing recycling processes in order to extract neodymium from electronic scraps with less steps, a smaller amount of chemical products and a higher recovery rate of the rare neodymium. For this purpose a special reaction chamber has been created which resists to the severe experimental conditions induced by the use of high temperatures and corrosive molten salts. Moreover the electrochemical behaviour of neodymium in different chloride- and fluoride-based molten salts was studied in order to find the most appropriated setup. We could prove that the pyrochemical method could be the solution to recover neodymium from the old permanent magnets under its metallic form in just one single reaction step during an electrolysis.