

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE**NOM/PRENOM DU CANDIDAT : HANSUPO Nittaya**

Ecole doctorale : EDSMRE

Laboratoire : UMET/ISP

Discipline : Chimie/chimie des matériaux

Si cotutelle, établissement partenaire : -

JURY:

- Directeur(s) de thèse: Prof. Serge Bourbigot

- Co-encadrante: Dr. Fabienne Samyn

- Rapporteurs: Prof. Jenny Alongi

Prof. Abdelghani Laachachi

University of Milan

Luxembourg Institute of Science and Technology

- Examineurs:

Mr. Pere Catala

Prof. Sophie Duquesne

Dr. Véronique Georges

Prof. Maude Jimenez

Hempel

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

University of Lille

SOUTENANCE: 22 Février 2018, 9h00 ET Amphithéâtre Francis Petit C7, ENSCL**TITRE DE LA THESE:**

Aspects fondamentaux des systèmes intumescents pour la protection au feu des structures d'acier

RESUME:

Le but de ce travail de thèse est d'obtenir une compréhension des mécanismes d'action de revêtements complexes intumescents à base d'époxy pour la protection contre le feu de structures métalliques. A partir de ces résultats, l'objectif global de l'étude est la substitution des dérivés borés largement utilisés dans ces revêtements qui se confrontent à l'heure actuelle à la réglementation REACH en particulier dans le cas de l'acide borique qui est Cancérogène, Mutagène et Reprotoxique (CMR). Ainsi, les mécanismes d'action de différents borates ont dans un premier temps été étudiés. Les modifications chimiques et thermo-physiques ont été analysées afin de mieux comprendre le rôle du bore dans ces systèmes. Les résultats mettent en évidence la haute réactivité du zinc dans le cas du borate de zinc. La seconde partie du travail a eu pour objectif d'étudier l'effet du CaCO_3 sur les propriétés de protection au feu des revêtements. Il a été montré que l'ajout de CaCO_3 améliore les propriétés des formulations intumescents ainsi que l'adhésion/cohésion du revêtement protecteur en réagissant avec d'autres composants de la formulation en particulier avec les composés à base de P and de B. D'autre part, l'effet de plusieurs carbonates (MgCO_3 , ZnCO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3) en tant qu'ingrédient de la formulation a été examiné. L'utilisation de MgCO_3 permet en particulier l'obtention des meilleures performances ainsi que pour l'utilisation de CaCO_3 . En conclusion, ce travail a montré que les borates et les carbonates réagissent de manière importante dans la phase condensée formant des espèces inorganiques avec une stabilisé thermique élevée. Ceci a pour conséquence de stabiliser la structure protectrice à haute température. Le développement de nouveaux systèmes alternatifs sans bore est donc possible en utilisant des composés à base de zinc dont les performances peuvent être améliorées en incorporant des composés tels que CaCO_3 ou MgCO_3 .

DOCTORAT DE L'UNIVERSITE DE LILLE**NAME/SURNAME OF THE CANDIDATE: HANSUPO Nittaya**

Doctoral School: EDSMRE

Laboratory: UMET/ISP

Discipline: Chimie/chimie des matériaux

In case of co-tutorial thesis, provide the partner institution: -

THESIS COMMITTEE :

- Thesis director (s): Prof. Serge Bourbigot

- Co-supervisor: Dr. Fabienne Samyn

- Referees: Prof. Jenny Alongi

Prof. Abdelghani Laachachi

University of Milan

Luxembourg Institute of Science and Technology

- Examiners: Mr. Pere Catala

Prof. Sophie Duquesne

Dr. Véronique Georges

Prof. Maude Jimenez

Hempel

Ecole Nationale Supérieure de Chimie de Lille

Centre Scientifique et Technique du Bâtiment

University of Lille

DEFENSE: 22 February 2018, 9h00 AND Amphitheater Francis Petit C7, ENSCL**TITLE OF THE THESIS:**

Fundamental aspects of intumescent systems for fire protection of steel structures

ABSTRACT:

The aim of this work was to get insights into the mechanisms of action of complex intumescent epoxy based coatings used for fire protection. Indeed, the industry faces the REACH regulation restricting the use of boron compound, largely used in intumescent coatings, being suspected to be Carcinogenic, Mutagenic, Reprotoxic (CMR) and there is thus a need to develop boron-free systems. The mechanisms of fire protection obtained in hydrocarbon fire test with boron-based epoxy intumescent coatings were thus fully investigated to provide guidelines for the development of novel boron-free formulations. The mechanism of action of various borates was investigated in terms of chemical and thermo-physical modifications and it allowed drawing its mode of action. The results point out the important role and high reactivity of zinc in the case of zinc borate. Second, the effect of CaCO_3 on the fire protective properties was investigated. It was shown that the addition of CaCO_3 improves the fire protective properties of intumescent coatings as well as the adhesion/cohesion of the char residue. It was attributed to its reaction with other components of the formulation (in particular P or B based compounds). Additionally, the effect of various carbonates (i.e. MgCO_3 , ZnCO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3) as intumescent ingredient was also examined. It was shown that the use of MgCO_3 as intumescent ingredient is beneficial for the fire protective properties of the coating as well as the use of CaCO_3 . In conclusion, this work showed that borates and carbonates react in the condensed phase forming inorganic species with high thermal stability and specific thermo-physical properties that result in high performing coatings. The development of novel boron-free systems using alternative ingredients such as zinc-based compounds and CaCO_3 or MgCO_3 were thus pointed out.