



Bilan 2013 – Commissions Corrosion Haute Température et Protection Conseil Scientifique du CEFRACOR

Juin 2014 - Paris

Compte Rendu d'Activités au sein des Groupes de Travail

En 2013, la commission Corrosion Haute Température et Protection s'est réunie à 2 reprises en suivant le rythme de fonctionnement que la commission s'était imposée :

- 04/06/2013 à l'occasion des JST 2013 : peu de participants car la première édition d'une Formation Continue « Corrosion Haute Température » était organisée la même semaine
- 13/10/2014 en session plénière à la maison de la chimie (23 participants). A cette occasion la commission CIPGC a été conviée pour venir présenter ces activités et pour identifier les synergies potentielles entre les commissions.

Le taux de participation aux réunions se maintient après une légère baisse en 2012. La commission doit continuer à se renouveler en matière d'animation et doit chercher à intégrer de nouveaux participants notamment industriels. Le lien avec les autres commissions du CEFRACOR et les commissions Mixtes s'établit progressivement.

GT1 : Normalisation (animateur P. Leparlouër – SETARAM)

En 2013, trois projets de norme ont été traduits en français et soumis à l'enquête publique (clôturée le 23/12/2013) et sont dès à présent disponible sur le site de l'AFNOR suivant les liens suivants :

- **ISO/DIS 17245**, Corrosion of Metals and Alloys – Test method for high-temperature corrosion testing of metallic materials by immersing in molten salt or other inorganic liquids ([ICI](#))
- **ISO/DIS 17224**, Corrosion of Metals and Alloys – Test method for high-temperature corrosion testing of metallic materials by application of a deposit of salt, ash, or other inorganic substances ([ICI](#))
- **ISO/DIS 17248**, Corrosion of metals and alloys – Test method for high-temperature corrosion testing of metallic materials by embedding in salt, ash, or other solids ([ICI](#))

En parallèle, le GT poursuit l'instruction du projet de norme porté par la France intitulé *Corrosion of Metals and Alloys — Thermogravimetric (continuous measurement) method for isothermal and cyclic exposure at high temperature under corrosive conditions*

Une nouvelle version du projet de norme, tenant compte des remarques émises par le TC156/WG13, a été soumise au TC156/WG13 en décembre 2013. Ce projet devrait être soumis au vote pour passage au stade CD lors de la réunion ISO du 27 au 30 mai 2014 – Houston, USA.

A partir de 2014, D. Monceau sera le représentant du CEFRACOR auprès de l'AFNOR et de l'ISO TC156/WG13.

Pierre Leparlouër allant profiter de sa retraite en début d'année 2014, la candidature d'un nouvel animateur du GT1 est en cours d'examen pour validation.

L'ensemble des membres de la commission remercie chaleureusement Pierre pour l'ensemble du travail réalisé au sein de la commission et les conseils qu'il a pu nous apporter pour démarrer les travaux de la commission sur la normalisation

A instruire : les discussions avec les représentants de la commission CIPGC ont confirmé l'intérêt commun de travailler sur une proposition de norme sur le Metal Dusting. La première action à mener sera de lancer un courrier type pour recueillir des soutiens notamment industriels pour défendre l'instruction de ce projet de norme auprès de l'ISO TC156/WG13.

GT2 : Hot corrosion (animateur M. Vilasi, IJL Nancy)

L'année qui s'est écoulée a permis de poursuivre les actions de collaboration et de consolidation des partenariats entre les divers membres de ce groupe de travail, industriels ou chercheurs du CEA, du CNRS et de l'université. Différentes actions dans les domaines de la corrosion par le « verre fondu à haute température », dans celui des « sels fondus à haute température » et d'autres plus spécifiques comme le Metal Dusting et les métaux liquides ont été menées.

A. Corrosion par les verres fondus.

* Le travail de caractérisation des matériaux corrodés et de diagnostic de la corrosion lors du procédé de vitrification des déchets nucléaires initié par E. Chauvin (AREVA) en 2013 a fédéré un consortium de chercheurs du CEA Saclay et Marcoule, du CNRS IJL-Nancy et de AREVA. Une thèse CIFRE a démarré comme prévu. Eric Schmucker est le nouveau thésard de l'Université de Nancy. Il a déjà participé à la formation corrosion haute température organisée à Biarritz par l'INPToulouse-CIRIMAT-CEA en Mai 2014.

* L'étude de la corrosion des barrières thermiques par les verres de type CMAS, agent corrosif des aubes de turbines aéronautiques, s'est poursuivie dans le cadre des projets européen HYSOP et ANR « CINATRA » réunissant SAFRAN, ICAR, ONERA et IJL-NANCY.

* Un thèse CIFRE a démarré entre ARCELOR et l'IJL de Nancy visant à élaborer du fer par électrolyse en milieu verre fondu à très haute température. Ce nouveau projet est né de la collaboration naissante entre ARCELOR et l'IJL de Nancy dans le cadre du projet LIS (cf ci-dessous)

B. Corrosion par les sels fondus

* Corrosion par NaCl , KCl , Na_2SO_4 , K_2SO_4 lors de l'incinération des ordures ménagères : poursuite de l'ANR SCAPAC (*Veolia, Air Liquide, CIRIMAT-Toulouse, IJL-Nancy, SEDIS*).

C. Corrosion par les dépôts de carbone « Metal Dusting »

*Application au réformage du gaz naturel : poursuite de l'ANR SCAPAC (*Veolia, Air Liquide, CIRIMAT-Toulouse, IJL-Nancy, SEDIS*).

*Le projet LIS (Low Impact Steel) de type ADEME associant ARCELOR et IJL Nancy a démarré en Octobre 2013. Il s'agit d'élaborer des revêtements protecteurs du Metal Dusting dans des atmosphères à très haute activité en carbone.

*Un projet de l'IRT M2P centré sur le Metal Dusting a été élaboré et devrait être déposé dans le courant du mois de Juin 2014 sous l'impulsion de Pascal Lamesle devenu permanent de l'IRT M2P. Il regrouperait CIRIMAT, ARCELOR, AIR LIQUIDE, IRT, IJL-Nancy, TOTAL, IFP, MANOIR INDUSTRIES. ARCELOR, AIR LIQUIDE, TOTAL, IFP. Il devrait conduire à la construction d'un banc de test spécifique qui serait le premier dispositif de la plateforme « caractérisation des matériaux en environnements difficiles ».

D. Corrosion par les métaux liquides

* Na liquide : Autre fluide caloporteur du domaine nucléaire.

L'étude de la protection des aciers austénitiques alliages contre ce type de corrosion par de nouveaux revêtements (aluminiums et autres...) est menée dans le cadre d'une collaboration entre le CEA Saclay, UMET de Lille et l'IJL-Nancy (Projet NEEDS « Reve-Na »).

GT3 Technologies pour le contrôle et/ou le suivi *in-situ* de la corrosion haute température (animatrice V. Peres - ENSMSE)

Les réponses au questionnaire destiné à recenser les technologies de suivi in situ existantes ou émergentes dans le domaine de la corrosion à haute ont été peu nombreuses et principalement issues de partenaires académiques. A l'occasion de différents séminaires, il apparaît que les industriels (VEOLIA, TOTAL, AIR LIQUIDE....) sont en attente de telles méthodes non destructrices mais que celles-ci sont peu nombreuses ou en train d'émerger. Des contacts ont été pris avec d'autres commissions du CEFRACOR, en particulier avec B. Normand (méthodes d'essais et de suivi de la corrosion) et J. Kittel (corrosion dans les industries pétrolières, gazières et chimiques) dont les activités de certains groupes de travail sont proches. Des synergies et des collaborations sont à rechercher avec ces groupes. La fiche questionnaire sera revue et les envois seront ciblés de manière à affiner les besoins des industriels.

Une présentation scientifique a été réalisée en novembre 2013. O. Alhaj (ENSMSE) a présenté les résultats de ses travaux de thèse sur l'étude de la corrosion à haute température de métaux et alliages au moyen d'un couplage innovant l'émission acoustique associée à la thermogravimétrie.

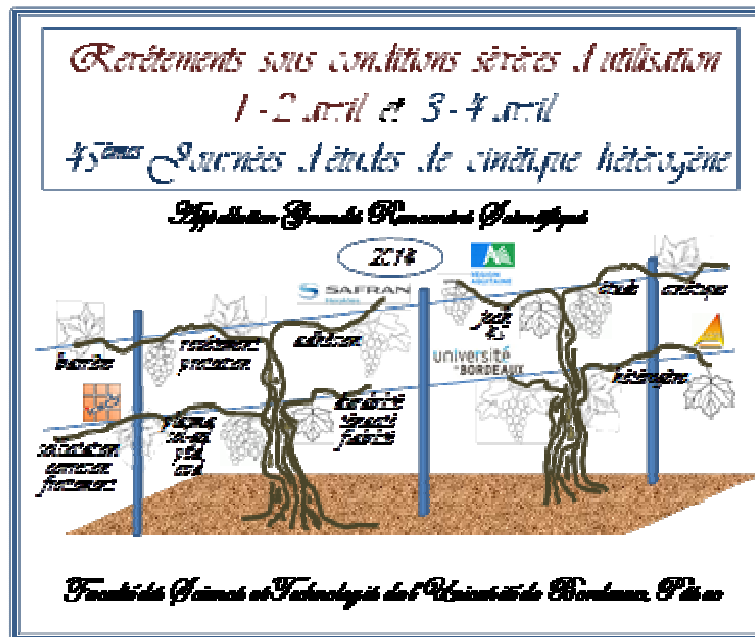
L'organisation du GT3 reste à consolider avec la recherche d'un co-animateur.

GT4 Céramiques thermostructurales (animateur F. Rebillat, LCTS Bordeaux),

F. Rebillat a été élu au conseil de la commission REVES, revêtements en environnements sévères, (commission mixte : GFC-SF2M-CEFRACOR). Cette participation permet de rapprocher les communautés de la mise en forme des revêtements et de la réactivité.

L'activité principale du GT4 a été l'organisation des JECH 45 à Bordeaux. L'organisation des journées d'études de cinétique hétérogène (JECH 45), était prévu les 3 et 4 Avril. Exceptionnellement, des journées « revêtements sous conditions sévères d'utilisation » y sont associées les 1er et 2 Avril, avec comme co-organisateur la commission REVES. Des

échanges entre les différentes sociétés savantes, SF2M, GFC et CEFACOR seront ainsi amorcés.



Il serait envisagé de rassembler le groupe GT4 avec un nouveau groupe plus focalisé sur les protections de surface métalliques et céramiques

Le GT4 est supprimé pour être fusionné avec le GT7 et former le GT8!

GT5 : Formation Continue (C. Desgranges, CEA Saclay)

Suite à l'école d'été COROHT réservé à un public français, l'idée d'une Formation Continue en anglais sur la corrosion Haute Température ayant pour cible prioritaire les industriels a émergé entre D. Monceau et C. Desgranges.

En 2013, la première édition de cette formation s'est déroulée du 3-7 juin 2013 dans la région de Toulouse. Cette formation d'une semaine a été animée en anglais par 3 trois intervenants invité de renommés Internationales du domaine de la corrosion haute température pour dispenser des cours magistraux : D.J Young, W.J. Quadackers et M. Spiegle.

La formation a réuni 40 participants (15 industriels). Le format de cette formation s'appuie sur des cours « magistraux » en anglais le matin et des workshops sur thématique « industriel » en anglais animé par les industriels présent l'après-midi.

Cette formation a rencontré un réel succès auprès des participants et des intervenants et sera reconduite en 2014.

GT6 : Session Jeunes Chercheurs (Animateurs : Aurélie Rouaix et Stéphane Mathieu)

En 2013 la session Jeunes Chercheurs a donné l'occasion à 3 jeunes chercheurs de présenter leurs travaux lors des journées de la commission haute température:

- **Stan Verderosa** (stan.verderosa@utc.fr) – Revêtement pour les échangeurs de chaleurs d'unité de valorisation énergétique

- **Omar Alhaj**, (alhaj@emse.fr) Thermogravimétrie couplée à l'Emission Acoustique pour l'étude de la corrosion à haute température du Zircaloy4
- **Younès Bouizi** (Younes.Bouizi@univ-lorraine.fr), revêtements métalliques élaborés par voie électrolytique et pack-cémentation

Les fiches des jeunes chercheurs (doctorants, post-doctorants, chercheurs, enseignants-chercheurs) ont été collectées. Elles ont été compilées dans un annuaire qui sera distribué aux jeunes chercheurs et mis à disposition sur le site de la commission (<http://cefracor-ht.u-clermont1.fr/index.html>).

GT7 : Tenue des Revêtements Haute Température en Atmosphère Complexe (A ; Denoirjean – SPCTS)

Les activités de M. Denoirjean ne lui permettent plus de dégager du temps nécessaire pour l'animation de ce GT.

En 2013 F. Rébillat (GT4) assure toutefois le lien avec la commission Mixtes REVES (CEFRACOR / GFC / SF2M) animées par G. Bertrand.

Les membres de la commission CHT&P confirment leur intérêt de voir émerger une réelle activité au sein d'un GT de ce type et propose de fusionner les GT4 et GT7 pour créer un nouveau GT8 « Corrosion et Vieillissement des revêtements Haute Température » actif et complémentaire à la commission Mixte SEVERES.

Le GT7 est supprimé au profit du GT8 !

Organisation de la commission

Lors de la réunion du 13/10/2013, l'organisation des groupes de travail a été redéfinie de la manière suivante pour l'année 2014:

- **GT1 : Normalisation : P. Leparloueur (SETARAM)**
 - remplacement de l'animateur à prévoir
- **GT2 : Hot corrosion : M. Vilasi (IJL Nancy)**
- **GT 3 : Techniques et essais in-situ : V. Pérès (ENSMSE)**
- *GT4 : Matériaux composites : F. Rebillat (LCTS) - Supprimée*
- **GT5 : Formation Continue : Resp. GT : C. Desgranges (CEA Saclay)**
- **GT6 : Session Jeunes Chercheurs : A. Rouaix (CIRIMAT) , S. Mathieu (IJL)**
- *GT7: Revêtements pour alliages métalliques : A. Denoirjean (Univ Limoges) – supprimée - Supprimée*
- **GT 8 : Corrosion et Vieillissement des revêtements Haute Température : S. Mathieu (IJL), F. Rebillat (LCTS)**

+ Animation, mise à jour et le développement du site web: (animateur H. Buscail, LVEEM Le Puy en Velay)

<http://cefracor-ht.u-clermont1.fr/index.html>