

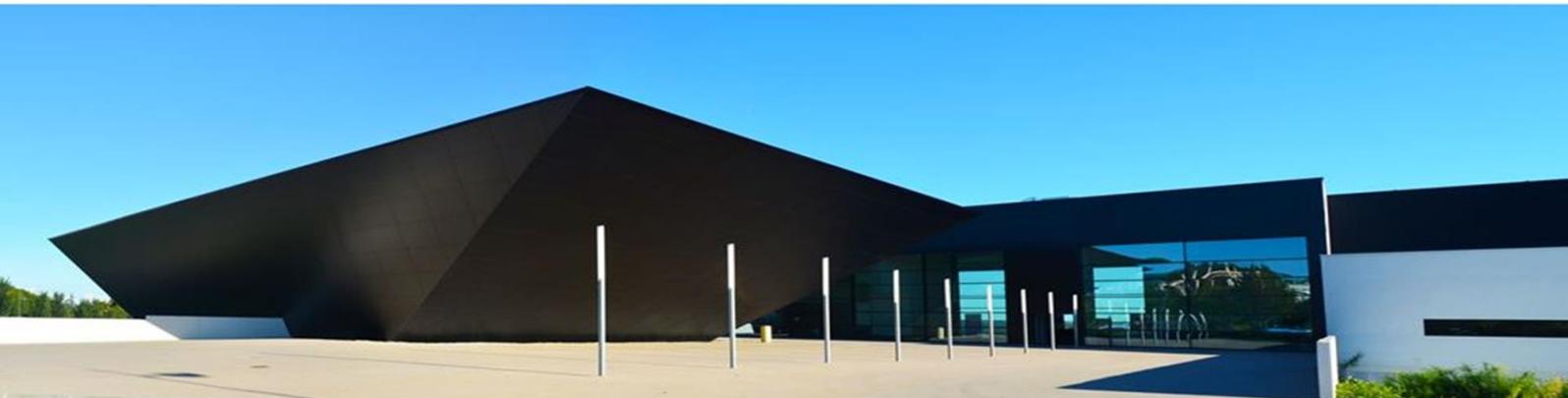


**Commission Mixte GFC-SF2M
Matériaux Céramiques Réfractaires**

2 Journées avec un focus sur

**Méthodes avancées
au service de la compréhension du
comportement de matériaux réfractaires dans
le contexte de l'European Green Deal**

**organisées mercredi 7 et jeudi 8 février 2024
par IRCER - UMR CNRS 7315
Centre Européen de la Céramique - Limoges**



Contacts :

Katarina ELIOT (Secrétariat GFC-SF2M) : secretariat@sf2m.fr

copie à Glyn DERRICK (Project Manager CESAREF) : glyn.derrick@unilim.fr



CONTEXTE ET OBJECTIFS

Qu'il soit question de températures élevées, de contraintes mécaniques cycliques importantes, d'un environnement chimique agressif, d'abrasion ou bien de tout cela à la fois, ces conditions peuvent entraîner très rapidement la ruine des matériaux réfractaires mis en œuvre dans des outils industriels coûteux, des arrêts de production à répétition, ainsi que potentiellement des problèmes de sécurité, énergétiques, environnementaux...

L'acier, le verre et le ciment font aujourd'hui partie de notre vie quotidienne, mais ces matériaux essentiels n'existeraient tout simplement pas sans matériaux réfractaires pour les fabriquer. Dans le contexte du réchauffement climatique, il est actuellement primordial que cette industrie réduise drastiquement ces émissions de CO₂ en accord avec le Green Deal Européen qui a récemment établi la feuille de route à suivre pour relever ce défi sociétal majeur tout en permettant à l'Europe de rester compétitive. L'industrie européenne est actuellement pionnière en matière d'innovation pour le développement de nouvelles solutions techniques afin d'atteindre cet objectif "Net-Zero emission of Green House Gas" (GHG) d'ici 2050. Dans ce registre, le passage de combustibles à base de carbone à des mélanges à base d'hydrogène à combustion propre est un changement majeur pour cette industrie.

L'anticipation d'un plus grand usage de l'hydrogène dans les outils industriels requiert aujourd'hui l'acquisition de nouvelles connaissances scientifiques sur le comportement à long terme des matériaux réfractaires dans cet environnement. Par un choix judicieux des matières premières utilisées, qu'elles soient brutes d'extraction ou issues du recyclage, le design de la microstructure des matériaux réfractaires constitue toujours un élément fondamental pour l'optimisation de leur comportement en service. Dans la perspective d'une étude fine de l'évolution de ces matériaux complexes à haute température, un certain nombre de méthodes avancées, de caractérisation ou de modélisation, peuvent apporter un éclairage nouveau au service d'une meilleure compréhension du comportement des matériaux réfractaires en service. Dans un registre complémentaire, il est également aujourd'hui primordial de mieux utiliser, via des techniques de Machine Learning par exemple, les multiples données pouvant être collectées en usage industriel des matériaux réfractaires, afin d'optimiser la prise de décision en temps réel. L'intérêt de cette approche est ainsi l'optimisation de la durée d'utilisation des matériaux tout en garantissant la sécurité des outils et des personnes.

L'objectif de ces 2 Journées GFC/SF2M, organisées par la Commission Mixte "Matériaux Céramiques Réfractaires", à IRCER Limoges les 7 et 8 février 2024, est d'apporter un éclairage novateur dans ce contexte majeur.

Programme du mercredi matin 07 février

Amphi 4 - Centre Européen de la Céramique

08h15 - 08h30 Accueil des participants

Ouverture des journées

Contexte et enjeux

- 08h30 - 09h40 Mot de bienvenue
Pascal PILATE (BCRC - Mons) et Marc HUGER (IRCER - Limoges)
- 08h40 - 09h00 Four des Casseaux - 250 ans de Porcelaine à Limoges
Thomas HIRAT (Four des Casseaux - Limoges)
- 09h00 - 09h20 Pôle Européen de la Céramique & Ecosystème Céramique à Limoges
Florine BOULLE (Pôle Européen de la Céramique - Limoges)

Séquence thématique

Coopérations internationales en cours

- 09h20 - 09h40 Hydrogen technologies for decarbonization of Industrial Heating processes (HyInHeat)
Refractories for Retrofitted Furnaces of the Steel and Aluminum Industry
Thorsten TONNESEN (RWTH - Aachen)
- 09h40 - 10h00 Concerted European action on Sustainable Applications of REfractories (CESAREF)
Marc HUGER (IRCER - Limoges)
- 10h00 - 10h20 Refractory Sorting Using Revolutionizing Classification Equipment (ReSoURCE)
Erwan GUEGUEN (RHI-Magnesita - Leoben)

10h20 - 10h40 Pause de 20 minutes

Séquence thématique

Méthodes expérimentales avancées, à l'aide d'équipements de laboratoire, pour la caractérisation à haute température

- 10h40 - 11h00 Equipements spécifiques pour la caractérisation des propriétés thermomécaniques (à l'IRCER)
Marc HUGER (IRCER - Limoges) et Nicolas TESSIER-DOYEN (IRCER - Limoges)
- 11h00 - 11h20 Apport des techniques de corrélation d'images à la détection des déformations et de fissures dans des échantillons soumis à des chocs thermiques en haute température
Jean-Christophe DUPRE (PPRIME - Poitiers) et Pascal DOUMALIN (PPRIME- Poitiers)
- 11h20 - 11h40 Fissuration quasi-fragile par DIC et CZM à haute température
Paul LEPLAY (St-Gobain Research Provence - Cavaillon)
- 11h40 - 12h00 Étude avancée du titanate d'aluminium : de la microstructure aux propriétés d'usage
Mossaab MOUIYA (UM6P - Ben Guerir)
Elsa THUNE (IRCER - Limoges) et Nicolas TESSIER-DOYEN (IRCER - Limoges)
- 12h00 - 12h20 Utilisation flexible de tubes protecteurs de jet, utilisé en coulée continue d'acier, par analyse avancée du comportement thermomécanique
Stéphane MAZERAT (VESUVIUS - Ghlin)

12h20 - 14h00 Pause déjeuner

Programme du mercredi après-midi 07 février

Amphi 4 - Centre Européen de la Céramique

Séquence thématique

Méthodes expérimentales avancées, à l'aide de techniques synchrotron, pour la caractérisation à haute température

- 14h00 - 14h10 Matériaux réfractaires et grands instruments :
Introduction de la problématique et des moyens développés
Marc HUGER & René GUINEBRETIÈRE (IRCER - Limoges)
- 14h10 - 14h30 Expansion thermique et transition de phases dans des matériaux réfractaires. Mesures globales et locales de diffraction des rayons X in situ à haute température sur source synchrotron
René GUINEBRETIÈRE (IRCER - Limoges)
- 14h30 - 14h50 Evaluation des déformations et des contraintes locales au sein de la microstructure de matériaux réfractaires par rayons X à l'aide du rayonnement synchrotron
Olivier CASTELNAU (PIMM - Paris)
- 14h50 - 15h00 Matériaux réfractaires et grands instruments : Bilan et perspectives
Marc HUGER & René GUINEBRETIÈRE (IRCER - Limoges)

15h00 - 15h20 Pause de 20 minutes

Séquence thématique

Méthodes numériques avancées pour la compréhension du comportement haute température

- 15h20 - 15h40 Apport de la modélisation par élément discret pour la compréhension des relations microstructures propriétés de matériaux réfractaires modèles
Damien ANDRE (IRCER- Limoges)
- 15h40 - 16h00 Méthodologie de création de jumeau numérique de microstructure céramique
Jérémie GIRARDOT (I2M - Bordeaux)
- 16h00 - 16h20 Modélisation par élément discret de la microstructure du titanate d'aluminium
Harikeshava RANGANATHAN (IRCER - Limoges et IMERYS - Lyon)

16h30 Départ pour le Four des Casseaux

Visite du Four des Casseaux, puis Dîner de Gala

- 17h30 - 19h00 Visite du four des Casseaux
- 19h30 - 22h00 Dîner de Gala

Programme du jeudi 08 février

Amphi 4 - Centre Européen de la Céramique

08h15 - 08h30 Accueil des participants

Séquence thématique

Hydrogène/Energie dans les procédés industriels

- 08h30 - 08h50 Perspectives de développement de réseaux de distribution d'hydrogène
Stéphane HODY (GRDF - Paris)
- 08h50 - 09h10 Estimation de l'impact de l'hydrogène comme combustible sur les réfractaires :
focus sur l'attaque par la vapeur d'eau
Thierry POIRIER (Consultant)
- 09h10 - 09h30 Hydrogène en sidérurgie : Etat de l'art, exigences et défis pour les matériaux réfractaires
Milena GOMES (RWTH-Aachen & RHIM-Leoben)
- 09h30 - 09h50 Problématiques liées à l'hydrogène dans la conception des fours industriels
Vincent DEREUDRE (CERINNOV - Limoges)
- 09h50 - 10h10 Corrosion des matériaux réfractaires par l'hydrogène et réactions secondaires avec SiO gaz
Jennifer ASTOVEZA (IMERYS - Vaulx-Milieu)
- 10h10 - 10h30 Décarbonation de la refonte des déchets d'aluminium : focus sur la combustion de l'hydrogène
comme alternative à la combustion du gaz naturel (projet HyInHeat)"
Pierre Yves MENET (CTEC - Voreppe)

10h30 - 10h50 Pause de 20 minutes

Séquence thématique

Sensing & Machine Learning appliqués aux matériaux réfractaires dans les outils industriels

- 10h50 - 11h10 Algorithmes de Deep Learning pour la science des matériaux
Alexandre BOULLE (IRCER - Limoges)
- 11h10 - 11h30 L'utilisation de solutions d'instrumentation dans les matériaux réfractaires dans une optique de
compréhension, d'optimisation de performance et de sécurisation des installations industrielles
Simon CHIARTANO (TRB - Décines-Charpieu)
- 11h30 - 11h50 Titre à définir
Créneau potentiel St-Gobain
- 11h50 - 12h10 Prédiction de performances des matériaux réfractaires à l'aide d'outils de détection en ligne et
d'outils de Machine Learning : Etat de l'art et prospective
Amit GOPE (IRCER - Limoges et VESUVIUS - Ghlin)

Conclusion des journées

12h10 - 12h20 Conclusion des journées
Pascal PILATE (BCRC - Mons) et Marc HUGER (IRCER - Limoges)

12h20 - 14h00 Pause déjeuner

Visites optionnelles

14h00 - 16h00 Visite des équipements de caractérisation thermomécanique du Laboratoire IRCER
ou (au choix)

14h00 - 16h00 Visite de l'entreprise CERINNOV

Lieu d'organisation de ces 2 Journées

Amphi 4 Centre Européen de la Céramique (CEC) Site d'Ester Technopole 12 Rue Atlantis, 87068 Limoges

Accéder à ESTER Technopole



PAR AVION
Aéroport Limoges Bellegarde, à 20 min



EN TRAIN
Gare de Limoges Bénédicins, à 5 min



EN VOITURE
Depuis l'A20, direction Paris, sortie 31
Depuis l'A20, direction Toulouse, sortie 30



EN BUS
Ligne 10 (Beaubreuil – Charles Legendre)
Arrêt « ESTER Technopole »

