



JOURNÉES 2022 **FORMULATION**

DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE

#JF2022

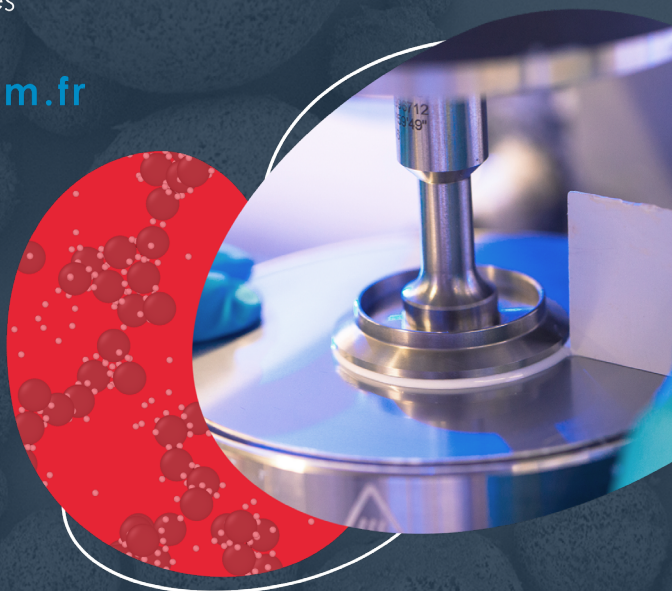
LA FORMULATION
DES CHARGES MINÉRALES

PRÉSERVER
VALORISER
RECYCLER

Du 28 au 30 novembre 2022

Centre Européen de la Céramique - IRCER
12 Rue Atlantis à Limoges

www.jf2022.unilim.fr



Partenaires



Sponsors & exposants



Présentation

Le thème de ce colloque concerne l'intégration de l'économie circulaire dans les formulations incluant des charges minérales ou comment la formulation des charges minérales s'adapte à la diminution des ressources naturelles et aux contraintes législatives et industrielles pour produire et développer des matériaux compétitifs et de nouvelles filières de l'économie des territoires tout en préservant, valorisant, recyclant les ressources.

Ces Journées de Formulation seront co-organisées par le laboratoire de l'IRCER, l'Institut de Recherche sur les Céramiques (UMR CNRS), le Groupe Formulation de la Société Chimique de France (SCF), le Groupe Français de la Céramique (GFC) en partenariat avec Le Pôle Européen de la Céramique, et avec le concours financier de l'Université de Limoges, le CNRS, la Société Chimique de France et la Région Nouvelle-Aquitaine.

Comité d'organisation

Le comité local d'organisation est très heureux d'accueillir, à Limoges, les participants de ces journées. Il est composé de membres du laboratoire IRCER.

L'équipe :

- Présidente du Comité d'organisation : **Cécile PAGNOUX**
- Gestion administrative et financière : **Hélène MEMY**
- Equipe d'organisation : **Anne AIMABLE, Julie BOURRET, Youssef EL-HAFIANE, Gisèle LECOMTE, Simon GOUTIER, Jenny JOUIN, Richard MAYET, Rémy BOULESTEIX, Romain LUCAS, Valérie MAGLIULO, Sandra BLANCHET, Porfirio COSTA, Jean-Philippe CAILLON, Elise GUYOT**
- Doctorants impliqués : **Tom RAUTUREAU, Florian DELAUNAY, Anass CHRIR, Hatim SAIDI, Victor PERRAUDIN, Anis ALIOUAT, Rana AL TAHAN, Naima BOUGHAZIF**



Comité scientifique

Société savantes



Stéphane UGAZIO

Président du groupe de formulation

Dow Performance Silicones



Jean-Marc HEINTZ

Vice-président du GFC

Laboratoire ICMCB

ENSICBP Bordeaux-INP



Audrey DRELICH

Membre du groupe Formulation

Laboratoire TIMR

Université technologique de Compiègne

Institut IMPEO



Véronique DELUCHAT

Responsable de l'équipe : Mécanismes réactionnels endogènes aux retenues d'eau et impact sur la qualité des eaux

Laboratoire E2LIM

Université de Limoges



Arnaud VIDECOQ

Responsable axe Procédés Céramiques

Laboratoire IRCER

Université de Limoges



Laboratoire de Génie Civil, Diagnostic et Durabilité

Sylvie YOTTE

Responsable axe Diagnostic des structures

Laboratoire GC2D

Université de Limoges



Comité scientifique

Partenaires industriels



Florine BOULLE

Directrice

Pôle Européen de la
Céramique



Olivier DURAND

Directeur

Centre de Transfert
de Technologies
Céramiques



Julien FOURCADE

Directeur R&D

Baikowski



Vincent GUILLEMOT

Responsable service
technique

Saint-Gobain



Anne-Laure PINAULT

Responsable
marketing relations
techniques

Solvay



Laure RAMOND

Responsable R&D
Matériaux

CEA Marcoule



Rémy TULOUP

Responsable de
la transformation
durable

L'Oréal



Christoph WOHRMEYER

Directeur Science &
Technologie – Réfractaires

Imerys



Mot de bienvenue

Après avoir abordé des sujets riches et variés tels que « Formulation et chimie durable » à Lille en 2014, « Polymères dans les formulations » à Rouen en 2015, « Arômes, parfums, cosmétiques » à Nice en 2017, « Advances in Formulation of Active Ingredients » à Lyon en 2019, et plus récemment « Substitution et Reformulation » à Compiègne en 2021, cette année, les Journées de Formulation traiteront de « La Formulation des Charges Minérales – Préserver, Valoriser et Recycler ».

Ces journées sont organisées par le groupe thématique « Formulation » de la Société Chimique de France. Cette entité réunit un ensemble d'acteurs issus du monde universitaire ou industriel intéressés par les problématiques de recherche, d'innovation ou d'enseignement touchant au domaine de la formulation. Au travers d'événements, réguliers comme les webinaires « Quoi de neuf en Formulation ? », nationaux comme les conférences « Journées de Formulation » et internationaux avec le congrès « Formula », ce groupe aborde différents aspects et enjeux de la formulation et vise à développer une culture d'échange dans le domaine aussi bien au niveau national qu'Européen.

Les charges minérales sont présentes dans de nombreux produits de la vie courante tels que les emballages, les plastiques, le textile, les produits électroniques ou encore la construction. Concevoir une formulation en incluant le recyclage et le cycle de vie des produits, formuler des minéraux et innover pour optimiser les propriétés visées, formuler pour les nouvelles technologies de production d'énergie, toutes ces thématiques seront abordées lors de ces 21^{ème} Journées de Formulation qui auront lieu à Limoges au Centre Européen de la Céramique du 28 au 30 novembre 2022.

Organisées par la Professeure Cécile Pagnoux de l'Université de Limoges et son équipe, que je tiens à remercier chaleureusement, en collaboration avec le Groupe Français de la Céramique, ces Journées se veulent être un rendez-vous national d'importance dans le domaine de la formulation des charges minérales.

Je tiens aussi à remercier les conférenciers qui ont accepté notre invitation ainsi que tous les participants et exposants.

Nous vous attendons nombreux à Limoges!

Stéphane UGAZIO

Président du Groupe Formulation
de la Société Chimique de France

Cécile PAGNOUX

Présidente du comité
d'organisation



Mot du président du GFC

L'utilisation des céramiques et des matériaux minéraux génère des déchets, dont seulement une partie est actuellement valorisée. Si la première préoccupation a été, pendant des années, l'élimination de ces déchets, le réemploi des matières premières minérales en fin de vie et leur valorisation sont devenus des objectifs prioritaires pour la profession.

Dans ce contexte, la journée thématique « Recyclage et valorisation des minéraux », intégrée aux journées de FORMULATION, a pour objectif de favoriser les échanges d'expériences entre fabricants, utilisateurs et chercheurs académiques.

Les conférences académiques et industrielles traiteront des différents aspects de cette importante thématique : la réglementation, les ressources de minéraux, les nouvelles filières de recyclage ou de valorisation. Une table ronde : Le recyclage, du développement à l'industrialisation clôturera ce symposium.

Cette journée permettra de faire un état de l'art sur les récentes avancées scientifiques et techniques, ainsi que sur les possibilités pratiques (nouveaux procédés) qu'il est possible de mettre en œuvre pour résoudre les verrous technologiques et non technologiques.

Jacques POIRIER
Président du Groupe Français
de la Céramique



PROGRAMME

Lundi 28 novembre

Roland Ramsch
(Groupe Formulation – SCF)
Philippe Thomas (IRCER)
Dominique Cros
(Université de Limoges)

13h00 – 14h00 Mot d'accueil

Animé par Jean-Marie Aubry

14h00 – 14h40 Décoder le langage pictural :
une affaire de chimiste

Maguy Jaber
(Sorbonne Université)

14h40 – 15h10 Fabrication du combustible MOX
à partir du recyclage du plutonium

Laure Ramond (CEA Marcoule)
Thierry Gervais (Orano)

15h10 – 15h40 Cellules photovoltaïques à base
de pérovskites par impression jet d'encre

Bernard Ratier
(XLIM)

15h40 – 16h10 Pause café / posters

Animé par Arnaud Videcoq

16h10 – 16h50 Brief overview of French hydrogen re-
search network (FRH2) activities: focus on
recycling of used solid oxide fuel/elec-
trolyser cell components

Olivier Joubert
(Université de Nantes)

16h50 – 17h20 Optimizing the colloidal stability of battery
coatings using the Hansen approach :
application to reformulation with efficient
green solvents

Guillaume Lemahieu
(Formulation)

17h20 – 18h00 Présentation Posters

Animé par Anne-Laure Pinault

18h00 – 19h00 **CONFÉRENCE GRAND PUBLIC**
Recyclage du lithium de nos
batteries, un enjeu stratégique

Philippe Barboux
(Chimie ParisTech)

19h00 – 20h00 Cocktail de bienvenue

Thématique de la journée

Formulation et énergie



PROGRAMME

Mardi 29 novembre

8h30 – 9H00 Accueil

Animé par Fabrice Goubard

9h00 – 9h30

Utilisation de silices amorphes de précipitation dans les formulations pneumatiques pour l'amélioration de l'impact environnemental

Anne-Laure Pinault (Solvay)

9h30 – 10h10

Nouvelle méthode de qualification de l'abondance des minéraux

Rémy Tuloup (Loréal)
Nicolas Charles (BRGM)

10h10 – 10H40

De la ressource à l'utilisation industrielle : Nouveaux matériaux pour des applications durables

Martine Le-Lu (Usine de Kervellerin)
Virginie Pallier (Université de Limoges)

10h40 – 11H10 Pause café / posters

Animé par Anne Aimable

11h10 – 11h40

La suspension d'alumine comme variable d'ajustement pour les composites Ox-OX

Livia Mara (Baikowski)

11h40 – 12H10

Enseigner l'économie circulaire en formulation

Véronique Sadtler (Université de Lorraine)

12h10 – 14h00 Pause déjeuner

Animé par Jenny Jouin

14h00 – 14h30

Formulation de matériaux en terre crue pour la construction

Pascal Maillard (CTMNC)

14h30 – 15h00

Le béton imprimé : défis d'architectures innovantes

Najeeb Sabir (Freysinet)

15h00 – 15h30

Favoriser le recyclage des routes grâce à la chimie du végétal

Flavien Geisler (Eiffage)

15h30 – 16h00

Chimie circulaire en milieux fluides supercritiques pour la formulation et le recyclage de matériaux

Cyril Aymonier (ICMCB Bordeaux)

16h00 – 16h30 Pause café / posters

16h30–18h00 **SESSION POSTERS**

19h30 – 23h00 Diner

Thématiques de la journée

Formulation et cycle de vie

Formulation et granulats

Page 9



JOURNÉE GFC

Recyclage et valorisation des minéraux

Mercredi 30 novembre



8h30 – 9H00 Mot d'introduction GFC et du groupe FORMULATION Jacques Poirier (Université d'Orléans)

Animé par Julien Fourcade

9h00 – 9h30 Contexte et missions du dispositif REP (Responsabilité Elargie du Producteur) VALOBAT S. Flichy (VALOBAT)

9h30 – 10h10 Ciments bas carbone Youssef El-Hafiane (Université de Limoges)

10h10 – 10h40 Les sédiments fluviaux déposés à terre : une ressource durable des sédiments dans le contexte de l'épuisement des ressources Emmanuel Branche (EDF)

10h40 – 11h10 Pause café / posters

Animé par Jean-Marc Heintz

11h10 – 11h40 La pénurie de sable ? Un des grands défis du développement durable pour l'industrie de la Construction Alexandre Franceschini (Imerys)

11h40 – 12h10 Recyclage du plâtre : gisement de matières premières secondaires Loïc Dupré (Isover et Placo / Saint Gobain)

12h10 – 14h00 Pause déjeuner

Animé par Véronique Deluchat

14h00 – 14h30 Méthodes d'analyse sur site et en temps réel pour la caractérisation multi-échelle chimique et minéralogique Sylvain Delchini (BRGM)

14h30 – 15h00 Utilisation des technologies d'agglomération au service de problématiques industrielles et de l'économie circulaire Valerie Germain Enrique Elorza-Ricart (Imerys)

15h00 – 15h30 Valorisation environnementale de co-produits sidérurgiques : les laitiers d'aciérie Jacques Poirier (Université d'Orléans)

15h30 – 16h00 Pause café / posters

16h00 – 17h30 **TABLE RONDE** Le recyclage : du développement à l'industrialisation Jean-Michel Brossard (Véolia), Jacques Poirier (GFC), Cristoph Wohrmeyer (Imerys)

Thématiques de la journée

Ressources de minéraux

Formulation et cycle de vie



Décoder le langage pictural : une affaire de chimiste

Maguy JABER

Sorbonne Université, CNRS UMR 8220, LAMS, Institut
Universitaire de France

Les recherches sur les pigments ne se limitent pas à leurs synthèses. Pour pouvoir innover dans ce domaine, il est indispensable de bien comprendre leurs structures, leurs couleurs ou leurs dégradations au cours du temps.

Regarder le passé pour se tourner vers le futur avec le recul et l'expérience accumulés par l'histoire conduit à une nouvelle démarche scientifique que nous appelons l'archéomimétisme, à l'instar des approches qui considèrent le vivant pour fabriquer des matériaux biomimétiques. Une combinaison astucieuse de différentes techniques de formulation et de caractérisation rend possible les études sur les pigments et leurs interactions avec les liants pour former les peintures : la photodégradation de certains colorants et/ou pigments peut être suivie par résonance paramagnétique électronique (RPE) lorsqu'elle est liée à la présence de radicaux et accélérée en présence d'oxygène. Déterminer la durée de demi-vie d'un colorant, sonder sa mobilité et visionner ses interactions avec le minéral dans le cas de pigments hybrides est rendu possible par la fluorescence résolue dans le temps.

Qu'en est-il de tous ces colorants et pigments produits qui, dans certains cas, ne sont pas inoffensifs pour l'environnement ?



La fabrication du combustible mox à partir du recyclage du plutonium

Laure RAMOND

CEA Marcoule, ISEC/DMRC/SPTC/LSEM, Université de Montpellier

Thierry GERVAIS

Orano Melox

Après son utilisation dans les réacteurs nucléaires pour permettre la production d'électricité, le combustible utilisé de type UOx est déchargé du cœur du réacteur. Après entreposage durant plusieurs années en piscine et une opération de cisailage, il va subir différentes étapes de traitement dont la séparation, afin d'extraire les matières recyclables (uranium et plutonium) qui représentent 96 % du combustible utilisé.

Le plutonium ainsi recyclé sur le site de La Hague, peut être utilisé pour la fabrication d'un nouveau combustible en mélange avec de l'uranium. Ce mélange d'oxyde d'uranium et d'oxyde de plutonium est appelé MOX (mixed oxide) et est fabriqué industriellement dans l'usine Orano de Melox, par métallurgie des poudres, avec différentes teneurs en plutonium allant de 2 à 12,5%.

En plus du procédé de fabrication du MOX par métallurgie des poudres, d'autres procédés innovants sont actuellement à l'étude au CEA Marcoule avec notamment le développement de la granulation cryogénique. Ce procédé en voie liquide requiert une optimisation de la formulation des suspensions d'oxydes mixtes (uranium – plutonium) avant d'être granulées dans de l'azote liquide. Des pastilles denses et très homogènes ont pu être fabriquées avec ce procédé.

Actuellement, les partenaires industriels et R&D travaillent pour le développement de la filière du multi-recyclage du plutonium, à savoir fabriques du MOX à partir d'oxyde de plutonium issu du retraitement d'assemblages MOX et d'assemblages UOx.



Cellules photovoltaïques à base de pérovskites par impression jet d'encre

Benard RATIER

Alexandre GHENO

Sylvain VEDRAINE

JOHANN BOUCLÉ

XLIM / CNRS / Université de Limoges

La collecte de données environnementales (température, humidité, présence de gaz...) est de plus en plus courante aujourd'hui, à des fins de surveillance de la qualité de l'air ou de sécurité. Cette collecte implique le déploiement de réseaux de capteurs sans fil, que ce soit dans des conditions extérieures ou intérieures, qui nécessiteront des milliards de batteries dans un avenir proche, causant probablement un grave problème environnemental. Le grappillage d'énergie ambiante pour alimenter ces capteurs peut répondre à cette problématique. Pour ces applications, même en conditions intérieures, la conversion photovoltaïque reste la récupération d'énergie la plus efficace. Étant donné que des solutions à faible coût doivent être impliquées, de petits modules photovoltaïques imprimés sont pertinents. Nous présenterons la conception de cellules solaires photovoltaïques à base de pérovskite hybride par le biais de la technologie d'impression jet d'encre. Les aspects scientifiques de la technologie jet d'encre ainsi que l'évolution du dispositif vers une architecture imprimable à basse température de recuit seront détaillés. Au terme de ce travail la possibilité d'imprimer des cellules solaires pérovskites avec des rendements supérieurs à 10 % a été démontrée, le tout en condition ambiante et à basse température.



Brief overview of French hydrogen research network (FRH2) activities: focus on recycling of used solid oxide fuel/ electrolyser cell components

Olivier JOUBERT

institut des Matériaux de Nantes Jean Rouxel / CNRS / Université de Nantes

In France, the Research network on Hydrogen energy (FRH2) brings together about 300 experts working in the field of hydrogen. FRH2 aims to promote and structure an interdisciplinary field of research with competences in solid oxide or proton exchange polymer membrane fuel cells/ electrolyzers, hydrogen storage and systems. The first part of the presentation will give a brief overview of this CNRS network including some highlights.

The second part of the talk will be dedicated to scientific results focusing briefly on a strategy for recycling and recovery of Solid Oxide Cell (SOC) components. Materials of commercial solid oxide fuel cell (SOFC) components including air electrode ($\text{La}_x\text{Sr}_{1-x}\text{CoO}_3$), nickel oxide (NiO), which accounts for about 50% of the cell weight, and yttria-stabilized zirconia (YSZ), which is coming from both the fuel electrode and the electrolyte, were successfully recovered. The recovered materials are characterized by several techniques: X-ray diffraction, scanning electron microscopy, thermal analysis, chemical analysis and BET surface area measurement. The conductivity level of the recycled electrolyte materials was measured by electrochemical impedance spectroscopy as a function of temperature and compared with different compositions of commercial YSZ materials



Optimizing the colloidal stability of battery coatings using the hansen approach: application to reformulation with efficient green solvents

Guillaume LEMAHIEU

Matthias SENTIS

Giovanni BRAMBILLA

Gérard MEUNIER

Formulation

Formulating stable particle coatings is of great interest for industrials as it allows to enhance the properties and the lifetime of their products. Among industrial fields which are interested in coating stability, Energy is one of the most currently attractive especially with battery coatings. Overall, the choice of the stabilization medium is a key factor to avoid particle agglomeration during storage which can lead to injectability problems during battery coating steps. In this view, the use of Static Multiple Light Scattering (SMLS) for stability measurement of battery slurries has already been described in the literature. Indeed, starting from a homogeneous dispersion, the variation of backscattered or transmitted light can be attributed to destabilization phenomena, such as migration (sedimentation, creaming) or particle size variation (flocculation, agglomeration). In addition of the stability efficiency, there is a constant need of greener solvent exhibiting lower toxicity and higher biodegradability to satisfy product regulatory requirements evolution. A such search can be carried out using predictive methods as Hansen Parameters. The aim of this work is to demonstrate that effective reformulation of graphite and rare metals-based battery coatings with greener solvents can be proceed by coupling Hansen Parameters with SMLS analysis. This coupled approach can be also adapted to optimize the solvent blends to reduce the content of costly stabilizing additive in the field of paints & inks.



Conférence grand public

RECYCLAGE DE NOS BATTERIES AU LITHIUM, UN ENJEU STRATEGIQUE



Philippe BARBOUX

¹ Chimie Paristech, Psl Research University, CNRS, Institut de Recherche de Chimie Paris (IRCP), f-75005 Paris, France

² Réseau sur le stockage électrochimique de l'énergie (rs2e), fr CNRS 3459, France

Les batteries lithium ion contiennent de nombreux métaux dont les ressources sont limitées dans le monde entier voire critiques, c'est-à-dire avec un approvisionnement difficile en Europe. Ces batteries ont tout d'abord été recyclées pêle-mêle avec d'autres types de batteries dans des hauts fourneaux par la voie pyrométallurgique. Seuls les métaux coûteux (Cobalt, Nickel, Cuivre) étaient récupérables. Mais l'augmentation du flux de ces batteries au lithium a permis de développer des filières spécifiques en ajoutant des méthodes de dissolution et de séparation en solution aqueuse par voie dite hydrométallurgique. Ces techniques ont permis de récupérer d'autres métaux tel que le Lithium dont le prix ne cesse d'augmenter. Ceci a permis aussi de recycler en « boucle fermée » des batteries pour récupérer progressivement tous les composants et directement refabriquer des batteries. Mais les batteries évoluent encore. Elles sont pourtant toujours aussi dangereuses et difficiles à démonter. Leur recyclage coûte de l'énergie, génère des émissions de gaz à effet de serre et pollue l'eau. Le pire, c'est qu'elles sont de moins en moins chères car elles contiennent moins de métaux coûteux. Ceci rend le recyclage moins rentable.

Il faut donc être innovant pour réparer, ré-employer, ré-utiliser les batteries pour allonger leur cycle de vie avant de les recycler, les rendre démantelables sans danger, et savoir récupérer aisément les composants pour les régénérer et les réutiliser sans avoir à refabriquer une batterie complète plutôt que de les attaquer chimiquement pour récupérer les éléments. On parle d'écoconception. Tous ces développements sont les objectifs du recyclage pour 2030 afin de généraliser le recyclage des batteries.

en partenariat avec

**Récréa
sciences**
La connaissance pour tous !



Utilisation des silices amorphes de précipitation dans les formulations pneumatique pour l'amélioration de l'impact environnemental

Anne-Laure PINAULT

Laurent GUY

Thomas CHAUSSÉE

Solvay

Les objectifs de développement durable des Nations Unies et les récentes réglementations visant à réduire les émissions de gaz à effets de serre poussent l'industrie automobile à se fixer des objectifs ambitieux à la fois en termes de réduction des émissions de CO² mais également en termes d'approvisionnement en matières premières durables et circularité, sans compromis pour la sécurité.

Ainsi les pneumatiques doivent répondre à un environnement challengeant. En effet, l'électrification des véhicules implique de nouvelles performances pour le pneu: un poids de véhicules plus élevé et des couples plus importants induisent une usure différente et confèrent une importance plus grande à la résistance au roulement pour augmenter le nombre de kilomètres parcourus. Les silices amorphes de précipitations peuvent apporter des réponses techniques à ces nouveaux paradigmes de performances.

Au-delà de la performance, s'assurer d'utiliser des matières premières provenant d'approvisionnement durable et parvenir à assurer la recyclabilité des pneus ouvrent la voie à de nombreux challenges pour les prochaines années.



Nouvelle méthode de qualification de l'abondance des minéraux

Rémy TULOUP

L'Oréal

Nicolas CHARLES

BRGM

Après un premier programme de développement durable Sharing Beauty With All (2013-2020), L'Oréal a lancé un nouveau programme L'Oréal for the Future (2020-2030). L'un des objectifs de ce deuxième programme est d'avoir 95% des ingrédients issus de ressources renouvelables, de minéraux abondants ou de matières premières recyclées. Pour y répondre, L'Oréal a mis au point depuis plusieurs années une méthodologie interne de l'évaluation des composés organiques.

Aujourd'hui, les efforts se concentrent sur la définition de l'abondance des minéraux afin d'obtenir une méthode robuste et adaptée à ce type de matière première. Pour ce faire, L'Oréal collabore avec le BRGM (Service géologique national) pour définir un indice d'abondance des minéraux issus des mines et des carrières à travers une analyse multicritère inédite. Au total, 11 critères pondérés ont été retenus et leur choix sera discuté au cours de la présentation.



De la ressource à l'utilisation industrielle : nouveau matériau pour des applications durables

Martine LE LU-MAMBRINI

Usine de Kervellerin

Virginie PALLIER

David CHAISEMARTIN

E2Lim / ENSIL-ENSCI / Université de Limoges

Jean-Luc VIALLESSECHE

Florian VILLEYRAS

Limoges Métropole

En région Limousin, les sols sont majoritairement granitiques et les eaux naturelles sont douces et acides, avec une faible minéralisation et de fortes concentrations en gaz carbonique. Ces eaux naturelles sont donc agressives et potentiellement corrosives envers le patrimoine hydraulique. L'arrêté du 11 janvier 2007 impose de distribuer aux consommateurs une eau à l'équilibre calco-carbonique ou légèrement incrustante. Des traitements de reminéralisation sont donc appliqués et la percolation sur des matériaux alcalino-terreux est couramment utilisée. Les matériaux les plus répandus sur les stations de traitement sont des calcaires marin et terrestre, dont la réactivité varie selon l'origine géographique de leur extraction. Cependant, depuis maintenant une dizaine d'années, en accord avec sa démarche durable et innovante et ses activités de formulation et fabrication de produits à partir de ressources naturelles marines et d'éco-produits, l'Usine de Kervellerin développe un nouveau matériau à base de coquillages, le Neutrifor®. Ces activités de recherche et développement sont réalisées en collaboration avec le laboratoire E2Lim et l'ENSIL-ENSCI de l'Université de Limoges et avec des acteurs du territoire, dont Limoges Métropole, le Syndicat des Eaux des 3 Rivières (SE3R) et la SAUR.



La suspension d'alumine comme variable d'ajustement pour les composites Ox-Ox

Livia MARRA

BAIKOWSKI

Les CMCs (composites à matrice céramique) sont essentiellement utilisés dans les secteurs de l'industrie spatiale et de l'aéronautique militaire. Ceux-ci sont résistants à la température, notamment par rapport au PMC plus classiques et chimiquement très stables. L'utilisation de CMC permet d'envisager l'allègement des structures et permet l'augmentation des températures limites d'utilisations; améliorant ainsi les performances tout en diminuant la consommation énergétique

Le composite Ox-Ox est constitué d'un tissu composé de fibres de diamètre moyen 10 μm dont la composition peut-être en silice, en alumine, ou en mullite et d'une matrice céramique en alumine, mullite ou autres compositions céramiques réfractaires.

La matrice représente généralement 50% du volume du composite. Les paramètres clés pour constituer une matrice de qualité sont :

- Des grains très fins ($<1 \mu\text{m}$)
- Une température de densification la plus faible possible
- Une porosité contrôlée pour une avoir de bonnes performances mécaniques

Pour répondre aux besoins de cette application Baikowski développe des poudres et des suspensions. L'intérêt d'utiliser une suspension est d'avoir un produit prêt à l'emploi et optimisé pour son utilisation. La composition des suspensions peut être ajustée avec différents oxydes tels que des alumines de haute pureté, des spinelles, du grenats (YAG), de la mullite ou bien encore de la zircone. La qualité des suspensions développées est aussi adaptée en fonction des besoins et des applications des clients en ajustant notamment la taille des particules, le taux de charge, le pH. Une présentation de quelques suspensions et des applications qui en découlent permet de mettre en avant des exemples concrets.



Enseigner l'économie circulaire en formulation

Véronique SADTLER

Université de Lorraine

Plus vert, local, sans emballage, économe en eau, recyclable, plus durable, des attentes du consommateur aux allégations des fabricants, la prise en compte de l'environnement est de plus en plus présente dans les produits formulés. Peinture biosourcée, cosmétiques aux actifs upcyclés, lessive en vrac, bitume végétal, des produits ou secteurs encore de niche il y a 10 ans, sont aujourd'hui des marchés en nette croissance afin de répondre aux enjeux de la transition écologique.

Enseigner la formulation des produits est une source de multiples possibilités pour aborder/ traiter différents piliers de l'économie circulaire comme l'origine et l'exploitation des matières premières, l'utilisation de procédés décarbonés, la conception de produits durables et recyclables, etc. Des molécules aux procédés, de l'enseignements des savoirs fondamentaux à la compétence d'élaborer des produits lors de projets de fin de parcours, la circularité des produits peut être intégrée dans les formations des apprenants (technique, ingénierie, recherche).

Cette présentation se veut un partage d'expérience, d'exemples de méthodes, des pistes de réflexion pour enseigner dans les formations en lien avec les produits formulés, différents aspects de la transition écologique et en particulier ceux de l'économie circulaire. Nous sommes invités ainsi, à faire notre propre transition pédagogique !



Chimie circulaire en milieux fluides supercritiques pour la formulation et le recyclage de matériaux

Cyril AYMONIER

ICMCB / Université de Bordeaux

Cette conférence proposera, dans un premier temps, une introduction sur les milieux fluides supercritiques avec un focus sur l'évolution des propriétés spécifiques du dioxyde de carbone et de l'eau sous pression et en température. Par exemple, l'eau supercritique possède une constante diélectrique proche de celle de l'hexane. Ensuite, la richesse de la chimie pouvant être mise en œuvre dans ces milieux pour la synthèse de matériaux inorganiques sera abordée. En particulier, la possibilité de mettre en œuvre un nombre important de systèmes solvant(s)/précurseur(s) ouvre la voie à la préparation de matériaux de différentes natures : oxydes, oxyhydroxydes, métaux, nitrures, etc. De plus, par un couplage chimie/procédé maîtrisé, il est possible de passer d'une germination homogène à une germination hétérogène, et ainsi de la synthèse de poudres au dépôt de revêtements fonctionnels. Pour finir, l'utilisation des milieux sous- et supercritiques dans le domaine du recyclage des matériaux sera discutée.



Formulation de matériaux en terre crue pour la construction

Pascal MAILLARD

CTMNC

Dans un contexte de développement durable et d'évolution réglementaire prenant en compte l'impact environnemental des matériaux de construction, les matériaux naturels sont de plus en plus mis en avant dans le domaine du bâtiment. Ainsi, la paille, le chanvre et la terre crue offrent une alternative aux matériaux classiques comme le béton. La terre crue, un des plus anciens matériaux de construction, peut être utilisée et mise en œuvre de plusieurs façons : pisé, torchis, bauge, brique, enduit. La matière première, la terre, joue un rôle majeur où ses caractéristiques (granulométrie, nature des argiles...) vont orienter le choix de la technique constructive et influencer sur les performances du matériau et de l'ouvrage (exposition aux intempéries, mur porteur, remplissage...). La formulation du mélange argileux est donc aussi importante que l'expérience et le savoir-faire de la mise en œuvre.



Le béton imprimé : défis d'architectures innovantes

Najeeb SABIR

Freyssinet

Comment imprimer en 3D des éléments de structure tels que des poteaux, des escaliers hélicoïdaux, des poutres, des murs et des panneaux de façade, ainsi que des éléments d'ameublement et d'architecture ?

L'entreprise Freyssinet s'appuie sur une technologie brevetée utilisant un bras robotisé à 6 axes équipé d'une buse d'impression pour imprimer des éléments structurels sur mesure avec du béton à hautes performances. Les éléments imprimés pourraient atteindre 5 m de long et 3 m de haut en taille.

En intégrant la chaîne architecture / simulation / réalisation, et en formulant des bétons en accord avec l'architecture et les exigences des propriétés structurelles et mécaniques des solutions innovantes pour la construction et l'économie du béton sont possibles.



Favoriser le recyclage des routes grâce à la chimie du végétal

Flavien GEISLER

Simon POUGET

Julien VAN ROMPU

Eiffage Infrastructures, Direction Recherche & Innovation

Frédéric LOUP

Eiffage Route, Centre d'Etudes, de Recherche et de Formation

Le recyclage à très fort taux des matériaux de chaussées et l'introduction progressive de produits biosourcés dans leur composition, constituent désormais une solution éprouvée permettant aux travaux routiers d'afficher de réelles vertus environnementales, avec une très faible empreinte carbone.

La conférence proposera un premier retour d'expériences sur les innovations Recytal® et Biophalt®, respectivement lauréates des éditions 2017 et 2019 du CIRR (Comité Innovation Routes et Rues) mis en place par la Direction des Infrastructures de Transport (DIT) du Ministère de la Transition Ecologique (MTE). Cette mise en lumière initiale a concouru au développement de ces solutions de recyclage et d'aménagements routiers bas carbone avec une gamme de revêtements végétaux adaptés aux différents trafics rencontrés sur l'ensemble du territoire français.



Contexte et missions du dispositif REP (Responsabilité Elargie du Producteur)

Sébastien FLICHY

VALOBAT

La loi relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire (AGEC) du 10 février 2020 prévoit la mise en place d'une filière Responsabilité Elargie du Producteur (REP) pour les déchets du bâtiment à compter du 1er janvier 2022. La REP impose aux sociétés qui vendent ou importent des produits générateurs de déchets ou des éléments et matériaux entrant dans leur fabrication de s'assurer de la prévention et de la gestion de ces déchets.

C'est dans ce contexte que Valobat s'engage avec l'objectif clair de "proposer une solution pour chaque déchet du bâtiment et pour chaque partie prenante de l'écosystème du secteur". Cet éco-organisme s'articule autour de 4 missions principales qui seront présentées.



Ciments bas carbone

Youssef EL HAFIANE

IRCER / CNRS / Université de Limoges

L'utilisation de ciments, en tant que matériaux de construction, augmente de façon continue dans toutes les régions du monde. La production mondiale était de 2,55 Milliards de tonnes en 2006 et elle croît d'une façon exponentielle pour atteindre environ 4,5 milliards de tonnes en 2015 [1]. Le produit principal du ciment courant Portland, le clinker est fabriqué à partir d'un mélange d'environ 20 % d'argile et 80 % du calcaire, par un traitement thermique dans un four rotatif à environ 1450 °C. L'industrie de production de clinker de ciment est écologiquement contraignante car elle nécessite la consommation de beaucoup d'énergie et émet des quantités considérables de CO₂. Un tiers des émissions de CO₂ provient de l'énergie nécessaire pour les réactions de clinkérisation, et deux-tiers des émissions sont liées à la décarbonatation du calcaire. En effet, en raison de ces énormes volumes, la production de ciment est responsable d'environ 5 à 8 % du CO₂ total émis et associé au réchauffement climatique. Le défi actuel lié à ces matériaux est donc de diminuer l'empreinte carbone de la production du ciment tout en gardant une production suffisante pour les besoins grandissants de son utilisation. La première série de développements, engagée par les industriels cimentiers, se concentrait sur la réduction de l'énergie nécessaire à la production de clinker en optimisant les procédés de clinkerisation. La plupart des fours à clinker modernes sont aujourd'hui proches de l'efficacité thermodynamique maximale possible. Par ailleurs, des travaux de recherche sont menés par les industriels et le monde académique pour faire émerger de nouvelles générations de ciments bas carbone, moins énergivores. Dans ce contexte, nous travaillons sur des familles de ciments, dits bas carbone, dans une démarche qui vise à réduire les émissions de CO₂, économiser l'énergie et préserver les ressources naturelles.

[1] Agence Internationale de l'Energie, 2009. Cement Technology Roadmap 2009 – Carbon emissions reductions up to 2050.



Les sédiments fluviaux déposés à terre : une ressource durable des sédiments dans le contexte de l'épuisement des ressources

Emmanuel BRANCHE

La Motte Servolex

Matériaux issus de l'érosion des sols et des berges, les sédiments ont une origine naturelle. Leurs propriétés peuvent être hétérogènes d'une voie d'eau à une autre. Leur composition granulométrique est variable selon les vitesses d'écoulement du cours d'eau ou du canal. En tant que gestionnaire de ressources aquatiques, EDF Hydro peut rencontrer des difficultés pour l'exploitation de ses installations hydroélectriques (ouvrages en rivières, canaux, réservoirs) liées plus particulièrement à la présence de ces sédiments dans l'eau. En grande majorité la gestion retenue par EDF Hydro consiste à assurer une continuité sédimentaire (i.e. laisser les sédiments dans les cours d'eau), mais dans certains cas ces sédiments doivent être gérés à terre lors d'opérations de dragage réalisées pour des raisons d'optimisation d'exploitation, de navigation ou encore de sécurité : ainsi les sédiments déposés à terre prennent réglementairement le statut de déchet. EDF Hydro a mené différentes études, appuyées d'expérimentations de terrain, en lien avec des organismes de recherche, des universités, des bureaux d'études privés ou dépendants de Ministères, et d'autres acteurs des territoires. Des projets pilotes ont été mis en œuvre afin de tester plusieurs voies de valorisation, nécessitant l'implication de plusieurs parties prenantes variées. On peut distinguer 2 grands types de voie de valorisation des sédiments fluviaux : la valorisation agronomique (amendement, support de culture ou restructuration de sols), et la valorisation minérale (béton, sous-couche routière, aménagement, terres cuites et crues, ...). Cette intervention va présenter un état des lieux des expérimentations des sédiments en voies minérales, en pointant notamment les résultats obtenus, mais aussi les freins qui subsistent encore afin que les sédiments rentrent pleinement dans l'économie circulaire.



Sand shortage? One of the great challenges of sustainable development for the construction industry

Alexandre FRANCESCHINI

Imerys

Sustainability is a catalyst for fundamental change in the construction industry. For instance, a great emphasis is put on reducing the Carbon Dioxide Footprint of constructions products and solutions, and it drives a thorough review of raw material manufacture, formulation designs, and constructive methods. Being ubiquitous, with a low carbon footprint and rather inexpensive, sand is used at every steps of construction; as a product to prepare jobsite, roadwork & backfills, as a raw material for glass, and as the main ingredient of mortars and concrete. As a consequence, it is one of the most overexploited natural resources in the world.

In this presentation, we will review the widely different products that can be called “sand”, and why sand-rich regions are still sand importers. Then, in a world with an increasing demand for materials with a low carbon footprint, there is an opportunity to look for potential alternatives to sand, in terms of natural products, recycled materials, or new constructive methods.



Gisement de matières premières secondaires

Loïc DUPRÉ

Isover et Placo / Saint Gobain

Placo® est le premier recycleur de plâtre en France, et recycle à lui seul plus de la moitié des déchets de plâtre du pays. Mais son ambition ne s'arrête pas là ; grâce à l'intensification permise par Pari Plâtre, l'objectif pour l'horizon 2030 est de recycler 200 000 tonnes de plâtre, soit 4 fois plus qu'en 2020. Cela permettra aussi à la marque d'intégrer jusqu'à 30% de matière recyclée dans la fabrication de toutes ses plaques de plâtre.

Ce partenariat vertueux correspond à la volonté de Placo® d'examiner chaque étape du cycle de vie de ses produits dans une démarche de réduction continue de leur impact sur l'environnement.



Méthodes d'analyse sur site et en temps réel pour la caractérisation multi-échelle chimique et minéralogique

Sylvain DELCHINI

Bureau de Recherches Géologiques et Minières, BRGM

Henry PILLIERE

INEL-INNOV

Afin d'accélérer la caractérisation chimique et minéralogique des matières premières minérales au cours de leurs cycles de vie (exploration, extraction, transformation/procédé, recyclage/valorisation, stockage), les industriels sont à la recherche de solutions analytiques innovantes capables de réaliser des mesures sur site en temps réel pour répondre à leurs besoins. Récemment, la miniaturisation des composants analytiques associée à l'amélioration des équipements analytiques et l'utilisation de logiciels de traitement plus puissants et sophistiqués offre de nouvelles perspectives analytiques rapides et précises pour obtenir des informations chimiques et minéralogiques directement sur site en temps réel.

Le projet européen collaboratif SOLSA a permis le développement de ce type de solution analytique qui reposent sur la combinaison d'analyses acquises par différents capteurs permettant de collecter en temps réel et directement sur site de grande quantité de données (morphologique, minéralogique, chimique) dont le traitement automatisé dans un référentiel de données unifiées via l'utilisation d'un logiciel décisionnel est une réelle avancée. Développé et testé pour opérer dans le domaine des mines et carrières dans un premier temps, la modularité de ce concept le rend utilisable dès qu'il est question de manipulation et de tri de matériaux, de suivi de production, de contrôle qualité ou encore pour améliorer les connaissances d'un process.



Utilisation des technologies d'agglomération au service de problématiques industrielles et de l'économie circulaire

Valérie GERMAIN

Enrique ELORZA-RICART

Imerys

Les fines particules, les sous-produits générés par les activités industrielles représentent des milliers de tonnes par an et sont souvent considérées comme des déchets ou sous-produits non valorisés. Le prix croissant des matières premières, les objectifs de réduction de l'empreinte environnementale conduisent les industriels à se tourner vers ces types de matériaux. Selon les applications, il est cependant nécessaire de les mettre en forme et de maîtriser les propriétés des objets formés. Il sera présenté différents exemples d'effet des matières fines ou du procédé de mise en forme sur les propriétés des briquettes et un exemple de mise en oeuvre industrielle.



Valorisation environnementale de co-produits sidérurgiques : les laitiers d'aciérie

Jacques POIRIER

CEMHTI / CNRS / Université d'Orléans

Le laitier d'aciérie de conversion (procédé qui transforme la fonte en acier) est, en quantité, le second coproduit issu du procédé sidérurgique, avec un ratio d'environ 110 kg par tonne d'acier. Les gisements de laitier d'aciérie de conversion (LAC) représentent des millions de tonnes sur le territoire européen, et 1.2 Mt en France.

Le LAC contient des éléments chimiques de valeur : en moyenne de 15 à 25 m % de fer et de 40 à 60 m % de chaux. Sa réutilisation à grande échelle comme matière première pour la production d'acier ou de liant hydraulique entraînerait des économies substantielles de minerai de fer et de calcaire ainsi qu'une diminution de l'énergie nécessaire et de l'empreinte CO₂ des procédés.

Cependant, seule une faible proportion (10 à 30 m %) est recyclée dans la chaîne de production de l'acier. Une autre possibilité est de le valoriser dans le génie civil comme granulats, mais les applications sont limitées du fait de sa concentration en chaux libre, qui est imposée par le processus d'élaboration de l'acier.

Les freins techniques concernent la propension à l'hydratation et à la carbonatation des laitiers en lien avec des teneurs élevées en chaux libre, la présence de phosphore indésirable en particulier pour la filière sidérurgique, la faible taille et l'imbrication des cristaux des phases minérales qui ne permettent pas un broyage sélectif ni une séparation magnétique optimisée.

Ainsi, la recherche de traitements dédiés opérants selon un éco-bilan matière et énergie avantageux, en prenant en compte la chimie/minéralogie, la cristallinité des phases constitutives mais aussi leur réactivité, leur comportement au refroidissement et la spéciation d'éléments clefs (Fe, P), constitue un vrai challenge. Ceci à l'image des enjeux internationaux, économiques et environnementaux, qui sont également très forts : récupération accrue de fer métal, réduction des émissions de CO₂, meilleure gestion des laitiers largement stockés, pression moindre sur les ressources naturelles.



Posters

Tous les participants aux Journées de formulation 2022 ont l'opportunité de présenter leurs travaux en lien avec la thématique sous forme de communication par affiche sous réserve d'acceptation par le comité scientifique du congrès. Les communications par affiche seront exposées de façon continue pendant dans un espace dédié.

- **Optimisation et évaluation des propriétés d'usage des formulations en combinant la rhéologie à la microfluidique**
Thanina AMIAR¹, Giovanni BRAMBILLA¹, Gerard MEUNIER¹
¹Formulation, 3-5 Rue Paule Raymondis, 31200 Toulouse, France.
- **Développement de solides carbonés poreux enrichis en azote à partir de résines polybenzoxazines pour la séparation du CO₂**
José MOSQUERA¹, Frederic DELBECQ¹, Elias DAOUK¹, **Audrey DRELICH¹**, Khashayar SALEH¹, Rémi GAUTIER², Mikel LETURIA¹
¹Université de Technologie de Compiègne, TIMR, Centre de recherche de Royallieu, Compiègne, France
²IMT Nord Europe, Institut Mines-Télécom, CERI Energie et Environnement, F-59508 Douai, France
- **Sélection de poudres céramiques pour un système mixte al₂o₃/zro₂ : application à l'élaboration d'une antenne conformée**
Lizeth ARBELAEZ¹, Julie BOURRET¹, Cécile PAGNOUX¹, Vincent PATELOUP¹, Anne-Lise ADENOT-ENGELVING²
¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France
²Commissariat Energie Atomique et Energies Alternatives CEA, Centre d'études du Ripault, 37260 Monts
- **Céramiques transparentes à base de YAG dope a l'holmium : etude de la synthese de nanopoudres et application laser**
Florian DELAUNAY¹, Lucas VIERS¹, Rémy BOULESTEIX¹, Alexandre MAÎTRE¹, Simon GUENÉ², Véronique JUBÉRA³, Eric CORMIER³, Gilles DALLA-BARBA³
¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France
²Univ. Bordeaux, ICMCB, UMR CNRS 5026, Pessac, F-33600, France
³Univ. Bordeaux, LP2N, UMR CNRS 5298, Talence, F-33400, France
- **Exploitation de l'intelligence artificielle pour la prédiction des propriétés d'usage des matériaux céramiques : cas du ciment bas carbone**
Yassine EL KHESSAIMI^{1,2}, Youssef EL HAFIANE¹, Agnès SMITH¹, Claire PEYRATOUT¹, Karim TAMINE², Samir ADLY², Moulay BARKATOU²
¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France
²MathIS, laboratoire XLIM, UMR CNRS 7252, Université de Limoges, 123 Av. Albert Thomas, 87000 Limoges, France.



- **Abrasifs alumineux elaborés par voie seeded sol-gel : frittage, microstructure et propriétés**

Saïdi HATIM¹, LECOMTE-NANA Gisèle Laure¹, RUELLO Clément², PERRIER Christophe²

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

²Saint-Gobain Matériaux Céramiques, 17, rue de l'artisanat, 45320 Courtenay, France)

- **Étude et développement de matériaux diélectriques à haute permittivité dédiés aux applications RFID**

Tom RAUTUREAU^{1,2}, Pascal MARCHET¹, Pierre-Marie GEFFROY¹, Fabrice ROSSIGNOL¹

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

²AXEM Technology, 11 13 rue Auguste Perret, 94042 CRETEIL CEDEX France

- **Étude structurale par RMN de kaolins en fonction de la température : application à la formulation de systèmes mixtes avec Al₂O₃**

Rana AL-TAHAN¹, Amandine RIDOUARD², Franck FAYON², Gilles GASGNIER³, Nicolas TESSIER-DOYEN¹, Cécile PAGNOUX¹

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

²CEMTHI, CNRS, Site Haute Température, 1D av de la recherche scientifique, CS 90055 45071 Orléans Cedex x

³Imerys Tableware France, 1 rue Jeanne d'Albret, 87700 Aix-sur-Vienne

- **Formulations de systèmes mixtes suspension / émulsion à base de phyllosilicates pour la fabrication additive**

Anne AIMABLE¹, Julie BOURRET¹, Cécile PAGNOUX¹, Boutaina LAMZATI¹, Loïc MATHIEU¹

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

- **Characterization of sol-gel processes with diffusing wave spectroscopy (dws)**
Roland RAMSCH¹, Giovanni BRAMBILLA, Gérard MEUNIER¹

¹Formulation, 3-5 rue Paule Raymond, 31200 Toulouse, France

- **Elaboration de céramiques phyllosilicatées : incorporation de fondants issus de Musa Paradisiaca et évolution du frittage**

Rosellyne SEREWANE DERAMNE^{1,2,3}, Gisèle Laure LECOMTE-NANA¹, Claire PEYRATOUT¹, Gado TCHANGBEDJI²

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

²Laboratoire Gestion, Traitement et Valorisation des Déchets (GTVD), Faculté des Sciences, Université de Lomé, 01 BP 1515 Lomé 01 Togo

³Département de Chimie, Faculté des Sciences, Université de Bangui, B.P. 1450, Bangui, Centrafrique



- **Recyclage des os de bovins pour la formulation de membranes céramiques phyllosilicatées à haute performance**

Mohamed MOUAFON¹, Gisèle Laure LECOMTE-NANA², Dayirou NJOYA¹, Nicolas TESSIER DOYEN², Claire PEYRATOUT², Chantale NJIOMOU DJANGANG¹

¹Laboratoire de Chimie Inorganique Appliquée, Département de Chimie Inorganique (Faculté des sciences - Université de Yaoundé 1, B.P : 812 Yaoundé, Cameroun)

²Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

- **Synthèses de copolymères à blocs précurseurs de carbure de silicium et étude de leur propriété d'auto-assemblage et de leur comportement thermique pour la nanostructuration de surfaces**

Victor PERRAUDIN¹, Romain LUCAS¹, Sylvie FOUCAUD¹, Emeline RENAUDIE¹, Guillaume FLEURY², Benjamin CABANNES-BOUE²

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

²LCPO UMR 5629, Allée Geoffroy Saint Hilaire, Bâtiment B8, second étage, 33607 PESSAC CEDEX, France

- **Des ressources et matières premières à la céramique à froid : formulations et applications**

Sylvie ROSSIGNOL¹, Ameni GHARZOUNI¹, Jenny JOUIN¹, Lila OUAMARA¹, Paolo SCANFERLA¹, Anass EL KHOMSI¹, Wilfried N'CHO¹, Quentin CLIGNY¹, Rémi FARGES¹, Guillaume JAMET¹

¹Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France

- **Caractérisation des mélanges bitumineux à base d'agrégats d'enrobe (AE) à différentes échelles**

Elio ZIADE^{1,2}, Joseph ABSI³, Alain BEGHIN², Christophe PETIT¹, Fateh FAKHARI TEHRANI¹, Anne MILLIEN¹, Philippe REYNAUD¹

¹GC2D, Université de Limoges, Egletons, France

²Spie batignolles malet, Toulouse, France

³Institut de Recherche sur les Céramiques, IRCER, UMR CNRS 7315, Université de Limoges, 12 rue Atlantis, 87068 Limoges, France



Table ronde

Le recyclage : du développement à l'industrialisation

Mercredi 30 novembre - 16h40-17h30

Cette table ronde abordera les questions suivantes : Quels sont les principaux verrous rencontrés par les industriels pour l'industrialisation du recyclage : le coût, le tri, la législation en vigueur, les circuits et la logistique ? Quelle part de recherche et développement est actuellement consacrée au recyclage et la valorisation des déchets ? Quelle est la part de déchets favorisés dans le domaine du bâtiment et quelles sont les actions entreprises pour accroître le recyclage ? A long terme, dans le domaine de l'industrie minérale, quel taux de minéraux recyclés / minéraux mis sur le marché est envisageable ?

Prix

À l'issue d'une délibération menée par les membres du comité scientifique du colloque, le prix Alain FOISSY sera remis par notre partenaire exposant FORMULATION à l'auteur-e de la meilleure communication par affiche.

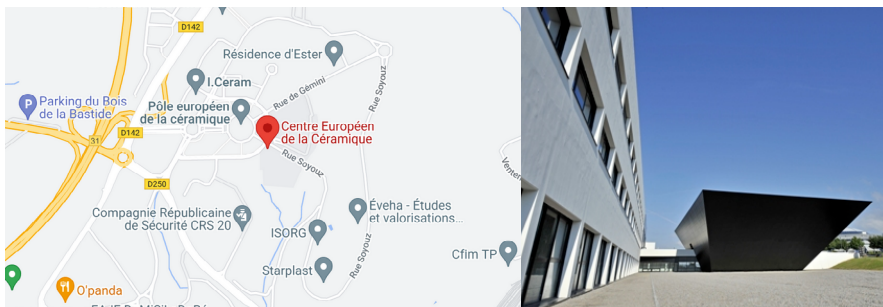
FORMULATION 
Scientific instruments



Information pratiques

Centre Européen de la Céramique (CEC)

12 Rue Atlantis, 87068 Limoges
(Zone Nord Limoges à 10 min. en voiture du centre-ville)



Comment se rendre au CEC ?

En voiture, accès direct par l'autoroute A20 :

Sortie 30 dans le sens Paris – Toulouse

Sortie 31 dans le sens Toulouse – Paris

Par avion, le Centre Européen de la Céramique se situe à 15 minutes de l'aéroport de Limoges Bellegarde, relié directement par la D2000. Des taxis sont à votre disposition devant l'aéroport, ainsi que des sociétés de location de véhicules.

En train, la gare de Limoges Bénédictins se situe à 10 minutes. La ligne de bus n°10 (arrêt ENSIL) permet de rejoindre ensuite la technopole ESTER (fréquence d'environ 10 minutes).



Information pratiques

Déjeuners

Les déjeuners seront servis au sein de l'ancienne bibliothèque située au niveau -1 de l'ENSIL-ENSCI. Vous pourrez vous y rendre à pied.



Cocktail du 28 novembre

Un cocktail dinatoire de bienvenue vous sera proposé le lundi 28 novembre au sein du CEC à partir de 19h00.

Diner du 29 novembre

Un diner sera organisé le mardi 29 novembre dans le restaurant traditionnel du Limousin : Les Tables du Bistrot (7 Rue du Grand Theil, 87280 Limoges) à partir de 19h30.



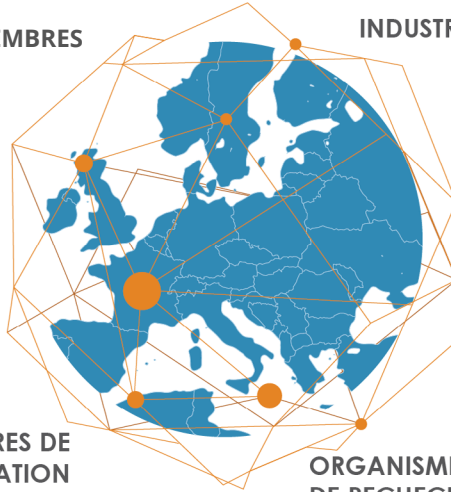


PÔLE EUROPÉEN DE LA CÉRAMIQUE

UNIQUE PÔLE DE COMPÉTITIVITÉ
DÉDIÉ AUX CÉRAMIQUES

+180 MEMBRES

INDUSTRIES



CENTRES DE
FORMATION

ORGANISMES
DE RECHERCHE ET
DE TRANSFERT
DE TECHNOLOGIES

CERAMIC NETWORK



Pôle Européen de la Céramique

23 - 25 mai 2023

L'évènement phare de la filière céramique revient à Limoges en mai 2023 : rendez-vous d'affaires, conférences et visites sont au programme.

SOUTENU PAR



WWW.CERAMEUROP.COM | 1 AVENUE D'ESTER 87069 LIMOGES FRANCE

+33 5 55 38 16 21 | CONTACT@CERAMEUROP.COM





IMERYS

Leader mondial des spécialités minérales pour l'industrie

Imerys offre des solutions à haute valeur ajoutée pour un grand nombre de secteurs.

- Nous fournissons des produits innovants et de qualité qui répondent aux besoins de nos clients
- Nos différents minéraux et matériaux servent tant aux céramiques traditionnelles que techniques
- Notre priorité est la sécurité
- Nous respectons le monde dans lequel nous opérons



Visitez notre
nouveau site web
www.imerys.com



Rejoignez-nous
sur LinkedIn



Next-generation light scattering technologies

NanoLab 3D

Accurate **particle sizing** with no need for dilution thanks to the embedded multiple scattering filter.

Also enables **viscometry** on low volumes and **aggregate** detection.



LS Spectrometer



Most powerful light scattering instrument on the market, enabling **particle size and shape** characterization, as well as **molecular weight** determination & much more.

DWS RheoLab

Contact-free rheometer for measurements on samples at rest, on an extended frequency range and under sealed conditions. A convenient solution to monitor **formulation stability** or characterize processes such as **gelation**.



Visit www.lsinstruments.com for more information, or contact us at info@sinstruments.com!



Progress beyond

ZEOSIL® PREMIUM
Zeosil® 1085GR

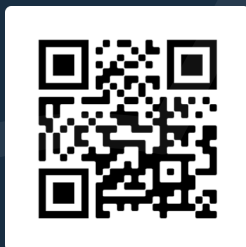
PREMIUM 
Zeosil® HRS 1200

BOOST EV
BATTERY AUTONOMY
UP TO 10%
WITHOUT ANY
WEAR COMPROMISE
WITH HIGH PERFORMANCE
SILICA FOR TREAD
& NON TREAD PARTS





JOURNÉES 2022
FORMULATION
DE LA SOCIÉTÉ CHIMIQUE DE FRANCE



www.jf2022.unilim.fr