



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur  
l'unité :

Groupe d'étude des matériaux hétérogènes

GEMH

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle

Université de Limoges

Décembre 2010



agence d'évaluation de la recherche  
et de l'enseignement supérieur

Section des Unités de recherche

## Rapport de l'AERES sur l'unité :

Groupe d'étude des matériaux hétérogènes

GEMH

sous tutelle des  
établissements et organismes :

Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle

Université de Limoges

Le Président de l'AERES

Didier Houssin

Section des unités  
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Décembre 2010



# Unité

Nom de l'unité : Groupe d'étude des matériaux hétérogènes

Label demandé : Equipe d'accueil

N° si renouvellement : 3178

Nom du directeur : M. David SMITH

# Membres du comité d'experts

Président :

M. Patrice HAMELIN, Université Lyon 1

Experts :

M. Jacques LAMON, CNRS, INSA Lyon

Mme Ginette ARLIGUIE, INSA Toulouse (CNU)

Mme GOEURIOT, Ecole Nationale Supérieure des Mines de Saint-Etienne

# Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Alain VAUTRIN

Représentant(s) des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Serge VERDEYME, Conseil scientifique, Université de Limoges

Mme Hélène PAULIAT, Université de Limoges

Mme Agnès SMITH, Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle



# Rapport

## 1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite s'est déroulée sur trois demi-journées, conformément à l'ordre du jour, les 6 et 7 décembre 2010 ; sur le site d'Egletons, le 6 décembre après-midi, et sur le site de Limoges, le 7 décembre. Le 6 décembre a été essentiellement consacré à la présentation détaillée de l'équipe Génie Civil et Durabilité et à la visite des locaux du site d'Egletons. Le 7 décembre matin, les bilans du GEMH et de ses deux équipes ont été présentés et discutés ainsi que les projets par thématiques. L'après-midi se sont déroulées les deux rencontres à huis clos avec les personnels d'une part (enseignants-chercheurs, personnels IATOS, doctorants) et les tutelles d'autre part.

- Historique et localisation géographique de l'unité et description synthétique de son domaine et de ses activités :

Le GEMH a été créé en 1997, reconnu comme jeune équipe (JE2213) au cours de l'examen à mi-parcours du contrat 1996-1999 de l'Ecole Nationale Supérieure de Céramique Industrielle puis comme équipe d'accueil (EA3178) depuis le 1er janvier 2000.

Le laboratoire de génie civil d'Egletons a été créé en 1978 avec l'intitulé « Mécanique et modélisation des matériaux et structures du génie civil ». A la suite d'une consultation entre l'ENSCI (Ecole Nationale Supérieure de Céramique industrielle), l'Université de Limoges et le Ministère, le laboratoire a été intégré au sein du GEMH à partir du 1er janvier 2008.

Le GEMH se présente à ce jour suivant deux équipes :

- Equipe matériaux minéraux de grande diffusion ;
- Equipe génie civil et durabilité.

- Equipe de Direction :

Le directeur du laboratoire est Monsieur David SMITH assisté de Madame Sylvie ROSSIGNOL pour l'équipe « Matériaux minéraux de grande diffusion » de Limoges et Monsieur Christophe PETIT pour l'équipe « Génie civil et durabilité » d'Egletons.



- Effectifs de l'unité : (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	25	27
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaire 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	18	6
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1.66	1.99
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	3.5	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	19	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	11	11

## 2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global sur l'unité:

Depuis la récente création de l'unité, la politique scientifique qui a été mise en place, visant à améliorer la production, son organisation et sa reconnaissance, a permis de positionner le laboratoire au terme du plan quadriennal à un bon niveau dans le paysage français de la recherche. La poursuite et le renforcement de cette politique doivent être maintenus dans le prochain plan quinquennal pour assurer la parfaite cohérence du projet et améliorer la visibilité de l'unité au plan international.

- Points forts et opportunités :

- Le GEMH a acquis une reconnaissance nationale, internationale et industrielle dans un environnement régional très favorable.
- Il mène une approche multi-disciplinaire pertinente pour s'affirmer dans le domaine de l'ingénierie, des moyens et des compétences scientifiques, pour aborder les problèmes de la formulation, de la caractérisation, de la modélisation des matériaux et pour développer des actions de recherches transversales de bon niveau scientifique, notamment dans le domaine de la construction.
- Le GEMH a un rôle essentiel à jouer au sein du centre européen de la céramique et un rôle moteur à renforcer au sein de plusieurs plate-formes.



- Points à améliorer et risques :

- Il conviendrait de poursuivre le renforcement de la cohérence et de la complémentarité des équipes en favorisant la mise en place de quelques projets de recherche forts et fédérateurs.
- Les objectifs devraient s'adapter aux moyens en évitant de générer un trop grand nombre de domaines de recherche.
- La visibilité des publications devrait être améliorée pour accroître la reconnaissance internationale.
- Les jeunes enseignants-chercheurs recrutés devraient être préservés d'une trop forte implication au plan pédagogique compte tenu d'une situation de sous-encadrement notable au regard de l'offre de formation affichée par les établissements de tutelle.
- Le fonctionnement des plate-formes devrait être assuré par une implication plus forte du milieu industriel notamment au niveau des personnels techniques contractuels.

- Recommandations:

Compte tenu des sections de rattachement différentes des enseignants chercheurs des deux équipes de recherche (matériaux : sections 28 et 33, mécanique-génie civil : section 60), de leurs objectifs de formation professionnelle différents et de leur éloignement géographique, le comité recommande au directeur de l'unité le développement de thèmes de recherche communs, en nombre limité et à caractère cognitif, visant à renforcer la reconnaissance internationale du laboratoire. Il semble que les récents recrutements d'enseignants-chercheurs et une reconversion thématique partielle de chercheurs confirmés des deux équipes, associés à des moyens scientifiques de qualité, puissent permettre de faire émerger des compétences scientifiques communes relevant de la caractérisation et de la modélisation des matériaux (rhéologie, mécanique des interfaces à différentes échelles, durabilité sous sollicitations couplées (T.H.M, ...)). Le renforcement de cette stratégie, moins sensible aux conditions de localisation géographique, aurait le mérite de mutualiser des compétences scientifiques pour favoriser la publication de travaux scientifiques confirmant la reconnaissance internationale du laboratoire. Cette stratégie aurait aussi le mérite de maintenir des actions de recherche à caractère transversal, en repositionnant, si nécessaire, les enseignants-chercheurs sur leur mission scientifique pour une recherche industrielle de qualité.

- Données de production :

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	25
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5 dans la colonne projet	-
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	0.93
A4 : Nombre d'HDR soutenues (cf. Formulaire 2.10 du dossier de l'unité)	3
A5 : Nombre de thèses soutenues (cf. Formulaire 2.9 du dossier de l'unité)	22



### 3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

Le laboratoire développe des recherches originales dans le domaine des matériaux minéraux de grande diffusion et des matériaux du génie civil. Sa reconnaissance au plan national est assurée et bien identifiée. La production scientifique est solide et en progrès ; elle doit s'affirmer par un renforcement des thématiques scientifiques plus amont (ex : modélisation numérique). De nombreux doctorants soutiennent des thèses de qualité en y associant des publications de bon niveau. Le renforcement du nombre de thèses en cotutelle sur les thématiques évoquées précédemment est à recommander pour mieux valoriser la complémentarité des compétences. Le laboratoire fait état d'un très bon rayonnement industriel et de valorisation des connaissances ; c'est un atout indispensable au bon fonctionnement du laboratoire, en veillant à ce que l'interface avec le milieu industriel soit aussi à l'origine d'une initiation et d'un développement d'une recherche plus amont de haut niveau international.

- Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :

L'unité de recherche possède un bon rayonnement national et a su mettre en place des actions de coopération scientifique au plan international. Elle est impliquée dans de nombreux programmes scientifiques nationaux (ANR, ...) et intervient dans des projets internationaux ou des commissions de sociétés savantes européennes. La cohérence et les ouvertures du projet scientifique devraient permettre de renforcer l'attractivité de l'unité au plan international et en ce sens élargir les opportunités de recrutement. L'interaction forte de l'unité avec le pôle de compétitivité « Céramique », son intégration dans le Centre Européen de la Céramique et son positionnement au sein du PRES Limousin-Poitou-Charentes sont des éléments favorables au renforcement du rayonnement et de l'attractivité de l'unité.

- Appréciation sur la gouvernance et la vie de l'unité:

Le comité souhaite que la gouvernance mise en place perdure pour assurer, avec le soutien des établissements d'accueil, la pérennité de l'unité de recherche mise en place et que son rayonnement et son attractivité atteignent le niveau international mérité. Depuis sa création, la gouvernance du laboratoire a fait l'objet d'une grande vigilance et implication de la part de l'équipe de direction. Il est évident que, malgré des difficultés liées à la localisation géographique des équipes et aux sections de rattachement différentes pour les enseignants-chercheurs, la qualité de la stratégie scientifique et de la gouvernance mise en place s'est significativement accrue. La qualité et la cohérence du bilan présenté par les deux équipes a clairement confirmé la reconnaissance partagée par tous les personnels d'une vie de laboratoire. Si tous les atouts ont été considérés pour fédérer et associer les différentes composantes du laboratoire, il faudra toutefois veiller à renforcer les actions structurantes, tant sur le plan des thématiques de recherche que de la reconnaissance internationale. En ce sens, il faudra veiller, en concertation avec les établissements de rattachement, à ce que les personnels « enseignant-chercheur » ne soient pas surchargés par leurs activités d'enseignement, que les personnels techniques ne voient pas leurs tâches et leurs affectations trop multipliées au sein de la structure d'accueil pour conserver efficacité et compétence. De même, il faudra veiller à ce que les plate formes mises en place, en interaction avec le milieu industriel, ne pénalisent pas la qualité de la politique scientifique recherchée par des problèmes de gestion des équipements et du personnel quotidienne.

- Appréciation sur la stratégie et le projet :

L'organisation du laboratoire mise en place a permis de confirmer les réelles potentialités et complémentarités des équipes dans le domaine des matériaux de grande diffusion et de construction. Les conditions matérielles et contractuelles sont particulièrement favorables au développement du laboratoire, les potentialités de recrutement partagées avec les objectifs de formation doivent être orientées vers des thématiques de recherche à caractère cognitif permettant de structurer la stratégie de recherche du laboratoire et de faire émerger des sujets ambitieux et fédérateurs dans le domaine des matériaux et valorisables dans de multiples cas d'applications industrielles.



#### 4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : Matériaux minéraux de grande diffusion, Sylvie ROSSIGNOL
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	13	14
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	15	6
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0.66	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	14	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	9	9

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe «matériaux minéraux de grande diffusion» s'est positionnée sur l'élaboration et la caractérisation de matériaux minéraux à la frontière entre les céramiques dites techniques et celles dites traditionnelles : matériaux réfractaires, matériaux contenant des liants hydrauliques, matériaux silicatés ... En parallèle au développement des compétences scientifiques spécifiques à certaines étapes d'élaboration ou de caractérisation de ce type de matériaux, l'équipe s'est donnée pour but de couvrir l'ensemble du domaine.

Elle se propose donc de participer à l'étude de ces matériaux hétérogènes avec une approche multi-échelle, couvrant les problématiques des matières premières, de l'élaboration avec ou sans traitement thermique, aux propriétés et comportement en service, durée de vie, voire recyclage. La justification d'une telle démarche, est d'une part, de s'adosser de façon harmonieuse à l'enseignement délivré dans une école d'ingénieurs céramistes dont trois quarts des effectifs travailleront dans ce domaine. D'autre part, une telle démarche intégrée permet de répondre à la demande un tissu industriel riche en PME, de saisir des opportunités de transfert technologique, de création d'entreprises...

Des points originaux peuvent être mis en avant dans les trois thématiques décrites par le laboratoire :

Le premier thème, consacré à la consolidation à froid, est une approche originale faisant appel à la physico-chimie pour fonctionnaliser des surfaces de renforts naturels par exemple, de façon à obtenir des composites présentant une bonne tenue mécanique.



La synthèse de liants, autres qu'hydrauliques (géopolymères), est une source d'études originales s'inscrivant dans la problématique de développement durable (valorisation de co-produits comme des fumées de silice par exemple).

Le second thème dédié aux procédés de consolidation à haute température est plus classique et abordé dans plusieurs laboratoires français. La spécificité à conserver est là encore liée à la complexité des matériaux envisagés : frittage dans les matériaux à flux vitreux, microstructures particulières liée au développement de la mullite... L'utilisation des compétences en propriétés thermiques des matériaux est mise à profit pour l'optimisation de la conductivité thermique par la maîtrise de la microstructure, mais aussi pour la connaissance fine de l'évolution de la conductivité thermique liée au frittage réactif de matériaux silicatés. Ce dernier point original permet, en sus, d'optimiser des cycles thermiques de cuisson (bilans énergétiques), de nourrir la discussion scientifique autour du frittage (sous gradient thermique par exemple).

Le dernier thème exposé fait appel aux compétences en physico-chimie et comportement mécanique de matériaux réfractaires ; la démarche de caractérisation de matériaux modèles aux matériaux industriels réels est efficace et assez classique pour ce qui est des essais mécaniques. Elle est rendue possible dans le laboratoire par les compétences en physico-chimie de l'élaboration. Les méthodes ultrasonores à haute température (peu répandues) où l'expérience de l'équipe est reconnue, constituent un atout dans ce domaine.

- La quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions

On dénombre environ 90 ACL de rang A, soit environ 6,9 ACL/EC (pour 13 producteurs sur la période), le nombre des communications nationales et internationales, les 5 brevets déposés et 2 participations à des ouvrages, 16 thèses soutenues et 14 en cours pour la période, montrent une production scientifique importante.

Analyse qualitative des ACL internationaux : JECS impact factor : 2.09, 39/110 ACL publiées et acceptées, les autres dans des revues à impact élevé J. Am. Ceram Soc (if = 2); mat sci and eng (if = 1.9), Applied clay science 2.8, ce qui montre que le choix des revues est bon, centré autour du domaine de compétences avec des ouvertures vers des revues à haut impact factor. Les communications sont nombreuses dans les congrès nationaux céramiques (Journées Annuelles du Groupe Français de la Céramique), internationales (congrès European Ceramic Society, congrès mondial Ceramic Congress), sur les réfractaires (Unitecr) pour citer les principaux.

L'encadrement des thèses, environ d'un thésard/enseignant-chercheur actuellement sur les 14 thèses en cours, ce taux variant de 0.3 à 2.5 /EC, les plus chargés étant les HDR sans charge managériale forte. Les EC recrutés le plus récemment (oct 2009) ont une thèse en co-encadrement.

La production est solide, mais sa visibilité internationale reste limitée. Les travaux restent trop centrés sur le champ particulier des matériaux étudiés, et considèrent peu ou pas les autres matériaux pour lesquels les problèmes sont voisins voire semblables, et pour lesquels des réponses ont été apportées.

- La qualité et pérennité des relations contractuelles

L'intérêt pour les « matériaux de grande diffusion » implique des relations contractuelles avec les entreprises, contrats directs ou bien institutionnels du domaine : Saint-Gobain, CEA ; Centre technique des Tuiles et Briques, Bodycote (cité plus bas), AGS (matière première), B. P. B. ,I. Ceram (implants orthopédiques), Snecma, Terreal (terre cuite), PACT, Porcelaine Avignon ... Les contrats vont de 3 mois à 3 ans, montrant la diversité du type de contact et de collaboration. Les DRT (22 encadrés) offrent un potentiel pour la réalisation de travaux industriels, très enrichissant pour la professionnalisation des élèves ingénieurs.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

Il n'est pas mentionné de prix ou distinctions dans le rapport, mais des conférences invitées au niveau national et international pour une grande part des enseignants-chercheurs : invitations dans des congrès (13 invitations à des conférences internationales pour 7 enseignants-chercheurs).



Un point faible peut être le recrutement des post doctorants quasiment tous issus d'une formation à Limoges ; un recrutement de post-doctorants d'autres sites français ou internationaux serait une piste d'ouverture. En revanche, le recrutement récent des maîtres de conférences laisse apparaître une recherche d'expérience industrielle, ou bien internationale, ce qui est un point positif.

La capacité d'obtenir des financements externes est démontrée par le taux lié aux contrats directs (environ un tiers des recettes). Les dispositifs ANR sont aussi sollicités avec succès (50% des rentrées environ) : l'équipe totalise 7 contrats ANR dans la période : 2CHARME (composites à fibres de chanvre), ACOIFF (réfractaires), CERANANO (émaux), PRECOCE (frittage), SETHER (stockage d'électricité sous forme thermique), DRUIDE (durabilité de réfractaires pour incinérateurs) et NOREV (nouveaux réfractaires), dont les domaines cités sont attribuables à toutes les sensibilités de l'équipe, et dont une répartition équilibrée sur les enseignants-chercheurs). Un programme international est en cours en partenariat avec l'Autriche. L'interaction avec le pôle de compétitivité Céramique est forte, les projets cités font partie des 11 projets labellisés au GEMH les 67 labels accordés par le Pôle.

Une collaboration de longue durée existe avec le Nagoya Institute of Technology, et d'autres partenaires universitaires et entreprises au niveau mondial, dans le cadre du FIRE (Federation for International Refractories Research and Education), dont le GEMH est membre fondateur.

Une collaboration a été initiée et se poursuit avec les pays du Maghreb et de l'Afrique équatoriale, dans le cadre de la valorisation des matières premières, et donnent lieu à l'accueil d'étrangers de ces pays, signe d'un souci éthique d'aide au développement.

Des activités de transfert de technologie concerne les pièces sans cuisson (stéAXIATEC), des conteneurs pour déchets de l'industrie nucléaire (PACT), et enfin la projection plasma de dépôts colorés (BODYCOTE).

La création d'entreprises fait partie des actions de valorisation : dans le domaine du séchage industriel (CERADRY), la conservation des livres anciens (BIBLION'THEK), et enfin la participation au programme « entrepreneurs en Afrique », pour l'exploitation de gisements locaux d'argile.

- **Appréciation sur le projet :**

- Existence, pertinence et faisabilité du projet scientifique à moyen ou long terme

La partie projet du rapport est rédigée en mettant en avant non plus les équipes mais les thèmes scientifiques dont la transversalité est plus ou moins engagée par des interactions entre les deux équipes. Cette présentation brouille l'image et l'unité thématique de chaque équipe, et aboutit à un ensemble hétérogène pour lequel un objectif commun, clair et fédérateur n'apparaît pas.

Un recrutement récent et de qualité (ouverture) permettra le renouvellement des effectifs, en maintenant une continuité sur les thèmes forts de l'équipe. Il n'est pas fait mention de projets d'équipements spécifiques.

- Originalité et prise de risques

Elle réside surtout dans la volonté d'approfondir la transversalité avec l'équipe d'Egletons, mais les cinq thèmes exposés sont si larges qu'il paraît difficile de les mettre tous en œuvre dans la prochaine période. La recherche reste néanmoins fortement incrémentale et adossée aux demandes de l'industrie. On ne voit pas émerger des concepts nouveaux, que ce soit sur le plan de l'élaboration ou celui de la mécanique.

- **Conclusion :**

- Avis global sur l'équipe :

L'équipe est basée sur une solide culture des matériaux de grande diffusion et propose une approche intégrée intéressante de l'élaboration à la caractérisation, source de résultats très bien reconnus au niveau national et de valorisation. Le rayonnement à l'échelle internationale est limité.



- Points forts et opportunités :

L'équipe « Matériaux minéraux de grande diffusion » dispose de nouveaux locaux, spacieux et fonctionnels, et d'un renouvellement de ces enseignants-chercheurs ; l'engagement dans la voie de la simulation est aussi un point intéressant. Cependant, il faudra veiller à utiliser les outils à bon escient, ou développer les modèles appropriés.

- Points à améliorer et risques :

Les enseignants-chercheurs doivent trouver leur positionnement rapidement et intégrer dans leur projet professionnel l'obtention de l'HDR. Le risque pour l'équipe est de se trouver devant un projet trop large.

- Recommandations :

Un ou deux points saillants doivent émerger rapidement dans le projet : ce pourrait être un approfondissement de la compréhension du rôle des interfaces, par une analyse fine (par exemple en microscopie électronique en transmission) dans les matériaux hétérogènes, ou bien des mises en commun des approches hygro-thermo-mécaniques à différentes échelles, entre les deux équipes. Cela pourrait être l'aspect composite qui n'est pas clairement affiché, et qui reste dans l'ombre des céramiques, alors que le bois est un composite et que certains des matériaux étudiés s'apparentent bien aux composites



- Intitulé de l'équipe et nom du responsable : Equipe « Génie Civil et Durabilité », Christophe PETIT, PR1
- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	12	13
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs y compris chercheurs post-doctorants (cf. Formulaires 2.2, 2.4 et 2.7 du dossier de l'unité)	3	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	1	1
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	1.5	
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.8 du dossier de l'unité)	5	
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	2	2

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

L'équipe « Génie civil et durabilité » est basée à Egletons, dans les locaux de l'IUT du Limousin. Elle est issue du laboratoire de Génie Civil d'Egletons qui a été créé en 1978 avec l'intitulé « Mécanique et Modélisation des Matériaux et Structures du Génie Civil » (3MSGC).

Ce laboratoire s'était tout d'abord spécialisé dans la modélisation de la dégradation des chaussées ; une autre thématique de recherche orientée sur le comportement des structures en bois a ensuite été développée. A partir du 1er janvier 2008, le 3MSGC (rattaché, comme l'IUT du Limousin, à l'université de Limoges) a été intégré au sein du GEMH.

Deux grandes thématiques de recherche sont toujours conduites dans l'équipe.

La thématique « durabilité des chaussées » se décline actuellement en trois axes :

- a) fatigue des matériaux et structures bitumineuses,
- b) mécanique de la dégradation des structures routières,
- c) diagnostic des structures routières.

Le thème « chaussée » est donc un thème historique du laboratoire et a été à l'origine de la construction de la première chaussée béton expérimentale de 2 km en 1974. Initialement, le laboratoire a développé essentiellement des modèles de structures de chaussées en s'appuyant sur quelques expérimentations in situ en vraie grandeur.



Les travaux concernent principalement l'étude de la dégradation des chaussées. La démarche retenue dans l'équipe est celle du développement de modèles à l'échelle de la structure (par éléments finis), complété par des expérimentations de laboratoire. Ces travaux sont aujourd'hui bien identifiés au niveau national comme en témoignent les collaborations avec le LCPC (Laboratoire des Ponts et Chaussées), l'ENPC (Ecole Nationale des Ponts et Chaussées / Paris Tech), ou l'ENTPE (Ecole Nationale des Travaux Publics de l'Etat).

Au niveau international, l'équipe s'implique dans les groupes RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux) : le TC - CAP (Cracking in Asphalt Pavement) et le TC - ATB (Advanced Testing and Characterisation of Bituminous Materials).

Une chaussée expérimentale (70mx10m), incluant des hétérogénéités, a été récemment construite devant les locaux du laboratoire.

La thématique « bois-construction » est également déclinée selon trois axes :

- a) couplage mécanique et environnement,
- b) propagation de fissures dans le matériau bois,
- c) du matériau aux ouvrages en service.

Les travaux de recherche dans la thématique « bois-construction » sont centrés sur l'étude et la modélisation de la durée de vie des structures dans leur environnement. Cette durée de vie intègre le comportement mécanique dépendant du temps (viscoélasticité), le développement de macro-singularités par l'étude de la propagation de fissure, et les interactions environnementales. Les études sont menées à l'échelle du matériau, à l'échelle de la structure, et considèrent aussi les liaisons entre éléments (nœuds d'assemblage).

Les travaux s'articulent autour de stratégies numériques validées et complétées par des approches expérimentales. Pour ce faire, l'équipe utilise le parc expérimental de la Plateforme Technologique « Bois-Construction » du Limousin labellisée en janvier 2009 : enceintes climatiques, presse électromécanique avec caisson climatique, banc expérimental 2 axes de 8 m par 4 m, (échelle 1), équipement d'analyse d'image 1D, enceintes de vieillissement accéléré, ensemble de centrales d'acquisition et de capteurs.

Que ce soit la thématique « chaussée » ou la thématique « bois », le positionnement scientifique de l'équipe est bien clair et reconnu nationalement.

#### ▪ La production scientifique

La production scientifique est un point faible de l'équipe sur ce bilan, même s'il faut noter un redressement significatif sur la dernière année :

Le bilan des ACL figurant dans le rapport d'activités (annexe 1) conduit aux résultats suivants : 2006 (2) ; 2007 (5) ; 2008 (6) ; 2009 (10) soit un total de 23 articles en 4 ans pour un effectif de 12 enseignants-chercheurs qui conduit à un ratio de 1,91 publications par enseignant-chercheur sur la période.

Il n'y a aucun brevet sur la période, ni de conférences invitées dans des congrès internationaux.

Il faut remarquer que ce bilan peut être révisé si on prend en considération les articles cités en annexe 2 (articles dans des revues avec comité de lecture non répertoriées dans des bases de données internationales) : 2006 (4) ; 2007 (2) ; 2008 (2). Il faut aussi souligner que la production dans des revues nationales et à des colloques internationaux est plus étoffée.

En conséquence, il faut recommander à l'équipe de mieux cibler les revues pour publier ses travaux scientifiques et de clarifier la situation des enseignants-chercheurs non publiant ou faiblement publiant.

#### ▪ Les relations contractuelles

La plupart des relations contractuelles semblent s'établir par l'intermédiaire des plateformes, et contribuent plutôt modestement au financement de l'équipe (19 k€ en moyenne par an).

Des relations assez pérennes (EUROVIA) ont été établies par l'axe « chaussée », mais c'est plus difficile pour l'axe « bois » car la profession est plutôt morcelée dans ce secteur, qui comprend peu de grosses entreprises.



- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'unité de recherche dans son environnement :**

- **Prix, distinctions et invitations internationales**

Bien que relativement ancienne (1978), l'équipe ne fait pas état de prix ou distinctions qui auraient pu être décernés à des membres de l'équipe.

Il n'apparaît pas non plus de conférences invitées dans des congrès internationaux.

- **Recrutements**

Il y a eu quatre recrutements au cours du quadriennal (2 en 2007, 1 en 2008, et 1 en 2009) qui correspondent à seulement 25% de recrutement interne. Il faut noter qu'un autre recrutement externe a eu lieu à la rentrée 2010.

L'équipe est donc en mesure d'attirer des candidats d'autres universités. Les nouveaux chercheurs semblent d'ailleurs motivés et sont tous producteurs.

- **Les financements externes**

L'équipe bénéficie de relations industrielles mais la part budgétaire des financements externes apparaît plutôt modeste avec seulement 19 k€ par an de contrats entreprises en moyenne.

En revanche, la participation aux appels d'offres a permis d'obtenir des crédits institutionnels (subvention Conseil Régional, participation à des projets nationaux, ...).

- **Les collaborations**

Des membres de l'équipe sont bien impliqués dans des collaborations internationales avec la participation à 3 actions européennes (COST) et 2 groupes RILEM internationaux.

Un projet régional « Revêbois » a été labellisé par le Pôle Européen de la Céramique.

L'équipe a noué des relations scientifiques avec Université Laval (Québec), l'Université Brasov (Roumanie), et l'Université de Libreville (Gabon). Ces collaborations s'organisent autour de projets de recherche communs, des échanges, des mobilités d'enseignants chercheurs ou de doctorants, et des cotutelles de thèse.

L'équipe a participé à l'organisation des 28<sup>ème</sup> Rencontres Universitaires de Génie Civil : « Ouvrages en Service et Développement Durable », en juin 2010 (La Bourboule, France).

- **La Valorisation**

Le thème « chaussées » est celui qui correspond à la création de l'équipe. Il est bien identifié et des actions sont souvent menées avec des entreprises de travaux publics (EUROVIA sur ce quadriennal) dans le cadre de thèses CIFRE ; des travaux sont également menés conjointement avec le LCPC.

Des actions de transfert de technologie vers les PME sont effectuées. Un projet DIL (Détection d'Innovation en Laboratoire) mis en place par l'Agence de Valorisation de la Recherche Universitaire en Limousin (AVRUL) concernant un service de diagnostic de l'état des chaussées du réseau routier en Corrèze a été labellisé.

Comme indiqué dans l'étude de l'équipe « Génie Civil et Durabilité », la construction d'une chaussée expérimentale (70m x 10m) a été réalisée devant le laboratoire.

Pour le thème « bois », l'équipe s'est fortement impliquée dans le montage de la Plateforme Technologique « Bois-Construction » du Limousin (labellisée en janvier 2009), dont elle utilise maintenant le parc expérimental. Cette structure permet également un fort engagement de l'équipe dans le transfert de technologie à travers des projets en collaboration avec des industriels.



- **Appréciation sur le projet :**

Le projet a été élaboré de façon à favoriser les échanges entre les deux équipes du laboratoire et à créer de réelles synergies. Les thèmes dégagés sont ainsi tous communs aux deux équipes et leurs intitulés sont de ce fait beaucoup plus larges que précédemment. Ceci ne devrait pas être préjudiciable à l'équipe d'Egletons dont les actions sont déjà bien identifiées sur le plan national.

C'est un projet ambitieux dans la mise en œuvre, car la distance entre les deux sites reste un obstacle délicat pour tous les aspects expérimentaux et nécessitera une organisation bien cadrée et claire.

L'augmentation des effectifs de l'équipe d'Egletons est de nature à diminuer la surcharge en horaires d'enseignement, à condition de ne pas se lancer dans l'ouverture d'autres formations ou dans un recrutement d'étudiants trop important.

- **Conclusion :**

- **Avis global sur l'équipe :**

Il faut tenir compte de plusieurs facteurs, qui sont :

- La localisation de cette équipe et à son relatif isolement par rapport aux centres universitaires de Limoges et de Clermont Ferrand ;
- La charge d'enseignement des enseignants-chercheurs, qui dépasse 220 h en moyenne ;
- Et à sa faible dotation en personnel technique.

Le rattachement de l'équipe au GEMH (depuis seulement le 1er janvier 2008), et le renouvellement du personnel, lié aux départs à la retraite et créations, ont déjà eu des effets positifs sur la mobilisation en recherche.

La production scientifique est à conforter, et le positionnement de l'équipe par rapport aux actions de transfert de technologie est à clarifier. Cependant, un redressement très net peut être constaté sur la dernière année du quadriennal. Il faut donc soutenir cette équipe dans cette voie de progression.

- **Points forts et opportunités :**

- Les points forts de l'équipe sont essentiellement : sa reconnaissance nationale sur les thématiques « chaussées » et « bois », le soutien régional dont elle bénéficie, la présence des plateformes technologiques pour l'appui expérimental, le placement de ses diplômés.
- Les principales opportunités qui apparaissent sont liées aux récents recrutements de jeunes MCF motivés et à l'augmentation des effectifs, au rattachement à l'équipe de Limoges, qui produit un effet d'entraînement vers des approches plus fondamentales et au rattachement au Centre Européen de la Céramique.

- **Points à améliorer et risques :**

- La production scientifique écrite dans des revues de rang A est faible ;
- La participation aux contrats industriels est encore insuffisante ;
- Les principaux risques résident dans la distance entre les deux sites et dans le maintien de la motivation des membres de l'équipe. Il faut veiller à la gestion des éventuelles perturbations (déménagement, ...) et à une bonne répartition des charges collectives.



▪ **Recommandations :**

Il conviendrait de veiller à l'équilibre des forces entre les deux équipes dans la nouvelle organisation scientifique et, en particulier, il faudrait encourager les soutenances d'HDR et veiller à ce que la production scientifique poursuive sa croissance, en mettant en place des indicateurs annuels par exemple.

Un pilotage ad hoc des nombreuses actions de recherche du projet devrait être recherché activement et des priorités plus clairement définies.

Enfin, l'unité devrait activement trouver et mettre en place de nouveaux moyens pour la gestion des plateformes et de leurs contrats de façon à libérer les enseignants-chercheurs des tâches administratives et organisationnelles et leur permettre ainsi de gagner du temps de recherche.

Intitulé UR / équipe	C1	C2	C3	C4	Note globale
Groupe d'Etude des Matériaux Hétérogènes (GEMH)	B	A	A	B	B
Matériaux minéraux de grande diffusion	B	A	Non noté	B	B
Génie civil et durabilité	B	A	Non noté	B	B

C1 Qualité scientifique et production

C2 Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement

C3 Gouvernance et vie du laboratoire

C4 Stratégie et projet scientifique



**Statistiques de notes globales par domaines scientifiques**  
(État au 06/05/2011)

**Sciences et Technologies**

<b>Note globale</b>	<b>ST1</b>	<b>ST2</b>	<b>ST3</b>	<b>ST4</b>	<b>ST5</b>	<b>ST6</b>	<b>Total</b>
A+	6	9	12	8	12	11	58
A	11	17	7	19	11	20	85
B	5	5	4	10	17	8	49
C	2	1	2				5
<b>Total</b>	<b>24</b>	<b>32</b>	<b>25</b>	<b>37</b>	<b>40</b>	<b>39</b>	<b>197</b>
A+	25,0%	28,1%	48,0%	21,6%	30,0%	28,2%	29,4%
A	45,8%	53,1%	28,0%	51,4%	27,5%	51,3%	43,1%
B	20,8%	15,6%	16,0%	27,0%	42,5%	20,5%	24,9%
C	8,3%	3,1%	8,0%				2,5%
Total	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

**Intitulés des domaines scientifiques**

**Sciences et Technologies**

**ST1 Mathématiques**

**ST2 Physique**

**ST3 Sciences de la terre et de l'univers**

**ST4 Chimie**

**ST5 Sciences pour l'ingénieur**

**ST6 Sciences et technologies de l'information et de la communication**

Limoges, le 14 mars 2011

**Monsieur le Président de la section d'évaluation des  
laboratoires  
AERES**

**Objet** : Evaluation du GEMH

Monsieur le Président,

Veillez trouver ci-après la réponse au rapport d'évaluation - **S2UR120001468 - Groupe  
d'Etude des Matériaux Hétérogènes - 0870862P.**

Je vous prie d'agréer, Monsieur le Président, l'expression de mes salutations distinguées.

A handwritten signature in blue ink is positioned above a circular blue stamp. The stamp contains the text: "ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE DE CÉRAMIQUE INDUSTRIELLE" and "MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE".

Agnès SMITH  
Directrice de l'ENSCI

## Réponse au rapport d'évaluation - S2UR120001468 - Groupe d'Etude des Matériaux Hétérogènes - 0870862P

### Aspect général du laboratoire

Le comité de visite dans son analyse des activités du GEMH (EA 3178), souligne que le **laboratoire développe des recherches originales** dans les domaines des matériaux minéraux de grande diffusion et des matériaux du génie civil et a **acquis une reconnaissance nationale et internationale** dans un environnement régional favorable. Par ailleurs, le GEMH peut faire état d'un **très bon rayonnement industriel** et de **valorisation des connaissances** en lien avec la formation.

Le **comité souhaite** que la **gouvernance mise en place perdure** pour assurer, avec le soutien des établissements d'accueil, la **pérennité de l'unité de recherche** mise en place. Malgré des difficultés liées à l'éloignement géographique des équipes et aux sections de rattachement différentes pour les enseignants-chercheurs, le **rapport note** que la **qualité de la stratégie scientifique** s'est significativement accrue et souligne **l'existence d'une véritable vie de laboratoire**.

En tant que points à améliorer et risques, le comité indique :

- Une poursuite du renforcement de la cohérence et de la complémentarité des équipes par la mise en place de quelques projets de recherche forts et fédérateurs ;
- La visibilité des publications afin d'amplifier la reconnaissance internationale ;
- La préservation des jeunes enseignants-chercheurs recrutés d'une trop forte implication sur le plan pédagogique.

En guise de réponse à ces points, nous remarquons que :

- La recommandation du comité au Directeur de l'unité de développer des thèmes de recherche communs (transversaux), en nombre limité et à caractère cognitif (en évitant une dispersion avec trop de sujets) est bien notée. Ce point est repris à la fin de ce document.  
A titre d'exemple, la proposition concernant la mécanique des interfaces à différentes échelles est très bonne et attire notre attention ;
- Vu le renouvellement du personnel (50 % depuis 2005) et le jeune âge moyen des enseignants-chercheurs (42 en décembre 2010), qui sont des facteurs à prendre en compte, nous devons veiller au bon choix des journaux pour communiquer nos travaux ;
- La politique de l'Université de Limoges (et par émulation de l'ENSCI) permet de réduire d'un tiers le service d'enseignement des Maîtres de Conférences recrutés en septembre 2009 et septembre 2010, et ce pour une durée de 2 ans.

Enfin, nous souhaitons rectifier une donnée factuelle concernant le **taux de producteurs** de l'unité qui a été calculé à 0,88. Ce chiffre, basé sur la colonne 7 du tableau 2.1 du projet, semble assimiler les arrivées très récentes de Gaëlle DELAIZIR et Fazia FOUCHAL (09/2010) dans l'unité en tant que non producteurs. Evidemment, ces personnes n'ont pas de production scientifique au GEMH - donc faisant partie de notre bilan - mais comptent à leur actif des articles provenant de leur laboratoire d'origine. Dans ce cas, le taux de producteurs (A3) **se recalcule à 0,96**.



Le rapport procède à une analyse par équipe.

## Equipe Matériaux minéraux de grande diffusion (MMGD)

Le comité note le positionnement des activités de l'équipe sur l'élaboration et la caractérisation de matériaux minéraux et leur importance d'une part dans la formation de l'ENSCI et d'autre part pour répondre aux demandes provenant d'un secteur industriel riche en PME.

Le rapport identifie des recherches originales : fonctionnalisation des surfaces de renforts naturels dans des matériaux consolidés à froid, synthèse de liants autres qu'hydrauliques (géopolymères), microstructures particulières liées au développement de la mullite, connaissance fine de l'évolution de la conductivité thermique liée au frittage de matériaux silicatés, exploitation des méthodes ultrasonores à haute température...

Les principales remarques concernent:

### 1) La production scientifique

Les rapporteurs indiquent que « *la production scientifique est solide (5,6 ACL/ enseignant-chercheur)...* »

- Nous indiquons que le **nombre d'enseignants-chercheurs est de 13** (voir tableau 1 du bilan, équipe E1) pendant la période de référence et non 16 (chaque enseignant-chercheur partant à la retraite est remplacé par une recrue ce qui fait que nous sommes à effectif constant et égal à 13) => **≈ 6,9 ACL/enseignant-chercheur** avec une composition **purement universitaire** ;
- Par ailleurs, il faut noter **5 brevets publiés** par le GEMH dans la période de référence.

### 2) Le rayonnement international

En préambule, il convient de remarquer les efforts consentis par les enseignants-chercheurs dans la restructuration du laboratoire (depuis 2008), dans le « planning » et l'organisation du déménagement dans un nouveau bâtiment, ce qui est chronophage et générateur de perturbations. A cela s'ajoute le renouvellement des cadres pendant la période de référence.

Il est à souligner que le **rayonnement international** de l'équipe MMGD du GEMH est **significatif**. Citons les faits suivants, dont certains ont d'ailleurs été appréciés par les experts :

- **Le GEMH, équipe MMGD**, a toujours **privilegié des relations** avec **des laboratoires à l'étranger** bien identifiés sur **l'échiquier mondial des matériaux céramiques et réfractaires** ;
- Une **analyse** de nos **publications ACL** (2006-2010) révèle **29 en collaboration avec des universités étrangères** dont 9 situées dans des pays européens ou au Japon [AGH Krakow en Pologne (2), ICT Prague en République Tchèque (2), Max Planck Institute – Potsdam en Allemagne (1), Université de Leicester en Grande Bretagne (1), Nagoya Institute of Technology (2)], 14 en Afrique Equatoriale (Cameroun, Burkina Faso, Côte d'Ivoire,...) et 6 au Maghreb (Tunisie, Algérie, Maroc).
- Une analyse de nos **conférences invitées scientifiques** dans des congrès internationaux donne :
  - 2 aux USA
  - 4 au Japon
  - 7 en Europe (en dehors de la France)
- Nous comptons à notre actif des **contrats de recherche** avec des **industriels** en **Grande Bretagne** (Johnson Mathey, BPB Ltd), en **Allemagne** (AREVA à Erlangen), en **Autriche** (RHI) et en **Belgique** (Wienerberger).



- **le directeur** (D. Smith) est récemment devenu **Prof. Invité au Nagoya Institute of Technology au Japon** et **Associate Editor du Journal of the American Ceramic Society** ;
- **le réseau international FIRE** qui fédère **15 entreprises internationales<sup>1</sup>** et **9 universités ou écoles<sup>2</sup>** autour de la recherche et la formation dans le domaine des matériaux réfractaires. Le GEMH est parmi les partenaires les plus actifs en nombre d'étudiants concernés (14 depuis 2008) et en termes de recherche partenariale (3 thèses doctorales) ;
- **le professeur M. Huger a été coopté au sein du « Scientific Editorial Board » du Refractories World Forum** et a fait partie **du comité d'organisation du congrès UNITECR'2009 au Brésil** ;
- La **recherche sur les géopolymères**, animée par le Prof. S. Rossignol, fait l'objet d'une bonne **visibilité et reconnaissance** sur la scène **internationale** (3 conférences invitées) ;
- Par **souci d'éthique, d'aide au développement et d'exploitation raisonnée des ressources minérales**, le GEMH a des collaborations de longue date avec les **pays d'Afrique francophone** et de **l'axe Sud Méditerranée** (Tunisie, Maroc, Burkina Faso, Cameroun, Côte d'Ivoire, Mali, Congo, Togo...). Cela permet un appui constant à des laboratoires qui ont d'excellents enseignants ou chercheurs et rarement les moyens matériels pour mener à bien leurs travaux.

Finalement, il est important de noter que le **nombre de laboratoires** travaillant **dans le domaine des matériaux minéraux / céramiques traditionnelles / réfractaires** est **nettement plus restreint** sur les scènes **nationale et internationale** que le **nombre de laboratoires ou d'équipes** travaillant dans le **domaine de céramiques techniques** ou d'autres secteurs comme la chimie / physique du solide (citations par d'autres scientifiques).

Au vu de tous ces faits, **nous ne partageons pas l'avis du comité** que le rayonnement du laboratoire à l'échelle internationale est limité. Cependant, nous veillerons à le maintenir et l'amplifier.

### **3) Le recrutement des post-doctorants**

Les rapporteurs écrivent que les post-doctorants sont tous issus d'une formation à Limoges. Ce constat provient probablement d'un **examen du tableau 2.7** et la colonne « établissement d'origine (4) ». Nous **avons simplement rempli cette colonne avec l'établissement employeur** comme l'indique la note (4) et **pas en fonction de l'origine de formation** de la personne. A titre d'exemple, parmi nos 4 post-doctorants présents (1<sup>er</sup> mars 2011), deux ont obtenu leur doctorat ailleurs qu'à Limoges (F. Pennec, S. Delair) et les deux autres (M. Tognonvi, F. Bennadji-Gridi) ont effectué le premier et deuxième cycle universitaire à l'étranger avant un doctorat à Limoges.

<sup>1</sup> Alcoa (Brésil), Almatis (Allemagne), ANH Refractories (USA), Calderys (France), Corus (Hollande), Elkem (Norvège), Kernéos (France), Magnesita (Brésil), Pyrotek (Canada), RHI (Autriche), Rio Tinto Alcan (France), Henan Genshens (Chine), Vallourec (France), Saint-Gobain do Brasil (Brésil), Rio Tinto Alcan (Brésil).

<sup>2</sup> Univ. Freiberg (Allemagne), Univ. Leoben (Autriche), ENSCI Limoges (France), Univ. Missouri-Rolla (USA), NITECH Nagoya (Japon), Polytech'Orléans (France), Univ. São Carlos (Brésil), Univ. RWTH Aachen (Allemagne), Wuhan Univ. of Sci.&Technology (Chine).



#### 4) Le projet

Selon l'avis du comité, la présentation du projet de laboratoire mettant en avant cinq thèmes autour du cycle de vie d'un matériau obscurcit l'image et l'unité thématique de l'équipe « *Matériaux minéraux de grande diffusion* ».

De plus, le rapport suggère qu'il y a peu d'originalité ou de prise de risques, à part « la volonté d'approfondir la transversalité avec l'équipe d'Egletons ».

Réponses :

a) L'unité thématique

- Il est peut-être utile de **rappeler l'historique. Le ministère nous a demandé d'intégrer les 2 équipes en 1 seul laboratoire à partir de 2008**, au motif essentiel de rompre l'isolement de l'équipe d'Egletons ;
- Après **une phase de découverte mutuelle** des deux équipes, nous avons **commencé à mettre en place des actions transversales** et à **construire une vraie dynamique de recherche** impliquant les deux équipes<sup>3</sup>. Ces différents échanges, dans une période courte, ont permis d'établir **un projet** ayant pour **fil conducteur le cycle de vie d'un matériau hétérogène**. C'est une extension de l'approche que nous avons déjà adoptée pour des matériaux minéraux lors du contrat 2008-2011. Dans le nouveau contrat, nous incluons également des matériaux du Génie Civil comme le bois ou les matériaux bitumineux. **L'intérêt** de ce **cadre général** est de favoriser un **maximum de créativité** pour une période de 6 ans (2012 - 2017) dans la mesure où les établissements de Limoges vont passer de la vague B à la vague C ;
- **Chaque thématique a des pilotes naturels :**

**Consolidation à température modérée** – MMGD

**Maîtrise et analyse des microstructures** – MMGD

**Transfert de masse et de chaleur** – MMGD / GCD

**Comportement hygro-thermo-mécanique de matériaux multiphasés** – MMGD / GCD

**Comportement des systèmes** – GCD

Par conséquent, l'unité thématique de l'équipe MMGD se trouve tout naturellement dans les quatre premières rubriques et s'inscrit dans la continuité des activités en cours.

Sans doute, le mélange dans l'expression écrite de deux cultures (science des matériaux et génie civil) et le fait qu'un même matériau puisse être traité dans 2, voire 3 rubriques, ne facilitent pas la lecture. Nous en prenons acte.

<sup>3</sup> Simultanément, il a fallu participer à des réunions et sollicitations régulières du maître d'ouvrage au sujet de la vérification de la bonne adéquation entre nos demandes et les spécifications techniques du nouveau bâtiment Centre Européen de la Céramique, puis organiser le déménagement et préparer le rapport du laboratoire.



b) Originalité et prise de risques

- (i) La **création et l'existence** d'un **laboratoire** travaillant sur les **céramiques traditionnelles, terre cuite, matériaux réfractaires, matériaux consolidés à froid, matériaux minéraux** autres que céramiques techniques, **étaient** et **demeurent** une **prise de risques**. N'oublions pas que cette recherche est menée pour partie dans une école d'ingénieurs où la **relation triangulaire formation – recherche – entreprise** est **fondamentale** et appréciée par les parties prenantes (employeurs de nos diplômés) ;
- (ii) **L'association**, au sein du GEMH, sous tutelle de l'ENSCI, de l'équipe Matériaux minéraux de grande diffusion avec une équipe en Génie Civil de l'Université de Limoges, **imposée par le Ministère** en 2008, est **un défi** et **une prise de risques** que les **deux tutelles** ont été **prêtes à prendre** ;
- (iii) Certaines de nos **études** mentionnées dans le projet de laboratoire **explorent** des territoires **peu habituels en science des matériaux** (risque de travaux peu reconnus dans l'immédiat mais porteurs d'avenir et offrant des possibilités d'originalité significatives).

A notre avis, quelques sujets appartenant à cette catégorie sont les suivants :

- Réactivité aux interfaces entre des composés aluminosilicatés et des polymères ;
- Rôle de la composition chimique et contrôle de la gélification de matériaux géopolymères ;
- Mécanismes de frittage en flux visqueux de céramiques silicatées, texturation ;
- Evolution des caractéristiques thermophysiques de matériaux crus lors des traitements thermiques (ex. : étude des échanges thermohydriques lors du séchage) ;
- Design de microstructures de matériaux granulaires (non fibrés) pour promouvoir un comportement mécanique non linéaire ;
- Application de méthodes numériques d'homogénéisation au développement de céramiques « flexibles ».

Certaines de ces thématiques ont d'ores et déjà été abordées et nous avons la volonté de donner une forte impulsion à l'ensemble dans le cadre du projet de l'équipe MMGD.

### **5) Investissement**

Un investissement en équipement de mesures de diffusivité thermique à haute température est programmé en collaboration avec le laboratoire SPCTS (UMR 6638), autre locataire du Centre Européen de la Céramique.

### **Equipe Génie civil et durabilité (GCD)**

Le rapport identifie clairement les thématiques concernant la dégradation des chaussées et le bois - construction. Les points à améliorer sont :

- 1) la **production scientifique** dans des revues de rang A. La dynamique, enclenchée par l'intégration de l'équipe GCD dans le laboratoire GEMH, a déjà porté ses fruits puisque cette production a été **multipliée par 2 entre 2007 et 2010**. Il faut bien entendu poursuivre dans cette voie ;



- 2) la participation aux contrats industriels. Il est à noter l'implication de membres de l'équipe GCD dans un projet industriel (Brique-Bois, bourse CIFRE) conjointement avec l'équipe de MMGD.

Les experts soulignent aussi que l'éloignement géographique peut fragiliser la motivation des équipes. Des efforts substantiels sont déjà entrepris (organisation de séminaires thématiques, visite régulières d'enseignants - chercheurs travaillant sur les thèses communes, séances de travail par vidéoconférence) et seront poursuivis.

Enfin, le comité a identifié le **projet de laboratoire** comme étant **ambitieux** et **bénéfique** pour **l'équipe GCD**, notamment **du fait de l'élargissement des thèmes proposés**. Cette vision est **un peu différente** de celle exprimée à l'égard **du même projet** pour **l'équipe MMGD**.

## Thèmes transversaux

**Deux thèmes forts et fédérateurs entre les deux équipes** peuvent être identifiés :

- (i) Mécanique, thermique et chimie des interfaces à différentes échelles ;
- (ii) Echanges thermohydriques.

La première thématique s'inscrit d'abord dans la rubrique « Comportement hygro-thermo-mécanique de matériaux multiphasés ». Une première thèse, avec co-encadrement des deux équipes, intitulée « *Modélisation numérique de la fissuration du bitume* », a démarré en octobre 2009. Une deuxième thèse ayant pour titre « *Développement de systèmes constructifs composites bois/terre crue - propriétés thermiques, hydriques et mécaniques* » concerne plutôt la rubrique « matériaux consolidés à température modérée » mais illustre le recouvrement de compétences caractéristiques de beaucoup de nos sujets.

Nous proposons de lancer un troisième sujet de thèse impliquant les deux équipes à la rentrée 2011 traitant des matériaux réfractaires contenant des interfaces. Le titre serait « *Etude de matériaux hétérogènes à comportement mécanique non linéaire par mesure de champs de déformation* ».

La deuxième thématique se retrouve dans la rubrique « transfert de masse et de chaleur ». Les échanges thermo-hydriques concernent des mécanismes opérant à l'échelle des grains, à l'échelle de pièces céramiques lors du procédé de séchage ou à l'échelle d'une structure, par exemple, d'un bâtiment en bois. Cette année, nous proposons de lancer une thèse dans chaque équipe. Les intitulés seraient :

- « *Elaboration de matériaux structurés et poreux à base d'argile – influence de différentes méthodes de séchage sur la microstructure* » à Limoges ;
- « *Approches expérimentales et numériques pour l'étude des transferts hygrothermiques dans le bois* » à Egletons.

**A ce jour, 1 thèse sur ≈ 7 fait l'objet d'un co-encadrement entre les deux équipes.**

## Institut Carnot

Depuis la visite du comité, le **GEMH a été sollicité** pour **faire partie** intégrante d'un **Institut Carnot** autour de l'habitat durable. Le consortium est constitué de 5 centres techniques industriels, 1 association et 4 laboratoires universitaires, dont le GEMH. Le dossier a été déposé le 2 février 2011.

