



HAL
open science

LMDC - Laboratoire matériaux et durabilité des constructions

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. LMDC - Laboratoire matériaux et durabilité des constructions. 2010, Université Toulouse 3 - Paul Sabatier - UPS, Institut national des sciences appliquées de Toulouse. hceres-02034141

HAL Id: hceres-02034141

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02034141>

Submitted on 20 Feb 2019

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur
l'unité :

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions -
LMDC (EA 3027)

sous tutelle des
établissements et organismes :

Université Toulouse 3 Paul Sabatier

INSA Toulouse

Mai 2010



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

Section des Unités de recherche

Rapport de l'AERES sur l'unité :

Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions -
LMDC (EA 3027)

Sous tutelle des établissements et organismes

Université Toulouse 3 Paul Sabatier

INSA Toulouse

Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



Unité

Nom de l'unité : Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions - LMDC

Label demandé : Renouvellement de l'unité

N° si renouvellement : EA 3027

Nom du directeur : M. Gilles ESCADEILLAS

Membres du comité d'experts

Président :

M. Pierre PIMENTA, CSTB

Experts :

Mme Véronique BAROGHEL-BOUNY, Université Paris-Est, LCPC

M. Fekri MEFTAH, Université Cergy-Pontoise, LM2GC

M. Alain NICOLAS, Ecole Centrale de Lyon, Laboratoire AMPERE

M. Sébastien RÉMOND, Ecole des Mines de Douai, Dpt Génie Civil et Environnemental

Expert(s) proposés par des comités d'évaluation des personnels (CNU, CoNRS, CSS INSERM, représentant INRA, INRIA, IRD.....) :

M. Amen AGBOSSOU, représentant le CNU

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

M. Pierre MONTMITONNET, CEMEF, Mines-Paristech

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

M. Antoine BACEIREDO, Direction Stratégique de la Recherche de l'UPS

M. Xavier MARIE, Vice Président du Conseil Scientifique de l'INSA.



Rapport

1 • Introduction

La visite a eu lieu le 19 novembre de 13h30 à 21h00 et le 20 novembre de 8h30 à 14h15.

La première demi-journée a été consacrée à la présentation publique, très complète et d'une grande honnêteté intellectuelle, du bilan de l'activité de recherche par le directeur de l'Unité, à celle des 4 thèmes et 2 axes par 6 enseignants-chercheurs, et, jusque fort avant dans la soirée, aux entretiens du Comité avec le personnel puis avec les présidences de l'INSA et de l'Université. Elle a été poursuivie par un dîner de travail de l'ensemble du Comité.

La seconde demi-journée a été consacrée à la présentation du projet scientifique et du projet de Fédération de Recherche SH2D par le directeur ; à la visite des laboratoires et discussions avec les enseignants chercheurs autour des équipements, de matériaux issus de la recherche et de présentations avec vidéo projecteur ; et à la délibération du Comité et la préparation de la rédaction du rapport.

Le Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC) est un laboratoire universitaire de recherche situé dans le campus universitaire de Rangueil à Toulouse. Il a été créé en 1987 suite à la scission du laboratoire de Génie Civil en 3 laboratoires : LMDC, Thermique et Structure. Ces 2 derniers laboratoires ont, par la suite, disparu et certains (3) de leurs enseignants-chercheurs ont progressivement intégré le LMDC.

Ses activités de recherche se situent dans le domaine des sciences des matériaux du génie civil et portent en particulier sur : leur conception et caractérisation, leur vieillissement et durabilité, leur comportement mécanique dans les structures, la conservation du patrimoine bâti.

Le LMDC dispose d'un grand savoir-faire et de moyens expérimentaux reconnus dans son domaine d'expertise. Sur cette base, il a développé des recherches en collaboration avec de nombreux partenaires locaux et grands groupes industriels français depuis un très grand nombre d'années.

Au cours de la période 2005-2009, le laboratoire est dirigé par :

- le directeur du laboratoire, Gilles Escadeillas (qui a succédé en janvier 2007 à Ginette Arliguie),
- un Comité de direction composé du directeur + 4 membres, traitant du management au quotidien,
- un conseil de laboratoire composé du directeur + 7 élus + 4 nommés, qui se réunit de façon espacée et qui est un organe de consultation et de décision.

Pour la période 2010 -2014, le projet prévoit une direction composée de :

- le directeur du laboratoire,
- 2 directeurs-adjoints (avec spécialisation respectivement au management interne et aux relations extérieures),
- un Comité de direction élargi aux animateurs des thèmes et axes de recherche.



L'effectif de l'unité établi sur la base du dossier déposé à l'AERES, est présenté dans le tableau ci-dessous.

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs <i>(cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)</i>	36	35
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC <i>(cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)</i>	0	0
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs <i>(cf. Formulaires 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)</i>	2	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires <i>(cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)</i>	10 (6 ETP)	9 (6 ETP)
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires <i>(cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)</i>	1 (0,5 ETP)	0
N6 : Nombre de doctorants <i>(cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)</i>	37	N.A.
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	17	18

2 • Appréciation sur l'unité

Il est nettement apparu, en particulier lors des présentations faites lors de la visite, que l'encadrement du LMDC dispose d'une bonne vision stratégique. Celle-ci est bâtie sur une connaissance claire du nouveau contexte lié en particulier au développement durable et aux économies d'énergie (Grenelle de l'Environnement). Le projet scientifique est convaincant et présente une bonne adéquation entre les objectifs et les moyens. Il faut également noter la très forte implication du laboratoire dans le lancement de la Fédération Système Habitat & Habitant pour un Développement Durable (SH&HD).

Le fonctionnement du laboratoire, très participatif et collégial, paraît harmonieux. Le comité a fortement apprécié la qualité des relations internes. Il est nettement apparu une grande implication, à tous les niveaux, des membres du laboratoire dans la vie du laboratoire. Le projet proposé résulte en particulier de la synthèse d'idées émanant de discussions au niveau des thèmes.

Les recherches effectuées présentent une bonne pertinence et cohérence. La qualité des résultats obtenus est intéressante avec des originalités et des avancées scientifiques internationales (résultats obtenus sur les indicateurs de durabilité, outils numériques pour l'évaluation des indices de fiabilité en termes de durabilité, outils d'évaluation de l'état hydrique de matériaux cimentaires à partir de mesures Radar....), et des prises de risques dans des disciplines scientifiques connexes (santé, écotoxicité).

La production scientifique ramenée au nombre d'enseignants-chercheurs a progressé de façon notable au cours du dernier quadriennal. Elle est d'un très bon niveau ainsi que la quantité des thèses encadrées et d'HDR soutenues.

Les compétences du LMDC dans son domaine d'expertise sont certaines et reconnues. Ses capacités expérimentales ont été renforcées de façon efficace par la modélisation, dont la généralisation dans les travaux du LMDC est une importante évolution positive des dernières années. Son réseau de partenaires est très riche au niveau



local et national. On note cependant une insuffisance au niveau international. Sa participation à des projets européens doit en particulier être augmentée.

• Points forts et opportunités

Production :

- Amélioration très notable de la production scientifique et contractuelle durant la période 2005-2009 ; les indicateurs de production sont très bons (1 ACL / enseignant-chercheur / an).
- Renforcement réussi de l'activité de modélisation qui a été *intégrée* aux 4 thèmes de recherche.

Rayonnement :

- Développement depuis de nombreuses années de liens avec des partenaires privés locaux et nationaux ; forte culture pour mener et valoriser des recherches cofinancées.

Gouvernance :

- Bon fonctionnement du laboratoire ; grande implication de tous ses membres.
- Rapide intégration des jeunes chercheurs aux projets de recherche du laboratoire et à l'encadrement des thèses ; incitation et aide à la préparation de leur HDR.

Projet :

- nouvelle organisation convaincante en 3 pôles + 2 axes.
- Bonne perception du contexte et vision stratégique claire de l'encadrement.

Contexte favorable au développement des activités de recherche du laboratoire (Grenelle de l'environnement, fédération SH2D, ...).

Prévision de 3 ou 4 départs en retraite lors du prochain quadriennal qui peuvent constituer des opportunités pour recruter de nouveaux chercheurs compétents dans les nouveaux domaines en développement (développement durable, santé, ...) ; les profils des postes proposés sont pertinents.

• Points à améliorer et risques

Production :

- Risques de dispersion du fait de l'augmentation des grands enjeux liés au domaine de la construction (par exemple prise en compte du développement durable dans l'urbanisme, confort dans l'habitat, ...).

Rayonnement :

- Déséquilibre entre la visibilité au niveau national et régional et au niveau international ; faible participation à des projets européens et internationaux.
- Taux de recrutement d'enseignants chercheurs extérieurs faible.

Gouvernance :

- Formalisation des procédures (système d'assurance qualité, circuit de décision, ...) à étendre.
- Les locaux nécessitent des travaux de rénovation et de remise en conformité de la sécurité, les moyens pour y remédier ne sont pas assurés.

Projet :

- Forte charge d'enseignement, et incertitudes sur l'embauche des enseignants-chercheurs prévus dans le projet.
- Le seul poste de secrétariat n'est pas officialisé et il n'y a pas de garantie sur le prochain quadriennal.



- **Recommandations**

Production :

- Attention à ne pas déshabiller les secteurs de recherche fondamentaux du laboratoire, étendre les domaines de recherche de façon maîtrisée et en s'appuyant sur des collaborations.

- Ne pas se faire imposer les choix de recherche par les partenaires.

- Revoir les bases scientifiques de certains modèles utilisés (issus du domaine public) afin de consolider l'originalité apportée par le LMDC et constituer une démarche scientifique relativement unificatrice de l'ensemble des actions de recherche.

- Veiller à la valorisation de toutes les thèses soutenues par au moins une publication de niveau international ou un brevet.

Rayonnement :

- Mieux équilibrer la part d'activité réalisée au niveau national et régional et celle réalisée au niveau européen et international.

- Recruter des nouveaux enseignants-chercheurs et chercheurs d'excellente qualité sur des thématiques en phase avec la stratégie scientifique du laboratoire.

Gouvernance :

- Profiter du bon fonctionnement actuel du laboratoire pour étendre et généraliser la formalisation des procédures (système d'assurance qualité, circuit de décision, ...).

- Réactiver le "comité scientifique" existant dans l'organigramme afin d'avoir un regard extérieur.

Des données de production pour le bilan sont rassemblées dans le tableau ci-dessous.

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2	31
A2 : Nombre de producteurs parmi les autres personnels référencés en N3, N4 et N5	2
A3 : Taux de producteurs de l'unité $[A1/(N1+N2)]$	0.87
Nombre d'HDR soutenues	6
Nombre de thèses soutenues	32
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...) : Brevets	4

3 • **Appréciations détaillées :**

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**

Sur la période 2005 - 2009, le laboratoire est structuré en une seule équipe qui traite quatre thèmes et mène deux actions à vocation transversale (axes). Les 4 thèmes sont les suivants :



- « Conception et caractérisation des matériaux » (nouveaux bétons, valorisation des déchets, rhéologie, propriétés mécaniques),
- « Vieillesse et durabilité des matériaux » (transferts dans les matériaux cimentaires, pathologies, modélisation thermo-hydro-chimio-mécanique),
- « Comportement mécanique des matériaux dans les structures » (modèle d'hydratation multiphasique, mécanique des interfaces, renforcement, enduits et couches minces, approche probabiliste des structures, fissuration),
- « Conservation du patrimoine bâti » (CND, techniques de maintenance, réparation).

Les 2 axes transversaux sont :

- « Fiabilité et modélisation » (modélisation numérique appliquée à la durabilité des ouvrages),
- « Bâtiment économe » (éco-matériaux, valorisation des sous-produits industriels et agro-ressources, propriétés thermiques, super-isolants).

Dans cette organisation par « thèmes et axes », les enseignants chercheurs émargent à au moins deux thèmes ou un thème et un axe. Les thèses, par contre, sont associées à un seul thème.

L'ensemble de ces thèmes et axes étant un tout indissociable dans l'organisation du LMDC, nos principales conclusions concernent l'ensemble des thèmes et axes. La répartition par thème des enseignants-chercheurs et des docteurs et doctorants est globalement équilibrée. Plus finement, cette analyse laisse entrevoir, par thème, de légers déséquilibres sans conséquences notables.

Le LMDC présente, pour 35 enseignants-chercheurs, une très bonne production scientifique (sur la période 2005-2008, 140 revues de niveau international référencées dans Web of Science (rang A), 19 ouvrages, 36 publications nationales, 98 communications internationales, 28 communications nationales, 4 brevets, 27 communications sans actes et 39 rapports).

Le ratio « articles de niveau international référencés / enseignants-chercheurs » est bon. On compte 31 « producteurs en recherche » dans le projet sur 35, la différence étant pour une partie explicable par de lourdes charges administratives, pour une autre par des circonstances personnelles : congés de maternité, changements thématiques.

Globalement, le nombre de thèses soutenues est également très bon. Le nombre de publications de rang A + brevets par thèses soutenues (81.2%) est bon et équilibré même si on note par thème quelques différences. Le ratio « thèses soutenues / nombre d'HDR » (1.77) est également bon ainsi que l'indicateur « formation par la recherche » examiné au travers des publications et du placement des docteurs.

Nous complétons ci-après notre analyse pour les 4 thèmes.

Conception et caractérisation des matériaux

Les principaux résultats pertinents portent d'une part sur (i) la valorisation des résidus de farine animale comme sous-produits intégrés en vue du piégeage du plomb et du cadmium, et d'autre part sur (ii) la valorisation des granulats de caoutchouc, avec la mise en place des méthodes de caractérisation de l'impact environnemental associé. L'originalité de ce thème historique du laboratoire réside dans la *methodologie* qui fait l'unité du thème.

La voie exploratoire d'élaboration de nouveaux produits avec des liants écologiques, ou liants à partir uniquement de déchets, est intéressante et à poursuivre dans le contexte actuel de développement durable. Il en est de même pour l'étude de l'impact environnemental des fines minérales (écotoxicité) qui constitue une voie d'évolution intéressante avec des prises de risques. La proportion d'articles de rang A et de thèses soutenues dans ce thème est bonne et globalement bien équilibrée.

Vieillesse et durabilité des matériaux

Le point clé de cette thématique est le passage des approches prescriptives classiques aux approches performantielles. La contribution intrinsèque du LMDC sur l'approche performantielle est faible. Par contre, le LMDC est l'un des laboratoires pionniers à avoir tenté, avec succès, la transposition, à des problématiques de durabilité



(attaques sulfatiques, corrosion, Réaction Alkali-Granulat), des approches probabilistes voire fiabilistes maintenant classiques en calcul de structures. Les résultats obtenus apportent un éclairage nouveau avec ces outils et la modélisation couplée au travail expérimental.

Une nouveauté intéressante à souligner dans ce thème est la mise au point d'essais accélérés de dégradation par les sulfates. Par ailleurs, il est à regretter que les aspects multi-échelles affichés correspondent essentiellement au passage du matériau à la structure et non pas à des approches micromécaniques de la durabilité. Ces approches de changement d'échelles auraient complété considérablement la démarche du LMDC et apporté une originalité certaine. La proportion d'articles de rang A et de thèses soutenues dans ce thème est bonne et globalement bien équilibrée.

Comportement mécanique des matériaux dans les structures

Les principaux résultats obtenus portent sur la mécanique des matériaux (modèle d'hydratation multiphasique et fissuration et fibrage mixte), la mécanique des interfaces et l'application des méthodes probabilistes en mécanique des structures. Ces actions répondent généralement bien à des préoccupations scientifiques d'actualité (par exemple l'étude du couplage des modèles d'éléments finis classiques avec des modèles d'évolution de l'hydratation et de ses conséquences sur la température et la teneur en eau). Les résultats obtenus sont pour la plupart intéressants ou prometteurs. Certains mériteraient d'être mieux valorisés par des publications de niveau international.

Conservation du patrimoine bâti (CND, techniques de maintenance, réparation)

Ce thème, peu développé dans le dossier écrit, fut la découverte inattendue du comité d'experts lors de sa visite. Les démonstrations et discussions ont souligné les capacités d'ouverture et les prises de risques possibles du LMDC. Ce thème traite de l'évaluation non destructive des constructions par des approches Radar (une nouveauté en génie civil) et des approches plus classiques (émission acoustique, ultrasons et électrochimie). Une des originalités de ce thème, outre le couplage expérience/modèle, est l'application de la théorie des systèmes dynamiques non linéaires (théorie du chaos) à l'analyse et l'extraction d'informations des signaux ultrasonores. A cela s'ajoute la collaboration avec l'ONERA de Toulouse en vue de la caractérisation des gradients de propriétés du béton.

Axes de recherche transversaux

Les deux axes de recherche du LMDC étant des actions transversales au laboratoire, nous limitons notre analyse au constat d'un bon fonctionnement de ces deux axes. En particulier, l'axe modélisation, fondé sur un recrutement passé particulièrement judicieux, a servi de support systématique d'analyse et de compréhension de phénomènes de plusieurs thèses soutenues et de plusieurs publications internationales du LMDC. Le LMDC considère qu'il a rempli pleinement son rôle, en intégrant dans les thèmes de recherche les compétences nécessaires à la pérennité du couplage modélisation - expérimentation. Il disparaît donc, en tant qu'entité, dans le projet.

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

Différents prix et distinctions ont été octroyés aux membres de l'unité (7 pour les enseignants-chercheurs dont 3 pour les jeunes chercheurs et 9 pour les doctorants). Ceux-ci sont d'impact national à l'exception d'un enseignant-chercheur de l'équipe, très impliqué dans une collaboration avec un laboratoire aux Etats-Unis.

Les recrutements récents au LMDC ont clairement apporté une plus-value. Ceci est bien illustré par le renforcement et l'élargissement de l'activité "modélisation" : orientation des thématiques de recherche du LMDC dans ce sens et intégration systématique d'un volet modélisation numérique dans les thèses LMDC. Ainsi, ce volet n'était inclus que dans environ 20% des thèses en 2002, il l'est dans environ 70% des thèses en 2009, d'après le rapport de bilan du Directeur.

On notera qu'un nouveau poste de professeur sera ouvert en 2010. Ceci accroîtra encore davantage le dynamisme du laboratoire.

Le LMDC a toujours su attirer les étudiants. Cependant, peut-être du fait de la facilité de les recruter au laboratoire pour faire une thèse, par le biais de l'enseignement dispensé par les EC et les autres membres de l'équipe, puis ensuite de les recruter en tant qu'EC au sein du LMDC, peu d'EC sont issus de "l'extérieur", voire de l'étranger.

La capacité du LMDC à obtenir des financements externes est importante, illustrée par les nombreuses thèses CIFRE ou financées par l'ANR, l'ANDRA, ainsi que par les contrats industriels. La contrepartie est que certains travaux



ont tendance à ressembler plus à des études que des recherches innovantes. En outre, les travaux menés dans le cadre de thèses CIFRE peuvent être couverts pendant au moins un temps par la confidentialité, limitant les publications. Le danger est également un risque de dispersion pour s'efforcer de répondre à la demande ou de privilégier des recherches à court terme pour répondre aux attentes des partenaires "clients". Toutefois il faut noter que les chercheurs du LMDC dans leur ensemble semblent avoir trouvé pour l'instant un bon équilibre entre recherche académique, études contractuelles et enseignement.

Le LMDC participe à différents projets nationaux (tel que par exemple le Projet "APPLET" financé par le RGCU dans le pôle de compétitivité Advancity ou encore le Projet "SENSO" financé par l'ANR). Toutefois, bien que le LMDC ait clairement une reconnaissance internationale, qu'il participe à des groupes de travail internationaux (RILEM, ...) ou à des projets européens, le montant des financements internationaux actuels, et en particulier européens, apparaît faible, en comparaison des financements industriels. On note essentiellement le projet COST 534 : New materials and systems for prestressed concrete. Il faut noter aussi une collaboration très productive entre le LMDC et la Duke University (USA), mais celle-ci semble être plus liée à un seul chercheur et ne paraît donc pas représentative de l'activité du LMDC. Le LMDC a bien conscience de ce point faible et le présente clairement dans son projet scientifique. Le LMDC gagnerait au moment de la définition des activités de recherche et en particulier avant le démarrage du prochain quadriennal à afficher clairement son positionnement par rapport à la communauté internationale dans les différents domaines couverts.

Une division "Transfert de Technologie" (4 personnes et environ 150 clients) a été créée en 1988 et figure désormais dans l'organigramme du LMDC. Cette division est financièrement indépendante et a pour objectif de favoriser le transfert de connaissances du laboratoire vers les partenaires industriels sous forme d'actions de courte durée nécessitant une forte réactivité. Ceci témoigne de la prise de conscience de la nécessité de développer un volet "valorisation des recherches" et de sa prise en compte dans les activités du LMDC. Le LMDC a de nombreux contrats avec des partenaires locaux et avec les grands groupes industriels français.

Un certain nombre de thèses est co-encadré par des architectes, favorisant ainsi la pluridisciplinarité et l'implication dans la thématique de recherche de l'habitat.

Le pôle scientifique de Toulouse étant bien développé, le LMDC en tire bénéfice et fonctionne très bien au plan local avec en particulier des collaborations naturelles avec les autres universités et autres laboratoires de ce pôle. Le LMDC a visiblement une bonne culture des échanges et des partenariats locaux. Il est en particulier à noter que le LMDC s'est fortement impliqué dans le montage de la fédération Système Habitat & Habitant (SH2D).

La formation à la recherche et par la recherche est au cœur des préoccupations de l'INSA. La visite a permis de montrer que le LMDC contribuait de façon notable à l'initiation à la recherche des élèves ingénieurs au moyen, en particulier, d'un module d'une ½ journée par semaine durant le 1^{er} semestre de la 4^{ème} année.

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

Comme écrit plus haut, les activités de recherche du LMDC sont, sur la période 2005 - 2009, structurées autour de quatre thèmes et de deux axes transversaux. Les enseignants-chercheurs peuvent intervenir sur plusieurs thèmes (deux dans la majorité des cas, parfois plus), seuls les doctorants étant affectés à un thème particulier. Ce mode d'organisation, revendiqué à la fois par la direction et par les enseignants-chercheurs du laboratoire, semble satisfaire la majorité (voire la totalité) de ses membres et la visite du comité a permis d'observer qu'il induit un fonctionnement qui paraît harmonieux.

Lors de la visite, le comité a été impressionné par la qualité des relations internes existant au sein du laboratoire. La visite a notamment révélé une forte implication, à tous les niveaux, des membres du laboratoire dans son fonctionnement. Le projet proposé résulte en particulier de la synthèse d'idées émanant de discussions qui ont eu lieu au niveau des thèmes. Les membres du laboratoire, notamment les enseignants chercheurs, semblent donc y adhérer avec conviction.

Le fonctionnement du LMDC est collégial et la gouvernance est très participative. La Direction prend un temps suffisant, en amont des échéances, pour lancer des appels à propositions, recevoir les propositions et en retour bâtir un projet les intégrant convenablement. La visite a permis de prendre acte du bon fonctionnement de l'équipe, à travers en particulier de la motivation des agents des différentes catégories.

La tenue de réunions-séminaires intitulés "pauses-café du jeudi" a pour objet de favoriser les échanges scientifiques au sein du laboratoire (discussions scientifiques, présentations préparatoires des doctorants devant



participer à des conférences, ...). Il serait également pertinent d'élargir ces réunions ou de mettre en place des séminaires scientifiques davantage tournés vers l'extérieur, ou dédiés aux intervenants extérieurs.

Il apparaît clairement que la structure, et en particulier le système de gouvernance, sont dynamiques. En effet, une remise en question du système a régulièrement lieu, afin de l'améliorer, avec mise en place d'un nouveau fonctionnement du laboratoire. Les documents et les présentations faites lors de la visite ont mis en évidence trois systèmes différents, le plus récent étant celui proposé dans le projet du laboratoire. Figure en effet dans ce projet la mise en place dans l'organigramme de deux directeurs adjoints, afin de répartir les tâches de direction et de rendre le système plus efficace, et d'un comité de direction élargi aux animateurs de la recherche. Les différents systèmes mis en place ces dernières années et celui proposé pour le prochain quadriennal ont le souci de préserver et de favoriser une gouvernance participative, ainsi que les échanges entre chercheurs de thèmes différents et d'assurer un bon équilibre et une bonne répartition entre enseignants-chercheurs et doctorants. L'organisation elle-même du laboratoire évolue en fonction du contexte scientifique, des besoins en recherche et du degré de maturité des compétences. Il pourrait d'ailleurs être utile de nommer plus spécifiquement "incubateur" le second axe à créer dans le nouveau projet scientifique.

Toutefois, les règles de fonctionnement actuelles du laboratoire mériteraient d'être plus formalisées de manière à anticiper l'émergence de difficultés. Le laboratoire devrait profiter de cette période de fonctionnement harmonieux pour mettre en place des règles claires et formalisées qui amélioreraient la lisibilité interne et externe des processus de décision et qui pourraient faciliter le management. Il serait intéressant que le LMDC se donne, lors du démarrage du prochain projet quadriennal, quelques outils permettant d'effectuer un suivi de ce projet. Il pourrait s'agir d'indicateurs permettant de quantifier en cours de route comment on se situe par rapport aux objectifs fixés, par exemple en termes de ressources humaines (recrutements, en particulier), publications, partenariats industriels, partenariats internationaux, enseignement, budget ou encore équilibre global des activités entre recherche, valorisation et gestion.

Il serait également utile, afin d'avoir un regard extérieur, de tirer parti du "comité scientifique" existant dans l'organigramme, mais n'ayant pas été activé depuis janvier 2007.

Il serait, enfin, certainement pertinent pour l'avenir, de développer les attributions du chargé de gestion de la qualité, en prenant soin de valoriser ses activités.

Les orientations prises par le LMDC témoignent d'une bonne vision stratégique, fondée sur une bonne connaissance des forces et faiblesses du laboratoire. Ceci est facilité par la parfaite connaissance du Directeur, non seulement de tous les domaines de son laboratoire, qu'il maîtrise très bien, mais aussi du paysage scientifique international et des nouveaux besoins en recherche (développement durable). Cette parfaite connaissance, observée aussi lors des présentations faites au cours de la visite, lui permet d'être une force de proposition et de bien anticiper les sujets porteurs.

La politique adoptée envers les jeunes enseignants-chercheurs semble très appréciée de ces derniers et permet leur implication très rapide dans les activités du laboratoire. Un co-encadrement de thèse leur est généralement proposé dans les deux ans qui suivent leur recrutement. Par ailleurs, la politique de mutualisation importante adoptée au LMDC (mutualisation de 40% des contrats hors salaires) permet le financement sur fonds propres d'activités de recherche émergentes portées notamment par de jeunes chercheurs. Une forte incitation à la préparation d'HDR est également pratiquée, en favorisant l'encadrement à 100% de thèses par des maîtres de conférences désireux de présenter l'HDR grâce à des dérogations demandées à l'ED.

L'implication des enseignants-chercheurs du laboratoire dans les différentes formations de Génie Civil du site (IUT, Licence, Master, INSA) est très importante, compte tenu du sous-encadrement existant dans ces filières. Le volume horaire d'enseignement de tous les membres du laboratoire est très élevé (en moyenne 270 h ETD pour l'UPS et 242 h ETD pour l'INSA) et leur implication dans les activités administratives liées au fonctionnement des formations est également très importante. Les tutelles du laboratoire devront veiller à ce que ces taux d'encadrement s'améliorent à l'avenir, ou au moins ne se dégradent pas, car les activités du laboratoire s'en trouveraient immanquablement affectées de manière très significative.



- **Appréciation sur le projet :**

Le projet scientifique est structuré en trois pôles qui sont une refonte des quatre thèmes du bilan. Ces pôles sont les suivants :

- « Matériaux Innovants pour le Génie Civil » qui reprend essentiellement les activités de recherche menées précédemment dans le thème 1 en termes de formulation et de caractérisation des matériaux,
- « Durabilité des Ouvrages » qui reprend essentiellement les actions du thème 2,
- « Conception, Diagnostic et Réhabilitation » qui résulte de la fusion des activités des thèmes 3 et 4.

Ces trois pôles sont complétés par deux axes transversaux :

« Habitat Durable » qui s'inscrit dans la suite de l'axe transversal du bilan "Bâtiment économe" et qui a pour vocation de faciliter les interactions avec la Fédération SH&HD,

« Incubation » qui vient en remplacement de l'axe "modélisation" et qui vise à favoriser l'émergence de thématiques nouvelles et la valorisation des résultats de la recherche.

Les trois pôles intègrent maintenant les activités de modélisation qui étaient développées précédemment dans le cadre d'un axe transversal. La politique incitative adoptée pour développer de plus en plus des approches de modélisation couplées aux différents travaux expérimentaux du LMDC a porté ses fruits et la modélisation est désormais naturellement intégrée dans les pôles du projet.

Les recherches envisagées dans les trois pôles du projet s'appuient en grande partie sur les activités précédentes du laboratoire, activités dans lesquelles il possède des compétences reconnues : aussi bien des compétences historiques en matière de caractérisation des matériaux et de durabilité que des compétences plus récentes mais solides en matière de contrôle non destructif. Ces recherches abordent également plusieurs thèmes nouveaux dans chacun des pôles. Nous pouvons citer l'élaboration de matériaux multifonctionnels (dépollution, amélioration du confort, ...), la prise en compte des couplages thermo-hydro-chimio-mécaniques, la proposition d'états limites de durabilité et des niveaux-cibles de fiabilité des structures, la surveillance des ouvrages par des systèmes experts s'appuyant sur l'adaptation aux ouvrages en béton de nouveaux capteurs issus de l'aéronautique, ou encore l'élaboration (en partenariat avec l'Institut de Mathématiques de Toulouse) d'outils mathématiques pour fiabiliser le traitement des signaux en contrôle non destructif.

Le contenu scientifique consolide les actions de recherche appliquée sur : la conception d'éco-matériaux (réduction des émissions de CO₂, valorisation de sous-produits) et leur caractérisation, l'évaluation des indicateurs de fiabilité en termes de durabilité et durée de vie des ouvrages du Génie-Civil, l'auscultation (contrôle radar et ultrasons), la maintenance (optimisation de techniques électrochimiques) et la réhabilitation (renforcement par joncs de carbone) de ces ouvrages.

L'approche du LMDC consiste à agréger une démarche expérimentale, une modélisation numérique fine des couplages Thermo-hydro-chimio-mécaniques et des méthodes de calculs fiabilistes. Cependant la démarche se base essentiellement sur des modèles existants (hydratation, diffusion, corrosion...) et il convient, dans la mise en œuvre du projet, de bien s'attacher à revoir les bases scientifiques de ces modèles s'ils montrent des faiblesses lors du passage du phénomène isolé à son couplage avec d'autres phénomènes concomitants, ainsi que lors du passage du matériau à la structure. Une telle recherche amont permettra d'une part de consolider l'originalité apportée par le LMDC sur le couplage durabilité-fiabilité et d'autre part de constituer une démarche scientifique relativement unificatrice de l'ensemble des actions de recherche contractuelle.

Le LMDC présente une politique d'affectation des moyens cohérente avec son projet scientifique. Les profils des postes proposés sont pertinents

Il propose, a minima, un maintien du nombre d'enseignants-chercheurs sachant que 3 à 4 départs à la retraite sont prévus lors du prochain quadriennal. Les tutelles, UPS et INSA, souhaitent remplacer les départs à la retraite. Néanmoins, il est prévu de développer sur ce contingent une filière de formation en urbanisme à l'INSA. La difficulté pour le LMDC sera de bien doser et maîtriser l'intégration de ces personnes afin de développer les nouveaux champs



de recherche prévus dans son projet mais sans pour autant déstabiliser les secteurs de recherche centraux du laboratoire qui ont fait sa force.

Le projet de renouvellement et d'acquisition de matériel expérimental est pertinent. La mutualisation de certains moyens dans le cadre de la fédération SH&HD pourra permettre au LMDC de dégager les financements nécessaires pour ses moyens expérimentaux propres.

Il est très nécessaire de rénover les locaux dont la non-conformité constitue un risque majeur pour le bon fonctionnement et la sécurité des équipes du LMDC. Cependant, cet investissement est pour le moment compromis puisque le LMDC n'est pas bénéficiaire du programme de rénovation prévu dans le cadre Plan-Campus, les tutelles ayant annoncé leur intention de privilégier les unités classées A. Le Comité incite vivement les tutelles à trouver une solution à ce problème, quelles que puissent être les difficultés.

La prise de risque au niveau de ce projet réside essentiellement, d'une part dans l'application des compétences historiques du laboratoire à l'étude de matériaux nouveaux (inorganiques ou organiques) et d'autre part dans le développement de nouvelles approches visant à intégrer au niveau de la conception de l'habitat, les problématiques du développement durable et de la réduction des consommations d'énergie aux différentes échelles, du matériau (échelle d'étude traditionnelle du LMDC) à la ville. Le laboratoire ne possède pas toutes les compétences nécessaires au développement de ces sujets et la participation du LMDC dans la fédération SH&HD devrait lui permettre de trouver les collaborations nécessaires pour les mener à bien.

L'émergence de sujets innovants au sein du laboratoire devrait être favorisée par la mise en place de l'axe "incubation". Le LMDC souhaite notamment, avec cet axe, poursuivre ses activités de valorisation des résultats de la recherche au travers de sa Division Transfert ou en incitant à la création de sociétés. L'équipe dirigeante du LMDC devra toutefois veiller à ce que les nouvelles thématiques qui sortiront de cet axe transversal ne conduisent pas à un éparpillement des compétences et à une diminution de la lisibilité extérieure du laboratoire. La formalisation des règles de gouvernance, évoquées précédemment, devrait fournir des outils décisionnels permettant de faciliter les choix entre les différents projets.

Note de l'unité	Qualité scientifique et production	Rayonnement et attractivité, intégration dans l'environnement	Stratégie, gouvernance et vie du laboratoire	Appréciation du projet
A	A	A	A+	A+

Toulouse, le 1^{er} mars 2010

Affaire suivie par
Ghislaine MACONE-FOURIO
téléphone
05 61 55 66 05
télécopie
05 61 55 69 53
courriel
seccs@adm.ups-tlse.fr
GF/GMF/FW

Le Président

au

Président du comité d'experts de l'AERES

Objet : Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation
de l'unité « **Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions** » – LMDC – EA 3027
portée par **Gilles ESCADEILLAS**

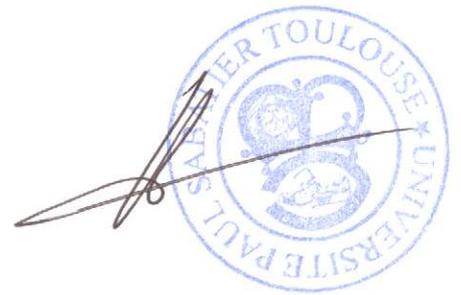
Le laboratoire a particulièrement apprécié l'écoute et l'investissement du comité d'évaluation de l'AERES lors de sa visite. Il remercie vivement les membres du comité pour le temps consacré à ce travail.

Il a pris également bonne note des avis et des recommandations du comité d'évaluation qui aideront sans aucun doute l'ensemble des membres du laboratoire à progresser.

Le laboratoire souhaite apporter les réponses et précisions suivantes :

- En plusieurs points du rapport, et en particulier sur la gouvernance et les règles de fonctionnement, il est conseillé de formaliser les procédures.
Nous ne l'avons certainement pas souligné, mais le laboratoire dispose d'un Règlement Intérieur, régulièrement mis à jour au sein du Conseil de Laboratoire (dernière révision le 12 février 2009), qui précise, entre autres, les différents circuits de décision, les responsabilités de chacun, ... Ce Règlement Intérieur est signé par l'ensemble des membres du laboratoire qui s'engagent ainsi à le respecter.
- Il est regretté que les aspects multi-échelles affichés dans le thème de recherche « Vieillissement et durabilité des matériaux » correspondent au passage du matériau à la structure et pas à des approches micromécaniques de la durabilité.
Cette lacune, qui avait été mise en évidence au cours du quadriennal précédent, a été corrigée par le recrutement spécifique d'une jeune Maître de Conférences en 2008 (recrutement externe). L'approche micromécanique est donc actuellement intégrée dans les aspects modélisation du laboratoire mais n'est pas encore bien visible compte tenu du peu d'ancienneté de ce recrutement.

- Le comité d'évaluation a noté le recrutement important de Maîtres de Conférences effectué par le LMDC directement auprès de ses doctorants.
Cette remarque est certainement justifiée même si la proportion de recrutements extérieurs a sensiblement augmenté au cours du quadriennal écoulé. Cependant, ce n'est pas par « facilité », comme indiqué dans le rapport, que ces recrutements auprès du vivier local ont lieu mais cela s'explique surtout par le nombre relativement important de doctorants formés au LMDC dans une spécialité où les laboratoires universitaires sont peu nombreux. Il est à noter que parmi la dizaine de doctorants formés par an au LMDC, une majorité devient Maître de Conférences dans une autre université et donc un autre laboratoire.
Pour palier ce problème récurrent, une formation minimale dans un laboratoire extérieur, et si possible étranger, pourrait être exigée. Ceci permettrait de recruter toujours les meilleurs candidats, même s'ils sont « locaux », mais enrichis de savoirs-faires nouveaux.



Gilles FOURTANIER