



HAL
open science

CETHIL - Centre de thermique de Lyon

Rapport Hcéres

► **To cite this version:**

Rapport d'évaluation d'une entité de recherche. CETHIL - Centre de thermique de Lyon. 2010, Institut national des sciences appliquées de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1 - UCBL. hceres-02033701

HAL Id: hceres-02033701

<https://hal-hceres.archives-ouvertes.fr/hceres-02033701>

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 :

Centre de Thermique de Lyon

sous tutelle des

établissements et organismes :

INSA de Lyon

CNRS

Université Claude Bernard Lyon1

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 :
Centre de Thermique de Lyon
Sous tutelle des établissements et
organismes

INSA de Lyon

CNRS

Université Claude Bernard Lyon1

Le Président
de l'AERES

Jean-François Dhainaut

Section des unités
de recherche

Le Directeur

Pierre Glorieux

Mai 2010



Unité

Nom de l'unité : Centre de Thermique de Lyon (CETHIL)

Label demandé : UMR

N° si renouvellement : UMR5008

Nom du directeur : Mme Danièle ESCUDIE

Membres du comité d'experts

Président :

M. Michel LÉBOUCHE, Université Henri Poincaré - Nancy 1, LEMTA, Nancy

Experts :

M. Hervé CHARRUE, CSTB

M. Mihai CHIRTOC, Université de Reims, GRESPI, Reims

M. Gian Vincenzo FRACASTORO, Politecnico di Torino

M. Dominique GOBIN, CNRS, Fast, Orsay

M. Paul LYBAERT, Université de Mons

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

M. Christian ANGELBERGER, au titre du CoNRS

M. Hassan PEERHOSSAINI, au titre du CNU

Représentants présents lors de la visite

Délégué scientifique représentant de l'AERES :

Mme Marie Yvonne Perrin

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

M. Jean-Marc Reynouard, INSA, Directeur de la Recherche

M. Christelle GOUTAUDIER, Université Claude Bernard - Lyon 1, VP Déléguée aux Sciences Mathématiques, de la Matière pour l'Ingénieur et Humaine et Sociale

M. Patrick Le Quéré, CNRS, Conseiller INSIS

Mme Amandine Lheritier-Chabran, CNRS, Adjointe à la Déléguée régionale

Mme Sandrine Magnetto, CNRS, Responsable du service Partenariat et valorisation de la Délégation régionale.



Rapport

1 • Introduction

- Date et déroulement de la visite :

La visite du CETHIL, en vue de l'évaluation de son activité scientifique, s'est déroulée du mardi 9 février à 8h30 au mercredi 10 février à 17h.

Après une présentation détaillée de l'unité par sa directrice, suivie d'une discussion (durée 1h40), chacune des 6 thématiques scientifiques de l'unité ont été successivement présentées pendant 30mn, questions comprises ; 3 visites des installations du laboratoire, échelonnées sur les 2 jours, et chacune d'une durée d'une heure, ont permis une bonne illustration des activités expérimentales dans les 6 thématiques scientifiques.

Le second jour, le comité a reçu les représentants des chercheurs et enseignants-chercheurs, des personnels ITA/IATOS, des doctorants et post-doctorants, chacun pendant 30 mn, puis les représentants des tutelles (INSA, UCB, CNRS) pendant une heure.

Les auditions se sont achevées par une rencontre d'une heure et demie avec la direction du laboratoire.

Enfin, le comité s'est réuni à huis clos pendant 2 heures, pour préparer son rapport.

Ces 2 journées ont été bien organisées, les entretiens bien préparés et constructifs. Les membres du comité de visite ont disposé de documents de très bonne qualité et ont reçu des réponses appropriées à toutes leurs demandes d'informations complémentaires.

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

Le Centre de Thermique de l'INSA de Lyon a été fondé en 1982 et associé au CNRS en 1989. Associé à l'Université Claude Bernard en 1996, il est devenu le Centre de Thermique du site universitaire de Lyon. Le CETHIL est UMR 5008, CNRS-INSA-UCB depuis l'an 2000.

En 2004 est intervenue une véritable refondation du laboratoire, en cours d'achèvement, autour de 6 thématiques scientifiques, qui permettent d'identifier ses domaines d'intervention :

- Micro et nano-thermique (TS1)
- Transferts avec changements de phase et dans les systèmes (TS2)
- Propriétés thermo-physiques et radiatives, thématique principalement centrée sur le rayonnement (TS3)
- Transferts en milieux fluides, non réactifs (convection) et réactifs (combustion) (TS4)
- Energétique des systèmes solaires, essentiellement pour ce qui concerne les phénomènes thermiques (TS5).
- Thermo-aérodynamique des bâtiments (TS6), qu'il est d'ailleurs difficile de séparer de la précédente thématique.

Il convient de mentionner qu'en 2005, le CETHIL a mis en place avec EDF un laboratoire commun (LC) pour des recherches sur les « Bâtiments à Haute Efficacité Energétique », qui impacte et structure fortement les thématiques scientifiques TS5 et TS6.

- Equipe de Direction :

Dany Escudié, CNRS, est directrice du CETHIL depuis septembre 2003 ; elle a joué un rôle éminent dans la refondation du laboratoire. Elle est assistée par Jocelyn Bonjour, INSA, qui deviendra Directeur Adjoint en Janvier 2011 et devrait prendre la direction du laboratoire en janvier 2013.



L'équipe de direction est assistée par un Conseil de laboratoire. Il semble que la Commission Scientifique, principalement composée de 2 représentants de chacune des 6 thématiques scientifiques mais ouverte à tous, a une grande influence sur la stratégie scientifique et sur la politique du laboratoire, notamment pour ce qui concerne les choix programmatiques et la répartition des moyens ; elle se réunit au moins une fois par mois.

Il faut préciser que chaque thématique scientifique est animée par un coordinateur qui assure la liaison avec la Direction.

- 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)	30	31
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	6	6
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 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)	15 13.7 ETP	15 13.7 ETP
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	2 CDD 1 ETP	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	34	34
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	17	13

2 • Appréciation sur l'unité

- Avis global:

Le Cethyl est une formation qui a beaucoup évolué en quatre ans. Pour un nombre total d'enseignants-chercheurs à peu près constant depuis 2004, le renouvellement se situe autour de 50%, avec un recrutement extérieur particulièrement important. Ce renouvellement s'accompagne d'une réforme importante de l'organisation et d'une redéfinition des thématiques de recherche. Si cette réforme de structure n'est pas encore totalement consolidée, on peut encourager l'équipe de direction à la poursuivre, pour parvenir à un terme de deux ans à une configuration stabilisée avec des thématiques de recherche bien identifiées. La lisibilité scientifique est à ce prix.

Du point de vue scientifique, les activités du CETHIL sont dans la continuité des travaux des quadriennaux précédents, sauf pour les activités de combustion qui sont plus nouvelles. Le CETHIL s'intéresse à des domaines scientifiques à fort enjeu, en thermique et énergétique ; il est donc un laboratoire qui compte dans le paysage français. Sa production scientifique, bien qu'en progression, ce qui est satisfaisant, peut encore être améliorée. La formation doctorale est de qualité ; le nombre des doctorants et des thèses soutenues est important, tout à fait satisfaisant, mais inégalement réparti entre les thématiques scientifiques ; certaines équipes doivent faire un effort à cet égard.

Le CETHIL n'a pas une véritable culture de valorisation de la recherche et doit progresser dans ce domaine ; si son implication est bonne dans les projets collaboratifs, les contrats industriels pourraient être plus nombreux,



compte-tenu des domaines couverts par l'unité et plusieurs résultats remarquables obtenus pourraient faire l'objet de dépôts de brevets voire de développements industriels.

Le CETHIL peut encore accroître ses échanges et sa collaboration scientifique avec les équipes françaises et étrangères qui travaillent sur des sujets analogues aux siens.

L'atmosphère générale du laboratoire apparaît comme excellente et les échanges en son sein nombreux avant les prises de décision stratégiques. On ressent une dynamique tout à fait positive, très bien entretenue par la directrice de l'unité.

- **Points forts et opportunités :**

Il existe une très bonne ambiance générale dans le laboratoire. Les différentes catégories de personnels ont été auditionnées et sont très satisfaites de la gouvernance du laboratoire et des relations qui prévalent entre les personnels.

Lors du quadriennal en cours, le laboratoire a été réorganisé. Cette réorganisation, encore perfectible, a été conçue et mise en œuvre collectivement par les membres du laboratoire grâce à une cellule dédiée (cellule d'évolution).

Du point de vue scientifique, les activités du CETHIL sont dans la continuité des travaux des quadriennaux précédents, sauf pour les activités de combustion qui sont nouvelles (elles n'existaient pas dans l'historique des activités du laboratoire). De bonnes opportunités d'élargissement de thématiques matures s'offrent au laboratoire.

- **Points à améliorer et risques :**

La réorganisation du laboratoire a donné lieu à 6 « Thématiques Scientifiques (TS) » parfois avec des recouvrements importants. Il apparaît une inflation importante de sujets par rapport à la taille du laboratoire.

La mutualisation des moyens a subi depuis quelques années une évolution très positive. Cet effort doit être maintenu et peut être amplifié.

Le rapport doctorants/permanents peut être accru ; il est relativement faible dans certaines thématiques scientifiques.

Le taux de publications du laboratoire doit encore être amélioré.

- **Recommandations au directeur de l'unité :**

Après l'expérience d'une réorganisation effectuée pendant le quadriennal passé, et conformément aux observations relevées lors de la visite, un réajustement de l'organisation scientifique, préférentiellement par fusion ou réorganisation de certaines thématiques scientifiques, peut être recommandée ; elle permettra une meilleure visibilité des points forts du laboratoire.

L'activité scientifique du laboratoire gagnera en valeur si une vision scientifique plus large, un meilleur recul par rapport aux travaux actuels et surtout un positionnement par rapport à des travaux similaires au niveau national et international, s'installe dans le laboratoire. Ceci peut être réalisé avec l'aide d'un comité scientifique externe, dont la création est recommandée.

Il convient de concentrer les efforts du laboratoire sur les aspects les plus originaux de la recherche.

Il est souhaitable d'augmenter le taux de publication et d'encadrement doctoral des chercheurs permanents.



- Données de production :

(cf. http://www.aeres-evaluation.fr/IMG/pdf/Criteres_Identification_Ensgts-Chercheurs.pdf)

A1 : Nombre de producteurs parmi les chercheurs et enseignants chercheurs référencés en N1 et N2 dans la colonne projet	31
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 $[A1/(N1+N2)]$	0,83
Nombre d'HDR soutenues	8
Nombre de thèses soutenues	37
Autre donnée pertinente pour le domaine (à préciser...)	

3 • Appréciations détaillées :

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :
 - Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

Le CETHIL développe ses recherches dans des domaines à fort enjeu scientifique et sociétal ; ses travaux sont généralement en continuité avec ceux des quadriennaux précédents ; il convient de promouvoir et exploiter les résultats les plus originaux obtenus dans les différentes thématiques scientifiques (se reporter aux commentaires par thématique scientifique). Le renouvellement de l'activité est particulièrement net dans le domaine de la combustion et des originalités fortes apparaissent particulièrement dans les travaux sur les propriétés radiatives des matériaux. Le CETHIL dispose d'une maîtrise expérimentale appréciable dans la plupart de ses thématiques et, dans certains cas, de techniques tout à fait originales qu'il convient d'exploiter. Ces travaux ont un bon impact scientifique, qui peut encore s'améliorer.

- Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :

La production scientifique du CETHIL est qualitativement bonne ; le CETHIL publie souvent dans les meilleurs supports internationaux ; il est présent dans les grands congrès internationaux représentatifs de ses champs disciplinaires. Quantitativement, la production peut et doit être améliorée ; le taux de publication, égal à 0,80 publication de rang A par chercheur permanent, sur la période 2005-2009, est un peu faible pour un laboratoire de cette qualité. En outre, la productivité des différentes thématiques est assez inégale ; il convient de corriger ce déséquilibre. Le nombre de doctorants (34) et le flux de thèses soutenues (proche de 10 par an) sont globalement satisfaisants compte tenu du nombre d'HDR, mais l'attractivité du laboratoire peut encore être améliorée à cet égard. Surtout, certaines thématiques scientifiques ont peu de doctorants et un flux de thèses très insuffisant.

La production scientifique est en évolution positive. L'effort doit être poursuivi, en particulier en recherchant davantage, quand cela est possible, la publication dans des revues de recherche de base ayant une bonne visibilité.



– **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Le CETHIL travaille dans des domaines de recherche où il est normal de développer des relations contractuelles pérennes et approfondies avec le milieu industriel. L'action phare dans ce domaine est bien entendu la mise en place d'un Laboratoire Commun EDF-CETHIL, depuis 2005, sur la thématique des bâtiments à haute efficacité énergétique. Ce Laboratoire Commun (au sein du CETHIL) apporte un soutien récurrent d'EDF en accompagnement des contrats CIFRE et assure une perspective de crédits et de « bourses » de thèse en nette progression. Ce Laboratoire Commun a fortement contribué à la structuration des thématiques scientifiques 5 et 6 ; c'est une expérience particulièrement positive, qui doit être poursuivie et confortée.

D'autres relations contractuelles existent avec l'industrie ; leur enveloppe est restée constante et est sans doute insuffisante. Le CETHIL participe peu à l'Institut Carnot du site.

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

– **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'unité, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

Le CETHIL voit son activité scientifique distinguée de manière satisfaisante. On soulignera en particulier une médaille de bronze du CNRS, une publication et une communication primées au niveau international, ainsi que plusieurs conférences invitées.

– **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

L'attractivité du laboratoire pour le recrutement de doctorants, de post-doctorants ou l'accueil de chercheurs étrangers dans la durée est finalement moyenne. Un effort peut être produit en ce sens.

– **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

Le CETHIL fait preuve d'une belle réussite dans les appels à projets compétitifs ou dans les projets collaboratifs ; cette réussite est remarquable à l'ANR, très faible à l'Europe. Il est bien impliqué dans les projets régionaux. Il est présent dans le pôle de compétitivité « Lyon Urban Trucks and Bus 2015 ». Il a beaucoup investi dans le programme Energie du CNRS.

– **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des laboratoires étrangers :**

Le CETHIL développe de nombreuses relations avec des laboratoires étrangers mais celles-ci sont souvent informelles. Il participe aux réseaux EURO THERM et EVI THERM. Il s'implique très peu dans les programmes du PCRD.

On peut signaler la participation à un « laboratoire commun » avec l'université de Tohoku au Japon et à un programme commun CNRS-CNPq au Brésil.

Mais, d'une manière générale, alors que son rayonnement scientifique est plutôt bon, le CETHIL n'a pas une politique internationale très offensive.



- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

La valorisation de la recherche par dépôt de brevets est un point faible du CETHIL. Des opportunités réelles existent et un effort doit être fait dans ce sens. En revanche, le laboratoire collabore avec des sociétés de transfert, sans que sa position par rapport à ces sociétés soit clairement identifiée. Quatre sociétés sont concernées. De réelles opportunités de valorisation existent donc. Il convient que cette culture de la valorisation pénètre mieux l'ensemble du laboratoire et que chacun ait le souci d'exploiter des résultats souvent remarquables, dans un domaine où la demande industrielle est forte.

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

- **Pertinence de l'organisation de l'unité, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :**

L'organisation de l'unité, qui croise thématiques scientifiques et axes de recherche, est complexe et mérite une clarification. La réorganisation, la refondation même, du laboratoire n'en est pas moins un succès qui méritera quelques inflexions, déjà évoquées, dans les deux années à venir. La gouvernance est bonne et le mérite en revient largement à l'action résolue de la directrice.

Les instances de consultation et de prise de décision sont nombreuses. Le mode d'organisation permet d'associer les chercheurs aux décisions.

La Commission Scientifique joue un rôle très important dans la prise des décisions.

- **Pertinence des initiatives visant à l'animation scientifique, à l'émergence, et à la prise de risques :**

L'animation scientifique est pertinente ; elle laisse une place correcte à l'initiative et à l'émergence d'idées nouvelles, mais qui doivent être effectivement mises en œuvre.

Il serait utile que le CETHIL se dote d'un COMITE SCIENTIFIQUE externe, qui l'aidera à se positionner dans le contexte international et à saisir les meilleures opportunités d'innovation scientifique.

- **Implication des membres de l'unité dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :**

Situé dans les locaux de l'INSA et proche de l'Université Claude Bernard, le CETHIL est évidemment très concerné par l'enseignement, dans les trois cycles. Il s'y implique beaucoup. Il est lié à quatre départements de l'INSA : Génie énergétique et environnement, Génie civil et urbanisme, Génie mécanique et conception, ainsi que le premier cycle.

Il assure la responsabilité de deux options de Master : Thermique et Energétique et Génie civil. Il est laboratoire d'accueil de la grande Ecole Doctorale MEGA.

L'implication au niveau local et régional est indéniable et reconnue. L'effort devrait porter sur la communication au niveau international. La multiplicité actuelle des collaborations citées ne fait pas suffisamment ressortir de coopération forte où le CETHIL aurait une vraie visibilité.

Le CETHIL est partenaire dans plusieurs fédérations de recherche, qui lui apportent des partenariats précieux mais au sein desquels il n'exerce pas de rôle moteur. La seule fédération dont il a la responsabilité, et qui doit occuper une position essentielle dans la nécessaire concertation sur l'énergie solaire, est la toute récente fédération FÉDÉSol, créée à l'initiative du CNRS. Elle ne fait pas partie de la mission d'évaluation confiée au comité, mais devra être suivie avec attention compte-tenu de son caractère stratégique.



- **Appréciation sur le projet :**
 - **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

Le CETHIL a entamé une réflexion approfondie sur son projet scientifique et sur sa structuration, qui doit être poursuivie et enrichie, peut-être en se dotant d'un Conseil scientifique auquel contribueraient des personnalités extérieures. L'enjeu consiste à se dégager encore davantage de l'ancienne structure en identifiant des thématiques scientifiques disciplinaires, peut-être en moins grand nombre, mais plus clairement définies et des projets transverses ambitieux. Considérablement rajeuni, le CETHIL dispose des moyens adaptés à de nouvelles aventures scientifiques.

- **Existence et pertinence d'une politique d'affectation des moyens :**

Cette politique existe ; elle peut être renforcée et aboutir à un budget réellement globalisé.

- **Originalité et prise de risques :**

Ce point a déjà été évoqué. Le CETHIL doit centrer son projet sur ses actions les plus originales. Il a montré sa capacité à prendre des risques scientifiques.



4 • Analyse équipe par équipe et/ou par projet

Intitulé de l'équipe : Micro et nano thermique (TS1)

Responsable : Mme Séverine GOMES

- 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)	4 1,1 ETP	4
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2 1,2 ETP	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1 0,5 ETP	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	2	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	4

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :
 - Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

Le CETHIL s'est orienté récemment, à juste titre, vers la micro et nano thermique, qui ne peut pas être absente, à l'heure actuelle, de la palette des sujets de recherche d'une unité spécialisée dans les transferts thermiques.

Les domaines de recherche abordés dans cette thématique se focalisent sur le transport thermique à petite échelle, surtout par conduction et rayonnement. Les outils d'étude théorique (méthode de Boltzmann, de Monte-Carlo et dynamique moléculaire), et expérimentale (microscopie thermique) sont en adéquation avec les phénomènes qualitativement nouveaux de la micro et nano thermique. On remarque le travail de modélisation de la conductivité thermique sous l'influence de la rugosité des interfaces ou d'une contrainte mécanique. Une perspective prometteuse est offerte par l'analyse des transferts radiatifs en champ proche, qui contient des aspects de recherche fondamentale.



La microscopie thermique s'est orientée pertinemment d'une part vers la métrologie thermique à petite échelle, et d'autre part vers la mise en évidence des paramètres structuraux locaux (défauts, nanostructures, etc.). A part le développement de la méthode de modulation "3 oméga" de la sonde thermique, la description du "développement du banc de SThM", qui est basé en fait sur des instruments commerciaux, n'a pas paru assez claire.

Les résultats de cette thématique sont utilisés d'une manière plus applicative dans la thématique TS3, ce qui explique la présence de certains chercheurs dans les deux thématiques.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

Le bilan actualisé des publications de rang A ou équivalent, entre 2005 et 2009, est de 21, ce qui est perfectible.

Pour 2009, en plus de la liste du dossier, il y a une publication récente dans Phys. Rev., avec en co-auteur un chercheur invité de renommée internationale et une demande de Brevet USA.

On peut affirmer que la production scientifique se situe à un assez bon niveau tant quantitatif que qualitatif.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Etant donné que cet axe de recherche avec le sujet explicite de micro et nano thermique est de création relativement récente, on est content de constater son succès dans la compétition pour les projets ANR, qui se prolongent jusqu'en 2011.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

Une médaille de bronze du CNRS a été décernée à la responsable de la thématique. Deux conférences invitées à des manifestations internationales. Un membre de l'équipe (à 50% dans cette thématique et 50% en TS3) participe en qualité de rédacteur en chef au redémarrage d'une revue .

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

Deux post-docs et 2 chercheurs invités dont 1 de renommée internationale ont été accueillis sur la période.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

On constate la réussite dans l'activité de préparation et de demande de financement par différents canaux, comme : Pôle de compétitivité, GDR, Cluster de recherche.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :**

Le groupe participe au Laboratoire International franco-japonais ELYT Lab. Il collabore avec sept institutions internationales et 14 laboratoires nationaux.



- Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :

Partenariats avec quatre entreprises et avec le CEA.

Rappel : une demande de Brevet USA.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet:**

- Pertinence de l'organisation, qualité de la gouvernance et de la communication interne et externe :

Comme pour les autres thématiques, les décisions majeures sont prises par la directrice de l'Unité, ce qui assure la cohésion des thématiques.

Il y a une bonne interaction entre les thématiques TS1 et TS3 qui se partagent d'ailleurs plusieurs EC et CH.

A l'intérieur de la thématique TS1, parfois il semble ne pas exister assez de concertation entre les parties théorique et expérimentale.

- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

Il faut noter des collaborations à Lyon dans le cadre d'un Centre et d'une Plateforme de micro thermique.

- **Appréciation sur le projet :**

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le projet de la thématique est très ambitieux. Les sujets sont probablement trop dispersés si on prend en compte la taille de l'équipe. Même si une partie seulement des sujets étaient abordés, le bilan sera satisfaisant. Un aspect positif est l'intention d'élargir les liaisons avec la TS3 et d'initier des ponts avec les TS2 et TS5.

- Originalité et prise de risques :

Le projet a des aspects marqués d'originalité. En même temps, étant donné que la thématique TS1 se situe en amont des autres thématiques sur un axe fondamental-applicatif, les risques associés sont plus grands.

- **Conclusion :**

- **Avis :**

La thématique TS1 a réussi à trouver sa place et sa spécificité dans le paysage des thématiques de l'Unité. Sa présence est nécessaire et se justifie par le paradigme qui se veut la force de l'Unité : « traiter en continuum une gamme étendue d'échelles de longueur et de température ». Les résultats de la recherche sont de haut niveau et bien situés sur le plan international. Ce fait assure à la TS1 un rayonnement bien mérité. La stratégie est pertinente et le projet est scientifiquement juste.

- **Points forts et opportunités :**

La qualité de niveau international des résultats de recherche. L'avancée tant au niveau théorique qu'expérimental s'impose d'être exploitée d'une manière efficace.



– Points à améliorer et risques :

Une meilleure synergie doit être trouvée entre approches théorique et expérimentale, ce qui est d'ailleurs prévu dans le Projet. Le risque est que les deux approches prennent des directions de recherche divergentes.

– Recommandations :

Valoriser plus les compétences de l'équipe par des publications de bonne qualité. La dotation en instruments (microscopes, etc.) existants permet et oblige de se fixer ce but.

L'équipe devrait réanalyser si l'étendue de son projet est réaliste, compte -tenu de ses moyens.

Intitulé de l'équipe : Transferts avec Changements de Phases et dans les Systèmes (TS2)

Responsable : M. Jocelyn BONJOUR

- 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)	8 4 ETP	7 3,5 ETP
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 (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1 0,2 ETP	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	9	9
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	3

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

La thématique scientifique TS2 : « Transferts avec changement de phase et dans les systèmes » est une des grandes thématiques du CETHIL, développée depuis de nombreuses années par deux personnalités scientifiques marquantes de l'unité, récemment retraitées (septembre 2006).

Elle comporte essentiellement quatre axes de recherche :

- les phénomènes fondamentaux de l'ébullition,
- l'analyse des phénomènes de capillarité lors de changements de phase,
- la thermo-hydraulique des fluides frigorigènes ou frigoprotecteurs diphasiques,



- l'analyse de la complexité de systèmes thermiques basés sur le changement de phase.

Les deux premiers axes concernent la physique fine de l'ébullition : nucléation, croissance des bulles, interactions et coalescence, avec mise en œuvre d'expériences de grande qualité, notamment les visualisations. Les études restent souvent dans la phase d'observation ; il reste à développer des modèles physiques pour généraliser ces résultats d'observation. Certains laboratoires français et étrangers ont réalisé des travaux semblables ; les chercheurs de ce thème doivent faire référence à ces travaux et surtout se positionner par rapport à leurs résultats.

L'étude des effets de la nano-structuration des surfaces à des fins d'intensification des échanges thermiques est du plus haut intérêt.

Il est clair que la caractérisation locale des champs dynamique et thermique autour d'une bulle en formation, désormais possible, serait une avancée considérable.

L'ébullition en milieu confiné, pour laquelle la tension superficielle devient prépondérante, est une grande spécialité de l'équipe concernée, traitée par voie expérimentale et par modélisation. Les régimes d'ébullition (stationnaire et pulsé) ont été mis en évidence et les mécanismes qui engendrent l'accroissement du transfert par confinement ont été élucidés. Les applications principales concernent les caloducs oscillants et les caloducs plats (ou diffuseurs thermiques diphasiques) pour lesquels l'équipe est reconnue, au plan national et international.

Une attention particulière est apportée à l'ébullition convective en milieu confiné (et donc à la coalescence des bulles de vapeur), à l'étude des flux critiques, pour des applications au refroidissement des composants électroniques. Ces études sont particulièrement intéressantes et mériteraient des extensions.

L'ébullition convective assure la transition avec les deux derniers axes de recherche, plus proches des applications industrielles et à fort enjeu pour l'énergétique. Les études sur les frigoporteurs diphasiques, fluides complexes utilisés pour le stockage, sont d'un intérêt majeur, tant pour leurs aspects rhéologiques et dynamiques que thermiques ; elles doivent être poursuivies voire amplifiées.

Pour les systèmes frigorifiques, le CO₂ supercritique reste un enjeu fort. Le CETHIL est bien équipé pour de telles études expérimentales. Il ne faudrait pas que ces études s'essouffent.

– Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

L'activité scientifique dans le domaine des transferts avec changement de phase est pertinente ; bien équilibrée entre recherche amont (physique de l'ébullition) et application, elle a donné des résultats originaux à bien des égards et une visibilité internationale à l'équipe concernée. Il faut poursuivre dans l'originalité.

L'expérience acquise dans la genèse de l'ébullition et l'ébullition convective pourrait être utilement appliquée à un enjeu majeur : le refroidissement diphasique à haute température, pour lequel le travail ne manque pas ; le CETHIL pourrait utilement rejoindre les équipes françaises concernées.

– Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :

La production scientifique est, quantitativement, en nette progression et publiée dans les meilleurs supports (37 RACL sur la période). L'équipe est présente dans les congrès représentatifs de la discipline. Le nombre de thèses soutenues (8) est satisfaisant pour 4 HDR et elles sont de très bon niveau.



– Qualité et pérennité des relations contractuelles :

Les relations contractuelles sont très satisfaisantes : 2 contrats européens, 1 contrat ANR non thématique et un contrat ANR-PREDIT, participation intense au programme Energie du CNRS, pôle de compétitivité Lyon Urban Trucks and Bus, ainsi que des contrats industriels directs.

• **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Le niveau de recrutement de post-doctorants est tout à fait honorable (6 au cours du contrat). Plusieurs visiteurs étrangers ont travaillé au sein de l'équipe, mais pour des durées en général faibles (plusieurs séjours de 1 à 4 mois, 2 séjours d'une semaine et un séjour d'un an).

L'équipe semble bien intégrée dans son environnement scientifique, national et international. Elle est active sur les appels à projets où sa réussite est bonne. Elle participe à un pôle de compétitivité.

• **Appréciation sur le projet :**

– Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le projet scientifique à moyen terme prévoit d'une part, la poursuite des travaux sur le changement de phase, plus particulièrement en milieu confiné, en insistant sur les effets des instabilités sur les échanges thermiques dans les caloducs oscillants, sur la compréhension des mécanismes de transfert dans les boucles diphasiques à pompage capillaire (à partir de visualisations), sur l'analyse des effets de la nanostructuration des surfaces d'échange, en particulier par la mesure des coefficients d'échange et des flux critiques et plus généralement sur la thermohydraulique des fluides diphasiques dans des géométries complexes. D'autre part, il ouvre des perspectives sur de nouveaux sujets sur les systèmes frigorifiques, sous faible ou forte pression, pour lesquels le comportement thermohydraulique lors de l'ébullition convective est encore mal connu. Ces projets, s'ils ne sont pas tous originaux, présentent néanmoins un intérêt considérable. L'équipe concernée dispose de la maîtrise expérimentale nécessaire pour mener à bien de tels projets.

• **Conclusion :**

– Avis :

L'équipe qui a en charge la TS 2 « Transferts avec changement de phase et dans les systèmes » est dynamique et présente un bilan largement positif, en particulier pour ce qui concerne la production scientifique. Elle travaille sur des sujets importants, déjà bien ancrés au laboratoire, qu'elle sait faire évoluer, même si des applications potentielles restent à mettre en œuvre.

– Points forts et opportunités :

- Maîtrise de techniques expérimentales complexes et performantes.
- Bonne reconnaissance dans le domaine de l'ébullition en milieu très confiné, mais aussi dans les systèmes frigorigènes et les frigoporteurs diphasiques.
- Production scientifique conséquente et de qualité.

– Points à améliorer et risques :

Les activités de ce thème restent trop dans la continuité de celles du laboratoire dans les quadriennaux précédents, pour lesquelles d'ailleurs le CETHIL jouit d'une bonne renommée.



– Recommandations :

Une vision scientifique plus large et plus de recul sur son activité donnerait plus de chance de réussite à cette équipe.

Elle peut en outre mieux se positionner dans un contexte national et international.

Intitulé de l'équipe : Propriétés thermophysiques et radiatives (TS3)

Responsable : Mme Dominique BAILLIS

- 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)	7 2,55 ETP	7 2,55 ETP
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	4 1,4 ETP	4 1,4 ETP
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1 0,5 ETP	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	4	2
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	6	5

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :

- Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

L'équipe associée à la TS3 développe ses activités scientifiques autour de la caractérisation thermique des matériaux, plus particulièrement du point de vue des transferts radiatifs. L'activité caractérisation est bien équilibrée entre approches expérimentales - mise au point de méthodes de mesure - et modélisation. Les méthodes de modélisation couvrent une très large gamme d'échelles de dimension caractéristique des matériaux étudiés - du nanomètre au centimètre - et reposent sur plusieurs approches complémentaires, de l'application des lois de l'optique géométrique à la résolution des équations de Maxwell (pour le rayonnement) et de Boltzman (pour la



conductivité). Ces travaux présentent une très forte cohérence et sont largement reconnus au niveau international. Ils sont d'un très bon niveau.

Un travail particulièrement original a été consacré à la caractérisation de particules de suie, plus particulièrement l'analyse de l'interaction rayonnement - particules par l'utilisation de l'analogie micro-ondes, qui a conduit à une collaboration intéressante avec l'Institut Fresnel.

Un petit groupe s'intéresse plus particulièrement aux transferts thermiques dans les procédés de transformation des polymères ; il est très innovant. En effet, dans ce procédé de transformation, les modifications structurelles des matériaux étant thermodépendantes, elles sont directement couplées à la cinétique de changement de phase. Réciproquement, la cinétique de changement de phase dépend de la structure des matériaux. L'aspect innovant des travaux de cette équipe réside dans le développement des modèles qui intègrent les cinétiques de transformations structurelles et les cinétiques thermiques dans la rhéologie des matériaux. C'est une sorte de « thermorhéologie » structurelle qui tient compte du couplage triple structure-procédés-propriétés. Le positionnement des travaux de ce groupe, bien que petit, est très satisfaisant tant au niveau national qu'international. Leurs collaborations avec les chercheurs américains ont donné lieu à un article auquel a été décerné le prix de meilleur article de l'ASME (American Society of Mechanical Engineerings). Cependant, les activités de ce groupe apparaissent assez isolées par rapport à la thématique scientifique de rattachement. Les moyens humains de cette activité devraient être renforcés, et cette équipe devrait établir un lien plus proche avec la TS4 : Transferts dans les Milieux Fluides.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

La production scientifique en termes de publications, communications à des congrès et thèses de doctorat, est de très bon niveau. Les travaux publiés l'ont été dans des revues internationales de référence en thermique - International Journal of Heat and Mass Transfer, Journal of Heat Transfer (ASME), Journal of Thermophysics and Heat Transfer (AIAA), International Journal of Thermal Sciences, ... - et dans le domaine du rayonnement et de l'optique - Journal of Quantitative Spectroscopy and Radiative Transfer, Journal of Optical Society of America, Applied Physics Letters, ...

Une trentaine d'articles dans des revues ACL ont été publiés entre 2005 et 2009, ce qui représente plus de 20 % des articles publiés par le CETHIL durant cette période. La problématique « rayonnement et couplage dans les milieux complexes » de la thématique TS3 constitue donc un domaine fort du CETHIL et reconnu au niveau international.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

Les membres de l'équipe sont référencés dans plusieurs revues internationales (ASME, JQSRT, IJHMT, IJTS, ...), et membres de comités scientifiques de conférences internationales (Eurotherm, ICHMT). Un membre de l'équipe (à 50% dans cette thématique et 50% en TS1) participe en qualité de rédacteur en chef au redémarrage d'une revue .

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

Cette activité a été soutenue par les séjours de 2 chercheurs étrangers invités, par la réalisation de 9 doctorats, dont plusieurs réalisés par des doctorants étrangers, et par 4 post-doctorats.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

La thématique scientifique a présenté avec succès plusieurs projets de recherche ANR.



- Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :

Plusieurs collaborations académiques internationales ont été développées, avec des institutions de Turquie, des USA, de Russie, de Chine et du Brésil.

- **Appréciation sur la stratégie, la gouvernance et la vie de l'équipe ou du projet : Appréciation sur le projet :**

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le projet scientifique est en continuité avec les acquis du quadriennal écoulé et vise à étendre les travaux de caractérisation et de modélisation multiphysique vers de nouveaux matériaux - matériaux divisés, matériaux nanoporeux - et de nouveaux phénomènes physiques - changement de phase, thermomécanique, comportement dynamique - à modéliser. Certaines de ces actions seront transverses aux thématiques TS1 et TS3. Elles présentent de bonnes perspectives d'application.

Le développement de métrologies radiatives pour la caractérisation de particules complexes sera poursuivi, en collaboration avec l'Institut Fresnel, avec l'application de l'analogie micro-onde et des modèles électromagnétiques à des situations inédites, dont l'analyse en champ proche. Le développement de méthodes d'imagerie basées sur l'information polarisation du rayonnement diffusé est un autre domaine très original envisagé.

- Originalité et prise de risques :

Les actions envisagées dans le projet sont originales, voire très originales pour celles liées à l'analogie micro-ondes et l'imagerie polarisée.

- **Conclusion :**

- Avis :

L'activité rayonnement et couplages dans les milieux complexes est un des points forts du laboratoire. Elle a conduit à une production scientifique significative et est reconnue au niveau international.

Le projet, construit sur des acquis solides et comportant un certain nombre d'actions originales, devrait permettre de maintenir le niveau de qualité scientifique de cette thématique

- Points forts et opportunités :

- Acquis de l'équipe importants et diversifiés
- Bonnes collaborations nationales et internationales

- Points à améliorer et risques :

Il apparaît que le nombre de doctorants actifs dans cette thématique est faible. Le projet est assez ambitieux et nécessite la mobilisation de ressources humaines suffisantes.



Intitulé de l'équipe : Transferts en milieux fluides (TS4)

Responsable : M. Shihe XIN

- 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)	6 2,7 ETP	6 2,7 ETP
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2 1,4 ETP	2 1,4 ETP
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	0	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	5	4
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	3	3

- Appréciation sur la qualité scientifique et la production :
 - Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :

La recherche entreprise par cette thématique concerne l'étude des transferts thermiques dans des milieux fluides, inertes et réactifs, à l'aide d'outils expérimentaux et de simulation.

Un premier axe concerne l'étude des milieux réactifs. Deux configurations expérimentales ont été mises en place. La première est dédiée à l'étude des interactions entre une flamme prémélangée turbulente oblique et une paroi solide. L'originalité du dispositif réalisé est de pouvoir varier la nature de la paroi, afin d'étudier son impact sur l'interaction avec la flamme: nature thermique, aérodynamique (couche limite laminaire ou turbulente), présence d'un film liquide de carburant. Ces études très originales répondent à la nécessité de mieux comprendre et caractériser les interactions flamme-paroi, qui jouent un rôle prépondérant dans les moteurs aéronautiques ou automobiles.

L'autre dispositif expérimental consiste en une flamme de diffusion à pression atmosphérique, confinée, avec préchauffage des gaz frais et possibilité de varier les conditions aux limites thermiques des parois latérales. L'objectif est d'étudier l'impact de ces facteurs sur l'accrochage de la flamme, dont la nature dépend fortement des conditions aux limites thermiques, rarement étudiées dans ce détail. Il est à noter que le même brûleur est étudié au CORIA,



afin de permettre une caractérisation détaillée de tous les aspects de celui-ci, et de permettre de disposer d'une validation des mesures par recoupement.

Ces deux expérimentations, réalisées pour une grande partie dans le cadre de projets collaboratifs, fournissent en particulier des données pouvant servir pour valider des approches de modélisation réalisées au sein du CETHIL et à l'extérieur.

En outre, l'activité « milieux réactifs et transferts radiatifs » est une activité transverse aux thématiques TS3 et TS4. Elle comporte une composante expérimentale, consacrée à la mise au point d'outils spectroscopiques de mesures radiatives dans les flammes et une composante de modélisation, qui a porté essentiellement sur le développement d'un modèle des propriétés radiatives des gaz de combustion. Le modèle, appelé SLMB - Spectral-Line Moment Based- est original ; il permet d'approximer les propriétés radiatives des gaz à partir des moments du coefficient d'absorption. Une base de données pour l'application de ce modèle aux propriétés radiatives globales de CO_2 et H_2O est diffusée depuis juin 2009.

Un second axe concerne l'étude des transferts convectifs au sein de milieux inertes. Une réalisation très originale dans ce contexte est le développement et l'application à un jet plan anisotherme d'une technique optique non intrusive, la photographie de Speckle, permettant de mesurer les gradients de température proches d'une paroi avec une très bonne résolution spatiale. Cette technique offre un bon potentiel pour des applications futures à d'autres configurations présentant de forts gradients de température entre gaz et parois.

Différentes études basées essentiellement sur la simulation ont également été réalisées et concernaient l'étude de phénomènes convectifs forcés en milieu confiné ou semi-confiné, avec des écarts de température importants dans certains cas. Ces études ont exploité différents outils de simulation : RANS, LES et DNS, développés en interne ou mis à disposition par des partenaires externes.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

La quantité et qualité des publications sont globalement satisfaisantes (21 ACL sur la période). On peut estimer qu'une pleine exploitation des mesures expérimentales, une fois les montages expérimentaux finalisés, ainsi que la comparaison avec des résultats de simulation, devrait permettre d'en augmenter le nombre à terme. L'activité « milieux réactifs et transferts radiatifs » a donné lieu à 6 publications dans le JQSRT, dont 4 pour le modèle SLMB. Une méthode de diagnostic des suies basée sur la spectroscopie d'émission dans le proche infrarouge a fait l'objet d'une thèse de doctorat en 2007.

- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Les travaux réalisés dans cet axe l'ont essentiellement été dans le cadre de projets collaboratifs financés, avec peu de relations contractuelles avec des partenaires industriels ou institutionnels.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

Si cette thématique a su attirer des EC/C de qualité, seul un visiteur scientifique étranger a séjourné dans l'équipe dans la période concernée. En outre, on peut noter actuellement un nombre faible de thèses en cours sur cette thématique. Toutefois, un doctorat consacré à la spectroscopie d'émission dans les flammes a été obtenu dans le cadre d'une cotutelle avec la METU - Middle East Technical University d'Ankara.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

On note une très bonne implication dans divers projets ANR, et participation active au pôle de compétitivité Lyon Urban Truck & Bus 2015.



- Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :

Bonne implication dans des programmes nationaux (ANR, GDR, clusters), mais une seule collaboration internationale.

- Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :

Les recherches entreprises mériteraient d'être mieux valorisées avec des partenaires privilégiés. Une forme de valorisation existe au travers des sociétés spin-off du CETHIL ainsi qu'avec les partenaires de projets ANR.

- Implication des membres dans les activités d'enseignement et dans la structuration de la recherche en région :

L'implication en enseignement est bonne, mais peine à porter tous ses fruits au niveau de l'attractivité pour les doctorants. L'implication dans divers cluster, pôles et GDR, est bonne mais au risque d'une certaine dispersion.

- Appréciation sur le projet :

- Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :

Le projet scientifique se situe en continuité des réalisations du présent quadriennal, en approfondissant les réalisations expérimentales et en exploitant pleinement leur potentiel scientifique, ainsi qu'en développant des méthodes de simulation capables de prédire les interactions entre écoulements réactifs et conditions aux limites thermiques, et les couplages entre écoulement convectif et rayonnement.

Du point de vue expérimental, l'exploitation des configurations d'étude des flammes en présence de parois est pertinente et réaliste, et va permettre de capitaliser sur les développements réalisés dans le quadriennal présent.

L'extension de la technique de photographie de Speckle est ambitieuse, en visant une augmentation de la résolution spatiale pour atteindre des échelles micrométriques, permettre une résolution temporelle et l'acquisition de champs tridimensionnels. Les perspectives scientifiques, en combinaison en particulier avec les recherches en TS1 et TS5, sont très prometteuses et porteuses d'innovations.

Enfin, l'ambition affichée de développer des modèles et codes de simulation afin de pouvoir réaliser des études sur le couplage entre convection et rayonnement, et combustion et rayonnement est absolument pertinente, car permettant d'enrichir les activités expérimentales de la thématique et de capitaliser sur les différents acquis scientifiques. Ces ambitions devraient également permettre de développer les collaborations nationales et internationales.

Le modèle SLMB, de propriétés radiatives des gaz de combustion, sera développé pour la modélisation de mélanges de gaz et de particules des suies, en l'étendant tout d'abord au cas de milieux anisothermes hétérogènes. Les outils développés seront appliqués à la modélisation des spectres d'émission mesurés et à la modélisation de configurations d'écoulements réactifs de référence. Celle-ci sera réalisée en collaboration avec un partenaire extérieur. Moyennant cette collaboration, les objectifs fixés devraient pouvoir être atteints au terme du prochain quadriennal.

- Originalité et prise de risques :

Le projet proposé pour la thématique présente une prise de risque modérée, laissant entrevoir une forte probabilité de réaliser les recherches originales proposées.



- Conclusion :

- Avis :

Cette thématique a su profiter des évolutions de la structure et de la gouvernance du laboratoire pour trouver un domaine de recherche pertinent et mieux délimité que par le passé. Les travaux de recherche sont de bonne, voire très bonne, qualité et ouvrent des perspectives pour accroître encore le volume de production scientifique et pour des recherches futures. L'implication dans les programmes nationaux et locaux de recherche est de bon niveau ; on peut cependant noter un manque de collaborations internationales fortes, ce qui limite en outre la visibilité internationale des travaux réalisés. La modélisation des propriétés radiatives des gaz a fait l'objet de nombreux travaux, l'intégration de ces modèles dans des codes de calcul de l'aéro-thermo-chimie des flammes et leur application à des situations pratiques pose encore des problèmes. Le modèle SLMB développé au CETHIL apparaît comme une alternative intéressante aux modèles ADF, SLW ou c-k. Elle mérite d'être évaluée sur les configurations expérimentées au CETHIL.

- Points forts et opportunités :

Les sujets de recherche traités par cette thématique ont un fort intérêt scientifique, et sont abordés de façon souvent originale et innovante. Il y a une réelle opportunité de trouver une reconnaissance internationale dans le domaine de recherche s'ouvrant entre combustion, convection, thermique et rayonnement, et en particulier pour publier des résultats expérimentaux ayant le potentiel de devenir des références. La combinaison de ces travaux expérimentaux innovants avec des études par simulation avancée ouvre un champ complémentaire avec un fort intérêt pratique pour des partenariats industriels. Ces aspects devraient également permettre de développer les collaborations internationales au-delà de l'état actuel.

- Points à améliorer et risques :

Il semble important pour cette thématique de s'ouvrir d'avantage aux collaborations extérieures, en particulier dans le domaine de la simulation. En effet, les ressources limitées de la thématique en comparaison avec celles présentes dans d'autres laboratoires, plus spécifiquement dédiés à la recherche en numérique et modélisation, lui impose de chercher la collaboration avec ces derniers, afin de pleinement pouvoir exprimer le potentiel de ses propres approches, en particulier au niveau rayonnement, sans devoir entreprendre des développements lourds et à faible valeur ajoutée.

- Recommandations :

La formulation explicite d'une politique structurée de la thématique et du laboratoire en terme de développement et utilisation d'outils de simulation apparaît comme essentielle pour assurer l'impact scientifique et la pérennité des ambitions affichées dans ce domaine.

De façon plus générale, l'ouverture plus volontaire et systématique de la thématique à des collaborations nationales et surtout internationales et la recherche de partenariats forts, serait de nature à contribuer à assurer une notoriété en accord avec ses compétences et réalisations.



Intitulé de l'équipe : Energétique des systèmes solaires (TS5) et Thermo-aéraulique des bâtiments (TS6)

Responsable : M. Hervé PABIOU (TS5) et M. Christian GHIAUS (TS6)

- Effectifs de l'équipe ou affectés au projet (sur la base du dossier déposé à l'AERES) :

Energétique des systèmes solaires (TS5)

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	8 2 ETP	6 1,7 ETP
N2 : Nombre de chercheurs des EPST ou EPIC (cf. Formulaire 2.3 du dossier de l'unité)	2	2
N3 : Nombre d'autres enseignants-chercheurs et chercheurs (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1 0,5 ETP	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	8 dont 4 partagés avec TS6	8 dont 4 partagés avec TS6
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	4	3



Thermo Aéraulique des bâtiments (T6)

	Dans le bilan	Dans le projet
N1 : Nombre d'enseignants-chercheurs (cf. Formulaire 2.1 du dossier de l'unité)	8 2,8 ETP	8 2,8 ETP
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 (cf. Formulaire 2.2 et 2.4 du dossier de l'unité)	1 0,5 ETP	0
N4 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs titulaires (cf. Formulaire 2.5 du dossier de l'unité)	0	0
N5 : Nombre d'ingénieurs, techniciens et de personnels administratifs non titulaires (cf. Formulaire 2.6 du dossier de l'unité)	0	0
N6 : Nombre de doctorants (cf. Formulaire 2.7 du dossier de l'unité)	10 dont 4 partagés avec TS6	10 dont 4 partagés avec TS5
N7 : Nombre de personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées	5	4

- **Appréciation sur la qualité scientifique et la production :**
 - **Pertinence et originalité des recherches, qualité et impact des résultats :**

Les recherches dans la thématique solaire et celles dans les bâtiments sont en bonne partie complémentaires, sans une distinction claire. Parmi les activités labellisées « systèmes solaires », seules celles sur le couplage des transferts dans les matériaux photovoltaïques et sur les composants hybrides sont vraiment « solaires ».

Bien que la recherche sur le solaire photovoltaïque ne soit pas au centre du domaine, elle est de bon niveau et le modèle 1D qui en résulte semble intéressant, malgré le fait qu'il n'a pas encore de validation expérimentale. Le développement d'un composant hybride envisage un système bi-fluide ; il est appuyé sur une recherche théorique et expérimentale d'assez bon niveau. La recherche sur le refroidissement solaire, en grande partie arrêtée au cours du quadriennal, est d'un intérêt moindre. Les problèmes liés au stockage semblent être un peu oubliés ; ils s'inscrivent essentiellement dans le cadre de l'utilisation de matériaux à changement de phase.

Les autres recherches (convection naturelle dans les systèmes solaires semi-ouverts, parois double-peau), qui sont plutôt des recherches sur des composants d'enveloppe du bâtiment, sont de très bon niveau.

Les études sur les transferts thermo-hydrïques dans les parois, les écoulements thermo-convectifs et de vapeur dans les ambiances intérieures et sur les matériaux à changement de phase sont de très bon niveau.

- **Quantité et qualité des publications, communications, thèses et autres productions :**

Le point faible de TS5 est la production scientifique, car des 17 publications dans des revues ACL affichées pour cette thématique, 11 sont aussi affichées dans TS 6 (bâtiments) et sont plutôt pertinentes pour cette thématique, 1 n'existe pas du tout (ACL2005-23) et 2 ne sont pas pertinentes pour TS 5 (ACL2006-14,18).

Par contre, la production de TS6 est de bon niveau, en quantité (32 publications sur revues ACL) et qualité.



- **Qualité et pérennité des relations contractuelles :**

Les thématiques affichent une forte activité avec l'ANR, d'assez bons partenariats avec les entreprises, de bonnes collaborations avec les laboratoires nationaux et internationaux. TS5 et TS6 sont impliquées dans le programme SHC (stockage dans les systèmes solaires) de l'IEA.

- **Appréciation sur le rayonnement, l'attractivité, et l'intégration de l'équipe ou du projet dans son environnement :**

- **Nombre et renommée des prix et distinctions octroyés aux membres de l'équipe ou à ceux qui participent au projet, y compris les invitations à des manifestations internationales :**

On note trois récompenses : BEST PAPER AWARD 2008 de la revue Building Simulation, BEST POSTER à la Conference on Passive and Low Energy Architecture, Dublin (Ireland), 22-24 October 2008, le prix du Meilleur Poster au 18th International Photovoltaic Science and Engineering Conference.

- **Capacité à recruter des chercheurs, post-doctorants ou étudiants de haut niveau, en particulier étrangers :**

On note une assez bonne capacité d'attractivité vis à vis des doctorants ; la politique d'attraction de chercheurs étrangers de haut niveau pour un temps suffisant semble moins efficiente.

- **Capacité à obtenir des financements externes, à répondre ou susciter des appels d'offres, et à participer à l'activité des pôles de compétitivité :**

Liaisons avec le Pôle de compétitivité Tenerrdis, projets surtout avec l'ANR et quelques uns avec la Région Rhône-Alpes.

- **Participation à des programmes internationaux ou nationaux, existence de collaborations lourdes avec des équipes étrangères :**

On note un projet Européen (qui semble avoir donné plus des problèmes que d'avantages) ainsi que la participation au Centre Franco-Chinois de l'Environnement et de l'Energie de Tsinghua (CEFCEET).

- **Valorisation des recherches, et relations socio-économiques ou culturelles :**

- Animation scientifique de l'activité 'Modélisation' de l'Annexe 41 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) : Whole building heat, air and moisture response.

- Congrès sur le stockage (2010)

- **Appréciation sur le projet :**

- **Existence, pertinence et faisabilité d'un projet scientifique à moyen ou long terme :**

Pour TS5, le développement prévu sur l'amélioration de la collection spectrale du rayonnement solaire semble intéressant, tandis que les problèmes liés à la mise en place d'un banc expérimental en laboratoire apparaissent un peu sous-estimés.



L'intention de mettre en place « une méthodologie pour des cellules de nouvelle génération » est un peu générique.

Dans les autres domaines de recherche, les intentions d'approfondir les « problématique d'étude de la convection naturelle dans les systèmes solaires » par des études locales des échanges en présence de singularités (géométriques ou thermiques) ou de gradients (gradients de propriétés, variation continue des conditions aux limites) sont appréciables, bien qu'un peu génériques elles aussi.

Sur les transferts thermiques dans les matériaux PV on « continuera de mettre l'accent sur l'étude des phénomènes locaux » dans la conviction que cela permettra de suivre le « double enjeu de l'innovation et de la modélisation ». C'est une intention encore une fois un peu indéfinie.

Pour TS6, le projet de développement de nouveaux moyens expérimentaux (cellule 3cube) pour étudier les couplages paroi/cavité en termes de flux thermiques et massiques dans des conditions dynamiques est clair et partageable.

Le développement des algorithmes pour la maîtrise des flux d'énergie et de masse, une « spécificité du CETHIL dans ce domaine », se poursuivra dans le futur, en utilisant la technologie sans fil et le projet NEPTUNE, qui vise la construction de bâtiments exemplaires sur le campus LyonTech.

- Conclusion :

- Avis :

La TS5 a encore peu défini ses contours par rapport à la TS6. Les recherches menées jusqu'à présent sont d'assez bon niveau, même si elles ne sont pas exactement au centre des préoccupations internationales.

Par contre, les recherches de TS6, elles aussi de bon niveau, ont un champ d'activité mieux défini et plus barycentrique par rapport aux recherches menées au niveau international.

- Points forts et opportunités :

Les points forts sont l'expérience acquise dans la modélisation des transferts thermiques, par exemple dans les cellules PV, une technologie qui va devenir de plus en plus importante dans l'avenir, et des transferts thermo-hydrauliques, qui vont devenir de plus en plus importants dans des bâtiments avec une consommation d'énergie très modeste.

Les équipements expérimentaux sont de bon niveau et suffisamment ductiles pour répondre aux problèmes qu'on envisage dans l'avenir dans le domaine de la construction.

- Points à améliorer et risques :

Les projets pour le futur ne sont toujours bien pas définis, surtout dans la TS5.

- Recommandations :

Il conviendrait de s'intéresser plus aux recherches sur les nouveaux matériaux.

Il ne faut pas négliger les projets Européens ni les contrats directs avec l'industrie ; il faut chercher à maîtriser les aspects administratifs avec un support de personnel qualifié, d'origine soit technique soit administrative. Ce choix paraît obligé dans le futur proche, surtout si on considère la naissance à côté de Lyon (à Grenoble) du nœud français de la KIC (Knowledge and Innovation Community) de l'IET (Institut Européen de la Technologie) sur l'énergie durable.



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

Direction de la Recherche

Adresse visiteur :

Domaine Scientifique de la Doua
Bâtiment INSA-Direction
37, avenue Jean Capelle - Villeurbanne

Tél. (+33) 04 72 43 81 29

Fax (+33) 04 72 43 87 19

E-mail : dirrec@insa-lyon.fr

Pr JM REYNOUARD, Directeur de la Recherche
de l'INSA de Lyon

à

Monsieur le Président du Comité AERES du
Laboratoire CETHIL

Le 12 Avril 2010

Monsieur le Président,

Je vous prie de trouver ci-dessous, en tant que tutelle universitaire principale du CETHIL, quelques éléments complémentaires à la réponse que vous propose Madame ESCUDIE, Directrice du laboratoire.

Le CETHIL est une unité phare de l'INSA de Lyon et du paysage scientifique lyonnais dont le rayonnement à tous les niveaux est incontestable.

Le CETHIL joue un rôle de tout premier plan en contribuant de façon active et efficace aux nouvelles structures tant au niveau local (PRES Université de Lyon, Carnot Ingénierie@Lyon, Clusters Recherche de la Région Rhône-Alpes) que régional (Collegium C2I@L, pôles de compétitivité), notamment dans le cadre de leur gouvernance (LUTB, TENERDIS,...) leur animation et leur coordination.

Cette extension des responsabilités du laboratoire est également notable tant au niveau national (Fédésol, 3 GDR, réseaux) qu'international (coordination de tâches de l'Agence Internationale de l'Energie, commission et groupes de l'International Institute of Refrigeration, Elytlab (LIA avec le Japon), Institut Européen de Technologie (KIC InnoEnergy...)). Il est par ailleurs co-organisateur de grandes manifestations internationales qui se tiendront à Lyon de 2010 à 2012.

La stratégie scientifique, mais également politique du CETHIL a été clairement exprimée tant dans les documents fournis, d'une grande qualité, que dans les présentations. L'ensemble atteste de compétences du plus haut niveau et de l'importance des forces réunies sur la thématique de la thermique et de l'énergétique par ce laboratoire incontournable dans le paysage régional et plus largement national et international.

Le projet de l'Unité s'inscrit parfaitement dans les attentes des tutelles et mérite d'être soutenu au plus haut niveau de façon coordonnée et efficace.



Professeur Jean-Marie REYNOUARD
Directeur de la Recherche de l'INSA de Lyon



Centre de
Thermique de
Lyon

CETHIL
UMR 5008

Direction : ESCUDIÉ Dany
Tél : (+33) 04 72 43 70 41
Fax : (+33) 04 72 43 88 11
E-mail : dany.escudie@insa-lyon.fr

Villeurbanne, le 30 mars 2010

Objet : réponse au rapport d'évaluation de l'AERES

Le CETHIL est une unité qui a entrepris, il y a maintenant plus de quatre ans, une évolution en profondeur de sa structure et de son mode de fonctionnement. Sur la base d'une démarche participative, avec la mise en place d'une cellule d'évolution, de juin 2003 à janvier 2004, le laboratoire s'était complètement ressourcé pour devenir une véritable Unité, qui échappe à la structuration par équipes cloisonnées et fermées qu'il avait connue jusqu'alors. Cette réflexion avait conduit à la mise en œuvre en septembre 2004 d'un changement de paradigme où l'Unité affiche des Thématiques Scientifiques [TS] qui permettent d'abord l'affichage des points forts du laboratoire autour de mots clés qui ont été choisis pour consolider la vision de compétences acquises au fil des ans mais aussi pour inscrire le laboratoire dans des choix stratégiques mûrement et clairement identifiés. C'est pourquoi, aux 3 thématiques basées sur les « Transferts avec changement de phase et dans les systèmes », « Propriétés thermophysiques et radiatives », « Thermoaéraulique des bâtiments », avaient été ajoutées la « Micro- et nano- thermique », les « Transferts en milieux fluides » et l'« Energétique des systèmes solaires ». Ces six thématiques permettent de couvrir un large spectre d'échelles de longueur et de température qui fait toute l'originalité du laboratoire dans le domaine de la thermique ; elles montrent aussi sa capacité à traiter réellement en continuum des problématiques de plus en plus complexes.

Chaque Thématique Scientifique a pour mission de favoriser les échanges scientifiques, ne serait-ce que par le fait qu'un EC/C peut être le membre de deux TS, de faire émerger une politique scientifique cohérente, d'organiser la vie scientifique et d'alimenter la réflexion de la Commission Scientifique. Chaque TS est donc un lieu d'information scientifique, d'émergence de projets et force de propositions. Elle favorise l'expression de toutes les opinions scientifiques, mène une réflexion prospective et discute des moyens à mettre en œuvre pour accompagner la vie scientifique. Le cas échéant, elle propose des priorités et réfléchit à des solutions pour les options non retenues, travaille la mutualisation des moyens et œuvre pour la transversalité.

Dans ce contexte bien éprouvé, les membres du laboratoire ont la possibilité de travailler sur des problématiques qui peuvent évoluer dans le temps. Cette souplesse s'est avérée être un atout important de la structure qui préserve les évolutions internes et facilite l'adaptation à un contexte structurel des plus changeants.

On notera que suite au rapport de la précédente évaluation, il y a quatre ans, qui encourageait et soutenait le renforcement de ces six thématiques scientifiques, les résultats du laboratoire sont probants : doublement des publications dans les revues à comité de lecture et multiplication proche de trois des revenus contractuels, essentiellement grâce à une forte implication dans les programmes ANR. Cette évolution qui s'est faite, comme le souligne le rapport, à ressources humaines constantes mais avec un renouvellement de presque 50% des effectifs, atteste de la pertinence des choix politiques de l'Unité qui a su consolider ses compétences en ancrant les activités de base de la thermique, tout en retenant des priorités face à une demande industrielle prégnante autour de l'énergie. L'ouverture mesurée et contrôlée à de nouveaux sujets (combustion, plasturgie) qui commencent à donner des résultats particulièrement prometteurs est révélatrice du dynamisme des thématiques qui s'appuient sur des partenariats externes mais qui s'alimentent également par des transversalités internes particulièrement riches et efficaces.





Centre de
Thermique de
Lyon

CETHIL
UMR 5008

C'est pourquoi une analyse par thématique, si elle a l'intérêt de faire apparaître des points spécifiques du point de vue strictement scientifique, ne peut être que très difficilement menée à terme lorsqu'il s'agit de répartir tant les projets que les moyens et les personnels permanents, doctorants, post-doctorants, invités, etc. Cette contrainte, imposée par la forme du rapport, conduit à une vision hétérogène qui ne reflète pas la réalité de l'Unité. Certes, comme l'expliquent les choix d'affichage, certaines thématiques sont plus récentes que d'autres, mais elles ont toutes vocation à s'alimenter et s'enrichir l'une l'autre, par l'ouverture disciplinaire des EC/C, par la mutualisation des personnels et des moyens, mais également par l'émergence de projets qui s'appuient sur cette pluridisciplinarité interne.

Comme l'a noté le Comité de Visite, la Commission Scientifique joue, avec le Conseil de Laboratoire, un rôle structurel de premier plan. C'est suite à des discussions argumentées au sein de ces instances que le choix de moduler le nombre et l'activité au sein des ANR pour s'orienter vers un renforcement des contrats directs avec des entreprises a été acté et présenté tant dans le document que dans la présentation. Le soutien du Comité d'Évaluation à la stratégie partenariale du laboratoire ne doit cependant pas occulter le besoin pour une UMR CNRS de préserver son ressourcement. Il convient de faire des choix pertinents qui préservent une liberté d'action suffisante, l'objectif ne pouvant se résumer à une augmentation des volumes ou du chiffre des contrats dans un contexte déjà évoqué d'effectifs constants.

Enfin, il nous paraît important de préciser que, conformément à son projet, le laboratoire consolidera la structuration formelle de ses activités internationales, en tirant partie de son attractivité. L'Unité accueille en effet près de 60% de doctorants ou de collègues étrangers et a su, par ailleurs, recruter et intégrer près 70% d'EC/C externes.

Pour l'ensemble du Conseil de Laboratoire
et des coordonnateurs de thématique

Dany Escudié
Directrice du CETHIL