

RAPPORT D'ÉVALUATION DE L'UNITÉ

LEMTA - Laboratoire d'énergétique et de
mécanique théorique et appliquée

SOUS TUTELLE DES ÉTABLISSEMENTS ET ORGANISMES :

Université de Lorraine

Centre National de la Recherche Scientifique -
CNRS

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023
VAGUE C



Au nom du comité d'experts¹ :

Jean-Christophe Batsale, Président du comité

Pour le Hcéres² :

Thierry Coulhon, Président

En vertu du décret n° 2021-1536 du 29 novembre 2021 :

1 Les rapports d'évaluation "sont signés par le président du comité". (Article 11, alinéa 2) ;

2 Le président du Hcéres "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5).

Ce rapport est le résultat de l'évaluation du comité d'experts dont la composition est précisée ci-dessous. Les appréciations qu'il contient sont l'expression de la délibération indépendante et collégiale de ce comité. Les données chiffrées de ce rapport sont les données certifiées exactes extraites des fichiers déposés par la tutelle au nom de l'unité.

MEMBRES DU COMITÉ D'EXPERTS

Président : M. Jean-Christophe Batsale, ENSAM Talence

Mme Fannie Alloin, Grenoble INP

M. Hugues Bodiguel, Grenoble INP (représentant du CNU)

Mme Cathy Castelain, CNRS Nantes

Experts :

M. Guillaume Galliero, université de Pau et des pays de l'Adour
(représentant du CoNRS)

M. Christophe Josserand, CNRS Palaiseau

Mme Élisabeth Lemaire, CNRS Nice

Mme Manuela Sechilariu, université de technologie de Compiègne

M. Driss Stitou, CNRS Perpignan (personnel d'appui à la recherche)

REPRÉSENTANT DU HCÉRES

M. Lounès Tadrif

CARACTÉRISATION DE L'UNITÉ

- Nom : Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée
- Acronyme : LEMTA
- Label et numéro : UMR 7563
- Nombre d'équipes : 4 équipes
- Composition de l'équipe de direction : M. Pascal Boulet

PANELS SCIENTIFIQUES DE L'UNITÉ

ST Sciences et Technologies
ST5 Sciences pour l'Ingénieur

THÉMATIQUES DE L'UNITÉ

Le LEMTA fédère les activités autour de la mécanique en lien avec l'énergétique sur le site de Nancy. En 2018, l'unité a connu une évolution significative avec le départ d'une part importante de son activité en mécanique des solides vers le laboratoire LEM3 (UMR 7239). Il comporte encore quelques activités en rhéologie des solides et mécanique des sols. Dans un même temps, l'arrivée d'une équipe de recherche en gestion de l'énergie électrique, issue du laboratoire GREEN a permis la création d'un groupe de recherche intitulé « Vecteurs énergétiques » qui rend cohérent l'intégration de cette équipe.

La stratégie du LEMTA est clairement tournée vers les applications liées à l'énergie et à la transition énergétique. L'unité s'appuie sur un socle de compétences en mécanique des fluides, rhéologie, thermique, thermodynamique, génie électrique, mécanique des sols, phénomènes de transport et études des transferts en milieux poreux avec un équilibre entre instrumentation/méetrologie et modélisation/simulation.

L'objectif est à la fois d'enrichir le bloc de compétences amont et aussi aller vers l'innovation et les applications par des approches souvent pluridisciplinaires.

Ainsi, l'unité comprend dans sa forme actuelle trois groupes de recherche (constitués d'équipes) et une équipe transverse.

Le Groupe 1 - Énergie et transferts, est constitué de quatre équipes (Transport dans les milieux complexes, mécaniques des sols, géotechnique, feux, acoustique) ; le Groupe 2 - Vecteurs énergétiques, est composé de trois équipes (Hydrogène, systèmes électrochimiques, gestion de l'énergie électrique, gestion de la chaleur) ; le Groupe 3 - Milieux fluides rhéophysique, est constitué de quatre équipes (Fluides et écoulements complexes dans l'industrie et la nature, Écoulements de poudres et suspensions, Transferts dans les fluides, rhéologie des matériaux nano-microstructurés ; l'équipe transverse-IRM pour l'ingénierie a de nombreuses interactions avec les autres groupes, avec une stratégie de recherche propre.

HISTORIQUE ET LOCALISATION GÉOGRAPHIQUE DE L'UNITÉ

Le LEMTA a été créé en 1976 (l'unité fêtera ses 50 ans en 2023) et a progressivement fédéré les activités en mécanique en lien avec l'énergétique du site de Nancy. La création de cette unité était en grande cohérence avec un vivier de formations universitaires et d'écoles d'ingénieurs important dans le domaine des Sciences pour l'ingénieur (ENSEM, ENSIC, Mines, ESSTIN, etc., dans les années 90) qui s'est encore étoffé par la création d'autres écoles au sein de l'INP de Lorraine et de l'université de Nancy puis regroupés au sein de l'université de Lorraine en 2011.

L'unité est majoritairement basée sur le site de l'ENSEM à Vandœuvre-lès-Nancy, avec quelques sites secondaires (l'ENSG, la faculté des Sciences, Polytech'Nancy et La Bouzule).

ENVIRONNEMENT DE RECHERCHE DE L'UNITÉ

L'unité LEMTA possède deux tutelles (l'université de Lorraine et le CNRS). Elle constitue un pôle fort de mécanique et énergétique au sein de la région Grand-Est. Au sein de l'université de Lorraine (localisée principalement à Nancy et Metz), l'unité est identifiée au sein du pôle EMPP « Énergie, mécanique, procédés, produits » et participe à la fédération Jacques Villermaux. Elle est entourée d'un nombre important d'unités dans le domaine du génie des procédés, des matériaux, des procédés d'usinage et de fabrication, des mathématiques et de la chimie. On peut, par exemple, citer les fortes collaborations dans le domaine Énergie et Matériaux avec l'IJL (Institut Jean Lamour) et le LRGP (Laboratoire Réactions et Génie des Procédés).

Le LEMTA est l'un des 26 membres de l'institut Carnot ICéel créé en 2007, qui regroupe un ensemble de laboratoires, centres techniques et centres de transfert dans le domaine de l'ingénierie interdisciplinaire durable.

L'unité est historiquement en contact avec un grand nombre d'industriels et d'instituts de recherche. On peut citer les accords-cadres de coopération avec le CSTB, l'INRS ; le labcom Canopée avec Saint-Gobain Recherche et une forte activité dans deux programmes conjoints de l'Alliance Européenne sur la Recherche en Énergie (EERA), l'un concernant les matériaux et procédés pour les applications à l'énergie (AMPEA), l'autre les piles à combustible et l'hydrogène.

EFFECTIFS DE L'UNITÉ : en personnes physiques au 31/12/2021

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	22
Maîtres de conférences et assimilés	39
Directeurs de recherche et assimilés	2
Chargés de recherche et assimilés	6
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	26
Sous-total personnels permanents en activité	95
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	8
Personnels d'appui à la recherche non permanents	5
Post-doctorants	8
Doctorants	71
Sous-total personnels non permanents en activité	92
Total personnels	187

RÉPARTITION DES PERMANENTS DE L'UNITÉ PAR EMPLOYEUR : en personnes physiques au 31/12/2021. Les employeurs non tutelles sont regroupés sous l'intitulé « autres ».

Employeur	EC	C	PAR
Université de Lorraine	61	0	15
CNRS	0	8	11
Total	61	8	26

BUDGET DE L'UNITÉ

Budget récurrent hors masse salariale alloué par les établissements de rattachement (tutelles) (total sur 6 ans)	3 204
Ressources propres obtenues sur appels à projets régionaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP idex, i-site, CPER, collectivités territoriales, etc.)	2 558
Ressources propres obtenues sur appels à projets nationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues sur AAP ONR, PIA, ANR, FRM, INCa, etc.)	2 319

Ressources propres obtenues sur appels à projets internationaux (total sur 6 ans des sommes obtenues)	3 059
Ressources issues de la valorisation, du transfert et de la collaboration industrielle (total sur 6 ans des sommes obtenues grâce à des contrats, des brevets, des activités de service, des prestations, etc.)	3 963
Total en K€	15 103

AVIS GLOBAL

Le LEMTA est une unité importante et historique de l'université de Lorraine. Elle a su se renouveler et a évolué avec des objectifs applicatifs (l'énergie et la transition énergétique) clairs, porteurs, tournés vers les demandes sociétales et très bien communiqués vers le grand public. Les efforts se sont matérialisés par la création récente du groupe de recherche « Vecteurs Énergétiques », un projet de rassemblement des plateaux techniques relatifs à la métrologie (plateforme « Métro'NRJ »), par de nombreux projets multidisciplinaires et la création et transformation d'une équipe de recherche transverse « IRM pour l'Ingénierie ».

Ces évolutions n'ont pas perturbé la dynamique de l'unité et le bon équilibre entre approches numériques et expérimentales. Un point d'attention réside dans le fait que les lignes de force relatives aux démarches méthodologiques et fondamentales de l'unité sont peu visibles par rapport à l'abondance de projets applicatifs.

L'organisation de l'unité est très structurée au travers de nombreuses instances de dialogue et de décision. Un point remarquable est relatif à la mise en commun de fonds importants destinés à des investissements lourds ou du soutien aux services et équipes sur décision du conseil scientifique de l'unité. Le tout est orchestré par une équipe de direction particulièrement dynamique et ouverte. Cette organisation fait que les ressources instrumentales de l'unité sont très importantes et de haut niveau (RMN, Fluorescence Induite par Laser, Montages optiques, etc.), portées par des personnels motivés et de qualité.

Les points d'attention résident dans la pyramide des âges défavorable pour les promotions des MCF HDR, dans la baisse du nombre de chercheurs CNRS et la fragilité de certains plateaux techniques si des personnels ne sont pas renouvelés (RMN notamment).

Les thématiques historiques de l'unité et l'affichage du potentiel expérimental sont un atout pour la visibilité de l'unité. L'effort d'attractivité durant la période considérée est mesurable (augmentation significative du nombre de doctorants, HDR soutenues dans la période, création et participations à des réseaux et nombreux projets internationaux). Il reste à poursuivre le soutien des jeunes chercheurs et thématiques en émergence en regard des thématiques établies, portées par des chercheurs seniors reconnus aux niveaux national et international.

La production de l'unité est très satisfaisante au regard des indicateurs globaux, avec un effort de resserrement dans un nombre restreint de revues. Cette production est cependant hétérogène et inégale suivant les individus et les équipes. De même, l'encadrement doctoral est inégalement réparti et pas toujours corrélé à la production scientifique.

L'inscription des activités de recherche dans la société est remarquable et en augmentation durant la période considérée. L'unité a une excellente politique partenariale avec des grands industriels (Saint-Gobain, Arcelor, Total, EDF, CEA, etc.). Ces relations sont souvent pérennes et bien dans les thématiques relatives à l'énergie. Cependant, on constate que l'unité n'a pas la culture des dépôts de brevets ou de licences de logiciels.

On peut noter les efforts de communication de l'unité vers le grand public sur des sujets médiatiques (hydrogène, incendies, énergie, etc.).

ÉVALUATION DÉTAILLÉE DE L'UNITÉ

A - PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Production scientifique

L'unité a fait un effort de publication dans une palette resserrée de journaux bien référencés au niveau international (ciblage de 5 revues majeures par équipe de recherche).

La production de l'ensemble de l'unité est bonne en moyenne (supérieure à 2 ACL/chercheur/an). Par contre, on note des disparités fortes de production et d'encadrement doctoral, suivant les individus et les équipes à l'intérieur des groupes.

Amélioration du rayonnement

L'unité a particulièrement ciblé l'augmentation des AAP et la mobilité de ses membres. Elle a obtenu huit projets européens, deux partenariats Hubert Curien et deux ANR PRCI.

Le nombre de conférences invitées dans des congrès internationaux a augmenté. Il reste néanmoins faible et limité à quelques personnes.

Il reste des marges de progression notamment chez les jeunes chercheurs (mobilité, collaborations, visibilité). Une voie d'amélioration pourrait aussi consister à se rapprocher davantage des cibles internationales des tutelles.

Amélioration de l'animation scientifique et la communication interne

L'unité a fait un gros effort de relance des séminaires et de réunions inter-équipes, après la période difficile de la Covid. On peut noter l'effort particulier avec et pour les doctorants (journée des doctorants, cafés thésards).

Les interactions scientifiques sont importantes, notamment avec le groupe IRM/RMN, l'arrivée des électriciens dans le groupe Vecteurs énergétiques, les méthodes radiatistes appliquées aussi bien à la nano thermique qu'à la thématique « feux ».

Cet effort d'animation et d'interfaçage est visible dans le montage de divers projets structurés. Il subsiste cependant un manque de réflexion prospective dans les différents groupes, par exemple, dans le domaine des approches de modélisation numérique ou l'étude des couplages thermiques.

Amélioration du taux d'encadrement doctoral / nombre de thèses / mobilité des doctorants

On note une augmentation significative du nombre de doctorants (41 en janvier 2018 et 67 en décembre 2021).

De la même manière, le nombre de HDR soutenues dans la période (14) est conséquent.

Accompagnement du groupe vecteurs énergétiques particulièrement gestion de l'énergie électrique, etc.

L'intégration de l'équipe gestion de l'énergie électrique et le positionnement scientifique à l'interface des disciplines évoquées est considéré comme un fait marquant du contrat en cours.

B - DOMAINES D'ÉVALUATION

DOMAINE 1 : PROFIL, RESSOURCES ET ORGANISATION DE L'UNITÉ

Appréciation sur les ressources de l'unité

Les ressources financières et matérielles sont excellentes et gérées de manière remarquable, un point critique est lié aux ressources humaines.

Les ressources propres sont importantes et en nette augmentation (+ 66 % de 2016 à 2021).

La raison principale réside dans le maintien des relations industrielles (malgré la crise sanitaire) et les succès aux AAP (ANR et UE).

La répartition des ressources financières et la mutualisation des moyens matériels et humains, partagées par l'ensemble des membres de l'unité, sont originales et exemplaires.

Malgré des personnels motivés et compétents, les ressources humaines sont un point de fragilité (manque de promotion des maîtres de conférences HDR, potentiel de chercheurs CNRS en décroissance, départ de personnels techniques). Cette dernière remarque, en regard du volume important d'activité, peut devenir un point critique de fonctionnement et de développement.

Appréciation sur les objectifs scientifiques de l'unité

Les objectifs scientifiques sont applicatifs, centrés sur les domaines relatifs à l'énergie et la transition énergétique. Ils sont porteurs et en adéquation avec la demande sociétale actuelle.

Ces objectifs fédèrent certaines compétences amont vers des projets multidisciplinaires internes ou en partenariat avec l'environnement académique local, notamment vers l'électricité, les matériaux et le génie chimique.

Cependant, cette abondance de projets applicatifs nuit à la visibilité des lignes de force relatives aux démarches méthodologiques et fondamentales de l'unité.

Appréciation sur le fonctionnement de l'unité

Le LEMTA est une unité de recherche exemplaire du site Lorrain. Son organisation est remarquablement structurée avec de nombreuses instances de discussion et de prise de décision.

La gestion de fonds communs à l'ensemble de l'unité est très originale, fait l'unanimité et assure une bonne entente au sein des différents groupes. Elle constitue indéniablement un levier de mutualisation et de politique scientifique.

On peut noter le très fort investissement de l'équipe de direction (écoute, proximité, réactivité, vision scientifique) qui suscite l'adhésion de l'ensemble des membres du laboratoire.

1/ L'unité possède des ressources adaptées à son profil d'activités et à son environnement de recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les ressources financières sont importantes, obtenues avec des contrats industriels et sur des appels d'offre aux niveaux régional, national et européen.

Les moyens humains sont de qualité avec un maillage de compétences adapté aux objectifs scientifiques et techniques. Malgré des fragilités, l'unité est globalement bien dotée en personnels d'appui, en symbiose avec les chercheurs et enseignants-chercheurs. La présence bienveillante de nombreux enseignants-chercheurs émérites est à souligner.

Les équipements expérimentaux sont importants, de très bon niveau et bien gérés à l'échelle de l'unité. On note que de nombreux plateaux expérimentaux seront regroupés en partie dans une plateforme de métrologie labellisée (Infra+) par l'I-Site : Métro'NRJ.

La localisation géographique, favorable aux interactions entre les membres de l'unité et au sein de l'université, est renforcée par l'Institut Carnot Lcéel au sein de la région Grand-Est.

Points faibles et risques liés au contexte

L'unité présente des fragilités à moyen terme. Le nombre d'activités dans certaines thématiques est trop conséquent relativement aux moyens humains disponibles.

La pyramide des âges ne favorise pas la carrière des jeunes chercheurs et enseignants-chercheurs. Pour les enseignants-chercheurs, on détecte uniquement trois PU dans la tranche 56-70 ans contre dix-neuf PU dans la tranche 41-55 ans et 34 MCF dans la tranche 31-55 ans. Le potentiel de chercheurs CNRS est en décroissance (huit CR et DR en 2021, six en 2022, avec encore 2 départs à venir).

Les personnels sont en suractivité liée aux tâches connexes éloignées de leurs missions principales en recherche et pédagogie.

2/ L'unité s'est assigné des objectifs scientifiques, y compris dans la dimension prospective de sa politique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les objectifs scientifiques globaux de l'unité sont clairs et visibles aussi bien en interne que par l'environnement universitaire et industriel.

Ces objectifs permettent d'utiliser au mieux les synergies avec l'environnement universitaire dans le domaine de l'électricité, des matériaux et du génie des procédés.

Points faibles et risques liés au contexte

Les compétences scientifiques fondamentales de l'unité ne sont pas clairement mises en avant contrairement aux objectifs applicatifs.

Le fonctionnement par projet ne favorise pas toujours à long terme des interfaces scientifiques entre ces compétences fondamentales.

3/ Le fonctionnement de l'unité est conforme aux réglementations en matière de gestion des ressources humaines, de sécurité, d'environnement et de protection du patrimoine scientifique.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'organisation favorise l'écoute et la discussion avec l'ensemble des personnels (nombreuses AG et nombreux comités).

La gestion et l'organisation de l'unité sont conformes aux réglementations (comité hygiène et sécurité et pôle d'occupation et aménagement des locaux). Les nombreuses promotions et la motivation des personnels d'appui témoignent de cette organisation.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité note que les enseignants-chercheurs se plaignent de difficultés et de lourdeurs de montages de contrats, notamment relativement aux aspects juridiques.

DOMAINE 2 : ATTRACTIVITÉ

Appréciation sur l'attractivité

L'attractivité de l'unité est très bonne et en progression.

La réputation des chercheurs seniors, complétée par des jeunes chercheurs dynamiques (2 IUF junior) constitue une vitrine, avec des succès remarquables dans les AAP nationaux et internationaux. De plus, l'unité peut bénéficier de la visibilité, du dynamisme et des synergies du pôle universitaire et industriel lorrain.

Au niveau national, l'unité a une implication forte dans des GDR et dans les sociétés savantes de son domaine.

La visibilité et la qualité des possibilités techniques des plateformes telles que RMN et Métro'NRJ sont en croissance.

Les efforts d'ouverture internationale (projets européens, collaborations et publications croisées) sont à poursuivre, notamment en favorisant les jeunes chercheurs prometteurs (conférences invitées, mobilités, etc.) et la reconnaissance des thématiques émergentes (RMN notamment).

On peut noter les efforts liés à l'accueil et l'animation en direction des doctorants (journée des doctorants, « cafés thésards », séminaires, etc.).

1/ L'unité est attractive par son rayonnement scientifique et contribue à la construction de l'espace européen de la recherche.

Points forts et possibilités liées au contexte

De nombreux chercheurs seniors sont reconnus sur le plan national et international (conférences invitées).

L'augmentation des projets européens attestent de la position de l'unité dans l'espace européen de la recherche.

La visibilité des thématiques historiques (rayonnement, métrologie fluide et thermique) est avérée.

Les thématiques émergentes attestent du renouvellement scientifique de l'unité (milieux granulaires, méthodes optiques, RMN, etc.)

Les membres du LEMTA sont fortement impliqués dans les sociétés savantes (SFT, AFM) ou des organismes nationaux (ANCRE) sur ces sujets.

Points faibles et risques liés au contexte

Les conférences invitées concernent essentiellement les chercheurs seniors.

Les jeunes chercheurs portant des activités en devenir sont moins visibles et nécessitent un soutien particulier.

Les thématiques émergentes sont fragilisées par les problèmes de ressources humaines (départs, problèmes de promotions des jeunes maîtres de conférences HDR et même faiblesse du taux d'encadrement doctoral ou de soutenance d'HDR dans certaines équipes).

2/ L'unité est attractive par la qualité de sa politique d'accueil des personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'excellente politique d'accueil des personnels peut se remarquer par l'élaboration de différentes fiches d'information (bilingues) et la création d'animations scientifiques pour les doctorants.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité a noté une faible implication des doctorants dans la vie de certaines équipes.

3/ L'unité est attractive par la reconnaissance que lui confèrent ses succès à des appels à projets compétitifs.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les thématiques liées à l'énergie et l'organisation scientifique multidisciplinaire favorisent les succès remarquables de participation à des AAP, nationales et internationales.

On peut aussi noter : deux IUF junior et une chaire junior.

Points faibles et risques liés au contexte

Pas de point faible.

4/ L'unité est attractive par la qualité de ses équipements et de ses compétences technologiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les plateformes sont originales et uniques pour certaines. Leur regroupement dans le futur projet de plateforme commune Métro'NRJ permet de bien répertorier et de bien organiser l'offre de prestations et de services.

L'unité possède une large palette de thématiques abordées dans ces plateformes expérimentales (mécanique des fluides, thermique (conduction, convection, rayonnement), électricité, transfert de masse, etc.)

Les personnels techniques associés sont compétents et très bien valorisés (politique de promotion des personnels d'appui très efficace).

La qualité des liens industriels associés attestent que ces plateformes sont en prise avec les besoins actuels et la stratégie scientifique de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Ces plateformes sont très exigeantes sur le plan de la maintenance et sur le plan humain. Le non maintien ou le non recrutement de personnels qualifiés peut constituer une fragilité.

Les chercheurs attestent que le temps passé sur les développements expérimentaux peut ralentir l'activité de publication.

Si les plateformes relatives aux compétences expérimentales sont visibles et bien organisées, on ne trouve pas d'équivalent du côté des méthodes numériques et des logiciels.

DOMAINE 3 : PRODUCTION SCIENTIFIQUE

Appréciation sur la production scientifique de l'unité

La production scientifique est très bonne voire excellente dans certains domaines (milieux divisés, optique radiative en nanothermique et pour l'étude des flammes, procédés liés aux vecteurs énergétiques, etc.). Cependant, elle reste très hétérogène suivant les individus et les équipes.

Le comité note l'effort de resserrement quantitatif et qualitatif des journaux.

La production est ouverte aux chercheurs internationaux et nationaux extérieurs à l'unité (la moitié est co-signée avec des chercheurs extérieurs à l'unité).

La qualité de cette production est portée par des avancées instrumentales remarquables dans des systèmes complexes grâce au couplage de plusieurs domaines instrumentaux.

1/ La production scientifique de l'unité satisfait à des critères de qualité.

Points forts et possibilités liées au contexte

La production scientifique est de qualité (effort de resserrement quantitatif et qualitatif des journaux).

Elle est ouverte vers l'extérieur et aux chercheurs internationaux (la moitié des publications sont co-signées avec des chercheurs extérieurs à l'unité).

Les publications sont faites dans les journaux de référence des disciplines de base de la mécanique des fluides et des transferts (*IJHMT*, *IJTS*, *JFM*, *Experiments in fluids*, *PRL*, *Fire Safety Journal*, *IEEE Transactions on Power Electronics*, etc.)

On note plusieurs articles de référence dans des revues scientifiques telles que *Physical Review B* sur la rhéologie des suspensions granulaires, *Fire Safety Journal* sur les mesures d'émissions spectrales de flammes ou *IEEE Transactions on Power Electronics*, sur la conception et le pilotage de piles à combustible.

La qualité de cette production est portée par des avancées instrumentales remarquables dans des systèmes complexes grâce au couplage de plusieurs domaines instrumentaux. Par exemple, on peut citer des instrumentations relatives à la rhéologie sous vibration, les méthodes de fluorescence induite par laser pour la mesure de température, la RMN dans les milieux poreux, le couplage des micro-réseaux électriques avec l'instrumentation relative à l'hydrogène ou aux machines thermodynamiques. Notamment, la posture scientifique affichant une volonté d'interface entre plusieurs disciplines liées aux vecteurs énergétiques (orientation vers les réseaux hybrides dans le groupe vecteur énergétique) est particulièrement originale.

Points faibles et risques liés au contexte

La qualité de la production est améliorable et amplifiable au vu du potentiel expérimental et humain constaté lors de l'entretien sur le site.

On note une faible participation dans les comités éditoriaux de revues scientifiques et un nombre de conférences invitées en décalage avec la qualité de certaines thématiques scientifiques.

2/ La production scientifique est proportionnée au potentiel de recherche de l'unité et répartie entre ses personnels.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les trois groupes de recherche ont une production importante et comparable en quantité. La production de l'ensemble de l'unité est bonne en moyenne (supérieure à 2 ACL/chercheur/an).

L'équipe transverse RMN a un fort potentiel de production au regard de sa taille et des possibilités d'interaction avec les autres groupes de recherche de l'unité. Ce potentiel n'est pas assez exploité.

Points faibles et risques liés au contexte

La production est hétérogène suivant les individus et les équipes.

L'encadrement doctoral est mal réparti et pas corrélé avec la production scientifique.

Les conférences internationales invitées restent souvent cantonnées à des chercheurs seniors, alors que des jeunes chercheurs pourraient être valorisés en plus grand nombre pratiquement dans tous les groupes de l'unité.

3/ La production scientifique de l'unité respecte les principes de l'intégrité scientifique, de l'éthique et de la science ouverte.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité a une politique de dépôt sur HAL, avec des formations et un chargé de mission.

Les doctorants sont formés aux grands principes de l'intégrité scientifique.

Points faibles et risques liés au contexte

Pas de points faibles identifiés.

DOMAINE 4 : INSCRIPTION DES ACTIVITÉS DE RECHERCHE DANS LA SOCIÉTÉ

Appréciation sur l'inscription des activités de recherche de l'unité dans la société

Les activités de recherche de l'unité sont remarquablement en phase avec la demande sociétale. Les objectifs applicatifs liés à l'énergie en sont la parfaite illustration.

De plus, l'unité a, historiquement et géographiquement, un lien fort et des relations pérennes depuis plusieurs dizaines d'années avec les grands industriels de l'énergie et des matériaux (Saint-Gobain, Arcelor, Total, EDF, CEA, etc.). Le volume des contrats est important, il est d'environ quatre millions d'euros au cours de la période considérée.

Le comité note aussi des relations avec les PME encouragées par la région Grand-Est. L'unité n'a, par contre, pas la culture des brevets et licences de logiciels.

La communication avec le grand public est excellente au travers d'émissions de télévision et d'articles dans la presse locale sur des thématiques médiatiques (incendies, hydrogène, énergie en général, etc.).

1/ L'unité se distingue par la qualité de ses interactions non-académiques.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité se démarque par de nombreux contrats industriels (environ 4 M€ au cours de la période de référence) illustrés par la création d'un labcom avec Saint-Gobain, de nombreux accords-cadres. Elle a aussi des relations avec des PME de la région, dans le cadre de projets liés au groupe « vecteurs énergétiques ».

La participation non négligeable à l'institut Canot Icéel (ressourcement et réseau de structures de recherches de la région Grand-Est) est un atout supplémentaire.

Points faibles et risques liés au contexte

Les activités de valorisation (brevets, logiciels) sont faibles en regard du nombre de contrats industriels et de la puissance des plateformes.

Le comité a noté que les enseignants-chercheurs sont freinés par la lourdeur du montage de contrats de recherche. Notamment, l'ampleur de leur participation au montage administratif et même juridique de certains projets de recherche empiète largement sur leur travail de chercheur.

2/ L'unité développe des produits à destination du monde socio-économique.

Points forts et possibilités liées au contexte

Ces produits sont surtout des rapports de recherche et des publications favorisant les recherches amont de l'unité.

Les plateformes constituent le fer de lance de l'unité au service de prestations ou d'études pour le monde socio-économique.

Points faibles et risques liés au contexte

Vu la qualité des plateformes, peu d'outils (brevets, logiciels, méthodes) sont créés ou valorisés.

3/ L'unité partage ses connaissances avec le grand public et intervient dans des débats de société.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'unité effectue un grand nombre d'actions en direction du grand public (émissions de télévision, articles dans des journaux régionaux) dans des domaines emblématiques (feu, hydrogène, énergie). Ces interventions sont remarquables car effectuées par des chercheurs passionnés.

Points faibles et risques liés au contexte

Pas de point faible identifié.

C - RECOMMANDATIONS À L'UNITÉ

Recommandations concernant le domaine 1 : Profil, ressources et organisation de l'unité

En dehors des excellentes qualités relatives au profil et à l'organisation de l'unité, les ressources humaines comportent plusieurs points de fragilité.

La pyramide des âges ne favorise pas la promotion d'un grand nombre de MCF HDR dynamiques et menant des recherches de grande qualité alors que les départs en retraite sont peu nombreux dans les dix prochaines années. Il conviendra de trouver des solutions et des compromis (rehaussements de postes, pyramidages, lissages et anticipations de départs en retraite) avec la tutelle université de Lorraine.

Les personnels chercheurs du CNRS vont être en diminution importante. Cela nécessitera d'avoir une politique active de présentation de candidats aux concours CNRS.

Certaines plateformes sont fragilisées par un manque de personnel technique. Une politique de priorisation et une réflexion sur l'équilibre entre investissement instrumental, maintenance et potentiel humain est nécessaire. La plateforme RMN, par son potentiel et l'importance des collaborations internes pourrait être soutenue en priorité.

Recommandations concernant le domaine 2 : Attractivité

Les objectifs scientifiques permettent de nombreuses applications interdisciplinaires sur projets (énergie et transition énergétique). Cependant, la mise en avant des questionnements scientifiques et des points de compétences amont de l'unité n'est pas toujours claire. Le grand nombre de thématiques abordées peut parfois ressembler à de la dispersion. Ceci pourrait être évité par une réflexion sur l'affichage de méthodes génériques qui font la force de l'unité (méthodes inverses, instrumentation optique, approches théoriques, etc.).

L'attractivité de l'unité est en partie due à la réputation de chercheurs seniors reconnus internationalement. Il convient de poursuivre le soutien des thématiques nouvelles et prometteuses portées par des jeunes équipes dont certaines sont encore fragiles (RMN, hybridation des vecteurs énergétiques, milieux granulaires, nanothermique, etc.).

L'effort de visibilité internationale est à poursuivre (mobilité des jeunes chercheurs, participation à des réseaux internationaux pour les thématiques émergentes). Le suivi des objectifs et des ciblés de politique internationale des tutelles peut y aider.

Recommandations concernant le domaine 3 : Production scientifique

L'effort de resserrement quantitatif et qualitatif vis-à-vis des journaux scientifiques est à poursuivre.

Une réflexion sur la répartition de la production scientifique sur l'ensemble de l'unité et l'encadrement doctoral pourra être menée.

Recommandations concernant le domaine 4 : Inscription des activités de recherche dans la société

La politique de valorisation de l'unité mériterait d'être structurée (groupe de travail en lien avec les structures de valorisation des tutelles (SATT, etc.)) de manière à sensibiliser et former les chercheurs de l'unité aux dépôts de brevets et licences de logiciels, mais aussi au montage de projets industriels (notamment sur les aspects juridiques et administratifs).

ÉVALUATION PAR GROUPE

Groupe 1 : Énergie et Transferts

Nom du responsable : M. David Lacroix

THÉMATIQUES DU GROUPE

Le groupe « Énergie et transferts » traite de problématiques portant sur les transferts de chaleur et de masse à différentes échelles de temps et d'espace dans des milieux qui peuvent être, de plus, complexes. Ses travaux sont réalisés au sein de quatre équipes de recherche : (i) Transport dans les milieux complexes (11 C-EC, 6 NP) ; (ii) feux (5C-EC, 15 NP) ; (iii) Mécanique des sols, géotechnique (4 C-EC, 4 NP) et ; (iv) Acoustique (3 C-EC, 1 NP).

Les travaux s'appuient à la fois sur le développement d'outils théoriques et numériques, mais aussi sur des bancs expérimentaux originaux. Les deux premières équipes sont de taille équivalente mais avec un nombre de permanents bien plus importants pour l'équipe Transport dans les milieux complexes. Les deux autres équipes sont de taille plus faible.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le groupe a tenu compte des recommandations de la précédente évaluation et maintenu son niveau d'activités partenariales et une recherche amont de qualité. La dynamique de l'équipe Feux a été maintenue, voir amplifiée. Cette équipe a bénéficié très récemment du renfort d'un MCF. L'activité est bien cadrée, notamment au travers du partenariat avec le CSTB. Cette équipe a une reconnaissance internationale qui s'est amplifiée. Compte tenu de l'évolution des activités de l'équipe Acoustique, vers les questions d'audibilité, avec en plus le recrutement d'un MCF en 2021, cette équipe a naturellement migré vers le groupe « Énergie et transferts », les problématiques de recherche de cette équipe étant complètement différentes de celles présentées lors de la précédente évaluation, et bien plus proches désormais de celles de ce groupe.

Le nombre de thèses soutenues (21) durant les six dernières années, pour 12 HDR (dont 1 CR), ne fait pas apparaître une augmentation du taux d'encadrement de thèse par rapport à l'évaluation précédente, mais la configuration du groupe a été modifiée (départ de l'activité Pile à combustible par exemple) et le nombre de thèses en cours indique une bonne dynamique.

Le groupe a su recentrer sa production scientifique en ciblant les revues de références dans les domaines respectifs des équipes. 50 % des articles se retrouvent dans 14 revues internationales ce qui semble raisonnable compte tenu des activités variées au sein de ce groupe.

EFFECTIFS DU GROUPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	10
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	1
Sous-total personnels permanents en activité	23
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	2
Personnels d'appui à la recherche non permanents	1

Post-doctorants	2
Doctorants	21
Sous-total personnels non permanents en activité	26
Total personnels	49

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe

Les activités de recherche sont de qualité et globalement dans la continuité de celles du quinquennat précédent.

La production scientifique est de très bonne voire d'excellente qualité et publiée dans les meilleures revues des domaines de recherche du groupe, mais inégalement répartie entre les équipes et ses membres.

Les interactions avec le monde économique sont excellentes pour certaines équipes, avec, très souvent, des partenariats durables, qui permettent l'approfondissement des sujets de recherche.

Il faut souligner l'excellent équilibre entre les recherches amont et aval, au travers de développement de dispositifs expérimentaux très originaux de caractérisation nano-thermique, et de quantification des feux dans le bâti.

Le groupe bénéficie d'une reconnaissance académique nationale et internationale qui se traduit par la participation dans des réseaux nationaux et internationaux. Le groupe a maintenu et continué à développer de nombreuses collaborations, au travers de mobilités entrantes ou sortantes, ou dans le cadre de projets européens.

La structuration en groupe a favorisé les activités inter équipes permettant d'aborder un plus large spectre d'échelles. Le partage des méthodologies numériques développées dans les différentes équipes et donc les différentes échelles doit permettre de renforcer encore le groupe pour la réponse à des appels à projets.

L'arrivée de l'équipe Acoustique dans ce groupe est cohérente, notamment avec les synergies possibles relatives aux compétences sur les transferts radiatifs dans les milieux semi-transparents.

Bien que très active, l'équipe Géotechnique présente un spectre trop large par rapport à ses possibilités humaines et matérielles. Le recentrage sur la problématique du stockage souterrain de l'énergie est à poursuivre.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les activités du groupe « Énergie et transferts » sont totalement en phase avec les orientations stratégiques locales, régionales, nationales et internationales et les enjeux sociétaux. La structuration en groupe a permis de développer des collaborations inter-équipes permettant d'aborder un plus large spectre d'échelle. L'équipe Feux a une dynamique remarquable sur toutes les facettes, que ce soit sur les partenariats académiques, industriels, la diffusion de la connaissance, et la visibilité internationale. L'équipe Transports dans les milieux complexes développe des modélisations originales à différentes échelles, mais aussi des dispositifs expérimentaux uniques, ce qui laisse présager de belles perspectives.

La production scientifique du groupe est variée (articles dans des revues internationales, présentations en congrès, rédaction de chapitres d'ouvrages, supports pédagogiques pour les participations aux écoles thématiques). Ce groupe a produit 143 articles dans des revues internationales et a eu un taux de publication quasi constant durant la période d'évaluation égal à 2,4 articles de rang A par an et par ETPR. Les publications sont réalisées dans les journaux majeurs des domaines de recherche du groupe. Les membres du groupe ont participé à la rédaction de dix ouvrages. Le groupe bénéficie d'une reconnaissance académique nationale et internationale qui se traduit par la participation dans les réseaux nationaux (GDR NAME, Tamarys, feux, Suies, Ondes, à l'action RISE GeoRes), et des réseaux internationaux (GABI, ROSE). La reconnaissance du groupe se traduit aussi par la participation à l'organisation de nombreuses conférences internationales, la participation à

des comités éditoriaux, et à de nombreuses expertises scientifiques ou techniques. Un des membres du groupe est devenu membre junior IUF durant la période considérée.

Le dynamisme du groupe se traduit aussi par l'accueil de 42 doctorants durant la période considérée dont 20 thèses en cours et un abandon. Le nombre moyen d'articles par docteur est de deux ce qui traduit un bon accompagnement des doctorants durant leur thèse. Cette dynamique s'est aussi traduite par un maintien du nombre de chercheurs CNRS, malgré un départ en mutation, et la promotion de trois MCF.

Le groupe a maintenu et continué à développer de nombreuses collaborations internationales, au travers de mobilités entrantes ou sortantes, ou dans le cadre de projets européens. Ce rayonnement national et international se traduit par 69 % des publications réalisées dans le cadre d'un partenariat national et 35 % dans le cadre de collaborations internationales.

Le groupe a une activité de collaboration académique et industrielle très importante au travers d'accords-cadres qui permettent une programmation et une collaboration dans la durée (CSTB, INRS), de partenariats académiques (trois projets européens, 24 projets nationaux ou régionaux), dans le cadre de sept conventions Cifre, et de nombreux contrats de recherche. Ces travaux ont donné lieu au dépôt de deux logiciels (OPTIMAG V1, LS-STAG) et de deux brevets (en cours). Le groupe mène de nombreuses actions de diffusion auprès du monde socio-économique, vers le grand public, en particulier au sein de l'équipe Feux.

Points faibles et risques liés au contexte

La production scientifique est bonne mais est inégalement répartie entre les équipes et les membres du groupe.

Il y a également une forte disparité du nombre de doctorants par équipe. Le nombre de conférences invitées ne reflète pas la qualité de la production scientifique ce qui nuit à la visibilité internationale du groupe.

L'équipe Géotechnique est sollicitée sur de très nombreux sujets tout en n'ayant pas l'effectif suffisant pour y répondre.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE

Le groupe devra veiller à améliorer l'homogénéisation des taux de production scientifique, *a minima* à l'échelle des équipes.

Le nombre de doctorants est globalement bon au niveau du groupe, mais il faudrait que certaines équipes amplifient leur recherche de financements de contrat doctoral.

Durant la période d'évaluation, l'équipe Acoustique a recentré ses activités sur les problématiques d'audibilité. Cette équipe est encouragée à stabiliser et densifier cette activité, tout en essayant d'envisager des collaborations avec les autres équipes du groupe, en partageant, par exemple, des outils ou méthodologies comme les outils de propagation d'ondes sonores et ceux de la propagation du rayonnement dans les milieux semi-transparentes.

L'équipe Géotechnique et mécanique des sols a un positionnement original dans le domaine de l'intégration de la problématique géotechnique pour du stockage souterrain de l'énergie, qu'il conviendrait de renforcer afin de limiter une trop grande dispersion.

L'équilibre entre les activités de recherche académique, contractuelles et la diffusion de l'information scientifique est à maintenir au niveau du groupe, et à renforcer dans certaines équipes.

Les interactions entre les équipes du groupe doivent continuer à être renforcées afin d'avoir une capacité de réponse amplifiée aux appels à projets compte tenu de leurs forces aux différentes échelles, en particulier au travers du partage des méthodologies numériques développées dans les différentes équipes.

Groupe 2 : Vecteurs Énergétiques

Nom du responsable : M. Olivier Lottin

THÉMATIQUES DU GROUPE

Le groupe « Vecteurs énergétiques » est constitué de trois équipes qui s'intéressent aux vecteurs : chaleur, hydrogène et électricité (depuis 2018). Ces équipes mènent des activités propres et des travaux collaboratifs. L'activité de l'équipe Gestion de la chaleur repose sur des approches expérimentales, en métrologie thermique des matériaux et des systèmes, et de modélisation physique. L'équipe Hydrogène et systèmes électrochimiques mène des travaux pluridisciplinaires pour la compréhension des phénomènes physiques et électrochimiques de systèmes de conversion d'énergie. L'équipe Gestion de l'énergie électrique se concentre sur la modélisation, le dimensionnement et la gestion des micro-réseaux électriques.

Les approches transversales visent l'intégration optimisée des convertisseurs énergétiques dans la gestion des micro-réseaux multi-sources et multi-vecteurs en développant des méthodologies d'optimisation et des outils d'analyse, de diagnostic et de caractérisation.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le groupe s'est fortement restructuré depuis la dernière évaluation. Ce groupe est né du regroupement des spécialistes des piles à combustible du LEMTA, de l'intégration en 2017 de l'équipe Gestion de la chaleur, issue de la fusion des activités « Thermique des matériaux » et « Systèmes énergétiques » du laboratoire, et de l'intégration en 2018 de l'équipe Gestion de l'énergie électrique du laboratoire GREEN.

Cette restructuration a été réalisée avec succès en suivant les recommandations de la précédente évaluation. Le LEMTA a accompagné cette structuration au travers de thèses inter-équipes, d'investissements matériels, de la mise en place de plateaux techniques mutualisés et consacrés aux micro-réseaux multi-sources multi-vecteurs et de ses services communs dans le domaine de l'électronique. Des projets transversaux internes à ce groupe et des projets intergroupes au sein du laboratoire, ainsi que le regroupement des moyens sur un site unique ont permis une intégration réussie de l'équipe Gestion de l'énergie électrique. On note une très bonne synergie entre les chercheurs qui a permis une visibilité accrue de l'ensemble des activités du groupe.

Le groupe a poursuivi ses interactions avec l'équipe transversale IRM, en particulier dans le cadre du projet européen ALPE et du projet équipex+ *Durability*, avec des avancées scientifiques probantes.

Suite aux recommandations de la précédente évaluation, le groupe a privilégié certaines revues pour valoriser ses travaux de recherche, 17 revues regroupant 50 % de la production du groupe, ce qui reste perfectible.

EFFECTIFS DU GROUPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	10
Directeurs de recherche et assimilés	0
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	3
Sous-total personnels permanents en activité	20
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche non permanents	2
Post-doctorants	3

Doctorants	25
Sous-total personnels non permanents en activité	33
Total personnels	53

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe

Le nouveau groupe « Vecteurs énergétiques » est prometteur et a un positionnement scientifique très original.

Ce groupe répond aux problématiques sociétales majeures de l'énergie. Il s'appuie sur une approche à la fois systémique et multiphysique. Il a une marge de progression importante en particulier dans le domaine des réseaux multi-vecteurs.

La production scientifique du groupe est globalement excellente. Elle a bénéficié de la dynamique de l'équipe GEE, récemment intégrée au LEMTA. Cependant, les taux de publication et d'encadrement doctoral sont inégalement répartis entre les membres permanents et en grande partie associés à l'activité scientifique de personnalités reconnues, dont certains sont professeurs émérites.

La présence de trois plateaux techniques rattachés à ce groupe est un atout certain qui lui assure une très bonne visibilité aux échelles locale et nationale.

Les collaborations et partenariats sont nombreux, avec un bon équilibre institutionnel - industriel.

Au niveau international, le groupe a une activité en forte progression, mais de répartition inégale. L'activité éditoriale et les conférences invitées restent faibles.

Points forts et possibilités liées au contexte

Le groupe « Vecteurs Énergétiques », par son affichage thématique avec une approche systémique portant à la fois sur un équilibre entre l'expérimental et la modélisation multiphysique, joue un rôle important et reconnu au sein du LEMTA.

Le positionnement sur les réseaux multivecteurs traité de manière transversale est un point fort du groupe.

La production scientifique des équipes et des activités transversales du groupe est excellente et équilibrée, avec 161 publications ACL dans des revues de grande qualité des domaines d'expertise et un taux de publication annuel moyen par ETP de 2,5, avec une forte progression depuis 2019 suite à l'intégration de l'équipe GEE (Gestion de l'Énergie Électrique). Cette dynamique se traduit également par le nombre important de thèses en cours (22 thèses en cours sur un total de 39).

Les collaborations à l'international sont nombreuses et en forte progression depuis 2018, représentant 50 % des publications du groupe. La création d'un IRP (Partenariat de Recherche Internationale) sur l'hydrogène et l'efficacité énergétique des micro-réseaux électriques avec la Thaïlande renforce la dimension internationale.

Le groupe se distingue aussi par une forte activité collaborative menée par ses différentes équipes : la participation à des contrats de recherche est remarquable avec un équilibre entre collaborations institutionnelles (7 projets européens, 27 projets nationaux) et partenariats industriels (38 contrats), ce qui se traduit entre autres par 17 % des thèses du groupe qui sont réalisées dans le cadre de conventions Cifre et la participation à une chaire junior. La participation de l'équipe Gestion de la chaleur au labcom CANOPEE est une réelle opportunité pour accroître ses activités partenariales.

La présence de trois plateaux techniques rattachés à ce groupe est un atout certain qui lui assure une très bonne visibilité à l'échelle locale et nationale.

L'activité de diffusion auprès des acteurs du monde socio-économique et du grand public sur les nouvelles technologies de l'énergie, et tout particulièrement sur l'hydrogène, est notable et de grande qualité.

Les activités de l'équipe Gestion de l'énergie électrique, associant la modélisation multiphysiques dynamique et la gestion de l'énergie, représentent un facteur structurant du groupe. Elles conduisent à de nouvelles stratégies de gestion énergétique appliquées aux structures innovantes de conversion d'énergie multi-vecteurs.

Les activités de l'équipe Hydrogène et systèmes électrochimiques sont à l'interface entre la science des matériaux et le développement de systèmes électrochimiques et s'appuient sur des compétences fortes en conception de cellules élémentaires instrumentées et segmentées et en modélisation. Ces approches scientifiques originales permettent d'obtenir les paramètres caractéristiques des systèmes électrochimiques étudiés.

Les activités de l'équipe Gestion de la chaleur s'appuient plus spécifiquement sur les compétences fortes et reconnues en métrologie thermique du LEMTA, complétées par des méthodes originales développées pour la caractérisation de matériaux complexes non homogènes et l'optimisation de systèmes énergétiques en régimes dynamiques stationnaires et transitoires.

Points faibles et risques liés au contexte

La production scientifique reste très inégalement répartie entre les membres du groupe et est en grande partie associée à l'activité scientifique de personnalités reconnues, dont certains sont professeurs émérites.

Une part notable des publications (50 %) n'implique qu'un membre du groupe (équipes Gestion de l'énergie électrique et Gestion de la chaleur).

Le comité note un seul brevet, deux déclarations d'inventions et un projet à la SATT Sayens, au regard des partenariats industriels et des activités du groupe à fort potentiel applicatif, la valorisation est perfectible.

Concernant les activités concourant au rayonnement, le nombre de conférences invitées dans des congrès internationaux est globalement faible. Les membres permanents des équipes Gestion de l'énergie électrique et Gestion de la chaleur ne sont pas impliqués dans ces activités.

Les collaborations internationales restent très inégalement réparties au sein du groupe, n'impliquant que quelques personnalités scientifiques reconnues. Quant à la mobilité sortante, le nombre de chercheurs engagés est globalement faible.

L'encadrement des thèses est assuré par un nombre relativement restreint de membres permanents. Quant aux capacités d'encadrement de thèse, peu de maîtres de conférence et chargés de recherche ont leur HDR.

Les membres permanents sont bien impliqués dans l'organisation de conférences internationales et workshop, mais l'activité éditoriale du groupe est faible.

La responsabilité dans des sociétés savantes se limite à l'animation et/ou à la participation à des GDR et à des fédérations en lien avec l'hydrogène, le stockage, les micro-réseaux et la conversion de l'énergie.

L'activité de métrologie thermique du groupe va être affectée par le départ d'un ingénieur de recherche de compétences reconnues dans le domaine. La diminution d'effectifs dans cette équipe peut faire apparaître un risque fort de dispersion au vu des nombreuses thématiques abordées.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE

Les capacités d'encadrement de thèse devraient être renforcées dans les trois équipes avec le passage de l'HDR des maîtres de conférences et chargés de recherche.

Le groupe devrait veiller à ce que l'ensemble de ses membres permanents participe à la production scientifique du groupe.

Les activités éditoriales, les responsabilités dans des sociétés savantes, ainsi que les conférences invitées devraient être intensifiées.

L'équipe Gestion de la chaleur devrait davantage recentrer ses activités sur des problématiques en adéquation avec ses compétences en métrologie et méthodes inverses reconnues.

Les activités réseaux multi-vecteurs, transversales aux équipes du groupe, devraient être poursuivies voire amplifiées, avec un soutien de l'unité.

Groupe 3 : Milieux Fluides & Rhéophysique

Nom du responsable : M. Michel Gradeck

THÉMATIQUES DU GROUPE

Le groupe « Milieux Fluides et Rhéophysique » s'intéresse à des problématiques où écoulements et rhéologie sont intimement couplés : écoulements en présence de particules (poudres, grains, suspensions), interfaces et changements de phase, mécanique des solides avec des applications aux vitrimères en particulier. Le groupe est composé de quatre équipes.

Les deux équipes Transfert dans les fluides (TDF) et Fluides et Écoulements complexes dans l'industrie et la nature (FECIN) sont de tailles assez importantes (6-9 EC/C, 6-11 NP).

Les deux autres équipes Écoulements de poudres et suspensions (EPS) et Rhéologie de matériaux nano/micro-structurés (RhéoSol) sont de tailles plus réduites (3-5 EC, 3-4 NP) avec des thématiques centrées sur des objets d'étude précis.

Les approches sont essentiellement expérimentales avec une part originale de modélisation théorique et numérique.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

Le groupe a été restructuré depuis la dernière évaluation, ce qui donne des équipes bien identifiées en thématique et/ou outils. Le groupe a recentré avec succès ses publications vers les revues de référence des domaines concernés (*Physical Review E*, *IJHMT*, *Journal of Fluid Mechanics*, *Physics of Fluids*, *Soft Matter*, *Europhysics Letters*, etc.).

Les recommandations de l'évaluation précédente, comportaient les points mentionnés ci-dessous.

Développer une stratégie de développement mutualisé des outils numériques

Le comité a noté un effort pour s'intégrer dans la communauté numérique nationale des écoulements multiphasiques, qui a été favorisé par la participation importante du groupe au GDR Transinter. Cependant, la capitalisation et la mutualisation des outils numériques à l'intérieur de l'unité est à poursuivre.

Avoir davantage de collaboration à l'international

Les collaborations à l'international se sont accrues, notamment par le montage ou la participation de plusieurs membres du groupe à des programmes européens. Il y a encore peu de participation à des comités éditoriaux (point de faiblesse qui a été indiqué par le groupe). On peut noter une participation accrue des doctorants à des congrès dans le domaine de la dynamique des fluides et du transfert malgré les difficultés liées à la situation sanitaire.

Être plus présent dans les projets européens

Cette recommandation a été suivie par l'obtention d'un projet européen *PowderReg* (projet visant à améliorer les procédés mettant en œuvre des poudres dans la grande région Lorraine, Sarre, Luxembourg, Liège, Kaiserslautern) porté par le LEMTA, et deux projets ESFR-SMART et ESFR-SIMPLE (projets relatifs à la conception d'un réacteur rapide à sodium européen (*European Sodium Fast Reactor*)).

Réfléchir sur la politique de formation à la protection intellectuelle et l'incitation à la valorisation

Les activités de recherche se prêtent à des partenariats industriels pérennes et anciens portés par le groupe et avec une protection intellectuelle établie de longue date. Le comité souligne la volonté d'aller vers des démonstrateurs et des prototypes (4 durant la période) et la participation à la création d'une start-up (grâce au projet *PowderReg*). Cependant, l'activité de dépôts de brevets et de licence de logiciels reste faible et les efforts dans le domaine de la valorisation sont à poursuivre.

EFFECTIFS DU GROUPE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	6
Maîtres de conférences et assimilés	16
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	2
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	0
Sous-total personnels permanents en activité	25
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	3
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	3
Doctorants	21
Sous-total personnels non permanents en activité	27
Total personnels	52

ÉVALUATION

Appréciation générale sur le groupe

Le groupe est en forte progression. Il bénéficie d'une bonne dynamique scientifique avec des axes forts et bien identifiés. En particulier, le comité souligne la qualité des recherches effectuées et leur originalité dans chaque équipe, portées en général par des jeunes chercheurs brillants et prometteurs.

La production scientifique est excellente et équilibrée sur l'ensemble du groupe. Plusieurs travaux et compétences sont à remarquer dans les domaines des écoulements de poudres et suspensions (modélisations, étude de l'effet des vibrations sur la rhéologie des suspensions), de la modélisation multi-échelle de la convection dans les matériaux à changement de phase, de la mesure de température par fluorescence induite par laser dans laquelle l'équipe est un leader international et la caractérisation mécanique des matériaux vitrimères.

Les relations industrielles du groupe sont pérennes et en phase avec les objectifs applicatifs de l'unité (stockage et transport de l'énergie, matériaux durables). Elles favorisent le bon équilibre entre expérience/modélisation/théorie.

La visibilité du groupe est en croissance avec un bon investissement dans la communauté scientifique nationale et internationale (GDR Transinter, projet européen PowderReg). Des marges de progression existent encore au vu de la qualité de la production scientifique.

Quelques points de vigilance sont à considérer (faibles promotions des jeunes MCF HDR, faible capitalisation et collaboration relative aux méthodes numériques).

Points forts et possibilités liées au contexte

Le groupe s'ouvre à des sujets nouveaux/actuels tout en maintenant un bon équilibre entre expérience/modélisation/théorie. Il présente un très bon dynamisme scientifique avec plusieurs jeunes

« locomotives » qui bénéficient déjà d'une forte reconnaissance nationale et internationale (excellents travaux dans les domaines : granulaire et suspensions, givrage et changement de phase, étude des vitrimères).

La force du groupe est de disposer de plusieurs plateformes expérimentales et donc plusieurs expertises reconnues dans les domaines des mesures de champs de vitesse par PIV, de la caractérisation d'écoulement et de champs par méthode de fluorescence, de la rhéométrie.

La production scientifique est excellente dans des revues telles que : *Physical Review E*, *IJHMT*, *Journal of Fluid Mechanics*, *Physics of Fluids*, *Soft Matter*, *Europhysics Letters*. Cette production est équilibrée sur l'ensemble du groupe.

Les relations industrielles sont anciennes et pérennes (CEA, IRSN, Arcelor Mittal, etc.). Les applications issues de ces relations sont prometteuses, en phase avec les attentes sociétales et les objectifs applicatifs de l'unité (changement de phase pour le stockage et le transport de chaleur, vitrimères pour le développement de matériaux durables et recyclables, écoulements dans le domaine de la sûreté nucléaire).

Le comité note le bon investissement dans la communauté scientifique nationale et internationale. Le groupe est de plus en plus présent dans des projets européens (notamment portage du projet *PowderReg*). L'animation du GDR Transinter apporte un positionnement très visible au niveau national.

La communication vers le grand public est bonne (notamment une émission de télévision sur les écoulements granulaires) et bien relayée par l'ensemble de l'unité.

Points faibles et risques liés au contexte

Le comité tient à souligner qu'il n'a pas identifié de points faibles mais plutôt des points de vigilance.

Le nombre de MCF HDR en attente d'une promotion est très élevé, alors que plusieurs de ces personnels ont un rôle majeur dans l'animation scientifique des équipes et au sein de l'unité.

Même si on ne voit pas de problème dans le fonctionnement du groupe, les synergies entre les équipes ne sont pas apparentes. L'équipe Rheosol semble notamment assez éloignée des autres équipes plus proches de la mécanique des fluides. La capitalisation des approches et méthodes numériques n'est pas mise en avant et pourrait susciter des échanges ou des projets communs.

Malgré la croissance de projets internationaux, la visibilité en termes d'invitations à des conférences internationales n'est portée que par quelques personnes. Elle n'est pas à la hauteur des travaux et publications du groupe.

RECOMMANDATIONS AU GROUPE

Le comité tient à souligner la qualité des travaux effectués et la progression du groupe dans sa structuration actuelle.

Le comité souhaite encourager plusieurs orientations déjà prises.

L'effort pour améliorer la visibilité internationale doit être poursuivi dans toutes les équipes.

S'il existe des liens entre les équipes au sein du groupe, l'animation scientifique pourrait être améliorée afin de favoriser l'émergence de collaborations ou de projets communs. Une réflexion commune sur les activités numériques pourrait notamment générer ce type de collaboration.

Un rapprochement avec la tutelle université de Lorraine pour trouver des solutions en vue de la promotion de jeunes MCF HDR est souhaitable.

Équipe transverse : IRM pour l'ingénierie

Nom du responsable : M. Jean-Christophe Perrin

THÉMATIQUES DE L'ÉQUIPE TRANSVERSE

L'équipe transverse « IRM pour l'ingénierie » est constituée de quatre thématiques : Méthodologie RMN et instrumentation ; Vélocimétrie par IRM dans des milieux complexes ; Thermométrie par IRM dans des fluides complexes ; Caractérisation et transport en milieux poreux.

Ces thématiques sont en forte interaction avec les autres groupes de l'unité.

PRISE EN COMPTE DES RECOMMANDATIONS DU PRÉCÉDENT RAPPORT

La création de l'équipe en 2018 constitue en soi une réponse aux recommandations du précédent rapport, dans le but de la positionner « à la fois comme un service commun de l'ensemble de l'unité et de la communauté universitaire locale et comme une opération scientifique autonome, avec des enjeux scientifiques et moyens associés ».

Au cours du mandat, la transition s'opère donc entre ce qui était une « action transverse » en 2016 vers une véritable « équipe de recherche transverse ». Elle reste encore inachevée, dans la mesure où, si son positionnement en tant que service commun est un véritable succès (très grand nombre de collaborations internes), sa stratégie scientifique, sa notoriété et ses moyens n'ont pas encore atteint ceux d'un groupe véritablement autonome. Ceci apparaît lié au très faible nombre de chercheurs impliqués, et à la jeunesse de l'équipe. La dynamique est cependant très positive, avec portage du projet récent et directions de thèse en propre.

Il avait été suggéré à cette équipe de développer sa notoriété au niveau national et international, notamment par l'implication de chercheurs. La création et l'animation du réseau national « Résonance magnétique et énergie » illustre un fort dynamisme dans ce sens, mais pour le moment restreint au niveau national.

EFFECTIFS DE L'ÉQUIPE TRANSVERSE

Personnels permanents en activité	
Professeurs et assimilés	0
Maîtres de conférences et assimilés	3
Directeurs de recherche et assimilés	1
Chargés de recherche et assimilés	1
Chercheurs des EPIC et autres organismes, fondations ou entreprises privées	0
Personnels d'appui à la recherche	2
Sous-total personnels permanents en activité	7
Enseignants-chercheurs et chercheurs non permanents et assimilés	0
Personnels d'appui à la recherche non permanents	0
Post-doctorants	0
Doctorants	3
Sous-total personnels non permanents en activité	3
Total personnels	10

ÉVALUATION

Appréciation générale sur l'équipe transverse

Cette équipe est très prometteuse et dynamique. Elle est caractéristique du renouvellement de l'unité.

Cette équipe a la particularité d'avoir un positionnement transverse. Elle est de très petite taille par rapport aux trois groupes de l'unité. Sa structuration est très pertinente puisque que les interactions avec l'ensemble de l'unité sont nombreuses. Elle s'appuie sur des équipements lourds dont l'investissement est fortement soutenu par l'unité. Les développements méthodologiques remarquables permettent d'offrir à de nombreuses thématiques de l'unité des méthodes de mesure originales et différenciantes. En outre, des thématiques propres sont poursuivies suivant deux axes : développement méthodologique autour de la RMN et de l'IRM, d'une part, et écoulements et transferts en milieux poreux, d'autre part.

La production scientifique relative à ces deux axes propres est de qualité et est complétée par la co-signature des publications relatives aux nombreux projets collaboratifs, internes et externes à l'unité, pour lesquels elle apporte son savoir-faire instrumental et méthodologique. L'utilisation de l'IRM pour la métrologie dans les milieux opaques constitue un positionnement original et pertinent, pour laquelle l'équipe a acquis un savoir-faire important et reconnu.

La visibilité de cette équipe est en croissance. La création et l'animation du réseau national « Résonance magnétique et énergie » illustre un fort dynamisme dans ce sens, mais pour le moment restreint au niveau national.

Un point d'attention est lié aux ressources humaines. Le renouvellement générationnel et les départs à venir font apparaître une prochaine absence notable de cadres de rang A.

Points forts et possibilités liées au contexte

L'équipe a un positionnement scientifique et technique original et pertinent. Son savoir-faire méthodologique est reconnu, ce qui est renforcé au niveau national par l'animation d'un réseau sur la thématique de la RMN et de l'IRM pour la métrologie en ingénierie.

Les très nombreuses collaborations internes avec l'ensemble des groupes de l'unité, mais aussi externes au niveau national, constituent la grande force de l'équipe.

Le dynamisme important des membres de l'équipe est à souligner, et il concerne à la fois les personnels techniques sur lesquels reposent une grande partie des collaborations, et les chercheurs et enseignants-chercheurs qui animent et portent des projets.

Enfin, le renouvellement récent des équipements devrait lui assurer un maintien à l'état de l'art international du point de vue des performances instrumentales.

Points faibles et risques liés au contexte

Si la reconnaissance et la visibilité sont bonnes au niveau national, elles méritent toutefois d'être consolidées. Le rayonnement international reste limité malgré la qualité et l'originalité du savoir-faire.

La production scientifique relative aux développements méthodologiques et techniques reste assez limitée.

La taille modérée de l'équipe est un frein à son développement, et ce d'autant plus que l'équipe fait face à un renouvellement générationnel, avec, vu les départs à venir, une prochaine absence notable de cadres de rang A. Ceci paraît inadéquat vis-à-vis de l'ambition de croissance de notoriété et de portage scientifique, et constitue une menace.

Par ailleurs, le départ très récent d'un ingénieur de recherche apparaît particulièrement critique sur ces instruments lourds pour la poursuite des activités collaboratives associées à la plateforme instrumentale.

RECOMMANDATIONS À L'ÉQUIPE TRANSVERSE

Le remplacement d'un ingénieur de recherche est critique pour les activités de cette équipe et devrait apparaître prioritaire au niveau de l'unité.

Compte tenu du départ à venir de quelques chercheurs, l'équipe devra définir une stratégie scientifique adaptée à sa taille et aux moyens disponibles, afin de maximiser son impact.

La dynamique de portage de projets et de valorisation des développements méthodologiques sous forme de publications dans des revues internationales spécialisées est à poursuivre et à intensifier pour accroître la visibilité et la reconnaissance internationale des activités de l'équipe.

Enfin, au niveau local, les liens engagés avec les activités IRM pour la santé du site Lorrain semblent intéressants et méritent d'être consolidés.

DÉROULEMENT DES ENTRETIENS

DATES

Début : 19 septembre 2022 à 12h00

Fin : 21 septembre 2022 à 16h00

Entretiens réalisés en présentiel

PROGRAMME DES ENTRETIENS

Lundi 19 septembre 2022

INIST- Salle de conférences - 2, Allée du Parc de Brabois, Vandœuvre-lès-Nancy

12h00-13h30	Repas - comité à huis clos
13h30-13h45	Café / transfert vers INIST
13h45-14h00	Introduction de la visite par le conseiller scientifique Hcéres
14h00-15h15	Présentation du bilan - M. Pascal Boulet - 1h15 - exposé (45 mn) discussions (30 min)
15h15-16h35	GR1 (Milieux Fluides - Rhéophysique) - 1h20 Exposé du responsable de groupe et discussion (15 mn + 5 mn) Présentation de 3 focus scientifiques sélectionnés puis séance de questions Focus 1 Rhéologie des matériaux hétérogènes à constituants visco-élastiques (15 mn) Focus 2 Transferts appliqués à la sûreté nucléaire (15 mn) Focus 3 Dispersion granulaires vibrées (15 mn) Questions (15 mn)
16h35-16h55	Pause-café
16h55-18h15	GR2 (Vecteurs énergétiques) - 1h20 Exposé du responsable de groupe et discussion (15 mn + 5 mn) Présentation de 3 focus scientifiques sélectionnés puis séance de questions Focus 1 Durabilité des membranes de piles à combustible (15 mn) Focus 2 Gestion de l'énergie des micro-réseaux maillés (15 mn) Focus 3 Récupération de la chaleur fatale (15 mn) Questions (15 mn)
18h15-18h45	Réunion du comité à huis clos

Mardi 20 septembre 2022

INIST- Salle de conférences - 2, Allée du Parc de Brabois, Vandœuvre-lès-Nancy

08h15-08h40	Accueil - café
08h40-10h00	GR3 (Énergie et Transferts) - 1h20 Exposé du responsable de groupe et discussion (15 mn + 5 mn) Présentation de 3 focus scientifiques sélectionnés puis séance de questions Focus 1 Géosstructures énergétiques (15 mn) Focus 2 Comportement au feu du bois de construction (15 mn) Focus 3 Transferts de chaleur ultra-rapides (15 mn) Questions (15 mn)
10h00-10h20	Pause-café
10h20-11h20	Activités transverses - 1h00 Focus 1 : IRM pour l'ingénierie (35 mn) Focus 2 : Projet Stock'NRJ, action MCP (25 mn)
11h20-12h05	Entretien avec les doctorants et post-doctorants (45 min)
12h05-13h30	Pause repas - comité à huis clos
13h30-14h30	Entretien avec les personnels d'appui à la recherche (1h00)
14h30-15h45	Entretien avec les chercheurs et enseignants-chercheurs (1h15)

Transfert vers les installations expérimentales du LEMTA
2 Av. de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

15h45-18h15	Visites d'installations expérimentales avec présentations - 2h30 Répartition en deux groupes de visite (30 min par plateau) : 1) Transferts dans les fluides / Poudres et suspensions / Rhéologie des solides / Feux 2) Caractérisation thermique / Caractérisation optique / Micro-réseaux / Hydrogène / Systèmes Electrochimiques
18h15-18h45	Réunion du comité à huis clos

Mercredi 21 septembre 2022

INIST- Salle de conférences - 2, Allée du Parc de Brabois, Vandœuvre-lès-Nancy

- | | |
|-------------|--|
| 08h30-09h00 | Accueil - café |
| 09h00-10h00 | Présentation de la prospective de l'unité - 60 mn
Exposé par M. Olivier Lottin et discussions |
| 10h00-10h25 | Pause-café |
| 10h25-11h05 | Rencontre directeur/futur directeur (40 mn) |
| 11h05-11h55 | Rencontre avec les tutelles (50 mn) |

Transfert vers la salle Poincaré, LEMTA

2 Av. de la Forêt de Haye, 54500 Vandœuvre-lès-Nancy

- | | |
|-------------|--|
| 12h20-16h00 | Réunion du comité Hcéres à huis clos avec pause déjeuner |
| 16h00 | Fin de la visite et transfert des experts (gare, aéroport) |

OBSERVATIONS GÉNÉRALES DES TUTELLES

**Direction de la Recherche et de
la Valorisation**

91 avenue de la Libération
BP454
54001 NANCY Cedex

Clotilde BOULANGER
vp-recherche@univ-lorraine.fr

Hélène BOULANGER
presidente@univ-lorraine.fr

HCERES
2 rue Albert Einstein
75013 Paris

Objet : Observations de portée générale sur le rapport d'évaluation - DER-PUR230023235 – LEMTA (Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée).

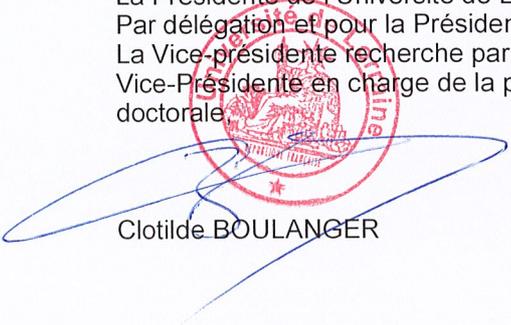
Madame, Monsieur,

Je vous remercie pour le rapport d'évaluation réalisé pour le LEMTA (Laboratoire d'énergétique et de mécanique théorique et appliquée), que vous nous avez transmis le 16 novembre 2022. Je tiens également à remercier très sincèrement les évaluateurs pour la qualité des échanges et pour l'analyse de cette unité de recherche.

Je vous prie de trouver ci-joint les observations de portée générale formulées par l'unité sur le rapport d'évaluation transmis.

Vous remerciant à nouveau pour cette évaluation qui permettra à l'unité mixte de recherche LEMTA de poursuivre sa réflexion sur la base des recommandations émises, je vous prie d'agrèer, Madame, Monsieur, l'expression de mes respectueuses salutations.

La Présidente de l'Université de Lorraine,
Par délégation et pour la Présidente,
La Vice-présidente recherche par intérim et
Vice-Présidente en charge de la politique
doctorale



Clotilde BOULANGER

CAMPAGNE D'ÉVALUATION 2022-2023

VAGUE C

Nom de l'unité : Laboratoire Énergies & Mécanique Théorique et Appliquée

Acronyme : LEMTA

Label et numéro : UMR 7563

OBSERVATIONS

Le LEMTA a pris connaissance du rapport du comité de visite et ne formule pas de demande de modification. Nous remercions le comité pour son appréciation sur notre organisation, notre production et notre rayonnement. Nous apprécions en particulier le fait que le Comité mentionne notre fragilité en matière de ressources humaines, avec la nécessité d'un soutien des tutelles pour renforcer nos personnels d'appui, nos chercheurs et proposer des supports de postes de Professeurs à l'intention de nos nombreux jeunes cadres MCF HDR.

Nous avons pris note des recommandations du comité et allons mettre en place un plan d'actions pour améliorer notre fonctionnement et nos indicateurs sur les points de vigilance signalés à l'échelle du laboratoire et des équipes.

Les rapports d'évaluation du Hcéres
sont consultables en ligne : www.hceres.fr

Évaluation des universités et des écoles

Évaluation des unités de recherche

Évaluation des formations

Évaluation des organismes nationaux de recherche

Évaluation et accréditation internationales



2 rue Albert Einstein
75013 Paris, France
T. 33 (0)1 55 55 60 10

hceres.fr

[@Hceres_](https://twitter.com/Hceres_)

[Hcéres](https://www.youtube.com/Hceres)

