

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Évaluation du HCERES sur l'unité :

Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des
Energies Nouvelles et les Nanomatériaux

LITEN

sous tutelle des

établissements et organismes :

Commissariat à l'Énergie Atomique et aux énergies
alternatives – CEA

HCERES

Haut conseil de l'évaluation de la recherche
et de l'enseignement supérieur

Entités de recherche

Pour le HCERES,¹

Michel COSNARD, président

Au nom du comité d'experts,²

Jean-Claude CHARPENTIER, président du
comité

En vertu du décret n°2014-1365 du 14 novembre 2014,

¹ Le président du HCERES "contresigne les rapports d'évaluation établis par les comités d'experts et signés par leur président." (Article 8, alinéa 5)

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

Rapport d'évaluation

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.

Nom de l'unité : Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Énergies Nouvelles et les Nanomatériaux

Acronyme de l'unité : LITEN

Label demandé :

N° actuel :

Nom du directeur
(en 2014-2015) : M^{me} Florence LAMBERT

Nom du porteur de projet
(2016-2020) : M^{me} Florence LAMBERT

Membres du comité d'experts

Président : M. Jean-Claude CHARPENTIER, Université de Lorraine

Experts : M. Iñaki AZKARATE, TECNALIA, Espagne

M. Alexandre CLOSSET, SWISS HYDROGEN LTD, Suisse

M. Gilles FLAMANT, PROMES, CNRS

M. Jean-François GERARD, INSA Lyon

M. Christophe GOBIN, VINCI Construction

M. Olivier GUILLON, FZ Jülich, Allemagne

M. Martin KREBS, VARTA Microbattery GmbH, Allemagne

M. Daniel LINCOT, IRDEP CNRS

M. Vincent LORENTZ, IISB FRAUNHOFER, Allemagne

M. Patrice MELINON, ILM, CNRS

M. Marc PETIT, Centrale Supélec

M. Gérald POURCELLE, IEM Montpellier

M. Jean-Paul REICH, GDF Suez

M. Jean-Bernard SAULNIER, CNRS

M^{me} Rose-Noëlle VANNIER, ENSC Lille

Délégué scientifique représentant du HCERES :

M. Christophe GOURDON

Représentants des établissements et organismes tutelles de l'unité :

M. Claude SAINTE-CATHERINE, CEA

M. Jean THERME, CEA

1 • Introduction

Historique et localisation géographique de l'unité

Le LITEN (Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les Nanomatériaux) est un Institut de la Direction de la Recherche et de la Technologie (DRT) du CEA (statut EPIC) localisé sur les sites de Grenoble et de Chambéry. Son objectif est de couvrir l'ensemble des processus et procédés d'innovation dans le domaine des nouvelles technologies de l'énergie et des matériaux avancés (nanomatériaux) et de transférer ses résultats de recherche et d'innovation vers le tissu industriel. Son large spectre de compétences dans les domaines des matériaux et procédés, des échanges thermiques, des générateurs électrochimiques de batteries et piles à combustible et du solaire photovoltaïque ont permis au LITEN d'acquérir en quelques années depuis sa création en 2004 une véritable visibilité et de devenir un acteur majeur régional et national. Il est administrateur du pôle de compétitivité TENERDIS depuis sa création en 2005, membre fondateur de l'Institut National de l'Énergie Solaire (INES) en 2006, partenaire de l'Institut Carnot Énergie du Futur (EF) depuis 2007, membre fondateur de l'Alliance Nationale de Coordination de la Recherche pour l'Énergie (ANCRE) en 2009. Le LITEN a participé récemment au plan « Réseaux Intelligents d'Énergies (Smart Grids) » et a joué en 2014 le rôle de coordinateur du plan « stockage de l'énergie » de la Nouvelle France Industrielle (NFI).

Centré sur un des piliers de la stratégie du CEA « les énergies non émettrices de gaz à effet de serre » et répondant à la priorité gouvernementale portant sur le développement de la base technologique de filières industrielles performantes dans les énergies nouvelles, les activités de R&D du LITEN concernent de fait principalement les deux grands consommateurs d'énergies fossiles en France que sont le transport et le bâtiment.

Équipe de direction :

M^{me} Florence LAMBERT, Directrice

M. Patrick DUSSOUILLEZ, Directeur délégué aux opérations

M. Philippe MALBRANCHE, Directeur de l'INES

M. Bertrand FILLON, Adjoint à la directrice, Chargé des affaires européennes

M^{me} Hélène BURLET, Adjointe à la directrice, Chargée des programmes et relations institutionnelles

M^{me} Florence LEFEBVRE-JOUD, Adjointe à la directrice, Chargée des activités scientifiques

M. Andrew CHILTON, Chargé de la communication

M. Jean-Louis SIX, Chargé du développement commercial en France et à l'international

Nomenclature HCERES :

ST5 (Sciences Pour l'Ingénieur)

Effectifs de l'unité

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/12/2014	Nombre au 01/01/2016
N1 : Enseignants-chercheurs titulaires et assimilés		
N2 : Chercheurs des EPST ou EPIC titulaires et assimilés	598	584
N3 : Autres personnels titulaires (n'ayant pas d'obligation de recherche)	142	113
N4 : Autres enseignants-chercheurs (PREM, ECC, etc.)		
N5 : Autres chercheurs des EPST ou EPIC (DREM, Post-doctorants, visiteurs etc.)		
N6 : Autres personnels contractuels (n'ayant pas d'obligation de recherche)		
TOTAL N1 à N6	740	697

Effectifs de l'unité	Nombre au 30/06/2014	Nombre au 01/01/2016
Doctorants	98	
Thèses soutenues	129	
Post-doctorants ayant passé au moins 12 mois dans l'unité		
Nombre d'HDR soutenues	17	
Personnes habilitées à diriger des recherches ou assimilées		

2 • Appréciation sur l'unité

Le comité d'experts tient à souligner au préalable quelques remarques de méthodologie.

Le HCERES évalue généralement des unités de recherche académiques (unités propres et mixtes des organismes de recherche ou universitaires). Le cadre d'évaluation, la méthode et les principaux critères retenus sont adaptés à cet objectif.

Comme cela était déjà souligné dans le précédent rapport d'expertise AERES en 2010 du LITEN, les EPICs comme le CEA et ses instituts comme le LITEN ont des missions différentes de celles des unités de recherche académiques, à savoir de mener une politique de valorisation tendant à faire bénéficier l'industrie du résultat de leurs travaux de recherche et développement. On pourrait donc comprendre que par cette fonction de transfert de technologie vers le milieu industriel, le LITEN soit plus intéressé à la prise de brevets ou à la cession de licences ou bien encore à la recherche de partenariats industriels et à la création d'entreprises qu'aux publications scientifiques de rang A et qu'à la présentation de conférences invitées dans de très grands congrès internationaux. Il pourrait donc y avoir une sorte de malentendu entre les attentes du HCERES quant aux critères de performances, et la façon dont le CEA perçoit ou définit lui-même ces critères.

Par rapport à l'expertise AERES menée en 2010, le comité d'experts HCERES 2015 tient à souligner que les documents qui lui ont été transmis ne reflètent plus ou peu cette ambiguïté. De fait, il existe bien des

analyses d'impact économique (brevets accordés, licences, partenariats industriels, créations de start-up...), mais aussi des analyses académiques (facteur d'impact, analyse globale du nombre de publications par chercheur...). Et cette impression et ce constat ont été totalement confortés lors des présentations et discussions pendant les visites sur sites du comité.

Par ailleurs, le comité a apprécié que la plupart des remarques et avis formulés par le précédent comité en 2010 aient été circonscrits et pris en compte dans les documents préparés pour la présente expertise en 2015.

Avis global sur l'unité

Le LITEN conduit des études qui répondent à des missions clairement définies et affichées face à des enjeux forts sur les plans sociétal, industriel et scientifique. De fait, en réponse à une des priorités gouvernementales portant sur le développement de la base technologique de filières industrielles performantes dans les énergies nouvelles, la mission du LITEN est de porter la stratégie du CEA dans les domaines des énergies renouvelables à faible empreinte carbone et de l'efficacité énergétique, et d'être un centre de transfert performant et reconnu entre la recherche amont et l'industrie. Ses activités de R&D concernent notamment les deux grands secteurs économiques consommateurs d'énergies fossiles, le bâtiment et les transports et elles s'articulent autour de trois programmes structurants, (i) *les énergies renouvelables* avec des activités de recherche portant sur l'énergie solaire et sur les vecteurs énergétiques renouvelables que sont l'hydrogène et le gaz de synthèse obtenu soit par conversion thermochimique de la biomasse, soit par méthanisation du gaz carbonique, (ii) *les usages à haute efficacité énergétique* avec des activités dans les domaines du stockage d'électricité (stockage électrochimique par batteries, piles à combustible, production et stockage d'hydrogène pour le développement des véhicules électriques et hybrides) et de l'intégration dans les réseaux électriques (smart grids), (iii) *les matériaux* (socle de compétence historique du LITEN) avec des activités en soutien aux thématiques précédentes, qui portent notamment sur la synthèse et l'ingénierie des nanomatériaux ou des matériaux nanostructurés avec les procédés associés et sur leur intégration dans des micro-sources d'énergie.

Avec un budget de 155 M€ (20 % de subvention interne du CEA, 30 % contrats institutionnels et 50 % contrats industriels), la mise en œuvre opérationnelle de ces trois grands programmes structurants est effectuée par près de 1000 salariés œuvrant dans quarante-cinq laboratoires répartis dans treize services au sein de quatre départements : *le Département Electricité et Hydrogène pour les Transports (DEHT)* avec des activités concernant le développement des batteries et piles à combustible, *le Département Thermique, Biomasse et Hydrogène (DTBH)* avec des activités concernant la production, le stockage et la distribution des vecteurs énergétiques renouvelables gaz et chaleur et l'accroissement de l'efficacité des procédés hautes températures liés à ces vecteurs énergétiques, *le Département des Technologies des Nano-Matériaux (DTNM)* dont les activités se situent en amont des autres départements et concernent une recherche de base et une expertise sur de nouveaux matériaux dans le domaine de l'énergie pour créer de l'innovation, et *le Département des Technologies Solaires (DTS)* situé principalement sur le campus de l'INES avec des activités centrées sur l'énergie solaire photovoltaïque et thermique, son intégration dans les réseaux électriques, en lien avec l'énergétique du bâtiment. Par ailleurs, pour soutenir l'approche croissante en maturité technologique des activités du LITEN et de couverture de la chaîne de valeur depuis les projets de ressourcement jusqu'aux projets de transfert, ses moyens expérimentaux sont organisés en 13 plateformes expérimentales et logicielles proches du milieu industriel. De plus, pour définir et relayer dans tout l'institut sa politique scientifique, la direction scientifique du LITEN s'appuie sur un Comité Scientifique (COMSI) composé de 15 experts issus des 4 départements et représentant les différentes activités de ces départements.

La lecture des documents écrits extrêmement bien circonscrits, le professionnalisme et la qualité du plus grand nombre des exposés, et la très grande préparation et qualité des visites en laboratoire laissent une impression globale très favorable du LITEN, fleuron français dans les domaines des énergies renouvelables à faible empreinte carbone et de l'efficacité énergétique, avec certaines activités aval de R&D qui sont une réussite sans équivalent dans le monde pour produire des connaissances et des solutions de rupture dans la perspective d'un transfert industriel avec création d'emplois.

En effet, si l'on examine la production et la qualité scientifiques, les développements technologiques, la montée en puissance de l'activité ACV (Analyse du Cycle de Vie) et éco-conception, l'implication dans la formation par la recherche, l'implication dans la formation continue et sécurité pour les personnels, le rayonnement et l'attractivité académiques et l'interaction avec l'environnement social, économique et culturel, les appréciations ne peuvent être qu'éminemment positives. Par ailleurs, si on examine l'organisation et la vie des départements, l'appréciation supporte difficilement une comparaison universitaire tant elle est flatteuse pour un institut en phase de consolidation. Enfin, quant à la stratégie et le projet à 5 ans, le projet

décliné en feuilles de route est bien présenté et circonstancié, avec notamment une bonne analyse SWOT à la fois globale et au niveau de chaque département. Ce projet se situe dans un environnement politique complexe et contraint financièrement, face à une mouvance des marchés de l'énergie, ce qui nécessite de grandes prises de risques et l'intégration de l'environnement dans lequel l'institut va exercer ses activités dans les toutes prochaines années. C'est bien le cas, et l'appréciation pour ce projet cohérent et lucide en termes d'offres technologiques est très favorable pour l'avenir du LITEN qui a capitalisé et rassemblé des compétences en personnels et des outils et plateformes dont certains sont uniques au monde : domaine du photovoltaïque à base de silicium cristallin (du matériau au module), stockage électrochimique pour application à la mobilité électrique, stockage chimique avec le vecteur hydrogène, capacité d'innovation dans le domaine des matériaux.

Points forts et possibilités liées au contexte

Les points forts sont les suivants :

- missions clairement définies pour le pilotage des programmes de R&D et pour la valorisation dans les domaines des énergies renouvelables à faible empreinte carbone et de l'efficacité énergétique (le LITEN est le bras armé du gouvernement dans ces domaines et même plus généralement le LITEN se positionne clairement en acteur de feuilles de route nationales, européennes et internationales dans le domaine des énergies) ;
- mutualisation des moyens dans une approche « plateforme » avec des moyens expérimentaux exceptionnels et uniques et avec des ressources humaines importantes, ce qui constitue un atout pour le LITEN pour se positionner comme leader international dans ses domaines d'excellence : photovoltaïque à base de silicium cristallin (du matériau au module), stockage électrochimique pour application à la mobilité électrique, stockage chimique avec le vecteur hydrogène ;
- capacité à couvrir l'ensemble de l'échelle des valeurs, du matériau jusqu'à son développement pré-industriel sous forme de prototypes grâce au support des plateformes pré-industrielles, ce qui permet de combler le fossé entre les faibles valeurs (1-3) et les fortes valeurs (5-7) de la chaîne de développement technologique (TRL) ;
- les dimensions ACV, éco-conception et recyclage totalement intégrées aux activités de recherche (laboratoire L2ED), ce qui répond à une recommandation forte émanant de l'évaluation précédente ;
- un partenariat avec l'industrie fort et efficace (tant avec les grands groupes qu'avec les PME/ETIs) qui permet une part de financement importante des activités du LITEN et qui permet aussi un certain déploiement de la technologie française à l'export ;
- une politique de prises de brevets qui donne de bons résultats (0,5 brevet/chercheur/an), 1200 brevets actifs, et 230 dépôts en 2014 ;
- une véritable culture « projet » qui permet de bâtir, de piloter et de gérer des projets ANR et européens bien structurés ;
- bon rayonnement et attractivité académiques du LITEN qui est impliqué dans plusieurs réseaux et projets scientifiques européens ;
- adhésion et satisfaction totale des personnels concernant l'organisation de la vie de l'institut ;
- bonne implication dans la formation par la recherche en ce qui concerne l'encadrement de thèses et les moyens expérimentaux à la disposition des thésards ;
- pertinence scientifique aux niveaux national et international des collaborations avec les meilleures équipes universitaires ;
- stratégie et projet à 5 ans cohérents, ambitieux, et lucides en ce qui concerne les offres technologiques.

Points faibles et risques liés au contexte

Les points faibles sont les suivants :

- faiblesse de la composante scientifique dans la stratégie à 5 ans qui semble être déclinée plus en termes d'offres technologiques que d'objectifs scientifiques : les verrous technologiques ne sont pas suffisamment caractérisés et déclinés sous forme d'une programmation scientifique ambitieuse dans les feuilles de route ;
- compte tenu des contraintes de financement, il manque une feuille de route pour le ressourcement comportant non seulement des objectifs chiffrés, mais également les moyens humains et les méthodes pour les atteindre ;
- trop faible implication des personnels dans l'élaboration des feuilles de route ;
- financement majoritairement sur recettes externes (80 % du budget de fonctionnement) : la dépendance au secteur industriel est potentiellement un risque dans le cas d'un partenariat non assez diversifié ;
- en revers de médaille d'un point fort du LITEN et des possibilités liées au contexte, les plateformes et laboratoires, remarquablement bien équipés, sont très coûteux (fonctionnement, mise à niveau, jouvence) et entraînent une course aux contrats qui peut peser sur les personnels et limiter leur capacité à se projeter à moyen terme ;
- un nombre encore faible de doctorants au regard de l'effectif et des moyens expérimentaux et en ressources humaines du LITEN ;
- un pourcentage de 10 % de thèses non soutenues, qui est trop élevé (cependant non spécifique au LITEN) ;
- un nombre de HDRs encore insuffisant et également un nombre insuffisant de chercheurs seniors de stature internationale (Experts Internationaux), problème fondamental pour l'obtention de projets européens et pour avoir une encore plus grande reconnaissance dans le milieu académique international ;
- un faible nombre de publications par ingénieur-chercheur et par an (0,5) en regard du nombre de brevets « rémunérés » (0,5) et du nombre de livrables techniques (1,8) du fait d'une très forte activité contractuelle ;
- relations avec les laboratoires académiques qui apparaissent parfois instrumentalisées et considérées seulement comme une approche de ressourcement. La concurrence perçue comme frontale des activités du LITEN, notamment dans le domaine des matériaux, est une vision négative et doit évoluer vers un partenariat gagnant-gagnant, chacune des parties restant spécialiste dans son cœur de métier ;
- relations entre l'INES et le LITEN-CEA qui n'apparaissent pas clairement. L'impression donnée est que l'INES est de plus en plus une extension du LITEN ;
- une politique de propriété intellectuelle qui pourrait sembler à sens unique au bénéfice du CEA et éloigner certains partenaires potentiels.

Et il convient d'insister surtout sur :

- les risques liés au projet lucide, mais ambitieux quant aux approches technologiques, dans un environnement politique complexe, une mouvance des marchés de l'énergie et dans un cadre financier public prévisionnel en décroissance budgétaire qui va nécessiter la recherche de crédits contractuels, avec une obligation de mobiliser de plus en plus un montant de ces crédits pour les plateformes expérimentales et logicielles ;
- cette diminution budgétaire sur fonds publics qui risque d'impacter et de fragiliser la recherche scientifique de base non associée à des activités spécifiques financées par des partenaires industriels.

Recommandations

De fait, dans un environnement politique complexe et mouvant et de plus, dans un cadre financier prévisionnel en décroissance budgétaire, force est de constater que la stratégie du LITEN comporte une grande prise de risques pour un projet cohérent. Mais avec la qualité et la compétence de ses personnels et de ses laboratoires de recherche de base et de R&D, le LITEN qui est un fleuron français dans les domaines des

énergies renouvelables à faible empreinte carbone et de l'efficacité énergétique possède tous les ingrédients pour la mener à bien.

Pour conforter la stratégie proposée et son projet à 5 ans, à savoir (i) un renforcement partenarial amplifié, volontariste et marqué académique (intégration de chercheurs et de post-docs, recherche amont pour maintenir le niveau scientifique dans tous les domaines de R&D menées par les 4 départements) et (ii) un renforcement des partenariats avec le secteur industriel pour valoriser le savoir-faire du LITEN (principalement dans les domaines du photovoltaïque, du stockage électrochimique pour la mobilité électrique et du stockage chimique avec notamment le vecteur hydrogène), les recommandations du comité HCERES sont les suivantes :

- dans le cadre de l'élaboration des feuilles de route, impliquer davantage le personnel pour éviter la dispersion et établir la liste des verrous scientifiques à franchir pour atteindre les objectifs de performance technologique ;
- favoriser encore plus les relations avec les laboratoires académiques ou extra académiques, nationaux et étrangers, sur des bases partenariales équilibrées en évitant une approche instrumentalisée de la notion de ressourcement et en leur ouvrant également l'accès aux plateformes ;
- remédier au problème du nombre sous-critique de chercheurs séniors de stature internationale en favorisant le recrutement de tels chercheurs dans le cadre de la stratégie de collaborations internationales ;
- favoriser les actions de recherche prospective en essayant de libérer un peu les ingénieurs-chercheurs de la contrainte des projets ;
- identifier les chercheurs prometteurs avec la mise en place de soutiens pour leur permettre de réaliser une recherche plus en amont ;
- augmenter le recrutement de doctorants de qualité en particulier (mais pas seulement) sur les thèmes matériaux, sachant que toute construction conceptuelle ne peut se réaliser que si les éléments de base sont fiables et pérennes ;
- poursuivre la politique de soutenance de HDR pour acquérir une plus grande visibilité des directions académiques de recherche de base ;
- viser au-delà de la production de brevets, la production d'un nombre encore plus important de publications dans des journaux à fort impact. Le dépôt d'un brevet n'est pas un obstacle pour publier par la suite un article scientifique ou pour présenter une conférence dans un congrès de grande audience internationale. Et puisque la prise de brevets semble couronnée d'une prime financière, pourquoi ne pas en faire de même pour une publication dans une revue de très grand facteur d'impact (Science, Nature Materials) ;
- analyser en termes de rentabilité des brevets qui pourraient faire l'objet d'une évaluation future en vue de libérer des ressources financières pour financer du personnel ;

Et dans les meilleurs délais,

- il est recommandé de remédier au manque ou à la faiblesse de la part qui devrait revenir à la stratégie scientifique dans la rubrique stratégie et projet à 5 ans du LITEN et ce, d'une part en achevant le travail de programmation scientifique conséquente aux verrous technologiques insuffisamment caractérisés dans les grands axes de développement et dans la capacité d'innovation, et d'autre part en vérifiant l'adéquation des compétences humaines existantes. Cela permettrait d'aborder et de justifier la politique de recrutement d'ingénieurs, de chercheurs de haut niveau et de doctorants et l'ouverture vers de nouveaux partenariats académiques dans un objectif gagnant-gagnant qui pourrait passer par une meilleure accessibilité aux plateformes.