

DOSSIER DE PRESSE



Le stockage de l'électricité : le défi technologique de la filière automobile (Les Batteries Li-ion)

liten



CONTACT PRESSE : CEA / Service Information-Media

Clément MOULET - Tél. : 04 38 78 03 26 - clement.moulet@cea.fr

CEA Grenoble
Unité de Communication et
des Affaires Publiques
Tél. : (33) 04 38 78 37 27
Fax : (33) 04 38 78 34 32
www.cea.fr/presse

Un contexte : vers la fin des énergies fossiles

La recherche de solutions alternatives au moteur thermique dans l'automobile n'est pas récente. Le contexte actuel (diminution des réserves d'énergies fossiles, prise de conscience de l'impact environnemental des moteurs thermiques, ...) lui confère une nouvelle actualité. Ce n'est pas sans raisons que la plupart des constructeurs et équipementiers de l'automobile ainsi que de nombreux centres de recherche de par le monde se penchent depuis peu sur les solutions d'avenir que sont les batteries et les piles à combustible pour mettre au point des solutions de transport durables avec un impact limité sur l'environnement.

Mais le remplacement du moteur thermique par l'électrique ne pourra s'opérer qu'à condition de proposer des autonomies suffisantes. Aujourd'hui, l'enjeu majeur se situe au niveau des batteries. On sait faire rouler depuis plusieurs années des véhicules à moteur électrique, mais leur autonomie de 150 kilomètres et le coût encore trop élevé des composants ne leur permettent pas de rencontrer les attentes du marché.

Et pourtant, le règne sans partage du moteur thermique se fissure. L'opinion publique et les pouvoirs publics plébiscitent l'avènement de solutions de transport alternatives plus respectueuses de l'environnement. Dans ce contexte, le citoyen adapte peu à peu son comportement. Dans un premier temps, le consommateur qui renouvelle son véhicule intègre à sa réflexion d'achat des préoccupations écologiques. Elle prend désormais en compte les performances du véhicule neuf en terme de consommation et de rejets de gaz à effet de serre. Les constructeurs ne s'y sont pas trompés. La faible consommation et les rejets de CO₂ toujours plus limités font partie des nouveaux arguments de vente pour convaincre des acheteurs plus conscients de l'impact écologique de leur véhicule.

Le véhicule bas carbone, une nécessité

Cette évolution est amplifiée par l'action des pouvoirs publics. Ceux-ci agissent notamment par le biais de la fiscalité, en introduisant de façon croissante le critère du niveau d'émission de CO₂ dans la taxation des véhicules. La cartographie des fiscalités automobiles en Europe permet de constater la généralisation du critère CO₂, soit à l'achat (type bonus-malus), soit à l'usage. Ces dispositifs s'avèrent efficaces même si le CO₂ n'est pas le seul rejet nocif des véhicules thermiques. Les récentes déclarations du président de la République à propos de la prochaine mise en œuvre d'une taxe carbone vont dans le même sens.

Enfin, l'Union européenne examine des mesures pour contraindre les constructeurs à commercialiser des véhicules plus économes en carburant, dans un contexte où les constructeurs membres de l'ACEA (European Automobile Manufacturers Association) sont en situation de non respect des accords volontaires, à l'inverse des constructeurs japonais. Ces derniers ont, par la vente de véhicules hybrides, crédibilisé la notion même de marché de véhicules électrifiés.

Ainsi, les contraintes du marché (l'impact environnemental des moteurs thermiques, le prix de l'énergie fossile, le consommateur et le législateur, national ou européen) vont amener la filière automobile à proposer très



rapidement des véhicules "bas carbone". L'analyse des plans produits des constructeurs fait apparaître une prochaine vague de mise sur le marché de produits électrifiés pour 2015, synonyme d'efforts conséquents en R&D à réaliser d'ici 2012 et des démonstrateurs à mettre en circulation, au plus tard, pour la période 2013 – 2014. Nous sommes donc à un moment déterminant pour le positionnement des organismes de recherche sur le créneau émergent de l'électrification des véhicules.

Les feuilles de route technologiques des constructeurs

Tous les constructeurs travaillent à différents modes d'électrification du véhicule pour diminuer la consommation. Il se dégage trois principales options technologiques :

- Les hybridations douces, à base d'alternateur-démarrateurs (système de *Stop n' go* disponibles sur certains modèles) : le moteur thermique est coupé lors de l'arrêt au feu rouge par exemple ;
- Les hybridations complètes : elles offrent une autonomie en mode électrique et/ou une recharge par le réseau ;
- Le véhicule tout électrique avec une autonomie la plus élevée possible.



Séance de monitoring sur une pile automobile Li-ion. L'optimisation de l'autonomie de la voiture électrique passe aussi par l'amélioration de la gestion du stockage de l'électricité et son utilisation.

Certains constructeurs optent pour un saut technologique directement du véhicule thermique au véhicule 100 % électrique. Outre son avantage en terme d'émission de CO₂, il présente la caractéristique de n'émettre aucun bruit, un autre des chevaux de bataille du législateur européen.

Les attentes des industriels se concentrent autour des thématiques technologiques transversales à ces différents degrés d'hybridation et

d'électrification, c'est-à-dire : le stockage et la gestion de l'énergie électrique et l'électronique de puissance. Ce sont autour de ces thématiques que vont se jouer les positionnements des programmes de recherche.

Dans ce contexte, la recherche menée en France par le Commissariat à l'Energie Atomique doit jouer un rôle très actif auprès de notre industrie dans la compétition mondiale qui se profile sur les véhicules "bas carbone". Il dispose, en innovation, de compétences dans toutes les thématiques clefs liées à l'électrification : stockage, générateur électrique, gestion de l'énergie, électronique de puissance.

La filière batterie Li-ion

L'activité de R&D dédiée au stockage de l'énergie par voie électrochimique est transverse aux trois départements du CEA-Liten par le biais d'un besoin commun des marchés du solaire photovoltaïque, de l'automobile et de l'électronique nomade qui nécessitent des solutions de stockage de l'énergie performantes.

Dans le cas du solaire, il faut gérer la caractéristique « intermittente » de cette énergie en couplant les panneaux solaires avec des batteries, dans le cas du transport électrique, il faut embarquer une forte quantité d'énergie via les batteries pour assurer l'autonomie des véhicules et enfin au travers d'objets communicants autonomes qui nécessitent des micro et mini sources d'énergie.

Un point commun à tous ces domaines, la technologie Lithium qui peut s'adapter à chacune de ces applications.

Le CEA-Liten dispose de plus de 15 ans d'expérience dans les technologies de batteries notamment la filière Li-ion et regroupe des compétences fortes sur toute la filière : dans le domaine des matériaux et nanomatériaux pour apporter des « chimies » innovantes, la réalisation de batteries prototypes de taille microscopique pour des applications en microélectronique jusqu'aux cellules de 50 Ah (Ampèreheure) pour les besoins de l'automobile, le montage de pack batteries avec les organes de gestion (Battery Management System).

Depuis peu, une activité de monitoring des véhicules électriques et hybrides a été lancée et permet de tester dans des opérations réelles le comportement des batteries en environnement réel.

Dans le domaine de l'automobile où les contraintes sur la batterie sont très fortes en termes de coût et de performances, la technologie avancée par le CEA-Liten associe plusieurs innovations majeures :

- Introduction du phosphate de fer à l'électrode positive pour réduire les coûts et garantir une meilleure sécurité. Ce nouveau composant chimique permet de remplacer les dérivés à base de cobalt à l'origine du coût élevé des batteries actuelles et de leur sensibilité thermique. Le remplacement du cobalt par le fer permet d'envisager sereinement le déploiement de cette technologie à grande échelle, pour l'automobile,
- Recherche et développement sur des électrodes à base de silicium nano-structuré pour remplacer le graphite. Ce nouveau matériau, permettra d'augmenter sensiblement l'autonomie des batteries sans conséquences sur le coût. En effet, le remplacement du graphite est indispensable pour atteindre des durées de vie élevées compatibles avec le cahier des charges automobile,
- Développement d'une électronique de gestion qui permet d'accroître la durée de vie des batteries et leur offre une seconde vie dans des applications moins contraignantes, comme par exemple le stockage des énergies intermittentes.



Pour le véhicule électrique

Pour le véhicule hybride

- Introduction d'un oxyde de titane à l'électrode négative en remplacement du graphite pour permettre des charges rapides complètes en moins de quelques minutes,
- Développement d'une technologie bipolaire permettant de réduire drastiquement la connectique et la résistance interne des batteries, frein majeur aux performances des systèmes à tension élevée.

Au cœur du dispositif : la plate-forme STEEVE (Stockage d'Énergie Electrochimique pour Véhicules Électriques)

Pour renforcer ses atouts, le CEA-Liten a mis en place une plate-forme technologique de réalisation de batteries en petites séries, depuis la synthèse des matériaux jusqu'au montage d'une batterie dans un véhicule. Cette plate-forme ouverte, dotée de deux laboratoires de test de 400m², unique en Europe permet de réaliser des batteries à façon pour des applications de niche ou encore des opérations de démonstration. Cette plate-forme, appelée STEEVE, aura une capacité voisine de 1000 kWh/mois soit une quantité de batteries suffisante pour équiper 50 véhicules électriques/mois.

La plate-forme est composée de deux antennes :

- L'une consacrée aux cellules et packs batteries, située à Grenoble,
- L'autre consacrée aux tests, à la gestion et à l'optimisation des performances des batteries, la plate-forme Battery Management System, située à l'INES de Chambéry.

La plate-forme STEEVE (Stockage d'Énergie Electrochimique pour Véhicules Électriques) vise à renforcer une synergie de compétences et de moyens sur le stockage électrochimique (en bref, la recherche sur l'optimisation des batteries pour l'automobile).

En effet, cette plate-forme regroupe des partenaires (CEA, CNRS, EDF, INERIS) qui présentent une expertise et une capacité de recherche reconnue et travaillent déjà ensemble sur ces problématiques. Ces partenaires sont dotés de moyens complémentaires et adaptés pour travailler sur ce sujet.

Cette plate-forme est donc capable d'être opérationnelle très rapidement et a pour vocation :

- d'être ouverte à plusieurs types de partenaires en toute confidentialité (PME ou grands groupes, concepteurs/producteurs de batteries concevant de nouveaux produits ou bien intégrateurs ou encore opérateurs de véhicules pour évaluer la performance de produits disponibles ou en cours de développement) ;
- d'avoir une gouvernance légère, adaptée au besoin, et proche des utilisateurs ;
- de répondre à des demandes concernant toutes technologies et tous types d'usages (véhicules routiers mais aussi transports guidés et usage stationnaire) ;
- d'être une référence en Europe pour accompagner l'innovation en

contribuant au développement de nouvelles technologies et de référentiels normatifs adaptés aux usages et aux technologies et qualifiant la sécurité de ces moyens de stockage avant intégration dans les systèmes de transports ;

- de se placer en complément d'autres plates-formes d'innovation contribuant au développement de la filière du véhicule décarboné, notamment avec le projet MOV'EO DEGE à Satory pour l'intégration système mécatronique dédiée au Véhicule Électrique et Hybride.

En résumé, le facteur clef de succès de STEEVE réside dans sa capacité à offrir aux industriels, en réponse à leurs attentes, une filière homogène offrant toute la palette R&D : la recherche fondamentale, le prototypage de batteries, les modes de gestion par BMS (*Battery Management System*), l'évaluation des performances, la sécurité et la certification. C'est ainsi que plusieurs sociétés ont déjà marqué leurs intérêts pour devenir des partenaires utilisateurs de la plate-forme.

Il s'agit notamment de RENAULT, MICHELIN, SVE, LA POSTE, SIEMENS et ALSTOM. De même, STEEVE bénéficie d'ores et déjà d'une labellisation par les Pôles de compétitivité i-Trans et Tenerrdis.



La salle anhydre est une salle à l'atmosphère contrôlée pour la conception des nouvelles batteries. Elle est la première tranche du déploiement de la plate-forme STEEVE.

Une offre cohérente pour répondre à tous types de besoins

STEEVE permet également de prendre en compte le coût global de la fonction stockage. Celle-ci doit être appréhendée soit dès l'étape de dimensionnement initial des systèmes (en fonction de l'usage pour lequel il est prévu), soit en temps réel dans le cadre de l'optimisation des lois de gestion de l'énergie lorsque le système est en fonctionnement.

Pour répondre à cet enjeu, STEEVE comprend actuellement des équipements de tests de batteries et d'algorithmie pour toutes les technologies de batteries et

toutes les gammes de puissance (jusqu'à 140 kW), essentiellement dédiés aux applications solaire et transport.

Ses objectifs visent l'augmentation de la durée de vie des batteries par la meilleure adéquation de la technologie choisie par rapport à l'application envisagée et par l'optimisation de stratégies de gestion de l'énergie. En complément, la modélisation et l'optimisation de la thermique du pack de batteries ainsi que la modélisation du cœur de cellule (phénomènes électrochimiques) et du système complet sont aussi des activités développées au CEA-Liten.

Dans le domaine de l'électrification du véhicule, ces travaux sont complétés par la réalisation de systèmes de batteries qui associent de nouveaux composants avec de l'électronique bas coût permettant un équilibre optimisé des charges et des décharges.

Par ailleurs, la recherche sur l'amélioration des capacités de stockage des batteries menées par le CEA-Liten se nourrit d'une expertise dans le domaine du diagnostic post-mortem des batteries. Une fois le pack batteries arrivé en fin de vie, les ingénieurs du CEA-Liten l'ouvrent, en extraient les matières actives et les analysent afin de déterminer les causes de la défaillance. Cette analyse permet une meilleure connaissance du fonctionnement et des points faibles de la batterie et d'en améliorer la conception. Cette étape nécessite des équipements lourds (boîtes à gants, plate-forme de microscopie,...) dont le CEA-Liten dispose.

Cette expertise du CEA-Liten est reconnue au niveau européen et lui permet de bénéficier de la confiance de plusieurs constructeurs de batteries.

Prollion développera des batteries Li-ion « à façon »

Le CEA a une position forte dans le domaine de la recherche technologique. Pour faciliter le passage du laboratoire vers l'industrie, il est souvent amené à créer une start-up. Le CEA a donc décidé de favoriser l'émergence d'un nouveau fabricant de batteries en France, qui permettra de valider certaines des technologies du CEA-Liten et de les exploiter à des fins commerciales.

Ce nouvel acteur industriel - qui exploitera une partie des équipements du CEA localisés à Grenoble – est la société Prollion, une nouvelle start-up qui a vu le jour au cours du second semestre 2009. Elle a été créée par le CEA-Liten avec la société ALCEN, PME française spécialisée dans le domaine des hautes technologies. Prollion se consacre à la fabrication « à façon » de cellules électrochimiques de batteries Li-ion et de packs batteries intégrant un système de gestion. Ces batteries bénéficient de trois types d'innovations (matériaux performants, formats et enfin système de gestion). Elles sont destinées notamment aux marchés de la mobilité électrique (voiture, scooter, vélo...), de la défense, du spatial lorsque les volumes exigés sont faibles, mais aussi à des marchés de niches comme les balises de localisation, etc.

Prollion travaille en priorité sur l'introduction de la technologie phosphate de fer (LiFePO_4), dont la synthèse a fait l'objet d'un important transfert vers la société belge Prayon. Courant 2010, des batteries à charge rapide avec des électrodes en titanate seront également disponibles.

L'année 2009 a été consacrée à la mise à niveau (mise en salle anhydre, achat d'une nouvelle bobineuse et d'une table d'enduction...) de la ligne de

prototypage de batteries du CEA-Liten, qui permettait d'obtenir des éléments jusqu'à 10 Ah. Les applications visées par Prollion nécessitent en effet des éléments de 50 à 100 Ah.

Mi-2010, la capacité de la ligne aura été portée à plusieurs centaines de kWh par mois. Il sera ainsi possible d'équiper les véhicules d'une flotte de démonstration pour « durcir » la technologie LiFePO_4 , qui se distingue déjà aujourd'hui par sa sûreté intrinsèque et son coût très compétitif. Le coût de la batterie complète pourrait ainsi être divisé par deux par rapport aux technologies classiques à base d'oxyde de cobalt développées pour les applications portables.

L'activité industrielle et commerciale de Prollion débutera en janvier 2010..

Le positionnement du CEA – Institut Liten

Institut du CEA implanté principalement à Grenoble et Chambéry (Institut National de l'Énergie Solaire - INES), le CEA-Liten, est l'un des plus importants centres européens de recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie.

Sa mission est de soutenir l'effort français de diversification énergétique par une meilleure intégration, notamment, des énergies renouvelables pour les besoins **du transport décarboné, des bâtiments et de l'électronique nomade** et participer ainsi à l'amélioration de la compétitivité des entreprises.

Concrètement le CEA-Liten développe des nouvelles technologies, depuis l'étude de nouveaux matériaux jusqu'à la fabrication et au test fonctionnel de prototypes. Labellisé « Institut Carnot » pour les Energies du Futur et en particulier pour les matériaux et les procédés pour la production, le stockage et la gestion de l'énergie, le CEA-Liten compte aujourd'hui environ 650 collaborateurs, un portefeuille de 325 brevets et un budget voisin de 90 millions d'euros.

Les filières technologiques développées depuis plusieurs années par le CEA-Liten sont centrées sur :

- l'énergie solaire pour répondre à la problématique des bâtiments basse consommation d'énergie,
- les batteries et pile à combustible pour l'électrification des véhicules,
- les nanomatériaux pour améliorer l'efficacité des systèmes énergétiques.

Les technologies pour l'électrification des véhicules

Les équipes du CEA-Liten concentrent leurs efforts sur l'électrification des véhicules de la propulsion jusqu'aux auxiliaires (climatisation, chauffage, éclairage,...) et sur la gestion optimisée de ces composants. Cette électrification devrait prendre plusieurs formes selon les modèles d'usage et la cible marché (taille du véhicule, autonomie, type et degré d'hybridation,...). Essentiellement deux technologies sont développées :

- Batteries Li-ion
- Hybride batteries Li-ion et piles à combustible (technologie hydrogène)

Même si les batteries Li-ion ne sont apparues que récemment (1992), elles sont plus matures que les piles à combustible. En effet, le marché de l'électronique nomade a tiré leur développement pour aboutir à un produit de commodité.

Toutefois, son adaptation aux contraintes de l'automobile (coût, sécurité, durée de vie,...) constitue un véritable challenge qui nécessitera de très lourds investissements. D'une certaine manière, cela constitue une opportunité pour les industriels français qui souhaitent se positionner sur ce segment. En effet les jeux ne sont pas faits, des places sont encore à prendre. Quant aux piles à combustible, elles vont nécessiter encore de nombreux travaux de R&D pour



passer du statut de prototype pour le marché automobile à une phase d'industrialisation. Il a été démontré clairement que les piles à combustible sont techniquement adaptées à l'électrification des véhicules mais un effort considérable reste à faire pour atteindre des coûts compatibles avec le marché automobile.

Dans les deux cas, les efforts de recherche doivent porter essentiellement sur :

- La baisse du coût (facteur 5 à 10 pour la pile à combustible, facteur 2 à 4 pour les batteries)
- La croissance de la durée de vie (plusieurs milliers d'heures de fonctionnement)
- L'autonomie (passer de 100-150 km à 250-300 km d'autonomie pour 100 kg de batterie)
- Le recyclage et économie des matières premières

Le CEA-Liten dispose d'une offre verticale allant de la synthèse de (nano) matériaux, à la réalisation d'éléments prototypes et de packs batteries complets intégrant un système de gestion performant (BMS : Battery Management System), pouvant être testé sous différents profils d'usages.



Le nombre de chercheurs dévolus à la recherche sur le stockage de l'énergie passera de 100 à 150 en 2010 et 200 en 2011.

Cette offre permet au CEA-Liten d'être impliqué dans de nombreux projets nationaux, européens et hors Europe, au travers de collaborations avec des industriels et des centres de recherche mais aussi en rapport direct avec des entreprises afin de réaliser des transferts technologiques et de dynamiser ainsi la filière.

Parallèlement à la mise en place de ces équipements, le CEA-Liten a décidé de renforcer les équipes dédiées à la recherche sur le stockage de l'énergie. Les effectifs voisins de 100 chercheurs passeront courant 2010 à environ 150, puis 200 en 2011. Les recrutements de spécialistes sont en cours.

Zoom sur...

Le CEA Grenoble

Créé en 1956 par le professeur Louis Néel, prix Nobel de physique, le CEA Grenoble est le premier centre de recherche technologique en Rhône-Alpes. Instigateur, avec Grenoble INP, du pôle d'innovation pour les micro et nanotechnologies, MINATEC, le CEA Grenoble en est également l'un des principaux partenaires.

Des activités à la pointe de l'innovation...

- micro et nanotechnologies
- biotechnologies
- nouvelles technologies pour l'énergie et nanomatériaux

...qui s'appuient sur une recherche fondamentale d'excellence

- physique de la matière
- sciences de la vie

Le CEA Grenoble en chiffres :

- 4500 chercheurs dont 2 200 salariés CEA
- 115 laboratoires
- 750 jeunes en contrat de formation et stage universitaire

La recherche appliquée représente 80 % de ses activités. Elle est centrée sur les nouvelles technologies de l'information et de la communication, les nouvelles énergies et les technologies pour la santé et se nourrit d'une recherche fondamentale très performante dans le domaine des sciences de la vie, de la physique de la matière, du nucléaire et des matériaux.

Avec plus de 250 brevets déposés en 2008, le CEA Grenoble est à la pointe de l'innovation. Instigateur du projet de pôle d'innovation pour les micro et nanotechnologies, MINATEC, le CEA Grenoble en est également l'un des principaux partenaires. Ce pôle constitue le premier centre européen du domaine et l'un des cinq premiers au monde.

A propos du CEA

Organisme public de recherche, le CEA exerce ses missions principalement dans les domaines de l'énergie, des technologies pour l'information et la santé et de la défense. A travers la diversité de ses programmes et en s'appuyant sur une recherche fondamentale d'excellence, il poursuit deux objectifs majeurs : devenir le premier organisme européen de recherche technologique et garantir la pérennité de la dissuasion nucléaire.

Fort des compétences de ses 15 000 chercheurs et collaborateurs, il est internationalement reconnu et constitue une force de propositions pour les pouvoirs publics, les institutions et les industriels français et européens.

Le CEA-Liten (Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les Nanomatériaux)

Institut du CEA implanté principalement à Grenoble et Chambéry (INES), le CEA-Liten (Laboratoire d'Innovation pour les Technologies des Energies Nouvelles et les nanomatériaux), est l'un des plus importants et plus jeunes centres européens de recherche sur les nouvelles technologies de l'énergie.

La mission du CEA-Liten

Soutenir l'effort français de diversification énergétique par une meilleure intégration des énergies renouvelables notamment pour les besoins en énergie du transport et de l'habitat et de l'électronique nomade.

Interlocuteur incontournable du monde industriel - 350 contrats de recherche partenariale signés par an - le CEA-Liten est également l'un des laboratoires du CEA qui dépose le plus grand nombre de brevets (96 en 2008) et gère un portefeuille de 325 brevets étendus au niveau international.

Les activités du CEA-Liten sont centrées sur l'énergie solaire et le bâtiment basse consommation, les transports (hydrogène et pile à combustible, stockage de l'énergie) et les nanotechnologies, plus précisément les nanomatériaux à l'origine de nombreuses ruptures technologiques. Elles concernent principalement :

- **Energie solaire pour le bâtiment** (élaboration de silicium de grade solaire, augmentation du rendement des cellules solaires photovoltaïques, modules, systèmes électriques, solaire thermique, intégration dans le bâtiment, systèmes thermiques...)
- **Technologies pour le transport**, notamment la motorisation électrique (piles à combustible, batteries lithium, production d'hydrogène, dépollution, développement de biocarburants...)
- **Electronique nomade et industrie de pointe** (micro-sources d'énergie, électronique organique, nano-objets ...)

650 personnes au service de l'innovation et du transfert de technologie vers les industriels

Fort d'un budget annuel de 90 millions d'euros, le CEA-Liten emploie 500 personnes auxquelles s'ajoutent plus de 150 collaborateurs extérieurs (thésards, partenaires de recherche, industriels). Il dispose de moyens technologiques importants avec des salles blanches dédiées aux recherches sur les nanomatériaux, sur le solaire photovoltaïque ainsi que des équipements lourds de caractérisation et de test pour l'hydrogène et les piles à combustible. Il a également accès aux autres installations du CEA Grenoble, notamment le CEA-Leti, MINATEC, le polygone scientifique : réacteurs, accélérateurs, moyens d'analyse et de caractérisation, etc.

Les plate-formes technologiques et les centres d'excellence

L'avenir du CEA-Liten se construit à l'échelle internationale dans le cadre de Tenerrdis, pôle de compétitivité des énergies renouvelables, dont il est l'un des principaux acteurs. Par ailleurs le CEA-Liten développe des plate-formes technologiques avec des partenaires de recherche et des industriels : FCLab (piles à combustible pour les transports) à Belfort, D2M et ISIS (traitements des surfaces) à Saint Etienne et Andrézieux. Enfin le CEA-Liten est l'instigateur principal de l'INES (Institut National de l'Energie Solaire).

Pour plus d'informations : <http://www-liten.cea.fr>