



DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012  
**Le Laser Mégajoule**

**SOMMAIRE**

- Le programme Simulation
- Présentation du Laser Mégajoule
- Le Laser Mégajoule : principe de fonctionnement
- Le Laser Mégajoule : des retombées pour l'industrie
- Implantation du laser Pétawatt PETAL auprès du Laser Mégajoule
- Le centre CEA du Cesta
- La Direction des applications militaires
- Le CEA

Contact presse :  
Emmanuelle Volant – CEA/DAM  
01 69 26 75 78 • [emmanuelle.volant@cea.fr](mailto:emmanuelle.volant@cea.fr)





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012

# Le Laser Mégajoule

### Le programme Simulation

Les têtes nucléaires, qui renouvellent progressivement les armes en service lorsqu'elles arrivent en fin de vie, sont garanties sans nouveaux essais nucléaires. Le programme Simulation a été lancé en 1996 pour répondre à cet objectif.

A ce jour, la garantie des charges nucléaires de renouvellement s'appuie sur trois volets :

- le concept des charges robustes testé avec succès lors de l'ultime campagne d'essais en 1995-1996 ;
- la validation par la simulation des écarts imposés par la « militarisation » entre les formules expérimentées et les charges nucléaires de renouvellement ou susceptibles d'apparaître au cours de la vie opérationnelle de l'arme ;
- la certification de nouvelles équipes chargées de garantir le bon fonctionnement des armes.

Le programme Simulation repose sur de grands équipements indispensables pour mettre en œuvre les outils : supercalculateurs, machine radiographique, laser Mégajoule (LMJ).

Un des outils essentiels de ce programme est le standard de garantie constitué d'une chaîne de logiciels reproduisant les différentes phases de fonctionnement d'une arme nucléaire. Sa réalisation nécessite l'enchaînement de modèles physiques prédictifs mis au point dans le cadre des études scientifiques et technologiques de base et le déploiement de puissants moyens de calculs.

Le supercalculateur Tera 100, installé sur le centre DAM Ile-de-France, est pleinement opérationnel pour les concepteurs d'armes depuis début 2001, ce qui a permis l'arrêt et le démontage de la machine Tera 10 utilisée pour la garantie de la TNA (Tête nucléaire aéroportée). La validation informatique de Tera 100 a été obtenue fin 2010 avec le passage du « cas test de référence mondial » Linpack mesurant une puissance réelle de 1,05 Pétaflops. Depuis début 2011, Tera 100 est utilisé avec le standard de garantie 2010 pour les travaux de la garantie de la charge nucléaire TNO (Tête nucléaire océanique).

La garantie de l'énergie et de la sûreté de la charge nucléaire passe par une validation du standard de garantie.

Cette validation est obtenue en confrontant les prédictions du standard aux mesures recueillies lors des essais nucléaires passés et aux expériences de validation par partie réalisées aujourd'hui sur la machine radiographique Airix et la Ligne d'intégration laser (LIL, prototype du LMJ) aujourd'hui, et demain sur Epure et le LMJ.

La machine de radiographie Airix, installée depuis fin 1999 au Polygone d'expérimentation de Moronvilliers (PEM) en Champagne-Ardenne, permet de valider les modèles relatifs au début du fonctionnement de l'arme, dans sa phase hydrodynamique (non nucléaire).

Dans le cadre du traité Défense franco-britannique signé à Londres en novembre 2010, le Président de la République française et le Premier ministre britannique ont signé un traité relatif au partage d'installations radiographiques et hydrodynamiques. La loi a été promulguée en mai 2011. La France et le Royaume-Uni ont décidé de partager deux installations de physique expérimentale. Cette décision se traduit par la construction et l'exploitation commune d'une installation radiographique et hydrodynamique en France, Epure, sur le centre CEA de Valduc, et d'une installation pour des développements technologiques communs au sein du *Technology Development Center* (TDC) sur le centre de l'*Atomic Weapons Establishment* (AWE) à Aldermaston, au Royaume-Uni.

La première phase d'Epure est en cours de construction à Valduc, le premier béton a été coulé en novembre 2010. L'installation, dotée à terme de trois axes radiographiques de forte puissance, permettra de mesurer, avec la plus grande précision, l'état et le comportement des matériaux qui constituent les armes, dans des conditions de température et pression extrêmes, durant la phase hydrodynamique (sans dégagement d'énergie nucléaire). Les technologies indispensables pour y parvenir seront développées au TDC.

Le LMJ, indispensable pour simuler la phase de fonctionnement nucléaire de l'arme, est en cours de construction au centre CEA du Cesta, près de Bordeaux, en vue de réaliser les premières expériences fin 2014.

Le programme Simulation, tel que lancé en 1996, a été parfaitement réalisé en termes de délais, performances et coût au profit des programmes des têtes nucléaires aéroportées et océaniques. Ce programme est entré dans une phase d'exploitation et d'approfondissement.

La démarche de garantie par la Simulation du fonctionnement de la charge nucléaire mise en place et en œuvre par la DAM depuis 1996 a été étendue à l'ensemble des fonctions que doit remplir la tête nucléaire. Ainsi fin 2011, le directeur des armes nucléaires a prononcé l'homologation des premiers standards de garantie pour les fonctions de rentrée atmosphérique et furtivité de la TNO.





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012 Le Laser Mégajoule

### Présentation du Laser Mégajoule (LMJ)

Après l'arrêt définitif des essais nucléaires, la garantie du fonctionnement et de la sûreté des armes constituant la dissuasion française doit être apportée, pendant toute leur durée de vie, par la simulation.

Pour ce faire, deux conditions doivent être satisfaites :

- posséder des logiciels de calcul scientifiquement rigoureux, prenant en compte des modèles physiques validés en laboratoires,
- disposer d'équipes de physiciens qualifiés pour utiliser ces logiciels.

Le Laser Mégajoule (LMJ) est indispensable pour remplir ces deux conditions.

#### 1. Valider la chaîne de simulation numérique

Les logiciels de calcul simulant le fonctionnement nucléaire d'une arme sont un « assemblage » de modèles théoriques et de données physiques valables dans des domaines dont le périmètre doit être parfaitement connu, et qui sont imbriqués de façon complexe entre eux (température, pression, temps). Ils constituent le standard de garantie qui sera utilisé pour garantir la fiabilité et la sûreté des armes nucléaires.

La base de données expérimentales obtenue pendant la période des essais nucléaires est irremplaçable. Pendant toute cette période, le résultat de ces essais validait globalement la chaîne numérique. Sans essai nucléaire nouveau, il devient indispensable de disposer de mesures « en laboratoire » pour maîtriser le caractère prédictif de la simulation (standard de garantie).

C'est le premier objectif du LMJ, qui doit fournir la maîtrise dans le domaine du fonctionnement nucléaire de la charge nucléaire.

Son utilisation doit permettre en particulier :

- de valider les modèles fondamentaux (équations de physique) dans le domaine physique des armes nucléaires, et de vérifier que la modélisation prend bien en compte la totalité des phénomènes mis en jeu ;
- de réaliser des expériences mettant en jeu l'enchaînement et l'interconnexion de ces modèles. Ces expériences sont essentielles pour démontrer la maîtrise effective par les concepteurs, la bonne « couverture » des standards de garantie, non seulement des phénomènes élémentaires, mais également de leurs interactions. A ce niveau les expériences les plus représentatives seront celles conduisant à la combustion d'une micro-cible contenant un mélange deutérium-tritium - les phénomènes rencontrés dans ces expériences étant de même nature que ceux intervenant dans les armes.

## 2. Certifier de nouvelles équipes de physiciens

La garantie du fonctionnement et de la sûreté des armes repose pour l'essentiel sur le jugement que portent les équipes de physiciens qui ont à interpréter les résultats de simulations numériques issues des standards de garantie.

La difficulté d'une simulation numérique ne réside pas, en effet, dans la capacité à obtenir un résultat, mais dans la démonstration que les différents modèles - grandeurs physiques et méthodes numériques utilisées pour obtenir ce résultat - sont employés avec pertinence. Cette évaluation doit être conduite par des experts compétents dotés d'une grande expérience. Or, dans le futur, elle sera de la responsabilité de scientifiques trop jeunes pour avoir vécu l'expérience « de terrain » qu'étaient les essais nucléaires.

Comment alors apporter la preuve de la qualité de leur jugement ? Ceci ne peut se faire qu'au contact des anciennes équipes, compétentes, qui doivent assurer la formation d'une part par la ré-interprétation des essais du passé et d'autre part par la confrontation à des expériences en laboratoire dans les domaines de fonctionnement des charges nucléaires, ce que le LMJ sera seul à faire.

Plus d'infos : [www-lmj.cea.fr](http://www-lmj.cea.fr)





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012

# Le Laser Mégajoule

### Le Laser Mégajoule (LMJ), principe de fonctionnement

Le Laser Mégajoule (LMJ) est un grand système, reposant sur l'« assemblage » de composants optiques : miroirs, lentilles, réseaux... destiné à transporter et à amplifier de l'énergie sous forme de lumière, pour la concentrer sur une microcible de deux millimètres.

Au cœur de cette microcible, on pourra ainsi atteindre des conditions extrêmes de température et de pression, proches de celles rencontrées lors du fonctionnement des armes nucléaires. Diverses expériences permettront de valider par partie les logiciels simulant le fonctionnement nucléaire d'une arme. L'expérience clé pour le LMJ est celle qui conduira à la fusion thermonucléaire, en mettant en jeu dans la cible une très faible masse (quelques microgrammes) d'isotopes de l'hydrogène (Deuterium et Tritium).

#### 1. La chaîne laser du LMJ

L'objectif de la chaîne laser est de produire de la lumière laser (pilote), de l'amplifier (chaîne amplificatrice) puis de la focaliser (fin de chaîne) dans la chambre d'expériences.

- **Le pilote** délivre l'impulsion lumineuse initiale qui sera amplifiée dans la chaîne. Il a pour rôle de générer le faisceau, de lui donner sa forme temporelle et spatiale ainsi que sa fréquence (« sa couleur ») et de permettre la synchronisation de tous les faisceaux. A la sortie du pilote le faisceau laser a une section carrée de 40 mm de côté, son énergie est faible (de l'ordre du joule) et sa durée brève (quelques milliardièmes de seconde).

- **La chaîne amplificatrice** : L'impulsion initiale sortie du pilote doit être fortement amplifiée (de l'ordre de 20 000 fois), afin d'obtenir l'énergie nécessaire aux expériences. C'est le rôle de la chaîne amplificatrice, également appelée section amplificatrice ou chaîne de puissance.

Le LMJ est dimensionné pour accueillir jusqu'à 240 faisceaux groupés en 30 chaînes de 8 faisceaux. Ils prendront place dans quatre halls lasers disposés de part et d'autre du hall d'expériences.

Compte-tenu des performances obtenues sur la LIL (*cf. encadré*), supérieures à celles spécifiées, l'énergie nécessaire pour réaliser les expériences pourra être obtenue par 176 faisceaux groupés en 22 chaînes. Dans un premier temps, c'est cette configuration qui sera montée.

Afin d'acquérir son énergie, le faisceau parcourt quatre fois la chaîne amplificatrice. Ce principe a pour avantage d'extraire le maximum d'énergie des amplificateurs et de réduire les dimensions de la section amplificatrice (et donc son coût de fabrication).

- **La fin de chaîne** : Les faisceaux, après amplification, sont transportés vers la salle d'expériences. Chaque faisceau est orienté par un jeu de six miroirs successifs qui permettent de passer d'une configuration avec faisceaux parallèles dans les halls laser à des faisceaux convergeant tout autour de la chambre d'expériences.

Le faisceau traverse ensuite un système de conversion de fréquence et de focalisation, à l'intérieur duquel sa fréquence passe de l'infrarouge à l'ultraviolet, pour une meilleure utilisation lors des expériences de physique.

## 2. La chambre d'expériences

Au bout de leur parcours, dans le hall d'expériences, les faisceaux sont focalisés vers la cible placée au centre de la chambre d'expériences.

La chambre est une sphère en aluminium de 10 mètres de diamètre pesant environ 140 tonnes. Assemblée et soudée sur le site du chantier, elle a été introduite dans le bâtiment LMJ et mise en place sur son piédestal, au centre du hall d'expériences en novembre 2006.

Sous vide (un milliardième de la pression atmosphérique y règne), la chambre d'expériences abrite la cible et supporte de nombreux instruments de diagnostics permettant de mesurer les caractéristiques des plasmas au cours des expériences (spectres, neutrons, températures, densités...).

## 3. La cible

Certaines cibles seront utilisées pour les expériences de fusion par confinement inertiel. Les autres (plusieurs centaines), de formes variées, sont destinées à étudier des processus physiques et des matériaux dans des conditions extrêmes.

A chaque expérience, sa cible. Il en existe donc de nombreux types réalisés avec des géométries et des matériaux spécifiques.

Les technologies nécessaires à leur développement et à leur fabrication relèvent d'un compromis entre les micro-technologies, les nanotechnologies et la physico-chimie des matériaux. Elles seront utilisées au CEA qui maîtrise ces technologies.

### La Ligne d'intégration laser - LIL

La Ligne d'intégration laser (LIL) est le plus puissant laser d'Europe en termes d'énergie délivrée. Elle le restera jusqu'à l'entrée en service du LMJ.

Prototype d'une chaîne laser du Laser Mégajoule, elle a été développée et mise au point pour en valider les choix technologiques et physiques (optique).

Depuis sa mise en fonctionnement en 2002, la LIL a permis d'optimiser l'ensemble de la chaîne laser. La méthode d'alignement, le lissage des faisceaux de lumière ou encore la fiabilité des composants ont été évalués et améliorés en vue d'une utilisation, à coût minimal, de la future installation. Les premiers diagnostics pour le contrôle des futurs faisceaux et ceux du dispositif de mesures pour les expériences de fusion y ont été mis au point.

Plus qu'un prototype, la LIL est, de par ses caractéristiques, un grand instrument de physique pour la recherche. Elle est utilisée pour mener des expériences de physique des plasmas, préfigurant à toute petite échelle celles qui seront réalisées avec le LMJ.

La LIL est un outil expérimental ouvert à la communauté scientifique depuis 2005.

L'Institut laser et plasma (ILP) est le point d'entrée pour les relations avec le monde de la recherche. Il recueille et évalue les propositions d'expériences « ouvertes ».

Plus d'infos : [www-lmj.cea.fr](http://www-lmj.cea.fr)





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012 **Le Laser Mégajoule**

### **Le Laser Mégajoule (LMJ), des retombées pour l'industrie**

L'investissement public dans la construction du Laser Mégajoule (LMJ) représente plus de trois milliards d'euros sur 15 ans. Il permet au CEA de mettre en œuvre une politique industrielle ambitieuse, qui fait appel aux grands noms des secteurs du bâtiment, de la Défense : optique, électronique, optronique, microtechnologies et de mécanique, ainsi qu'à des PME de haute technologie.

#### **Un enjeu pour les industriels français.**

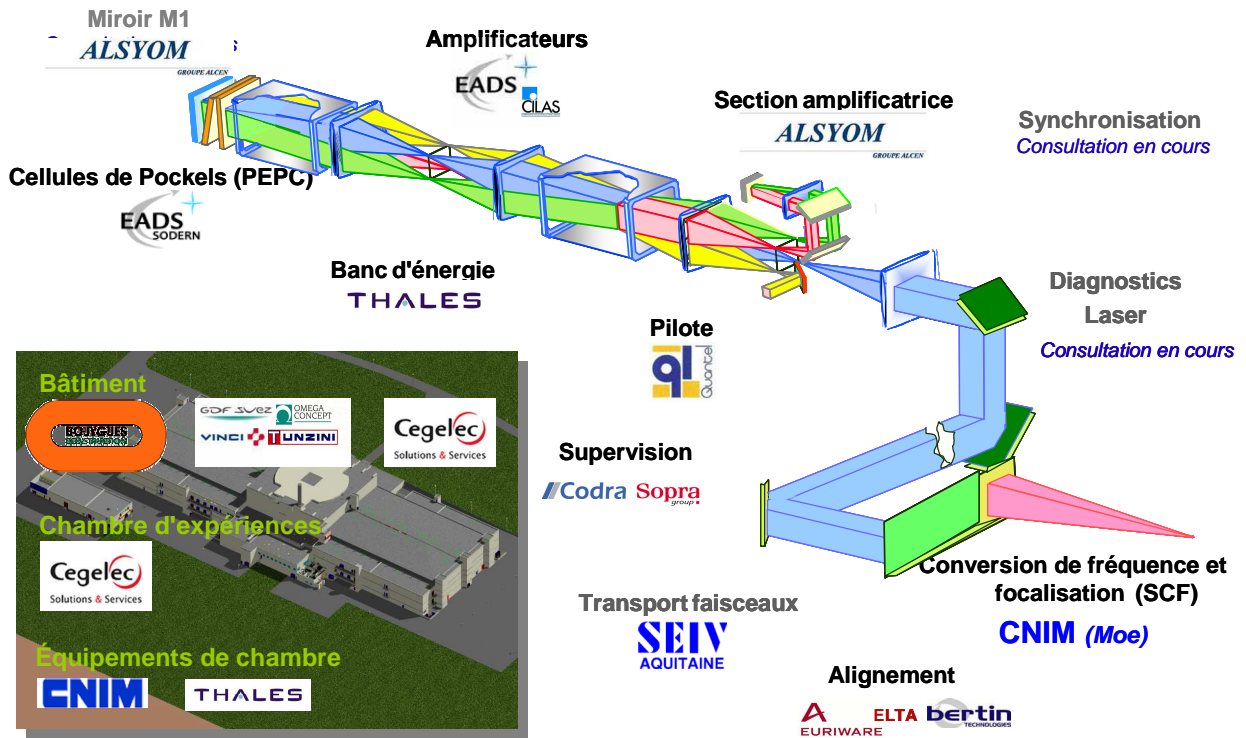
Grâce à l'expérience acquise depuis plus de 40 ans, la Direction des applications militaires (DAM) du CEA est un des rares organismes, en Europe, qui possède l'expertise et les moyens indispensables à la conception de lasers de grande énergie. Dès que la décision de lancer le projet LMJ a été prise en 1995, la DAM a décidé d'en garder la maîtrise d'œuvre, c'est-à-dire la responsabilité de conception et d'obtention des performances.

Pour la réalisation des bâtiments et des composants du laser, elle a fait appel aux industriels très majoritairement français, les plus compétents dans les domaines considérés. L'installation a été divisée en des ensembles aux périmètres bien définis pour être confiés, à l'issue d'appels d'offres, à des industriels différents. Le retour d'expérience de son prototype, la Ligne d'intégration laser (LIL), a prouvé la pertinence du découpage et de la quasi-totalité des choix des industriels.

Dans le domaine des composants du laser, la DAM a fait profiter les industriels de son expérience en les accompagnant dans les phases de conception et de développement technologiques.

Les très fortes exigences techniques requises pour l'installation LMJ ont tiré vers le haut le niveau d'excellence des industriels en charge des sous-ensembles.





La DAM a recherché, dès le départ du projet, les PME capables de prendre en charge la réalisation des composants du laser. Pour des composants critiques, des études ont été lancées dans certaines PME françaises (SEIV, ALSYOM, CILAS...) afin qu'elles acquièrent les capacités qui seront utilisées dans la phase d'exploitation du LMJ.

L'implantation du LMJ en Aquitaine a permis de créer une activité sur le centre CEA du Cesta qui occupe environ 350 personnes.

La construction du LMJ a généré en moyenne 700 emplois industriels par an. A l'issue de cette phase, l'exploitation génèrera (hors CEA) environ 150 à 200 emplois industriels pérennes majoritairement en Aquitaine.





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012

# Le Laser Mégajoule

### Implantation du laser Pétawatt PETAL auprès du Laser Mégajoule

Le laser Pétawatt<sup>1</sup> PETAL sera implanté auprès du laser Mégajoule (LMJ), sur le centre CEA du Cesta.

Ce choix a été officialisé début 2011 par la signature d'une convention tripartite entre l'Etat, la Région Aquitaine et le CEA, et d'une cérémonie entre les partenaires organisée au Cesta le 12 septembre 2011.

La Région Aquitaine assure la maîtrise d'ouvrage de ce projet ; elle contribue pour 22 M€ à ce projet évalué à ce jour à 54,3 M€.

Ce projet vise la création d'un Très Grand Instrument de Recherche civil, unique en Europe, pour les études sur la fusion par confinement inertiel, la connaissance de l'Univers et la recherche médicale.

Plus précisément, le projet PETAL consiste à réaliser une chaîne laser multi-petawatt (impulsions ultra-brèves de l'ordre de la picoseconde<sup>2</sup>) couplée au LMJ, laser de haute énergie (impulsions longues de quelques nanosecondes<sup>3</sup>).

La première phase de PETAL, qui s'est terminée mi-2008, a permis de valider les options techniques et de qualifier les composants les plus critiques du futur laser. La deuxième phase concerne la construction de la section d'amplification de forte énergie de la chaîne laser et de tous ses équipements. En 2011 s'est achevé le montage des infrastructures. Il s'agit désormais d'installer les systèmes de transport et de focalisation au centre de la chambre d'expériences du LMJ.

Le projet du LMJ, décidé par l'Etat, a doté la Région Aquitaine du plus fort potentiel laser de puissance en Europe. L'entrée en fonctionnement de son prototype, la Ligne d'Intégration Laser (LIL), en 2002 et sa mise à disposition de la recherche académique en 2005, sont les résultats d'une politique d'ouverture volontariste du CEA.

Les premières expériences sur le LMJ sont prévues fin 2014 ; celles sur PETAL en 2015.

### Des thématiques de recherche à forts enjeux

En lançant le programme PETAL en 2003, la Région Aquitaine avec le ministère de la Recherche et l'Union européenne, souhaitait offrir à la communauté académique l'accès à un outil d'avant garde pour explorer de nouveaux champs de recherche.

<sup>1</sup> Un Pétawatt correspond à une puissance d'un million de milliards de Watts, soit 3 fois celle du laser Mégajoule.

<sup>2</sup> 1 picoseconde =  $10^{-12}$  seconde

<sup>3</sup> 1 nanoseconde =  $10^{-9}$  seconde

## **L'étude de l'allumage rapide pour la fusion thermonucléaire**

La nouvelle installation s'affirme comme un outil indispensable au projet européen HiPER (High Power laser Energy Research facility) destiné à démontrer la potentialité de l'allumage rapide ou par chocs pour la production d'énergie par fusion par confinement inertiel et à maîtriser l'ensemble des processus conduisant à la fusion maîtrisée dans un réacteur de production d'énergie.

## **La connaissance de l'Univers**

PETAL permettra de recréer en laboratoire les conditions physiques exceptionnelles qui existent au cœur des étoiles. C'est une opportunité unique de disposer en Région Aquitaine d'un instrument de recherche permettant d'accroître les connaissances sur les mécanismes présidant le fonctionnement des objets célestes et d'étudier en laboratoire le comportement de la matière dans ces conditions spécifiques.

## **La physique de l'extrême**

PETAL va conduire à créer des champs électro-magnétiques hors du commun. La matière exposée à ces conditions extrêmes a des comportements qui, pour être compris, nécessitent de prendre en compte des paramètres physiques qui sortent des normes habituelles. PETAL constituera donc un outil permettant de réaliser des études de physique fondamentale de très haut niveau, en physique nucléaire par exemple.

## **La recherche médicale**

Les faisceaux d'ions accélérés par laser présentent des propriétés exceptionnelles offrant de nouvelles opportunités pour le développement d'accélérateurs d'ions compacts. Récemment plusieurs équipes de recherche ont démontré la possibilité de contrôler la divergence du faisceau d'ions ainsi que la sélection de l'énergie des protons. Ces faisceaux pourraient être utilisés pour l'hadronthérapie, une des techniques les plus précises pour le traitement de tumeurs cancéreuses. Aujourd'hui, les protons produits par faisceaux d'ions accélérés ont une énergie inférieure à 60 MeV. Or, la protonthérapie nécessite des énergies variant de 60 à 250 MeV. L'exploitation d'une installation multi-kJ de classe Pétawatt, comme PETAL, représente une réelle opportunité d'obtenir ces protons très énergétiques.

Plus d'infos : [www.petal.aquitaine.fr](http://www.petal.aquitaine.fr)





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012

# Le Laser Mégajoule

### Le Cesta, Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine

Implanté depuis 1965 sur la commune du Barp, entre Bordeaux et Arcachon, le Centre d'études scientifiques et techniques d'Aquitaine (Cesta) de la Direction des applications militaires (DAM) du CEA réunit un millier de collaborateurs sur un site de 700 hectares.

Le centre a pour mission historique l'architecture industrielle des têtes nucléaires des armes de la force de dissuasion. A ce titre, le Cesta conçoit, dimensionne, valide les solutions et gère la militarisation de ces armes, en s'appuyant sur les concepts scientifiques et les réalisations technologiques établis au sein de la DAM, et en liaison avec les industriels concernés. Cette responsabilité s'étend sur toute la durée de vie du système : la mise à disposition des têtes nucléaires auprès des Armées, leur maintien en conditions opérationnelles et leur retrait du service.

Le Cesta s'appuie sur des moyens scientifiques et technologiques exceptionnels, qui lui ont permis d'acquérir une compétence importante dans la conduite de grandes expériences de physique dans plusieurs domaines spécifiques : furtivité, électromagnétisme, tenue aux conditions d'utilisation (fortes accélérations, chocs, agressions...). Laboratoires et grandes installations tels que chambres anéchoïques, complexes d'essais en environnement, tours de chute, fosses à incendie... sont ainsi utilisés pour les besoins propres des programmes de la DAM et régulièrement mis à disposition des industriels.

Le centre participe pleinement au programme Simulation mis en œuvre au sein de la DAM pour garantir la fiabilité et la sûreté des armes, en l'absence d'essais nucléaires nouveaux auxquels la France a renoncé définitivement. C'est en effet sur ce centre qu'a débuté la construction du Laser Mégajoule (LMJ), dont le prototype, baptisé Ligne d'intégration laser (LIL) a permis de valider les choix technologiques du futur LMJ.

Prévu pour une première expérience laser fin 2014, le Laser Mégajoule permettra la réalisation des expériences scientifiques à hautes températures et pressions indispensables à la validation des modèles physiques utilisés dans la simulation du fonctionnement des armes nucléaires.

Avec l'arrivée du Laser Mégajoule, l'Aquitaine disposera d'un équipement de recherche exceptionnel qui, outre les besoins propres des équipes de la DAM, sera ouvert à la communauté scientifique pour une part significative de son temps d'utilisation. Des domaines d'investigation tels que l'astrophysique ou la fusion par confinement inertiel (FCI) s'ouvrent autour d'un tel outil. Pour fédérer les compétences locales, nationales et internationales autour du Laser Mégajoule et des lasers déjà présents dans les laboratoires universitaires aquitains, le CEA, le CNRS, l'Université de Bordeaux 1 et l'Ecole Polytechnique ont créé en 2003 l'Institut lasers plasmas (ILP), véritable « porte d'entrée » pour la communauté scientifique.

Parallèlement, cet équipement offre l'opportunité d'un développement industriel local nouveau dans les domaines de l'optique et des lasers. C'est dans cette perspective que le projet « Route des Lasers » a vu le jour. Aujourd'hui, le pôle de compétitivité « Route des Lasers » intègre et amplifie ce projet dont il constitue le prolongement naturel, avec comme vocation d'optimiser les retombées économiques des nouvelles technologies laser, mais aussi de développer la recherche, la formation et le transfert de technologie.



## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012

# Le Laser Mégajoule

### Le CEA

#### Un acteur clef de la recherche technologique

Acteur majeur de la recherche, du développement et de l'innovation, le **Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives** intervient dans quatre grands domaines : les énergies "bas carbone", les technologies pour l'information et les technologies pour la santé, les Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR), la défense et la sécurité globale.

Pour chacun de ces quatre grands domaines, le CEA s'appuie sur une recherche fondamentale d'excellence et assure un rôle de soutien à l'industrie par un transfert actif de l'innovation.

Le CEA est implanté sur 10 centres répartis dans toute la France. Il développe de nombreux partenariats avec les autres organismes de recherche, les collectivités locales et les universités. A ce titre, le CEA est partie prenante des alliances nationales coordonnant la recherche française dans les domaines de l'énergie (ANCRE), des sciences de la vie et de la santé (AVIESAN), des sciences et technologies du numérique (ALLISTENE) et des sciences de l'environnement (AllEnvi).

Reconnu comme un expert dans ses domaines de compétences, le CEA est pleinement inséré dans l'espace européen de la recherche et exerce une présence croissante au niveau international.

#### Des programmes articulés autour de quatre grands axes :

##### Les énergies bas carbone

Disposer de formes d'énergie compétitives, sûres et propres, en particulier non émettrices de gaz à effet de serre, constitue un enjeu international majeur pour lequel le CEA est très impliqué.

En appui aux industriels, le CEA cherche à optimiser le parc actuel des réacteurs nucléaires et à mettre au point des solutions techniques pour la gestion des déchets radioactifs.

Il participe aux programmes de recherches internationaux sur les réacteurs et combustibles nucléaires du futur qui assureront une production à la fois plus économique, plus sûre et générant moins de déchets. Le CEA a ainsi été mandaté par le Gouvernement pour construire, à l'horizon 2020, un démonstrateur préindustriel de 4<sup>ème</sup> génération, ce qui constitue un défi très ambitieux pour évoluer vers un nucléaire durable et encore plus sûr. Le CEA conduit aussi des programmes sur l'impact sanitaire et environnemental de cette source d'énergie.

Les recherches du CEA soutiennent également l'essor des nouvelles technologies pour l'énergie (NTE) : énergie solaire photovoltaïque et bâtiment à faible consommation d'énergie, technologies pour le stockage de l'électricité (batteries) et nanomatériaux, hydrogène, biocarburants de deuxième et troisième génération...

La fusion thermonucléaire, dont la maîtrise pourrait permettre dans l'avenir de disposer d'une source quasi infinie d'énergie, est également au cœur de ses recherches. Le CEA est ainsi fortement impliqué dans le projet international du réacteur expérimental ITER.

En amont et en lien avec ses recherches et développements sur les énergies, il conduit différents programmes dans les domaines de la climatologie, des matériaux, de la chimie et des interactions rayonnement-matière.

## **Les technologies pour l'information, les technologies pour la santé**

Intervenant en appui de la politique nationale d'innovation industrielle, le CEA dispose d'une recherche technologique de haut niveau dans le domaine des micro et nanotechnologies. Les applications industrielles de ces recherches concernent notamment les télécommunications et les objets communicants. Il exerce également ses compétences dans les domaines de la robotique, de la réalité virtuelle et des technologies logicielles : systèmes embarqués et interactifs, capteurs et traitement du signal.

Grâce aux compétences qu'il a développées dans les biotechnologies et les technologies nucléaires pour la santé (marquage biomoléculaire, imagerie médicale), le CEA est également un acteur de la recherche médicale. Il s'appuie notamment sur des grandes plates-formes comme NeuroSpin pour l'imagerie cérébrale à très haut champ et MirCen pour l'imagerie clinique, et sur les centres nationaux de séquençage (Génoscope) et de génotypage (CNG) rassemblés dans l'Institut de génomique d'Evry. Ces programmes appliqués s'appuient sur une recherche fondamentale en nanophysique et ingénierie moléculaire, sciences des matériaux et cryotechnologies.

## **Les Très Grandes Infrastructures de Recherche (TGIR)**

La conception et l'exploitation des Très Grandes Infrastructures de Recherche sont une compétence reconnue du CEA, en France comme à l'international.

L'astrophysique et la physique des particules sont deux domaines où il est particulièrement présent, avec respectivement les grands instruments d'observation, au sol ou dans l'espace, et le LHC (*Large Hadrons Collider*) ou le GANIL (Grand Accélérateur National d'Ions Lourds, à Caen). La simulation numérique (supercalculateur Curie), l'étude de la matière (synchrotrons), la physique des lasers (Laser Mégajoule), la physique des plasmas, font également l'objet de grands projets collaboratifs autour de TGIR, auxquels le CEA apporte son expertise.

Cela suppose des programmes de recherche tant pour la conception des infrastructures (cryotechnologies, instrumentation, développement de matériaux...) que pour l'analyse des données qui en sont issues.

Pour ces projets souvent montés grâce à des coopérations internationales, le CEA a, aux côtés du CNRS, un rôle de représentation de la France.

## **Au service de la Défense et de la sécurité globale**

Le CEA a la responsabilité du maintien sur le long terme de la capacité de dissuasion nucléaire française. Ses missions couvrent toutes les étapes de la vie des têtes nucléaires qui équipent les avions et les sous-marins lanceurs d'engins. A la suite de l'arrêt des essais nucléaires, le CEA a mis en œuvre le programme Simulation, qui s'appuie sur d'importants moyens expérimentaux et de calcul (Airix, Laser Mégajoule, Supercalculateur Tera). En 2010, l'intégration au CEA du Centre d'études de Gramat (Lot) permet de renforcer l'expertise en matière de détonique et d'électromagnétisme.

Le CEA est également responsable de la conception et de la maintenance des réacteurs de propulsion nucléaire (sous-marins, porte-avions).

Depuis les événements du 11 septembre 2001, le CEA a renforcé ses moyens d'évaluation et de prévention face aux menaces nucléaires radiologiques, biologiques et chimiques (NRBC-E).

Enfin, il intervient dans les instances nationales et internationales, où il contribue à la surveillance du respect des traités internationaux tels que le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires (TICE).

**LE CEA EN QUELQUES CHIFFRES (fin 2011) :**

**Effectifs fin 2011 : 15 867 salariés.**

**Budget : 4,3 milliards d'euros :**

- 2,6 milliards d'euros pour les programmes civils.
- 1,7 milliard d'euros pour les programmes défense.

**Le financement des programmes civils du CEA est assuré à 49 % par l'Etat, à 30 % par des recettes externes (entreprises partenaires, fonds incitatifs nationaux, collectivités locales et Union européenne) et enfin à 21 % grâce à deux fonds dédiés à l'assainissement des installations civiles et de défense.**

**Le financement des programmes de défense est principalement assuré par des subventions versées par le ministère de la Défense (88%).**

**Le CEA c'est également :**

- 665 brevets prioritaires déposés en 2011
- Près de 150 entreprises créées depuis 1984 dans le secteur des technologies innovantes.
- 45 Unités mixtes de recherche (UMR) liant le CEA à ses partenaires de recherche.
- 27 Laboratoires de recherche correspondants (LRC) auxquels le CEA participe.

Plus d'infos : [www.cea.fr](http://www.cea.fr)





## DOSSIER DE PRESSE - Juillet 2012 Le Laser Mégajoule

### La Direction des applications militaires, pôle Défense du CEA

#### Un pôle au service de la dissuasion

La Direction des applications militaires (DAM), pôle Défense du CEA, a pour mission de concevoir, fabriquer, maintenir en condition opérationnelle, puis démanteler les têtes nucléaires qui équipent les forces océaniques et aéroportées françaises.

Désormais, elle est en mesure de garantir sur le long terme la fiabilité et la sûreté des têtes sans recourir aux à de nouveaux essais nucléaires. Les essais nucléaires ont été définitivement arrêtés en 1996. A cette fin, la priorité de la DAM est de mettre en œuvre le programme Simulation.

Elle est chargée de la conception et de la réalisation des réacteurs nucléaires équipant les bâtiments de la Marine nationale, sous-marins et porte-avions. Elle apporte son soutien à la Marine nationale pour le suivi en service et le maintien en conditions opérationnelles de ces réacteurs.

La DAM est également responsable de l'approvisionnement des matières nucléaires pour les besoins de la Défense. Le suivi de l'impact sur l'environnement de ses activités fait l'objet d'une attention soutenue.

Dans un monde en profonde mutation, la DAM contribue à la sécurité à travers l'appui technique qu'elle apporte aux autorités, pour les questions de désarmement, de lutte contre la prolifération nucléaire et le terrorisme.

Depuis le transfert du centre de Gramat de la Direction générale de l'armement au CEA, la défense conventionnelle constitue une nouvelle mission du CEA/DAM.

Pour mener à bien ces missions, la DAM est responsable des études scientifiques et technologiques de base, ciblées sur les programmes dissuasion.

#### Un pôle ouvert à la recherche et à l'industrie

Le partage national et international des connaissances, la confrontation à l'évaluation scientifique extérieure, l'intégration à des réseaux de compétence constituent des gages de crédibilité scientifique. Les équipes de la DAM réalisent chaque année environ 2 000 publications et communications scientifiques.

Cette ouverture de la DAM passe également par la mise à la disposition de la communauté des chercheurs de ses moyens expérimentaux et par la contribution de ses équipes à d'autres programmes de recherche, nucléaires ou non.

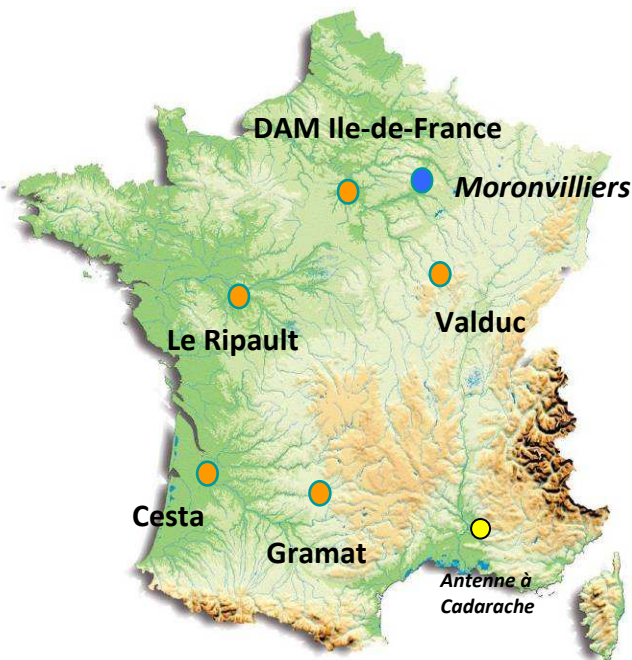
Le pôle Défense a également pour objectif de développer l'ancrage de ses centres dans la vie économique locale par son implication dans les pôles de compétitivité. Il valorise ses recherches par le transfert de technologies vers l'industrie et le dépôt de nombreux brevets.



## Un format adapté aux nouveaux enjeux

En 1996, après la réalisation de l'ultime campagne d'essais nucléaires, la DAM a mené une importante restructuration lui permettant de s'adapter au contexte résultant de l'arrêt définitif des essais et du lancement du programme Simulation. Outre le démantèlement des installations du Centre d'expérimentations du Pacifique, cette restructuration s'est traduite, en région parisienne, par la fermeture des Centres de Vaujours et de Limeil-Valenton et du site de Montlhéry. L'adaptation du format, passé de 5700 personnes en 1995 à 4750 actuellement (après le rattachement du centre de Gramat à la DAM au 1<sup>er</sup> janvier 2010), s'est accompagnée du recrutement de plusieurs centaines de jeunes physiciens, assurant ainsi le renouvellement des équipes et garantissant la continuité de la compétence sur le long terme.

Aujourd'hui, la DAM comprend cinq centres aux missions homogènes, dont les activités se répartissent entre la recherche de base, le développement et la fabrication :



**DAM Ile-de-France (DIF)**, à Bruyères-le-Châtel dans l'Essonne et à Moronvilliers en Champagne, où sont menées les recherches en physique des armes et les activités de simulation numérique et de surveillance des traités ;

**Valduc**, en Bourgogne, dédié aux matériaux nucléaires ;

**Le Ripault**, en Touraine, dédié aux matériaux non nucléaires ;

**Le Cesta**, en Aquitaine, consacré à l'architecture des armes, aux tests de tenue à l'environnement et aux grands équipements de physique pour la simulation (lasers de puissance).

**Gramat**, en Midi-Pyrénées, qui conduit au profit de la Défense des activités en vulnérabilité des systèmes et efficacité des armements.

Elle dispose également d'une antenne sur le site de Cadarache où sont implantées les installations d'essais à terre de la propulsion nucléaire navale.

Plus d'infos : [www-dam.cea.fr](http://www-dam.cea.fr)

