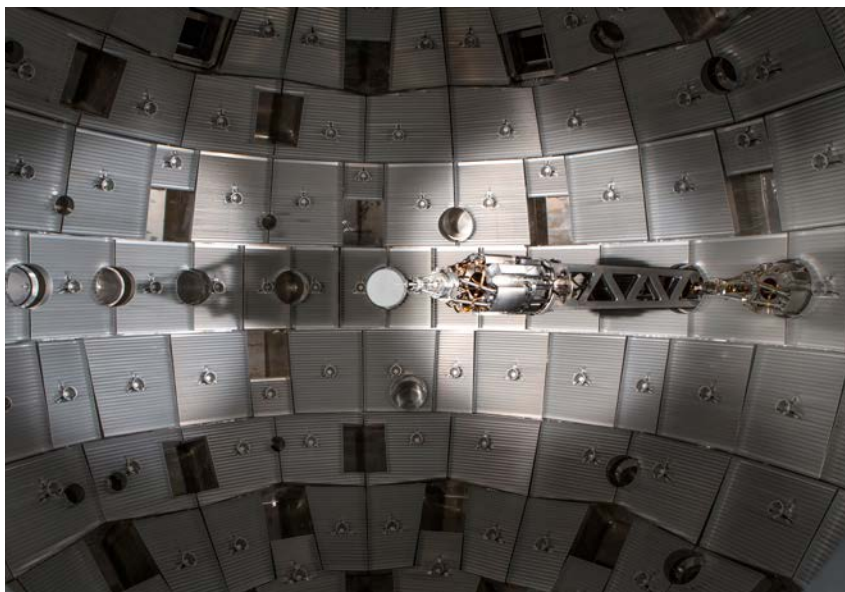


La chambre d'expériences est une sphère d'aluminium de 10 mètres de diamètre percée de hublots qui permettent le passage des faisceaux laser, ainsi que le positionnement des appareils de mesure et du bras qui porte la cible. Son intérieur est vide d'air lors des expériences. Sa paroi en aluminium, de 10 centimètres d'épaisseur, est recouverte de 40 centimètres de béton dopé au bore, un élément qui absorbe efficacement les neutrons. Des panneaux d'aluminium la protègent des matériaux éjectés de la cible. Les 44 quadruplets pénètrent la chambre par autant de hublots différents.

Dans la chambre est aussi introduite la « référence commune ». Cet équipement comportant des miroirs fait partie d'un système qui permet d'aligner les SCF et les capteurs de mesure pour le diagnostic des expériences. La cible, quant à elle, est positionnée au centre de la chambre avec une précision inférieure à 10 micromètres.



© IMS-CEA

BRAS PORTE-CIBLE à l'intérieur de la chambre d'expériences, tapissée de panneaux de protection.

Des expériences de validation et d'exploration

Le LMJ a été dimensionné pour produire, sur la cible, des températures de plusieurs dizaines de millions de degrés et des pressions dépassant le milliard de fois celle de l'atmosphère terrestre, des conditions qui

existent seulement au sein des étoiles et des armes nucléaires en fonctionnement.

En octobre 2014, le LMJ a été mis en service opérationnel et a réalisé avec succès ses premières expériences de physique. Il s'agissait d'étudier l'interaction du rayonnement X avec la matière : comment ce rayonnement se propage et met en mouvement très rapide cette matière. Les faisceaux laser ont atteint une pièce métallique fendue de 4 millimètres de diamètre. L'évaporation des bords de la fente a été observée pendant quelques milliardièmes de seconde. Confrontée aux résultats des calculs de prévision, cette observation permet de valider ou d'ajuster les modèles relatifs à ce phénomène.

La conversion de la lumière laser en rayonnement X et la production d'ions fortement accélérés feront également l'objet d'expérimentations. D'autres aspects du comportement de la matière dans des conditions extrêmes, tels que les instabilités hydrodynamiques et la turbulence, seront examinés. Certaines cibles comporteront des mélanges fusibles de deutérium et de tritium pour tester les modèles de fonctionnement des armes thermonucléaires, dans lesquelles une telle fusion se produit.

Ces phénomènes de fusion ou de turbulence interviennent également lors de l'explosion des étoiles ; aussi le LMJ offre-t-il la possibilité exceptionnelle de mettre à l'épreuve des modèles de fonctionnement stellaire. Entre 20 et 25 % du temps d'expérience seront accessibles à la communauté académique pour explorer la physique mal connue des hautes densités d'énergie. ■

Le programme Simulation

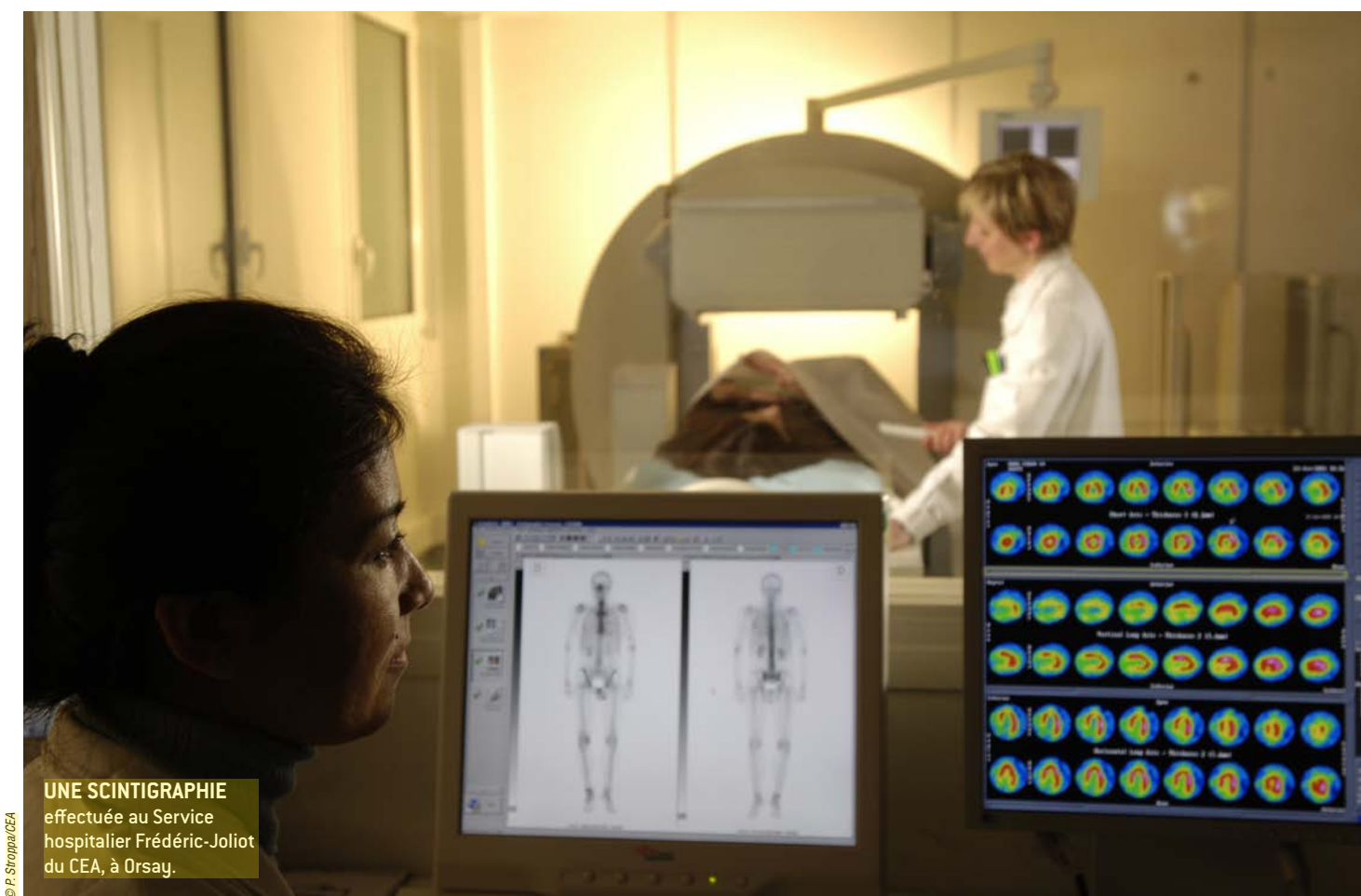
Lancé en 1996, le programme

Simulation vise à pérenniser la dissuasion française après l'arrêt définitif des essais nucléaires. Il a été bâti pour permettre le renouvellement et la garantie sur le long terme des armes qui équipent les composantes aéroportée et océanique de la dissuasion nucléaire française.

L'atteinte de tels objectifs a nécessité de développer ce programme suivant trois axes. Le premier axe porte sur la physique des armes nucléaires et consiste à établir les équations qui modélisent les phénomènes intervenant lors du fonctionnement de ces armes. Le deuxième axe est celui de la simulation numérique, qui regroupe l'écriture des applications informatiques et l'acquisition des calculateurs de puissance nécessaires à la résolution de ces équations. Le troisième axe est la validation

expérimentale : des expériences menées en laboratoire sont destinées à valider les différents modèles, séparément ou dans leur enchaînement.

Le laser Mégajoule (LMJ) est l'un des deux grands équipements sur lesquels s'appuie la validation expérimentale, l'autre étant l'installation de radiographie Épure, située en Côte-d'Or. Épure sert à étudier le comportement des matériaux dans la phase dite pré-nucléaire qui précède la libération de l'énergie nucléaire (le « fonctionnement nucléaire ») d'une arme, tandis que l'énergie du LMJ déposée sur une cible y crée des conditions de température et de pression relevant des hautes densités d'énergie, similaires à celles du fonctionnement nucléaire d'une arme et présentes également au cœur des étoiles.



UNE SCINTIGRAPHIE effectuée au Service hospitalier Frédéric-Joliot du CEA, à Orsay.

© P. Stroppa/CEA

Mieux voir le corps

Régine Trebossen et Patrick Philipon

Fort de son expertise en physique nucléaire, le CEA est devenu peu de temps après sa création un acteur majeur de l'innovation en imagerie médicale. Celle-ci a bouleversé le diagnostic médical et, plus largement, la médecine.

Examiner l'intérieur d'un matériau ou celui d'un organisme vivant sans l'ouvrir n'est plus un rêve depuis la découverte des rayons X par Wilhelm Röntgen, en 1895. La plupart des avancées réalisées dans ce domaine

Régine TREBOSSEN est coordonnatrice exécutive de l'infrastructure France Life Imaging et de la communication à l'Institut d'imagerie biomédicale du CEA, au service hospitalier Frédéric-Joliot. Patrick PHILIPON est journaliste scientifique.

dérivent directement de la recherche en physique nucléaire et des développements technologiques qu'elle implique, en électronique, en matériaux, en informatique, en robotique...

C'est un autre « pionnier des rayonnements », Frédéric Joliot, qui a grandement contribué à lancer le CEA sur la voie de l'imagerie médicale. Cet ensemble de techniques permet d'observer les organes et leur fonctionnement, de diagnostiquer des maladies, de valider de nouveaux traitements et d'évaluer leurs bénéfices. L'imagerie nucléaire et l'imagerie par résonance magnétique (IRM) font partie de ces applications devenues