

La production de connaissances en physique des deux infinis et en physique à très haute intensité utilisant les lasers requiert des développements instrumentaux très spécifiques. Dans ces domaines, les physiciens développent leurs propres outils en poussant les technologies des instruments à leurs limites, puis les utilisent pour accroître leurs connaissances. Ils peuvent alors partager leur savoir avec leur communauté scientifique en ouvrant un accès à leurs installations ou en appliquant leurs connaissances à la création d'instruments utiles à d'autres communautés scientifiques. Par ce mécanisme en cascade, les sciences utilisant les très grandes infrastructures contribuent grandement au développement des capacités d'investigation et d'innovation des communautés scientifiques.

La recherche et les très grandes infrastructures de recherche (TGIR)

Stratégie nationale concertée

Le CEA inscrit son action dans le cadre de la feuille de route nationale des très grandes infrastructures (www.roadmapptgi.fr). Tout en confortant son rôle dans les infrastructures existantes, il organise sa participation au développement des futures TGIR. Il représente la France, avec le CNRS et parfois aux côtés d'autres organismes, dans les instances de pilotage des TGIR.

Le CEA assure la présidence du Comité de coordination des très grandes infrastructures de recherche CEA-CNRS créé en 2009. Un de ses objectifs est d'accroître le poids de la France dans les instances de pilotage, internationales, des TGIR dans les domaines suivants : sources de lumière et de neutrons, accélérateurs d'ions, physique nucléaire et des hautes énergies, environnement et calcul intensif. Les deux organismes ont aussi créé un second comité plus spécifiquement dédié à l'animation des recherches en physique nucléaire et des hautes énergies.

Des compétences au service de toutes les activités du CEA

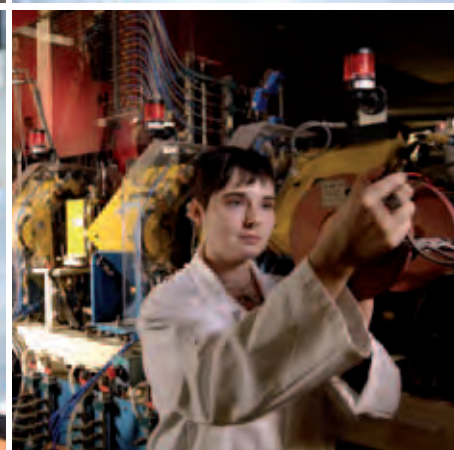
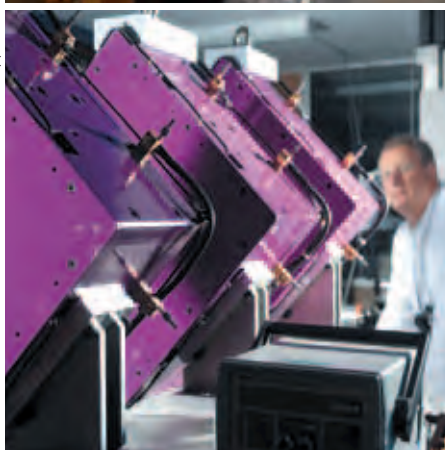
Le CEA est un acteur reconnu mondialement pour sa participation au développement et à la réalisation des TGIR grâce à ses compétences technologiques très pointues : instrumentation spatiale, accélérateurs et détecteurs, cryotechnologie, faisceaux de très haute intensité et très grands aimants supraconducteurs. Il assure à la France un rôle de tout premier plan dans de nombreux projets mondiaux

© P. Stroppa/CEA



© A. Gomin/CEA

© P. Stroppa/CEA



© P. Stroppa/CEA

De g. à dr. : tunnel du LHC/ Large Hadron Collider – maquette de l'aimant 11 teslas pour NeuroSpin – quadripôles de l'accélérateur linéaire de Spiral 2, au Ganil – ligne d'éjection du faisceau d'ions du cyclotron Cime.

en développement comme la source européenne de neutrons de spallation (ESS), la source de lumière de 4^e génération (XFel), les accélérateurs d'ions (Fair) et les futurs collisionneurs de particules (Clic & ILC). Ces compétences technologiques sont également essentielles pour répondre à

des défis sociétaux majeurs, comme la santé par exemple. C'est le cas dans les projets du CEA, comme le développement de l'aimant d'IRM à très haut champ pour l'imagerie fonctionnelle du cerveau (NeuroSpin) ou de composants indispensables du laser Mégajoule (LMJ).

PREMIÈRES COLLISIONS À HAUTE ÉNERGIE

Le grand collisionneur de hadrons (LHC), au Cern près de Genève, a permis de réaliser des collisions de faisceaux de protons portés à une énergie de 2,36 TeV, soit la plus haute énergie jamais atteinte dans ce type d'expériences. Les expériences CMS, Atlas et Alice (auxquelles participent les équipes du CEA) ont ainsi enregistré plusieurs centaines de milliers d'événements grâce à cette première phase de fonctionnement. Ces résultats ont déjà fait l'objet de plusieurs dizaines d'articles dans les revues scientifiques.

LES FUTURES INFRASTRUCTURES

Deux nouveaux accélérateurs d'ions, principalement dédiés à la physique nucléaire, sont en cours de construction en Europe : Spiral 2, extension du Ganil, à Caen, et Fair à Darmstadt (Allemagne). XFel, en cours de construction à Hambourg (Allemagne), doit constituer une source presque 10 fois plus brillante que des sources de rayonnement synchrotron actuelles. Deux grandes expériences de mesure des propriétés des neutrinos sont en cours d'assemblage, l'une à Chooz dans les Ardennes françaises (Double Chooz), l'autre au Japon (T2K). Enfin, en 2009, il a été décidé que le projet ESS de source de spallation de neutrons sera basé à Lund, en Suède. Dans un autre domaine, le projet européen en phase préparatoire Icos (projet d'infrastructure européenne dédié à la mesure précise des flux de gaz à effet de serre, notamment le dioxyde de carbone) s'est poursuivi en 2009 avec la définition du cahier des charges du futur réseau de stations de mesure.

LE PLUS GRAND TÉLESCOPE SPATIAL

© CEA/ESA/ISO



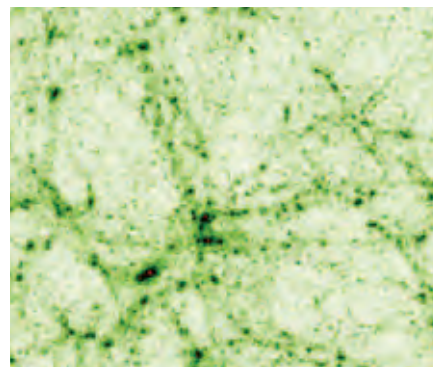
Le 14 juin 2009, le télescope spatial Herschel, positionné à plus d'un million de kilomètres de la Terre, a porté son premier regard sur une galaxie. Il a fourni des images de l'Univers dans l'infrarouge et le domaine submillimétrique, avec une finesse de résolution inédite, grâce à la caméra de bolomètres de l'instrument Pacs, conçue et réalisée par le CEA.

AUTANT EN EMPORTENT LES WIMPS

© J. Bigot/CEA



Mis en route en 2009, les nouveaux détecteurs de l'expérience Edelweiss (laboratoire souterrain de Modane) ont permis de multiplier par 10 fois la sensibilité de détection des wimps, ces particules massives interagissant faiblement, qui pourraient expliquer la nature de la matière noire.



© D. Aubert/CEA-Daphné-C. Pichon/CNRS/IAP

Simulation de la formation des structures dans l'Univers.

Architecture hybride pour la simulation en cosmologie

L'apparition des premières étoiles dans un univers rempli d'hydrogène et d'hélium neutre a entraîné la réionisation complète de l'Univers, après irradiation de leur environnement. Ce processus fondamental a été simulé à haute résolution par une équipe du CEA sur le calculateur Titane du CCRT. Les distributions du gaz et des sources de rayonnement, la propagation de la lumière, de la chimie et du chauffage du gaz ont été modélisées grâce à différents codes. En distribuant le calcul sur 128 cartes graphiques, cette étape a pu être accélérée d'un facteur 100. La modélisation a mis en évidence l'importance de la physique de la formation de la toute première génération d'étoiles sur le processus de réionisation de l'Univers.

Petal

En appui aux programmes expérimentaux menés sur la Lil puis le LMJ, d'autres installations viennent compléter les moyens d'études menées en physique des lasers ou des plasmas. C'est le cas notamment du laser petawatt Petal, réalisé sous maîtrise d'ouvrage de la région Aquitaine. Le projet Petal consiste en la réalisation d'un laser de haute énergie et de haute puissance.

Les très grandes infrastructures gérées par le Comité de coordination thématique CEA-CNRS

Sources de neutrons

Orphée-laboratoire Léon Brillouin (LLB)
Institut Laue-Langevin (ILL)

Saclay
Infrastructure européenne à Grenoble

www-llb.cea.fr
www.ill.eu

Sources de lumière

Synchrotron Soleil
ESRF
XFel

Saint-Aubin, près de Saclay
Infrastructure européenne à Grenoble.
Infrastructure européenne en construction à Hambourg (Allemagne)

www.synchrotron-soleil.fr
www.esrf.eu
www.xfel.eu

Physique nucléaire et des hautes énergies

Ganil & Spiral 2
Cern-LHC
Fair

Caen
Infrastructure mondiale près de Genève
Infrastructure européenne à Darmstadt (Allemagne)

www.ganil-spiral2.eu
www.lhc-france.fr
www.gsi.de/fair/index_e.html

Environnement

Icos

Infrastructure européenne sous forme de réseau en cours de constitution

www.icos-infrastructure.eu

Calcul intensif

Genci
Prace

Grand équipement national de calcul intensif
Infrastructure européenne sous forme de réseau en cours de constitution

www.genci.fr
www.prace-project.eu

Les instruments d'astrophysique embarqués sur des satellites sont également assimilés à des TGIR.