

ÉNERGIE DÉFENSE INNOVATION SANTÉ TECHNOLOGIE RECHERCHE

LE CEA C'EST...

Le Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives est un organisme public de recherche.

C'est un acteur majeur de la communauté scientifique. Au cœur des enjeux de société, il mène des recherches sur les énergies de demain, l'évolution du climat et l'effet de serre, la santé (cancer, Alzheimer...), les nanosciences et nanotechnologies, la lutte contre le terrorisme et la défense nationale.

Grâce à l'excellence de ses recherches et aux partenariats avec de nombreux industriels, le CEA est à l'origine de multiples applications qui ont une influence sur notre quotidien.

X Pile Zoé



La pile Zoé est le premier réacteur nucléaire français. Construite en un temps record, elle fonctionne pour la première fois le 15 décembre 1948 et marque le début de la recherche sur l'énergie nucléaire en France.

💢 Le Redoutable

Long de 128 m et d'une puissance de 16 000 chevaux, Le Redoutable est le premier sous-marin lanceur d'engins à propulsion nucléaire construit en France.









X Puces RFID

Passer à la caisse sans avoir à enlever ses achats de son chariot... Une opération simple grâce au système d'identification par radio fréquence, ou

RFID (Radio Frequency IDentification). Composé d'une antenne et d'une puce, le tag RFID échange des données en utilisant des ondes électromagnétiques.

💢 Toilettage high-tech pour Khroma



"Khroma", un bébé mammouth âgé de plus de 50 000 ans découvert en Sibérie, devait être débarrassé de germes potentiellement pathogènes et de certains bacilles. Il a reçu un traitement par irradiation gamma, une étape indispensable avant son étude par les scientifiques, puis son exposition au public.

Zéro CO₂

"Zéro CO_2 " est un voilier de 12 m construit par le chantier naval RM de la Rochelle. Il est équipé d'un moteur électrique alimenté par une pile à combustible à hydrogène.



Test de dépistage du prion

Le test de dépistage post-mortem de la maladie de la vache folle reste aujourd'hui encore l'un des plus sensibles et des plus utilisés au monde pour le contrôle de la chaîne alimentaire.

💢 Simulation en astrophysique

A partir des observations effectuées par la mission Cassini, une équipe d'astrophysiciens a réalisé une simulation numérique des processus de formation des satellites de Saturne.



LE CEA EN CHIFFRES



Découverte(s) du CEA est édité par la Direction de la Communication du CEA - CEA Siège 91191 Gif-sur-Yvette cedex. Responsables de la publication : Xavier Clément - Brigitte Raffray. Rédactrices : Camille Liégeois, Florence Klotz, Lucia Le Clech. Crédits photos : P.Auavian - C.Dupont - L.Godart - P.E. Grosjean - S.Le Coster - C.Morel/Our Polar Heritage - H.Raguet/ScienceBAVeint-, Seurot/Marine Nationale - P.Stroppa - F.Vigouroux. Création et réalisation : MAYA press (www.mayapress.net). Impression : Pure impression - sur paigle P.PEF (sisu de forêts derées durablement. Septembre 2011.





ÉNERGIES BAS CARBONE

Industrie, habitat, transports, les besoins en énergie sont essentiels pour le bon fonctionnement de notre société. Le CEA tente de relever 2 défis liés à l'énergie et à l'environnement: contribuer à l'indépendance et l'efficacité énergétique et lutter contre le réchauffement climatique. Quelles solutions? Les énergies bas carbone et le mix énergétique...



POUR UNE ÉNERGIE

L'effet de serre est un phénomène naturel, amplifié par les activités humaines. La mesure régulière des changements climatiques contribue à mettre en évidence les conséquences de nos comportements. Devant la nécessité d'agir, de prévenir et d'anticiper les évolutions futures, le CEA s'implique dans les recherches sur les énergies bas carbone et dans l'étude du climat.

Près de Marseille, une expérience scientifique internationale à très grande échelle doit démontrer la faisabilité de l'énergie de fusion, celle produite au cœur des étoiles, et ouvrir ainsi la voie à son exploitation : ITER. Un "robot serpent" de 10 mètres de long a été développé par le CEA pour se déployer dans les entrailles d'ITER et explorer des "enfers technologiques" inaccessibles à l'homme. La robotique ouvre ainsi de nouvelles possibilités!





DURABLE

Les recherches en climatologie permettent de reconstituer les variations climatiques passées pour mieux prédire les évolutions climatiques futures!

Grâce à deux méthodes associées: l'étude des indices de l'histoire du climat (glaces, sédiments...) et la modélisation numérique.



ÉNERGIES BAS CARBONE



Le nucléaire, une énergie bas carbone ? Oui, car c'est une source d'énergie qui n'émet pas de CO₂, gaz à effet de serre. L'Europe évite ainsi chaque année l'émission équivalente au rejet de 200 millions de véhicules

Le CEA consacre une part importante de ses recherches à l'énergie nucléaire. Les chercheurs travaillent sur deux prototypes de réacteurs nucléaires de 4e génération. Le but poursuivi : plus de performance et plus de sûreté pour un nucléaire durable. Un maître mot : innovation. Le CFA se consacre à la recherche et développement ; l'exploitation des centrales nucléaires étant réservée à ses partenaires industriels.

// Cœur d'un réacteur de recherche

L'énergie nucléaire nécessite une extrême rigueur, de la conception des centrales jusqu'à l'étape finale du démantèlement. Le CFA offre son expertise dans ces domaines et poursuit ses recherches en vue d'améliorer la sécurité et la sûreté de l'ensemble de la chaîne. Le soutien au parc électronucléaire actuel et au démantèlement fait partie de ses missions.

LE SAUAIS¹TU?

Les techniciens aui travaillent dans les réacteurs nucléaires de recherche du CEA sont équipés de bagues, cartes ou ceintures. appelées dosimètres, aui mesurent leur exposition aux rayonnements. Leur suivi est quotidien, mensuel et annuel et répond aux normes françaises et internationales de radioprotection.







Près d'Avignon, le Visiatome propose sur 600 m² un parcours de découverte et d'information grand public sur la radioactivité, l'énergie et la gestion des déchets nucléaires. Visites et ateliers pédagogiques sont au programme...

www.visiatome.fr



Deux leviers pour la sécurité: réduire la probabilité qu'un accident survienne et limiter les conséquences d'une telle éventualité. Grâce à ses réacteurs de recherche, plusieurs scénarios sont envisagés par l'étude du comportement des matériaux.

Le CEA a développé une expertise de pointe dans la simulation numérique; c'est un outil majeur de la R&D car il présente l'avantage considérable d'éviter les essais "réels" et optimise la performance et la sûreté.

Au-delà de la sécurité des installations, l'utilisation du nucléaire soulève la question des déchets sur laquelle



// Télémanipulation en cellule blindée

travaillent de nombreux chercheurs du CEA. Atalante, le plus grand laboratoire de chimie nucléaire au monde, a été notamment créé pour tenter d'y répondre. Les recherches portent notamment sur la réduction des volumes de déchets radioactifs. De la séparation à la vitrification, de nombreuses solutions y sont développées et améliorées.

Avec les réacteurs de 4º génération, une grande partie des déchets après fission, notamment les plus radioactifs, pourra être recyclée et donc réutilisée."

Frédéric Ravel Ingénieur Docteur en science des matériaux

ÉNERGIES BAS CARBONE

L'appauvrissement des sources fossiles (pétrole, gaz...) et le réchauffement climatique incitent à développer les recherches sur l'énergie solaire, les bioénergies, le stockage d'électricité... On trouve en effet dans la nature des ressources renouvelables qui nous font avancer!

Le solaire, une énergie tombée du ciel... Tout l'enjeu actuel des recherches sur l'énergie solaire est d'améliorer les rendements et de réduire les coûts de fabrication des cellules photovoltaïques. De plus en plus petites et de plus en plus performantes, telles sont les avancées technologiques recherchées.

L'INES*, centre de référence dans le domaine de l'énergie solaire, a pour objectif la recherche et le développement de technologies et de produits innovants pour le solaire photovoltaïque et thermique, et leur intégration dans le bâtiment. La plate-forme expérimentale INCAS a pour but d'étudier les maisons "positives", qui produisent plus d'éneraie au'elles n'en consomment. et les maisons basse consommation. afin d'optimiser l'efficacité énergétique du bâtiment. Les constructions du futur respecteront ces normes pour être indépendantes du point de vue énergétique.

*Institut national de l'énergie solaire près de Chambéry

Notre objectif est de rendre le système intelligent. Il détectera bientôt lui-même des ombres d'arbres par exemple, ou des feuilles mortes tombées sur les panneaux, et les signalera. Il en va de même pour les pannes."

Franck Barruel

Chef de projet de la filière système





// Caractérisation d'échantillons de biomasse



💢 Bioénergies

La bioénergie exploite l'énergie dégagée par les plantes et les déchets des animaux. Une énergie qui revient en force en Occident avec les recherches menées sur les biocarburants.

LE SAUAIS-TU?

Pour 3 milliards
d'individus, la biomasse
dite traditionnelle
(sous la forme de bois,
déchets végétaux,
charbon de bois ou
encore bouse de vache
séchée) est la source
principale, sinon
unique, d'énergie.

Pour ne pas concurrencer la production de denrées comestibles, les recherches se sont orientées sur l'utilisation des déchets agricoles, ce sont les biocarburants de 2° génération. La suite ? Les biocarburants de

3º génération produits à partir de micro-organismes photosynthétiques, comme les microalgues et les cyanobactéries.





A Cadarache, la plate-forme biotechnologique, HélioBiotec, explore la biodiversité pour rechercher des organismes ou des enzymes d'intérêt, développe des recherches sur les mécanismes de conversion et de stockage de l'énergie solaire par ces microorganismes, et propose des concepts innovants pour les améliorer.

ÉNERGIES BAS CARBONE

Les énergies renouvelables : un beau potentiel qui offre de nombreux défis aux chercheurs, notamment sur les questions de stockage de l'énergie et du coût de la transformation de la ressource en énergie utile. Dans le développement des énergies bas carbone, l'évolution des technologies de pointe ouvre de nouvelles perspectives...



A Grenoble, une plate-forme technologique de réalisation de batteries électriques en petites séries a été mise en place, depuis la synthèse des matériaux jusqu'au montage d'une batterie dans un véhicule. Ouvrant ainsi la voie à l'industrialisation...

Les batteries électriques...

On en parle maintenant depuis un moment, certaines font déjà partie du paysage, mais les performances atteintes restent à améliorer... Les voitures sont encore limitées à un usage citadin avec leurs 150 km d'autonomie.



Florence Fusalba Responsable du programme stockage de l'énergie





// Groupe électrogène et pile à combustible

Les piles à combustible, qui ne rejettent que de l'eau, font également l'objet de recherches au CEA afin d'améliorer leur durée de vie, réduire leur coût et innover dans l'utilisation des com-



Le soleil carbure à l'hydrogène, pourquoi pas nous?
Très répandu sur Terre, énergétique et écologique, l'hydrogène pourrait constituer une ressource du futur. A condi-

LE SAUAIS-TU?

La démarche biomimétique s'inspire de la nature pour innover! Les nouveaux outils des nanotechnologies permettent aux chercheurs de reproduire à l'échelle nanométriaue des phénomènes naturels, pour les optimiser. voire les améliorer. On réalise, en laboratoire, la photosynthèse des plantes et de certaines bactéries pour produire de l'hydrogène.

tion de garantir un processus de production et de stockage sans émission de gaz à effet de serre. Sous forme gazeuse, l'hydrogène étant inflammable et explosif, des solutions pour réduire les risques restent aussi à élaborer.

Dans la plupart des solutions énergétiques mises au point et améliorées par les chercheurs, les nanomatériaux représentent une source incroyable d'innovation. Ils permettent d'atteindre des niveaux de performances inenvisageables avec les matériaux classiques.



DÉFENSE ET SÉCURITÉ GLOBALE

Dans le secteur de la défense et de la sécurité globale, le CEA agit dans les domaines de la dissuasion et de la propulsion nucléaire navale autant que dans la lutte antiterroriste, en s'appuyant sur des technologies de pointe : supercalculateurs, lasers... Ces applications militaires sont bien souvent utiles pour la recherche civile.



DES TECHNOLOGIES

Le CEA conçoit, fabrique, maintient en condition opérationnelle puis démantèle les têtes nucléaires. Il est aussi responsable de la conception et de l'entretien des réacteurs qui équipent les sous-marins et porte-avions à propulsion nucléaire de la Marine nationale. Depuis 1996, il n'y a plus d'essais nucléaires. Pour garantir le fonctionnement et la sûreté des armes nucléaires, les ingénieurs du CEA font aujourd'hui appel à la simulation numérique.

// Test de furtivité dans une chambre anéchoïque







POUR LA SÉCURITÉ

Au niveau international, le CEA participe à la lutte contre la prolifération des armes nucléaires. Il veille à ce que le Traité d'interdiction complète des essais nucléaires soit

respecté. Un système de surveillance international est en train d'être installé, il rassemblera 321 stations de détection et 16 laboratoires d'analyse.



DÉFENSE ET SÉCURITÉ GLOBALE

Dans le cadre de son programme Simulation, le CEA s'est équipé d'outils aussi gigantesques que sophistiqués.

TERA 100 est un supercalculateur impressionnant, tant
par sa taille que par sa puissance... qui reproduit par le
calcul les différentes étapes
du fonctionnement d'une arme
nucléaire. C'est l'étape de simulation numérique. Les résultats
sont ensuite validés grâce aux
expériences sur Airix (bientôt
sur Epure) et le laser Mégajoule,
ainsi qu'en exploitant les données recueillies lors des essais
nucléaires passés.

LE SAUAIS¹TU?

Le supercalculateur
Tera 100 est capable
de réaliser un
million de milliards
d'opérations par
seconde! Soit plus que
ce que la population
mondiale ferait en 48
heures, à raison d'une
opération par seconde
et par personne.



// Salle de calcul de Tera 100

La simulation numérique est utilisée par de plus en plus de chercheurs et d'industriels. Elle permet d'étudier de très nombreux phénomènes qu'on ne peut pas reproduire en laboratoire : l'évolution du climat, la propagation d'un tsunami, le fonctionnement d'une turbine d'hélicoptère, le séquençage du génome

Christine Ménaché Responsable du centre de calcul recherche et technologie

humain, etc."



X LE LASER MÉGAJOULE

Ce puissant laser est un grand assemblage de miroirs, d'optiques, de lentilles... destiné à amplifier et à transporter de l'énergie sous forme de lumière, pour concentrer 176 faisceaux sur une microcible de 2.4 mm. La réaction de fusion thermonucléaire ainsi produite est identique à l'étape finale de fonctionnement d'une arme. Si cette installation est dédiée à la Défense, elle devrait

s'avérer un formidable outil pour l'énergie, l'astrophysique ou le médical...



// Test d'endommagement d'optiques du laser Mégajoule



On peut comparer Airix, bientôt remplacé par Epure, à un appareil photo fonctionnant aux rayons X. Grâce à cette installation, on peut réaliser des radiographies de la matière lors de phénomènes physiques ultrarapides, ce qui

permet de valider les calculs de simulation de la première étape de fonctionnement d'une arme (explosifs).



// Salle de commande d'Airix





DÉFENSE ET SÉCURITÉ GLOBALE

Dans le cadre de la surveillance des traités, le CEA a développé une véritable expertise dans l'étude des soubresauts terrestres afin de veiller au respect de l'interdiction des essais nucléaires. Il agit également dans la lutte contre les risques nucléaire, radiologique, biologique ou chimique.

Alerte aux séismes...

Le CEA surveille de très près les séismes grâce à une quarantaine de stations implantées sur le territoire français qui enregistrent les secousses et leur magnitude. L'énergie libérée lors du séisme est calculée sur l'échelle de Richter, de 2 à 9. Au niveau mondial, l'analyse des signaux permet aussi de détecter les éventuels essais nucléaires.

LE SAUAIS¹TU ?

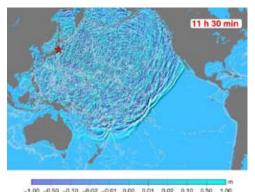
Les signaux enregistrés par les stations infrasons permettent également d'étudier les chutes de météorites et ainsi de reconstituer leur arrivée sur terre. Une autre application inattendue...

Dès qu'un séisme de magnitude 4 est détecté, l'alerte se déclenche. Les services de la protection civile reçoivent toutes les informations. Cela permet, si nécessaire, d'envoyer des secours très rapidement."

Pascal Roudil Sismologue

La prévention : l'étude et le suivi des séismes permettent d'évaluer les aléas et de réaliser des cartes indiquant, sur une région précise, les normes de construction parasismiques pour les hôtiments





// Modélisation du tsunami japonais

💢 ... et aux tsunamis

Le CEA étudie aussi les tsunamis qui sont générés par des tremblements de terre survenant sous la mer. Le 11 mars 2011, quelques minutes après l'événement, les équipes du CEA ont détecté le séisme qui a touché le Japon, établi sa magnitude et déterminé son caractère tsunamigène.

A partir de 2012, c'est lui qui donnera l'alerte pour la zone euro-méditerranéenne.



Lutte antiterroriste

Le CEA conduit le programme de recherche sur la lutte contre les risques nucléaire, radiologique, biologique et chimique. Une centaine de personnes au CEA et dans des laboratoires extérieurs est mobilisée, avec un objectif : développer de nouvelles technologies de détection et d'identification des menaces.



// Développement d'un système de détection d'explosifs

TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ

Le CEA fait bénéficier le secteur de la santé de technologies innovantes qu'il développe et maîtrise. Ainsi, il conduit des programmes en imagerie et recherche médicale, biotechnologies, radiobiologie, toxicologie et génomique.



DU DIAGNOSTIC À LA

Imagerie et recherche médicale

Le CEA développe et utilise de nouveaux outils d'imagerie médicale qui permettent de mieux comprendre le fonctionnement du cerveau et des organes. Ces techniques d'observation très pointues servent aussi à identifier les pathologies et à adapter les traitements. Grâce à la Tomographie par émission de

positons (TEP) et à l'Imagerie par résonance magnétique (IRM), les recherches avancent sur le cancer et de nombreuses maladies du cerveau : Alzheimer, épilepsie, schizophrénie... Ces techniques permettent la mise au point de diagnostics précoces, l'évaluation de médicaments et le suivi des patients.

A Fontenay-aux-Roses, MIRCen est une plate-forme de recherche préclinique. Les chercheurs conçoivent, mettent au point et valident des thérapies innovantes, notamment pour les maladies neurodégénératives (Alzheimer, Parkinson...), cardiaques et hépatiques.





THÉRAPIE



L'essor des compétences techniques sur l'ADN a ouvert la voie à de nombreuses applications médicales comme la thérapie génique (par exemple, pour traiter la maladie de Parkinson ou la béta thalassémie) ou les vaccins à ADN (une piste pour la lutte contre le virus du Sida).

Ces techniques sont aussi à la base des «puces à ADN». Ces systèmes miniaturisés donnent une analyse globale de l'expression des gènes d'une cellule à un moment donné. Formidable outil pour la recherche, par exemple pour comprendre l'action de certains médicaments, les puces à ADN sont aussi utilisées dans l'aide au diagnostic. Dans la même famille, les "laboratoires sur puce", des laboratoires miniaturisés analysent de très petits volumes (une goutte de sang par exemple). Ils pourront être utilisés par les médecins, les

pompiers...



TECHNOLOGIES POUR LA SANTÉ

Recherches en radiobiologie

Ces recherches visent à mieux comprendre les effets de la radioactivité sur l'ADN et la cellule. L'évaluation de la sensibilité de chaque individu aux rayonnements et la compréhension des processus de formation des cancers sont au cœur de ces études. Ces travaux contribuent à définir la réglementation internationale en matière de radioprotection, mais aussi à mettre au point de nouvelles stratégies de traitement.

Le développement des nanotechnologies implique la nécessité de maîtriser leurs risques éventuels pour la santé et l'environnement, de la fabrication des produits concernés et ce jusqu'à la fin de leur vie. Le CEA coordonne le programme européen de recherches **Nanosafe** sur la production sécurisée des nanomatériaux, et travaille à la protection des personnels potentiellement amenés à être en contact avec des nano-objets.

www.nanosmile.org



// Etudes de nanosécurité en boîte à gants

Toxicologie nucléaire et nanotoxicologie

Les produits qui nous entourent sont-ils toxiques quand ils pénètrent dans notre organisme ou notre environnement? Telles sont les auestions aue se posent les toxicologues. On parle de toxicologie nucléaire quand on s'intéresse à des composés radioactifs et de nanotoxicologie pour les composés nanométriques. Pour ces derniers, l'enjeu est d'être en mesure de contrôler leur toxicité avant leur mise sur le marché. Quand des produits toxiques sont déià présents dans l'environnement, il s'agit alors de mettre en place des moyens de détection et de remédiation pour les en extraire.





LE SAUAIS-TU?

Le génome humain contient 3,2 milliards de lettres, soit autant que dans 2 000 livres de 500 pages... Après 10 ans d'efforts et 3 milliards de dollars, le Projet Génome Humain, surnommé "projet Apollo de la biologie", est parvenu à le déchiffrer entièrement. Au CEA, le Génoscope, seul contributeur français, a pris en charge le chromosome 14, soit 87 millions de bases.

K Génomique

La génomique vise à étudier le génome, soit l'ensemble du matériel génétique des différentes espèces et son expression chez des individus. Les plates-formes de génomique permettent d'identifier, grâce à leur ADN, de nouveaux organismes et de mettre en évidence la susceptibilité génétique des individus à des pathologies.



// Préparation de la biobanque

Au niveau mondial, la toxicologie des nanoparticules n'a pas progressé aussi vite que les développements industriels. Il y a donc un enjeu d'organisation afin d'obtenir au plus vite une réponse collective quant aux risques sur la santé humaine et l'environnement."

Eric Ouémeneur

Directeur du programme toxicologie

TECHNOLOGIES POUR L'INFORMATION

Acteur clé de l'innovation industrielle, le CEA dispose d'une recherche technologique de haut niveau dans le domaine des micro et nanotechnologies, notamment pour les télécommunications et les objets communicants.

Dans le domaine des systèmes interactifs, le CEA développe des interfaces homme/machine dans les secteurs nucléaire, médical, automobile...



DE L'ÉLECTRON À L'

Partenaire de nombreux industriels, le CEA développe des microsystèmes (capteurs, condensateurs, etc.) qui vont enrichir nos objets quotidiens de nouvelles fonctions.

En proposant des technologies plus rapides, moins chères et incluant de nouvelles fonctionnalités, l'électronique conditionne les progrès de nombreux secteurs: transports, gestion de l'énergie, technologies de la santé, appareils multimédias... Parmi les procédés à l'étude figure l'intégration 3D, c'est-àdire la conception de puces au sein desquelles les composants

sont empilés et non plus seulement mis côte à côte. Cette voie laisse envisager des systèmes complexes plus performants, moins "encombrants" et plus économes en énergie.



Aujourd'hui, l'enjeu est de porter à environ 3 milliards le nombre de

transistors sur une puce de la taille d'un ongle... et ainsi de franchir les frontières de l'atome."

Olivier Demolliens Chef du département nanotechnologies



INNOVATION



Les salles blanches sont des pièces où la présence de poussières en suspension dans l'air est minimale et maîtrisée et où l'atmosphère est contrôlée en permanence. On y travaille dans des conditions strictes de protection: combinaison, masque, gants, hotte aspirante... pour préserver les circuits électroniques en cours d'élaboration.



Les interfaces hommemachine sont essentielles aux systèmes intelligents de demain et largement utilisées dans la vie quotidienne (transports, santé, jeux vidéos, etc.) et l'industrie (nouvelles méthodes de conception et de production). Elles constituent un axe de recherche important, de l'ingénierie de la connaissance à la robotique interactive en passant par la réalité virtuelle, dans le but d'améliorer leur convivialité et leur intelligence.



TECHNOLOGIES POUR L'INFORMATION

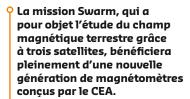
Situé au cœur du campus MINATEC® à Grenoble, pôle d'excellence européen en micro et nanotechnologies, MINATEC IDEAs Laboratory est un plateau d'innovations, ouvert, partagé et multipartenaire fondé à l'initiative du CEA. Il a pour objectif de concevoir les futures applications des nouvelles technologies en se basant sur l'association de designers, d'industriels, de chercheurs en sciences humaines et sociales et d'utilisateurs.



www.minatec.com



En astrophysique, de nombreux développements technologiques ont permis d'augmenter les performances des instruments d'observation. Ainsi, le CEA participe depuis plus de quarante ans à presque toutes les missions de l'Agence spatiale européenne (ESA). La réunion de ses compétences autant technologiques que fondamentales en fait un acteur incontournable de la recherche astrophysique en France, mais aussi au niveau international.







// Essai de lunettes immersives

LE SAUAIS-TU?

Les ordinateurs et autres produits électroniques sont de plus en plus performants, de moins en moins chers. de plus en plus compacts, car leurs composants suivent la "Loi de Moore". Elle prédit le doublement, tous les 2 ans. de leur nombre sur une même surface. Cette prédiction est toujours d'actualité, mais va se heurter dans un futur proche à des contraintes physiques.







// Réalité virtuelle adaptée au montage automobile

Prenez des grands écrans, des lunettes 3D, un bras haptique (à retour d'effort), des détecteurs de mouvements et surtout un logiciel très performant : vous êtes prêts pour plonger dans la réalité virtuelle.

Basée sur la simulation interactive, elle constitue une étape essentielle dans la modélisation numérique destinée à la conception, la maintenance ou le démantèlement des installations industrielles. De nombreux domaines utilisent la réalité virtuelle, de l'industrie manufacturière aux transports et à l'énergie, mais aussi la médecine et la culture. Les modalités multisensorielles placent l'interface hommemachine à la croisée de ces mondes. •



Le CEA a développé une plateforme multimodale de formation à la chirurgie maxillo-faciale en réalité virtuelle. Elle comporte deux interfaces : une poignée qui assure un retour tactile simulant les vibrations de la fraise utilisée par les chirurgiens et un écran 3D. Les trois sens indispensables à la chirurgie osseuse sont restitués : la vue, l'ouïe

et le toucher. L'utilisateur visualise ses gestes en 3D en temps réel, il entend les variations de bruit de la fraise selon la vitesse et le mouvement imprimés et perçoit, grâce au retour d'effort, la résistance de l'outil selon la dureté de l'os. Une réussite technologique pour un outil pédagogique.

TRÈS GRANDES INFRASTRUCTURES

De l'accélérateur au supercalculateur, du synchrotron au laser, les Très grandes infrastructures de recherche (TGIR) sont devenues incontournables pour le développement de la recherche. De leur conception à leur exploitation, elles font l'objet de vastes collaborations internationales et représentent des lieux de croisement des disciplines et des chercheurs.



LA RECHERCHE À GR

Une TGIR est un outil pour mener une recherche d'importance, utile pour une ou plusieurs communautés scientifiques de grande taille. Son coût de construction et d'exploitation est tel qu'il justifie un processus de décision et de financement concerté au niveau national, le plus souvent européen ou international. Son accès est ouvert à tous sur la base de l'excellence scientifique.

Le CEA apporte à la communauté nationale et internationale son expertise dans des disciplines clés: physique nucléaire et des hautes énergies, sciences des matériaux, nanosciences, chimie... ainsi que l'interdisciplinarité indispensable à l'utilisation optimale des TGIR. Il est associé à de nombreux partenaires institutionnels tels que le CNRS, l'INRIA...

Les Très grandes infrastructures de recherche contribuent à la résolution de défis sociétaux en matière de santé, de nouveaux matériaux, d'énergie et pour la défense et la sécurité."

Catherine Cesarsky Haut commissaire à l'énergie atomique





ANDE ÉCHELLE

ине

Le Large Hadron Collider, à Genève, est l'accélérateur de tous les superlatifs: les plus hautes énergies jamais atteintes par l'Homme, la plus grande "machine" scientifique jamais réalisée, la plus grosse concentration de chercheurs... Et c'est aussi la plus grande piste de course du monde: le long de ses 27 km de tunnel, à 100 m sous terre, les particules sont lancées à 99,9999991 % de la vitesse de la lumière et vont effectuer 11 245 tours par seconde. Deux faisceaux de protons tourneront en sens inverse chacun à haute énergie, ce qui donnera lieu à quelque

600 millions de collisions frontales par seconde. Ces chocs à très haute énergie provoqueront la création de nouvelles particules!

De nombreuses équipes du CEA ont été mobilisées, de sa conception à la réalisation des aimants et d'une partie importante des détecteurs. Elles seront autant à scruter les collisions pour espérer entrevoir le boson de Higgs ou des indices pour de nouvelles théories de la matière. Mais c'est avant tout une aventure scientifique internationale!

TRÈS GRANDES INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE



SOLEIL

Près de Saclay, l'installation SOLEIL produit et utilise le rayonnement synchrotron, une source de lumière extrêmement puissante pour explorer la matière. Ce rayonnement est fourni dans un anneau de 354 mètres, où circulent des électrons de très haute énergie, à une vitesse proche de celle de la lumière. Capté à différents endroits de l'anneau, ce rayonnement est guidé vers des "lignes de lumière". Chacune est un véritable laboratoire, instrumenté pour préparer et analyser les échantillons et traiter les informations recueillies. Le programme expérimental prévoit la mise à dis-

position de 26 lignes pour 2 000 utilisateurs er moyenne par an, qui étudieront la matière vivante (cellule, virus, bactéries...) ou inerte (éléments chimiques, matériaux divers...)

à l'échelle de l'atome



GANIL

Grâce aux accélérateurs de particules, les physiciens affinent la description du noyau atomique et progressent dans la compréhension de la matière. Au Ganil* basé à Caen, l'installation Spiral 2, un accélérateur linéaire supraconducteur capable de fournir des faisceaux d'ions parmi

les plus intenses au monde, produira en abondance neutrons et noyaux exotiques. Elle ouvrira de nouveaux horizons à la physique et à l'astrophysique nucléaires.

* Grand accélérateur national d'ions lourds

TGCC

A Bruyères-le-Chatel, le Très grand centre de calcul héberge un supercalculateur pétaflopique dans le cadre d'un partenariat européen auguel s'ajouteront ceux du



Centre de calcul recherche et technologie du CEA. La puissance cumulée sera alors de plusieurs millions de milliards d'opérations par seconde, positionnant ainsi le TGCC parmi les centres de calcul les plus importants au monde. Ces superordinateurs offrent aux chercheurs la possibilité de pousser leurs simulations de plus en plus loin ; en particulier pour la recherche fondamentale dans les domaines du climat, des nanosciences, de l'astrophysique et de la fusion. Le calcul intensif et la simulation numérique permettent de confronter l'expérience et la théorie au bénéfice de la connaissance.

SLIC*

DVD. soudure, chirurgie... On connaît les lasers pour leurs applications, mais ce sont aussi des instruments de pointe pour la recherche fondamentale. A Saclay, le CEA dispose de sa propre plate-forme laser. Cette grande infrastructure européenne permet aux chercheurs, physiciens ou chimistes, d'étudier en temps réel la matière à l'échelle atomique. Cette plateforme de près de 600 m² comprend principalement 3 lasers et une dizaine d'aires expérimentales. La spécificité de ces lasers est leur capacité à délivrer des impulsions qui sont à la fois extrêmement brèves et extrêmement puissantes.

* Saclay laser-matter interaction center



LE CEA À L'INTERNATIONAL...

NEEM

NEEM (North Eemien) est un projet de **forage profond** dans la glace du nord-ouest du Groenland. Il vise à obtenir des échantillons de glace couvrant les derniers 140 000 ans, afin de caractériser l'évolution du climat au cours de cette période et d'en tirer des modèles pour prévoir le climat futur.





VLT
Le Very Large Telescope est un ensemble de 4 télescopes principaux et 4 auxiliaires implantés à l'Observatoire du Cerro Paranal, situé dans le désert d'Atacama au nord du Chili, à une altitude de 2 635 mètres. Il permet l'étude des astres dans les longueurs d'onde allant de l'ultraviolet à l'infrarouge.



TARA

La mission scientifique Tara Océans : **une goélette qui parcourt les océans** de la planète pour une grande campagne de prélèvements physico-chimiques et biologiques. Le but est d'étudier l'écosystème marin afin de prédire les impacts des changements climatiques sur la diversité planctonique. Le Genoscope offre son savoir-faire pour étudier la biodiversité des génomes et la richesse en gènes des échantillons prélevés.





JUIZ

Comment est produite l'énergie au cœur des étoiles?

- a O Par plasma
 - b Par fusion nucléaire
 - C Par fission nucléaire

Qu'est-ce que la biomasse?

- a O La sève des arbres b ○ La masse biologique
- c 🔾 Les matières naturelles pouvant fournir de l'énergie

Qu'est-ce que l'effet de serre ?

- a O Un phénomène naturel
- b Un phénomène créé par l'homme c ○ Un moyen de faire rougir les tomates

Quelle est la principale source de production d'énergie en France?

- a O Solaire
 - b Nucléaire
 - c

 Charbon

Quel est l'avantage d'un sous-marin à propulsion nucléaire?

- a Il peut aller sur terre et sur mer
 - b Il est autonome en énergie
 - c Il est 10 fois plus rapide

En 2011, quelle puissance de calcul atteignent les plus grands supercalculateurs?

- a O Plusieurs millions de milliards d'opérations par seconde
- b O Plusieurs milliers d'opérations par seconde
 - c Il n'y a pas de limite

















Comment appelle t-on l'échelle qui calcule



- la magnitude d'un séisme ?

 a O Mercalli
 - b Plister c ○ Richter

A quel secteur un réacteur nucléaire peut-il aussi être utile ?

- a Touristique b ○ Médical
 - c O Agroalimentaire

Qu'est-ce que le génome ? \overline{p}

- a C Le matériel génétique d'un individu ou d'une espèce b C Une maladie des gènes
 - © Le gène responsable de la calvitie

La "loi de Moore" prédit...

- a Ca perte des données sur les puces après 12 ans b Un doublement des composants électroniques par unité de surface tous les 2 ans
 - Un triplement du nombre de puces sur le marché tous les 3 ans

Qu'est-ce qu'une salle blanche?

- a O Une salle dont les murs sont blancs
 - b Une salle d'opérations chirurgicales c ○ Un laboratoire ultra-propre où l'atmosphère
 - est contrôlée

Qu'est-ce que la réalité virtuelle?

a Ca simulation virtuelle de la réalité
b La reproduction d'un monde imaginaire
dans la réalité

c ○ Un monde parallèle





PHOTO MYSTÈRE

Que vous suggèrent ces images...?

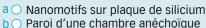


- a O Test d'étanchéité de leds
 - b O Distillation d'huile
 - c O Production d'hydrogène

broduction d'hydrogene bio-inspiree. ies biles a combustible, pour la depoilution... C'est la c. On cherche a produire de l'hydrogene qui servira dans







- c O Paroi de capteurs de rosée

q, etnqier ja furtivite et de mesurer des composants electroniques. a. Ce type de paroi anechoique absorbe les ondes et leurs echos ce qui permet



- a O Synthèse d'éléments fluorescents
- b O Spectrométrie par torche plasma
- c

 Emission induite de photons





dans le plasma sous forme liquide. composition d'échantillons qui doivent être introduits p. Methode d'analyse chimique pour caracteriser la













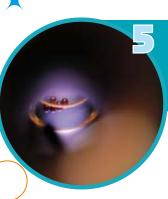


- a O Plasma de métallisation d'une plaque en diamant
- b O Plasma de fusion dans un tokamak
- c Four d'oxydation pour la microélectronique



a. Le diamant possède des propriètés exceptionnelles utilisées dans de nombreut pheux domaines : microèlectronique, électrochimie, biologie... On maîtrise desommais as synthèse en laboratoire, ce qui permet son intégration au sein ce qui permet son intégration au sein de dispositifs innovants.





- a Polissage de perles de Tahiti de synthèse
- b Microcibles en cours de fabrication
- c Œufs d'esturgeon observés en microscopie

.eluoįagėM

b. Ces microballons seront remplis d'isotopes d'hydrogène. D'un diamètre de 2 mm, ils sont l'un des éléments constitutifs de la future cible du laser

- a O Congélation d'un marqueur fluorescent
- Réaction entre du sel métallique et du silicate
- Fermentation d'algues unicellulaires

de silicate de sodium "jardin chimique".

b. Introduire des sels métalliques dans une solution de silicate de sodium produit cette réaction nommée



LES 10 CENTRES DU CEA



CEA Cadarache (13) Saint-Paul-lez-Durance Sciences nucléaires / Sciences du vivant / Nouvelles technologies pour l'énergie



CEA Cesta
(33) Le Barp
Applications militaires / Laser / Architecture
des armes



CEA DAM Ile-de-France (91) Bruyères-le-Châtel Applications militaires / Simulation numérique / Sécurité globale



CEA Fontenay-aux-Roses (92) Fontenay-aux-Roses Sciences du vivant / Recherche technologique



CEA Gramat (46) Gramat Applications militaires / Défense conventionnelle



CEA Grenoble (38) Grenoble Micro et nanotechnologies / Nouvelles technologies pour l'énergie



CEA Le Ripault(37) Monts
Applications militaires /
Technologies des matériaux







CEA Marcoule (30) Bagnols-sur-Cèze Sciences nucléaires

CEA Saclay



(91) Gif-sur-Yvette Sciences de la matière / Sciences nucléaires / Sciences du vivant / Recherche technologique



CEA Valduc (21) Is-sur-Tille Applications militaires

