

les défis du cea

Le magazine de la recherche et de ses applications

179

Avril 2013



▶ **GRAND ANGLE**

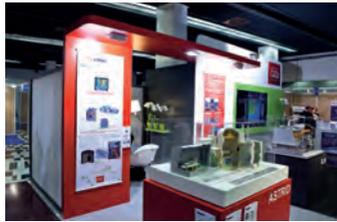
OPTIMISER LES USINES DE DEMAIN

▶ **COUP DE PROJECTEUR**

PLANCK REMONTÉ LE TEMPS

▶ **TOUT S'EXPLIQUE**

LE MANUFACTURING AVANCÉ

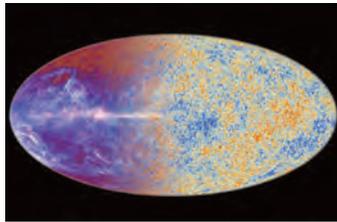


03 ACTUALITÉ

06 COUP DE PROJECTEUR

Planck remonte le temps

Les quinze premiers mois d'observation du télescope spatial Planck de l'ESA ont été analysés et ont permis d'établir la carte la plus précise jamais obtenue du rayonnement fossile de l'Univers. Une aventure à laquelle le CEA a participé.



08 À LA POINTE

Des filaments d'actine dorés à l'or fin 08

Des pneus gonflés à bloc! 09

Un nouveau modèle *in vitro*

qui a la différenciation dans le sang! 09

Une micro-algue gourmande en rayonnements ionisants 10

Miroir, mon beau miroir... 11



12 TOUT S'EXPLIQUE

Le manufacturing avancé... un concept de gestion optimisée de la production industrielle qui repose sur un ensemble de technologies, outils et procédés visant la performance, la rationalisation et l'homogénéisation des relations entre les cinq constituants types d'un système de production.

14 GRAND ANGLE
Manufacturing avancé : optimiser les usines de demain. Face à la concurrence mondiale, la stratégie des pays industrialisés réside dans l'optimisation des systèmes de production en s'appuyant sur les NTIC. C'est le « *manufacturing avancé* ». Un concept dans lequel le CEA est très impliqué par le développement de briques technologiques.



22 À VOIR, À LIRE, À ÉCOUTER

Le CEA dans les médias 22

Kiosque 23

Sur le Web 23

ABONNEMENT GRATUIT

Vous pouvez vous abonner sur : www.cea.fr/le_cea/publications, ou en faisant parvenir par courrier vos nom, prénom, adresse et profession à *Les Défis du CEA - Abonnements*. CEA. Bâtiment Siège. 91191 Gif-sur-Yvette.



Éditeur Commissariat à l'énergie atomique et aux énergies alternatives, R. C. S. Paris B77568019 | **Directeur de la publication** Xavier Clément | **Rédactrice en chef** Aude Ganier | **Rédactrice** Amélie Lorec | **Ont contribué à ce numéro** Stéphanie Delage, Esther Leburge et Patrick Philippon | **Comité éditorial** Susana Bahri, Alexandra Bender, Vincent Coronini, Claire Abou, Elizabeth Lefevre-Remy, Jean-Luc Sida, Brigitte Raffray, Emmanuelle Volant | **Iconographie** Micheline Bayard | **Infographie** SISSO | **Photo de couverture** © Digital Vision/Thinkstock | **Diffusion** Lucia Le Clech | **Conception et réalisation** www.rougevif.fr | N°ISSN 1163-619X | Tous droits de reproduction réservés.
Ce magazine est imprimé sur du papier PEFC Magno Satin, issu de forêts gérées durablement. Imprimerie Sira.

VALORISATION DE LA RECHERCHE

LE CEA SE MOBILISE POUR LES ENTREPRISES

Semaine de l'industrie, Train Innovation & Industrie, foire aux brevets : le CEA ne manque pas une occasion de cultiver les liens étroits qu'il entretient avec les industriels.

« *De la recherche à l'industrie* », telle est la devise du CEA qui s'est fortement impliqué dans la semaine de l'industrie¹. Le 20 mars dernier, il organisait un colloque à Paris pour convier plus de deux cents chercheurs, étudiants et industriels à penser ensemble la R&D collaborative, les transferts industriels, la création d'entreprises... Un événement qui a bénéficié de la présence du Commissaire général à l'investissement, Louis Gallois et du ministre du Redressement productif, Arnaud Montebourg, lequel déclara lors de l'ouverture du colloque : « *Le CEA, par sa science, son travail, l'accumulation de sa connaissance, participe, dans l'alliance qu'il noue avec les entreprises de notre pays, à la renaissance industrielle de la France.* »

Aller à la rencontre des industriels

Avec vingt acteurs de l'emploi, de l'industrie et de la recherche, le CEA participait également au Train Innovation & Industrie² qui s'est rendu dans une vingtaine de gares pour faire découvrir l'industrie française et aller à la rencontre du public. Le 4 avril dernier, son institut Leti lançait à Paris la première « foire aux brevets » afin de présenter son offre technologique et d'initier des contacts avec de nouveaux industriels et porteurs de projet. Tous furent invi-

tés à poursuivre et à concrétiser les nombreux échanges, les 24 et 28 juin prochains à Grenoble, à l'occasion des *Leti Innovation Days*...



© L. Godart/CEA

Notes :

- 1. Du 18 au 24 mars 2013.
- 2. Du 20 mars au 18 avril 2013.

◀ **Présentation à Arnaud Montebourg de produits innovants issus de transferts industriels avec le CEA.**

COLLABORATION INTERNATIONALE

11^e PARTENAIRE POUR LE RJH

Le CEA et le ministère de l'Énergie et du Changement climatique britannique ont signé en mars dernier une collaboration sur le projet de réacteur expérimental Jules Horowitz (RJH). Actuellement en construction à Cadarache, le RJH endossera le rôle de plateforme internationale de R&D pour le renforcement de la sûreté et de la fiabilité des réacteurs des centrales électronucléaires.

Il assurera également une part importante de la production européenne de radio-isotopes médicaux. Par cette signature, le Nuclear National Laboratory (NNL) de Grande-Bretagne rejoint les 10 partenaires du consortium international¹ fédéré autour du RJH, dont le CEA est maître d'ouvrage et sera l'exploitant nucléaire.



© CEA

Note :

- 1. Areva, EDF, JRC-Commission Européenne, Ciemat-Espagne, NRI-République Tchèque, SCK-CEN-Belgique, VTT-Finlande, Vattenfall-Suède, DAE-Inde, IAEK-Israël.

◀ **Avancement de la construction du RJH fin 2012.**

ACTIONS PÉDAGOGIQUES

DES ENSEIGNANTS À L'ÉCOLE... DES CHERCHEURS

La première édition de « La science en marche » s'est déroulée avec succès ! Du 4 au 6 mars, 35 professeurs de physique-chimie venus de toute la France ont rencontré à Saclay une vingtaine de scientifiques du CEA. Inspirées du concept britannique des *Science Learning Centres*, ces journées ont permis aux enseignants de lycée de confronter leur approche des programmes scientifiques des classes de secondes, premières et terminales avec les activités des laboratoires. Les chercheurs se sont en effet

mobilisés pour décortiquer les enjeux scientifiques de trois thématiques : énergie et climat, matières, de l'infiniment petit à l'infiniment grand. Très investis, les professeurs ont profité de ces échanges pour approfondir et actualiser leurs connaissances, mais aussi pour optimiser leur pédagogie grâce à des ressources directement utilisables en classe. L'enjeu étant de transmettre les savoirs scientifiques pour susciter des vocations et pérenniser la recherche.



▶ Séance de travaux dirigés pour comprendre la fabrication d'un détecteur de gaz.

CONFÉRENCE INTERNATIONALE

LA 4^e GÉNÉRATION DE RÉACTEURS NUCLÉAIRES EXPOSE SES AVANCÉES SCIENTIFIQUES



Avec le soutien de la SFEN¹, le CEA a accueilli, au nom de la France, la conférence internationale FR13 de l'AIEA dédiée aux réacteurs à neutrons rapides et aux cycles associés du combustible. Réunis à Paris du 4 au 7 mars, plus de 650 participants représentant 26 pays et quatre organismes internationaux ont exposé les avancées scientifiques et les projets d'étude et de construction de ces technologies, avec une vision à long terme des différentes stratégies nationales. Dans ce contexte, le projet du CEA de démonstrateur technologique de 4^e génération Astrid refroidi au sodium² a fortement intéressé par ses options technologiques innovantes : cœur à faible réactivité en cas de vidange du sodium, diversification des moyens d'évacuation de la puissance résiduelle, système de conversion d'énergie à gaz.

Notes :

1. Société française d'énergie nucléaire.
2. Advanced Sodium Technological Reactor for Industrial Demonstration.

▶ Stand du CEA présentant notamment la maquette de l'avant-projet sommaire du réacteur Astrid.

TEXTO

Le CEA participe aux journées de l'énergie

Du 29 au 31 mars 2013, le ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie a organisé les premières Journées de l'énergie, équivalent des Journées du patrimoine. Comme de nombreuses entreprises et collectivités travaillant sur la thématique énergétique, le CEA a ouvert ses portes au grand public. L'occasion pour le centre Le Ripault, à Monts, et l'Institut national de l'énergie solaire, au Bourget-du-Lac, de mobiliser des chercheurs pour présenter leurs activités de recherche. Durant les trois jours, le musée Visiatome, à Marcoule, a également proposé un programme familial permettant de mieux comprendre le contexte énergétique.



© CEA Investissement



INTERVIEW
Régis Saleur,
directeur général de CEA Investissement

ATI, UN SOUTIEN POUR LES JEUNES ENTREPRISES INNOVANTES

Avec ses partenaires industriels et CDC Entreprises, le CEA lance le fonds Amorçage technologique investissement (ATI). Doté de 38 millions d'euros, ce fonds géré pour compte de tiers par CEA Investissement est destiné à soutenir l'amorçage des jeunes entreprises innovantes françaises. Présentation de sa stratégie par Régis Saleur, directeur général de CEA Investissement.

Quelle est l'ambition du fonds Amorçage Technologie investissement (ATI) ?

Le fonds ATI est une contribution à la réindustrialisation de l'économie française. Il s'agit de financer l'amorçage des jeunes entreprises innovantes car des fonds sont indispensables aux investissements préalables à la commercialisation de leurs produits. Or, en France, les fonds de capital-risque allouent désormais l'essentiel de leurs investissements à des start-up déjà matures et partant, moins risquées. Ce risque, le CEA, l'État et les industriels EDF, Safran et Biomérieux, entendent l'assumer au sein d'ATI qui bénéficie d'un soutien important du Fonds National d'Amorçage (FNA), géré par CDC Entreprises pour le compte de l'État dans le cadre du programme d'Investissements d'avenir. Avec une dotation de 38 millions d'euros, ATI prévoit de réaliser une vingtaine d'investissements avec de premiers « tickets » compris entre 500 000 et 800 000 euros par entreprise.

La gestion d'ATI est confiée à CEA Investissement, quelle est sa légitimité ?

Le lancement d'ATI s'inscrit dans une stratégie de soutien à l'industrie par le CEA. Notamment avec la diffusion de ses technologies via la création d'entreprises. Depuis 15 ans, sa filiale CEA Investissement est un spécialiste reconnu de l'investissement d'amorçage technologique, peu répandu en France, avec plus de cinquante sociétés financées à ce jour. En investissant les fonds que lui confie le CEA dans des projets de jeunes entreprises

innovantes, CEA Investissement montre aux autres investisseurs la confiance dans son analyse des projets de création d'entreprise, à la fois au niveau de l'équipe porteuse du projet, de son plan d'affaires et de la technologie sous-jacente.

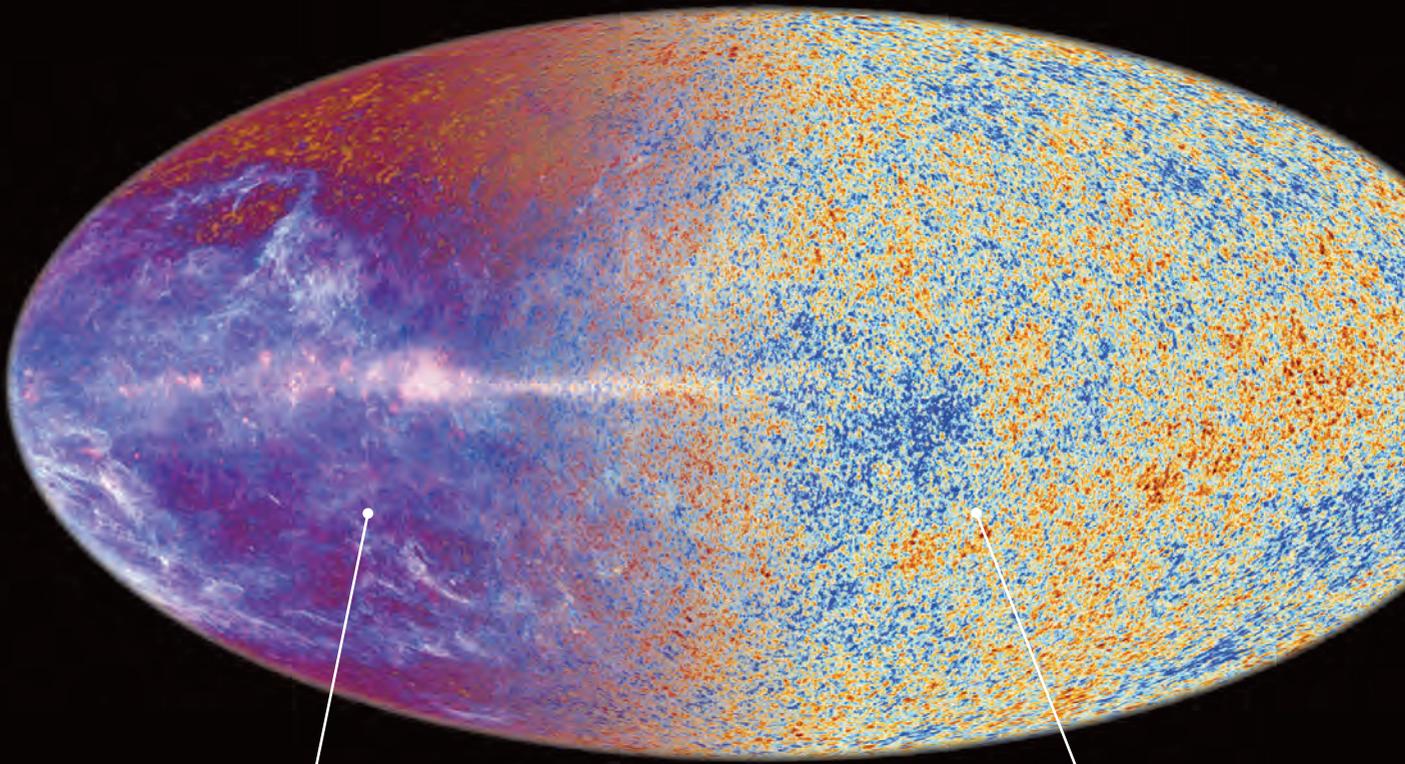
Quels sont les avantages pour une jeune entreprise d'être soutenue par un fonds comme ATI ?

La richesse d'ATI repose sur sa compétence dans tous les domaines d'activité du CEA (énergies, technologies pour l'information, technologies pour la santé, défense & sécurité). Les entreprises peuvent également profiter de la grande expérience du CEA dans la maturation et l'accompagnement à la création d'entreprises. Le long de quatre phases – détection, maturation, incubation et amorçage – les projets peuvent bénéficier du contrôle qualité de CEA Investissement, ce qui permet de se passer des audits techniques préalables très longs et très coûteux. Enfin, ces projets pourront bénéficier d'un accès privilégié, et donc moins coûteux également, au patrimoine matériel (grandes infrastructures de recherche, lignes de productions préindustrielles) et immatériel (brevets et savoir-faire) du CEA. Les start-up financées par CEA Investissement ont déjà montré la performance de ce modèle basé sur la proximité avec un organisme de recherche, de la phase d'amorçage jusqu'aux partenariats de R&D.

Propos recueillis par Aude Ganier

SOUSCRIPTIONS AU FONDS ATI :

- CEA & CEA Investissement : 13 millions
- Fonds national d'amorçage & CDC Entreprises : 18 millions
- EDF, Safran, Biomérieux : 7 millions



Carte intégrale du ciel vue par Planck lors de l'acquisition de ses premières images en 2010.

Image du rayonnement fossile reconstruite en 2012 après soustraction des contributions parasites.

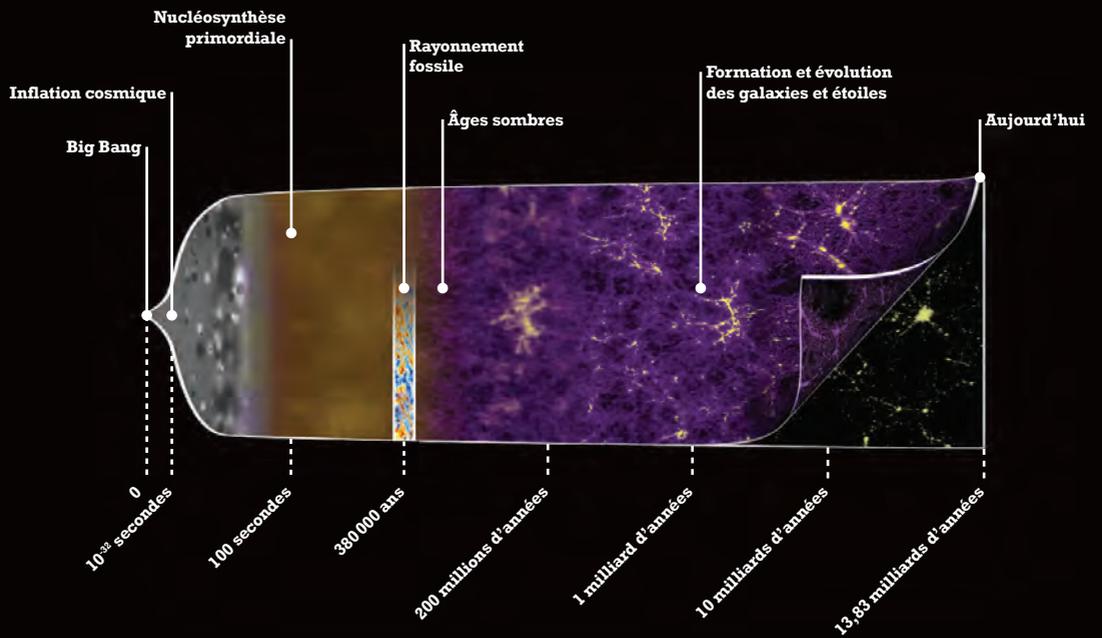


Schéma retraçant l'évolution de l'Univers depuis le Big-Bang jusqu'à aujourd'hui avec, en 380 000, le rayonnement fossile.

PLANCK REMONTÉ LE TEMPS

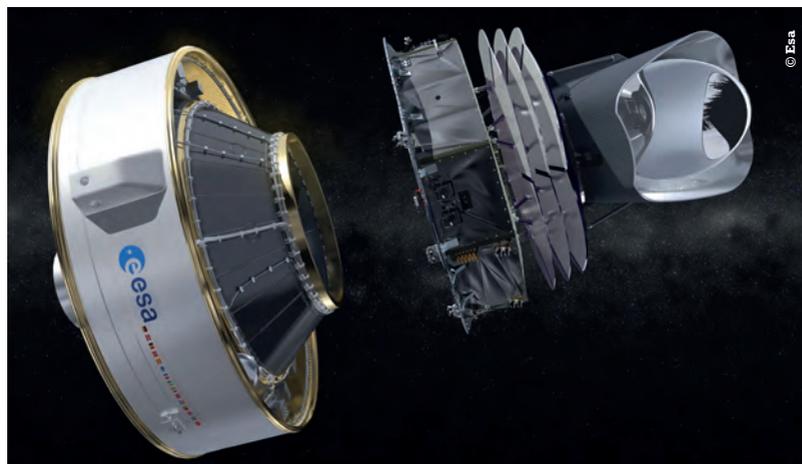
Le télescope spatial Planck de l'ESA¹ a parlé ! L'analyse des données issues de ses quinze premiers mois d'observation a permis d'établir la carte la plus précise jamais obtenue du rayonnement fossile² de l'Univers. Ce n'est pas tout ! Planck apporte également une révision à la baisse de l'estimation du rythme de l'expansion de l'Univers et une nouvelle évaluation de sa composition...

Ils étaient très attendus. Pour cause, les premiers résultats du télescope spatial Planck reviennent au fondement des connaissances de l'Univers. « *Ils ont été obtenus grâce au principal instrument de Planck, le HFI³, auquel le CEA-Irfu a participé notamment pour l'électronique³* » précise Jean-Marc Bonnet-Bidaud, astrophysicien du CEA. Associé au LFI⁴, cet équipement de pointe a permis au télescope de cartographier le ciel entier dans neuf fréquences différentes (de 30 à 857 GHz) pour reconstituer l'image la plus ancienne du cosmos, celle de la première lumière qui a baigné l'Univers alors âgé de 380 000 ans.

Retrouver la composition originelle de l'Univers

Ce rayonnement fossile, étudié avec une précision inégalée, présente de très faibles variations de températures qui correspondent aux germes des grandes structures actuelles, galaxies et amas de galaxies. Une fois les **contributions parasites*** soustraites de l'image, les scientifiques ont analysé la nature et la répartition de ces germes pour déterminer la composition et l'évolution de l'Univers. Si leurs observations semblent confirmer le modèle cosmologique standard, certaines caractéristiques énigmatiques, déjà décelées par le satellite WMAP [prédécesseur de Planck], contraignent à reconsidérer quelques hypothèses de base. Par exemple, contrairement aux prévisions, la lumière du rayonnement fossile n'est pas totalement similaire dans des directions opposées du ciel créant une direction privilégiée baptisée « l'axe du diable ». « *Avec ces nouvelles données, le contenu en matière et énergie noire de l'Univers a dû être repensé. Tout comme la constante de Hubble* dont la valeur actuellement admise ne semble plus tout à fait en accord avec celle déduite des observations de Planck. Ces tensions notables sur les paramètres actuels de l'évolution de l'Univers vont-elles amener une révision plus profonde de notre modèle d'Univers ? Il est encore trop tôt pour le dire car Planck n'a livré que la moitié de ses résultats* » conclut Jean-Marc Bonnet-Bidaud.

Amélie Lorec



• **Rayonnement fossile :** flux de photons témoignant de l'état de l'Univers dans sa prime jeunesse et recélant les traces des grandes structures qui se développeront par la suite. Il est autrement appelé rayonnement de fond cosmologique (CMB).

• **Contributions parasites :** en l'occurrence, corps célestes beaucoup plus jeunes que le rayonnement fossile, comme les poussières d'étoiles ou le rayonnement de la Voie lactée.

• **Constante de Hubble :** mesure du taux d'expansion de l'Univers, exprimée en km/s par Megaparsec (1 Megaparsec = 3,26 millions d'années-lumière).

Notes :

1. Agence spatiale européenne (European Space Agency).
2. HFI : Instrument haute fréquence.
3. Avec le CNRS et le CNES financeurs du projet.
4. LFI : Instrument basse fréquence.

◀ **Illustration du satellite Planck.**

MICROÉLECTRONIQUE

DES FILAMENTS D'ACTINE
DORÉS À L'OR FIN

Dans nos ordinateurs et téléphones, les circuits électroniques 2D se jouxent et s'empilent. Mais la limite est atteinte, la technologie ne permettant que quelques dizaines de connexions entre les différents étages de circuits. C'est pourquoi les ingénieurs du CEA-Leti investiguent l'électronique 3D afin de démultiplier ces connexions. Dans leurs recherches, ils peuvent compter sur leurs collègues biologistes du CEA-iRSTV...

Ce n'est pas un métal que les chercheurs usinent pour relier des circuits intégrés, mais l'actine, protéine présente dans les cellules de notre organisme et qui, sous forme de filaments, constitue leur squelette. « Nous étions en train d'étudier l'auto-assemblage 2D de ces filaments quand le programme transversal Nanoscience du CEA a lancé un appel à projet pour contrôler celui en 3D, se souvient Manuel Théry, chercheur du CEA-iRSTV. Nous avons monté un dossier et commencé à regarder nos précédentes expériences non pas en 2D mais en 3D. » Ces expériences consistent à graver sur une surface un motif à partir duquel les protéines d'actine vont s'auto-assembler pour donner naissance à des filaments. « Lorsque le motif était un disque, nous observions en 2D que les filaments dessinaient un soleil, explique Manuel Théry. Vues en 3D, des touffes se formaient. On s'est dit qu'en les rassemblant elles pourraient connecter efficacement deux surfaces. »

Mimer les mécanismes cellulaires

Les scientifiques décident alors de s'inspirer du réseau de filaments d'actine qui borde les parois internes des membranes cellulaires. Ils ajoutent dans ce milieu une protéine de coiffe qui, en s'attachant au bout des filaments, empêche leur élongation et les incite à développer des branches transversales qui les lient aux voisins. « La touffe est ainsi devenue un pilier fait de plusieurs dizaines ou centaines de filaments », résume Manuel Théry. L'équipe s'est ensuite attelée à rendre conducteurs ces petits piliers pour qu'ils remplissent leur rôle de connecteur. Après de premiers essais qui ne permettaient le passage que d'un faible courant électrique, le choix des ingénieurs du CEA-Leti s'est porté sur des nanoparticules d'or. Une riche idée à en juger la manière dont elles se sont attachées directement aux filaments. Grâce à une solution contenant des ions d'or, les chercheurs ont pu étendre ce réseau métallique et mesuré un courant de quelques micro-ampères. Ces résultats¹ prometteurs ouvrent désormais la voie à des améliorations tant dans le domaine du contrôle du réseau de filaments, que du processus de métallisation.

Esther Leburgue

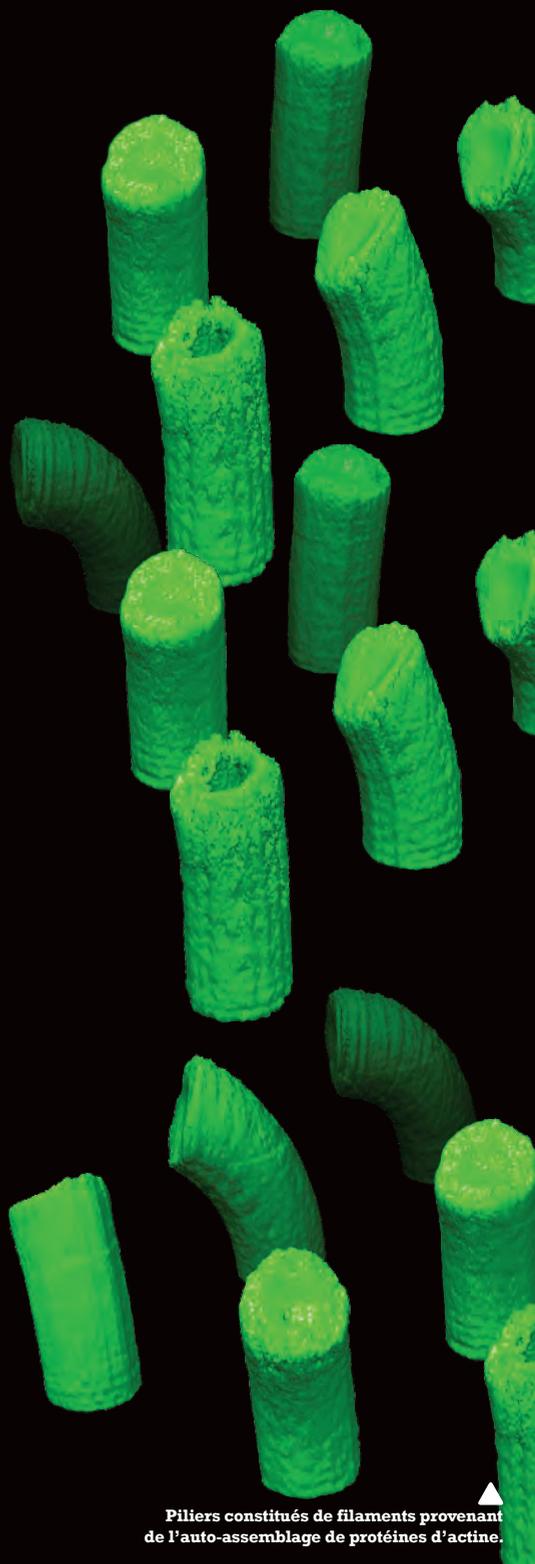


CEA-iRSTV

L'institut de recherches en technologies et sciences pour le vivant s'appuie sur un ensemble de plateaux technologiques modernes pour analyser la diversité et la complexité du vivant. À ces fins, il coordonne les programmes d'unités mixtes CEA/Université Joseph Fourier/CNRS/Inserm/INRA.

Note :

1. Les travaux des scientifiques sont parus sur le site de Nature materials en février 2013.



Piliers constitués de filaments provenant de l'auto-assemblage de protéines d'actine.

TÉLÉCOMMUNICATIONS

DES PNEUS GONFLÉS À BLOC!

Une nouvelle gamme de pneumatiques intégrant la technologie RFID du CEA-Leti est à présent commercialisée par Michelin. Elle permettra notamment d'optimiser la gestion des flottes de véhicules poids lourds.

7 ans de développement, 50 000 pneus et 6 milliards de kilomètres cumulés ont été nécessaires pour valider l'apport d'une technologie du CEA-Leti à Michelin. L'innovation vaut aujourd'hui à la société de commercialiser une nouvelle gamme de pneumatiques poids lourds équipés de la technologie RFID. Les travaux du laboratoire commun Tellab¹ ont consisté à intégrer des tags RFID afin d'avoir accès, à distance, à l'identification et à la traçabilité des pneus (de leur fabrication à leur recyclage); informations auparavant gravées dans la gomme et donc vulnérables à l'usure des pneus. « Au CEA, nos recherches ont porté sur la conception et l'optimisation de l'antenne du tag RFID afin qu'il puisse transmettre des données malgré les nombreuses tresses métalliques présentes dans les pneus » explique Laurent Dussopt, ingénieur du CEA-Leti. Cet obstacle contourné, la technologie offre aujourd'hui un gain de temps et de coûts dans le contrôle et la maintenance des pneus des flottes de véhicules. Une fiabilité et une performance observées lors d'une démonstration à grande échelle sur les bus londoniens lors des Jeux Olympiques en juillet 2012.

Aude Ganier



© Thinkstock

Note:

1. CEA-Leti / Michelin.

◀ **Bus londonien sur lequel la technologie RFID du CEA-Leti a fait ses preuves.**

CEA-Leti

Le laboratoire d'électronique et de technologies de l'information est un centre de recherche appliquée en microélectronique et en technologies de l'information et de la santé. Au sein du campus d'innovation Minatoc à Grenoble, il est une interface entre le monde industriel et la recherche.

BIOLOGIE CELLULAIRE

UN NOUVEAU MODÈLE *IN VITRO* QUI A LA DIFFÉRENCIATION DANS LE SANG!

Un nouveau modèle *in vitro* capable d'obtenir la différenciation d'une seule cellule souche hématopoïétique humaine en l'ensemble des cellules sanguines vient d'être mis au point par des chercheurs du CEA-iRCM. Enjeu : trouver des alternatives aux modèles animaux.

Les techniques *in vitro* classiques ne permettent pas d'obtenir la différenciation complète des cellules souches hématopoïétiques humaines en cellules sanguines (lymphocytes T et B, et cellules myéloïdes[•]). Alors comme il est difficile de se rapprocher suffisamment des mécanismes biologiques humains, l'étude des cellules souches du sang se fait grâce à des modèles animaux. Mais, peut-être plus pour très longtemps...

Une équipe du CEA-iRCM de Fontenay-aux-Roses a mis au point une méthode *in vitro* qui consiste en la co-culture d'un stroma[•] de cellules murines et de cellules souches sanguines humaines. Au cours des 21 premiers jours, les

cellules souches produisent des cellules myéloïdes et des lymphocytes B. Les chercheurs déclenchent ensuite une dernière vague de différenciation vers les lymphocytes T. « Pour l'enclencher, nous avons introduit un rétrovirus dérivé du VIH dans le stroma » indique Françoise Pflumio. Pour la première fois les chercheurs ont donc réussi à obtenir *in vitro* la différenciation complète de cellules souches sanguines humaines. À terme, cette méthode pourra être utilisée pour tester des molécules pharmaceutiques en réduisant le recours aux modèles animaux.

Stéphanie Delage

• **Hématopoïétique** : adjectif d'hématopoïèse, processus physiologique permettant la création et le renouvellement des cellules sanguines.

• **Cellules myéloïdes** : globules rouges, macrophages issus de la moelle osseuse.

• **Stroma** : tissu formant la structure d'un organe.

CEA-iRCM

L'institut de radiobiologie cellulaire et moléculaire étudie les effets *in vitro*, *ex vivo* et *in vivo* des rayonnements ionisants et des toxiques nucléaires. Objectif : traiter les maladies causées directement ou indirectement par ces rayonnements, et développer de nouvelles stratégies pour les utiliser.

RADIOBIOLOGIE

UNE MICRO-ALGUE GOURMANDE EN RAYONNEMENTS IONISANTS

Une nouvelle micro-algue très radiotolérante a été isolée d'une piscine de refroidissement de combustibles nucléaires. Après analyse de ses propriétés, les chercheurs du CEA-IRTSV entrevoient de nouvelles stratégies de bioremédiation*.

• **Bioremédiation :**
Décontamination d'un milieu pollué grâce à des organismes vivants.

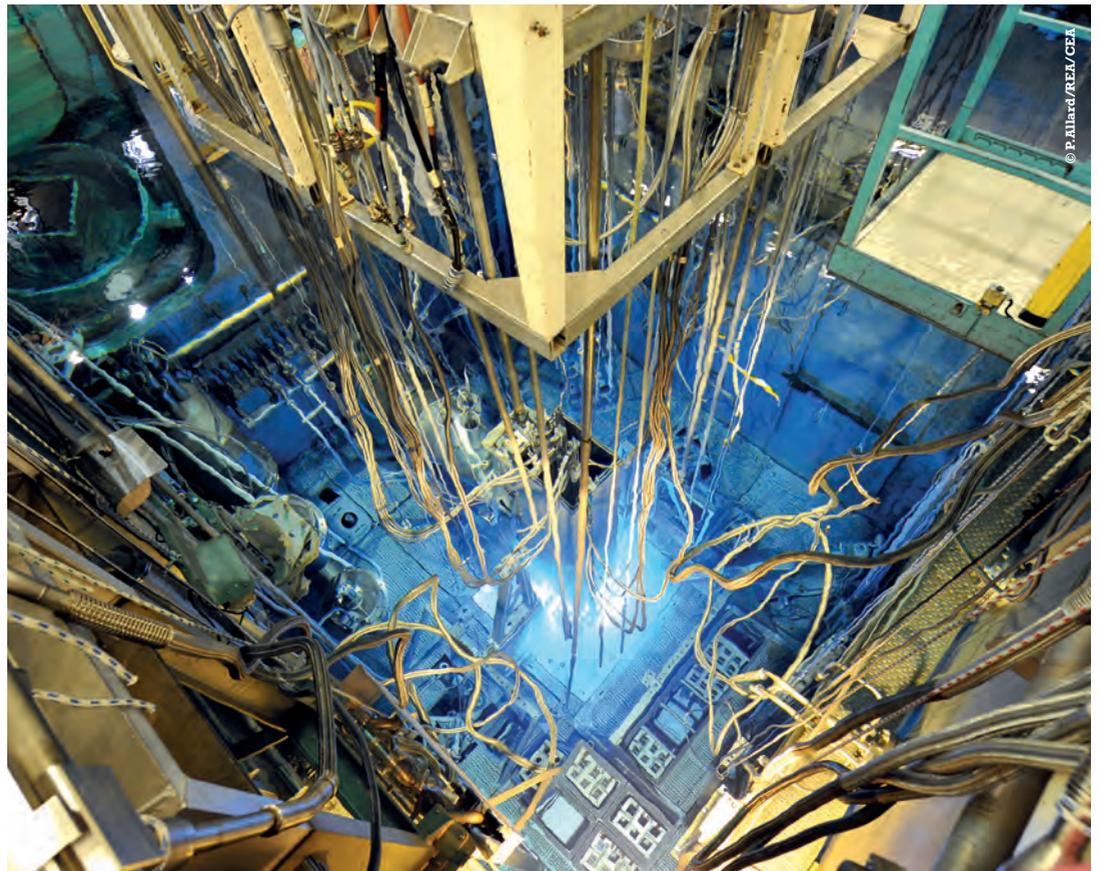
• **Grays :** quantité d'énergie cédée par rayonnement, dans un volume de matière.

Elle peut résister à une irradiation de 20 000 grays*, soit 2 000 fois plus que la dose létale pour l'homme. Elle, c'est la micro-algue unicellulaire, *Coccomyxa actinabiotis*, qui vient d'être découverte dans une piscine de refroidissement de combustibles nucléaires. Il s'agit du premier organisme eucaryote connu supportant d'absorber des rayonnements ionisants aussi puissants. Jusqu'ici seules certaines bactéries en étaient capables.

« Deux semaines suffisent à cette micro-algue pour retrouver une croissance normale après une irradiation de 10 000 grays, indique Corinne Rivasseau, chercheuse au CEA-IRTSV. De plus, elle s'avère 10 000 fois plus radioactive que l'eau de la piscine de refroidissement car elle peut emmagasiner

la majeure partie des radionucléides présents dans l'eau, à savoir entre 80 et 100 % de l'argent, du césium, du zinc, du cobalt, de l'uranium et du carbone 14. » Cette efficacité constatée, comparable à celle des procédés physico-chimiques utilisés pour la décontamination, encourage les chercheurs à exploiter cette algue pour dépolluer les effluents radioactifs des installations nucléaires ou lors d'une contamination accidentelle de l'environnement. Un bioréacteur pilote, monté par le CEA et l'Institut Laue-Langevin à Grenoble, est actuellement en cours d'essais pour optimiser une stratégie de bioremédiation.

Stéphanie Delage



▶ Piscine de refroidissement du réacteur d'expérimentation Osiris du CEA.

TEXTO

Les émissions de carbone à Paris bientôt cartographiées

Des mesures de gaz à effet de serre, au sol et aéroportées, vont être réalisées pendant trois ans en région parisienne. Menées dans le cadre du projet européen CarboCountCity auquel participe le LSCE, elles visent une évaluation objective et précise des émissions de carbone à l'échelle d'une ville, Paris. La société Astrium Services, leader dans les technologies spatiales appliquées à l'étude du climat, est chargée de recueillir les teneurs atmosphériques en méthane, dioxyde de carbone et monoxyde de carbone. Les résultats obtenus seront ensuite intégrés à un modèle de circulation atmosphérique du LSCE pour établir la carte des sources et puits de carbone de la ville, avec une résolution voisine d'un kilomètre.

MIROIR, MON BEAU MIROIR...

Dix fois plus sensible que les équipements actuels, la nouvelle génération de télescopes Tcherenkov¹ fera appel à des miroirs plus grands, plus légers, et à la réflectivité parfaite. Une équipe du CEA-Irfu travaille à leur mise au point.

En sous-sol, un banc de test perdu dans une grande salle presque vide de plus de 30 m de long... « Cet espace nous offre le recul indispensable pour mesurer la réflectivité et la distance focale[•] de nos différents prototypes de miroirs » explique Pierre Brun, physicien du CEA-Irfu qui participe au développement des miroirs du projet mondial d'observatoire CTA¹, lancé en 2008. Constitué de plusieurs dizaines de télescopes répartis sur deux sites d'observation, CTA ambitionne de dépasser d'un facteur 10 la sensibilité déjà élevée de la génération actuelle des télescopes Tcherenkov HESS, Magic et Veritas... Ainsi, son cahier des charges impose la réalisation de miroirs plus grands et plus légers que l'état de l'art, sur une surface totale de 10 000 m². Pour le CEA, il s'agira de livrer 3 000 m² en 2017, soit 2 500 miroirs hexagonaux de 1,20 m² (contre 0,3 m² pour ceux de HESS) ne dépassant pas 35 kg/m² (contre 80 kg/m²). Le tout, en assurant à leur surface une sphère idéale ne différant pas de plus de 2 minutes d'arc[•].

Une structure en nid d'abeille

Pour relever ce challenge, les équipes ont dû trouver une alternative au verre massif poli à la main. « Grâce

à une méthode par "réplication" à l'aide d'un moule reproduisant la contre-forme du miroir, nous avons testé plusieurs composites pour finalement valider un assemblage d'aluminium en nid d'abeilles, entre deux feuilles de verre » raconte Patrice Micolon, ingénieur sur le projet. Une quarantaine d'échantillons et de prototypes ont vu le jour avant la réalisation des premiers montages complets. Ces miroirs offrent une optique très performante de qualité compatible avec la résolution angulaire attendue pour l'observation de la lumière Tcherenkov issue de l'interaction des rayonnements cosmiques avec la haute atmosphère. « Ce résultat inédit, nous le devons à notre collaboration avec la PME Kerdry, experte en dépôt sous vide optique et métallique. Elle a permis d'optimiser nos procédures de fabrication selon les standards industriels pour gagner en temps de manipulation et en coût de production » ajoute Patrice Micolon. Vingt miroirs sont aujourd'hui opérationnels et seront prochainement installés sur un prototype de télescope CTA, aux côtés de ceux développés par des laboratoires italien et japonais.

Amélie Lorec

• **Effet Tcherenkov** : lumière bleue produite lorsque la vitesse d'une particule, dans un milieu, est supérieure à celle de la vitesse de la lumière dans ce même milieu.

• **Distance focale** : mesure de la puissance d'un système d'optique pour converger ou diverger la lumière.

• **Minute d'arc** : unité de mesure d'un angle correspondant à une subdivision du degré. 1 degré = 60 minutes d'arc.

Note :

1. Cherenkov Telescope Array.



CEA-Irfu

Les activités scientifiques de l'institut de recherche sur les lois fondamentales de l'Univers relèvent de l'astrophysique, de la physique nucléaire et de la physique des particules.

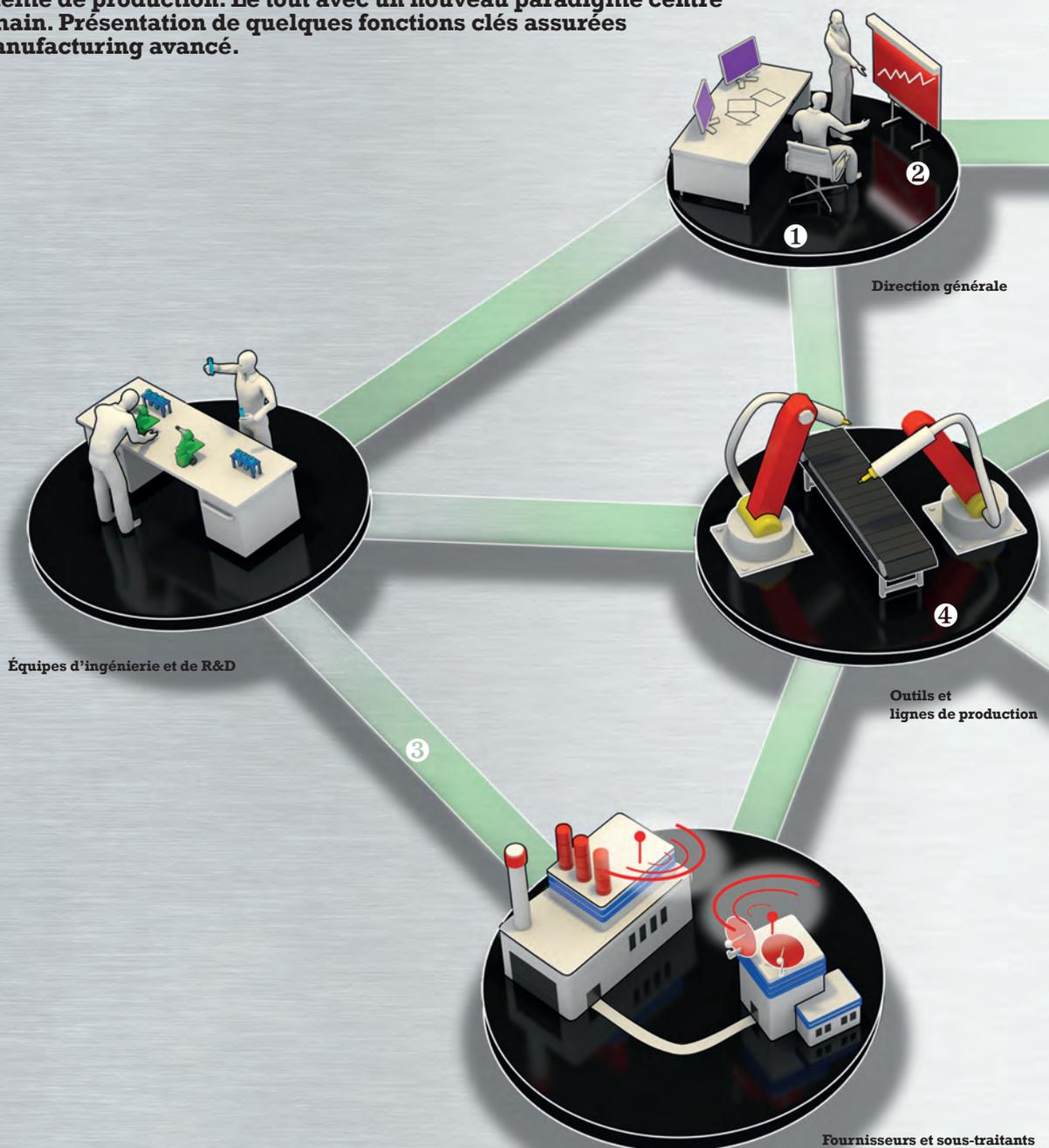


▲ Test d'un prototype de miroir pour le CTA.

© P. Dumas / CEA

LE MANUFACTURING AVANCÉ

Identifié par les experts comme un élément clé de la compétitivité industrielle européenne, le manufacturing avancé vise une gestion optimisée de la production industrielle. Traduction de Advanced manufacturing (systèmes avancés de production), ce concept repose sur un ensemble de technologies, outils et procédés dédiés à la performance, la rationalisation et l'homogénéisation des relations entre les cinq constituants types d'un système de production. Le tout avec un nouveau paradigme centré sur l'humain. Présentation de quelques fonctions clés assurées par le manufacturing avancé.

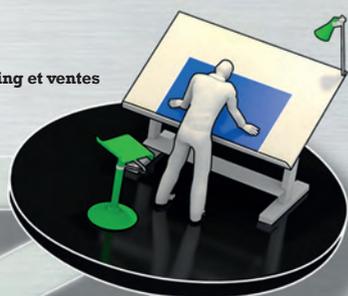


9 domaines technologiques

sont développés au CEA pour répondre aux demandes des industriels en matière de manufacturing avancé :

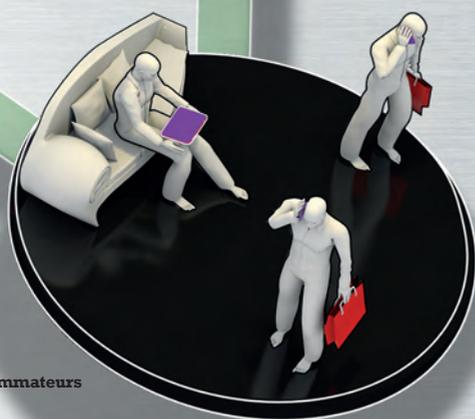
- Technologies de l'information
- Gestion de la connaissance
- Intelligence ambiante et interactions
- Processus énergétiquement efficace
- Simulation numérique
- Robotique d'assistance
- Contrôle et mesure
- Réseaux de capteurs
- Matériaux avancés.

Design, marketing et ventes



5

Clients et consommateurs



1 Management optimisé

- Supervision et maintenance intelligente des outils et matières premières et personnel de l'entreprise distribuée.
- Suivi des indicateurs de performance.
- Préconception des usines à venir.

2 Ressources humaines rationalisées

- Développement des compétences grâce à la gestion continue de la connaissance.
- Assistance aux travailleurs âgés par l'utilisation d'interfaces et de process intuitifs et performants, de service mobiles et de robots.
- E-apprentissage intuitif via des systèmes d'autoformation.

3 Réseau collaboratif de fournisseurs

- Utilisation du web et mise à disposition d'applications sur le modèle *Application as a service*.
- Planification rapide de la chaîne d'approvisionnement avec interopérabilité des processus et traçabilité des ressources et systèmes produits.
- Développement de nouveaux concepts, réduction des coûts.
- Réduction du temps de mise sur le marché.

4 Procédés de production agiles

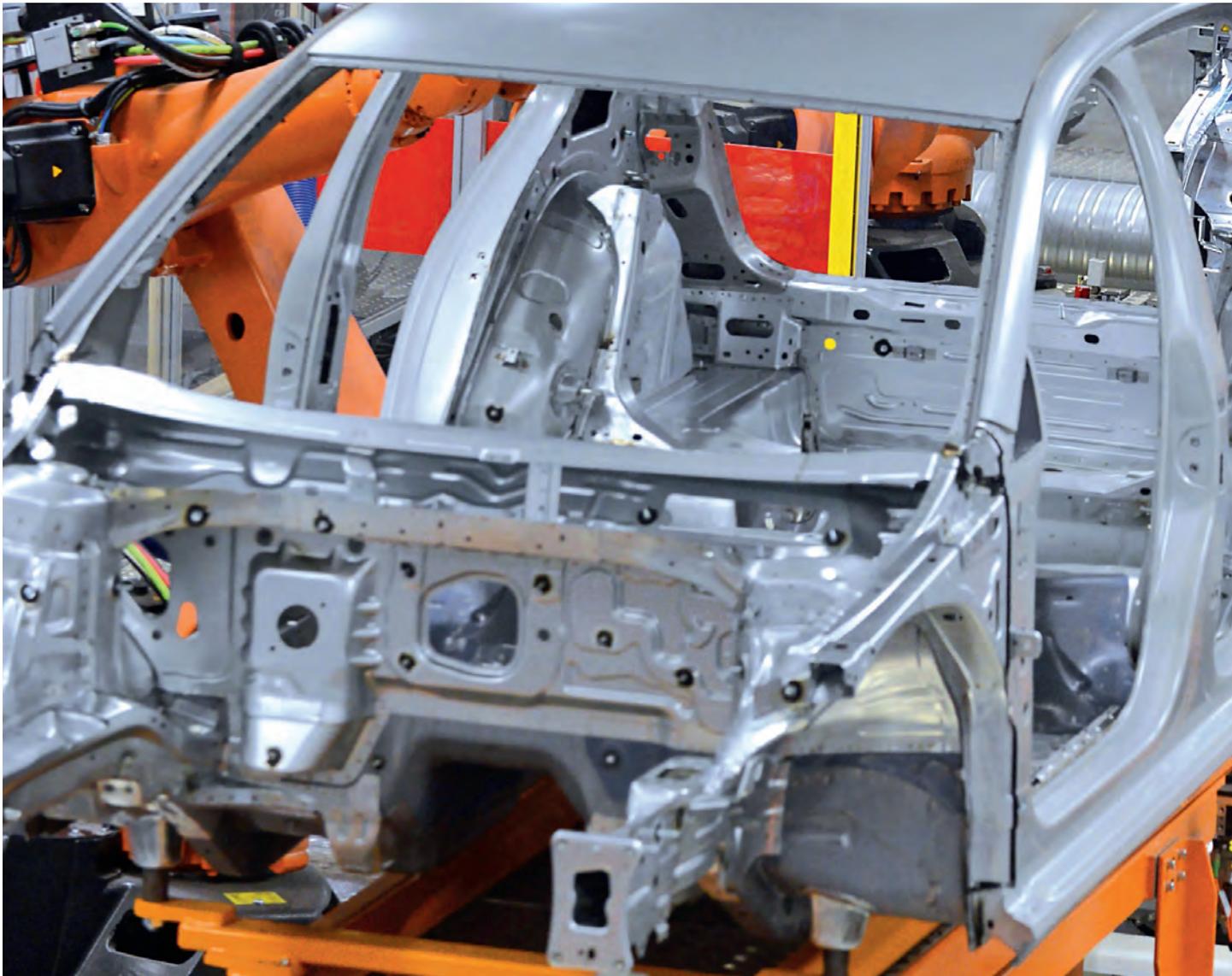
- Adaptation rapide des processus pour des produits hautement personnalisés.
- Intégration et optimisation « bout en bout » des différents sous-systèmes, appareils et robots.
- Monitoring et contrôle permanent du système de production distribuée.
- Interopérabilité entre machines.
- Amélioration de la coopération entre les acteurs de la chaîne de valeur.

5 Relations clients intégrées

- Environnement de design collaboratif pour la mise sur le marché de produits directement issus des besoins clients.
- Écoute permanente des clients durant et après la phase de développement, gestion de l'après-vente.
- Externalisation ouverte ou collaborative (crowdsourcing) pour capitaliser la créativité, l'intelligence et le savoir-faire des sous-traitants.



MANUFACTURING AVANCÉ: OPTIMISER LES USINES DE DEMAIN

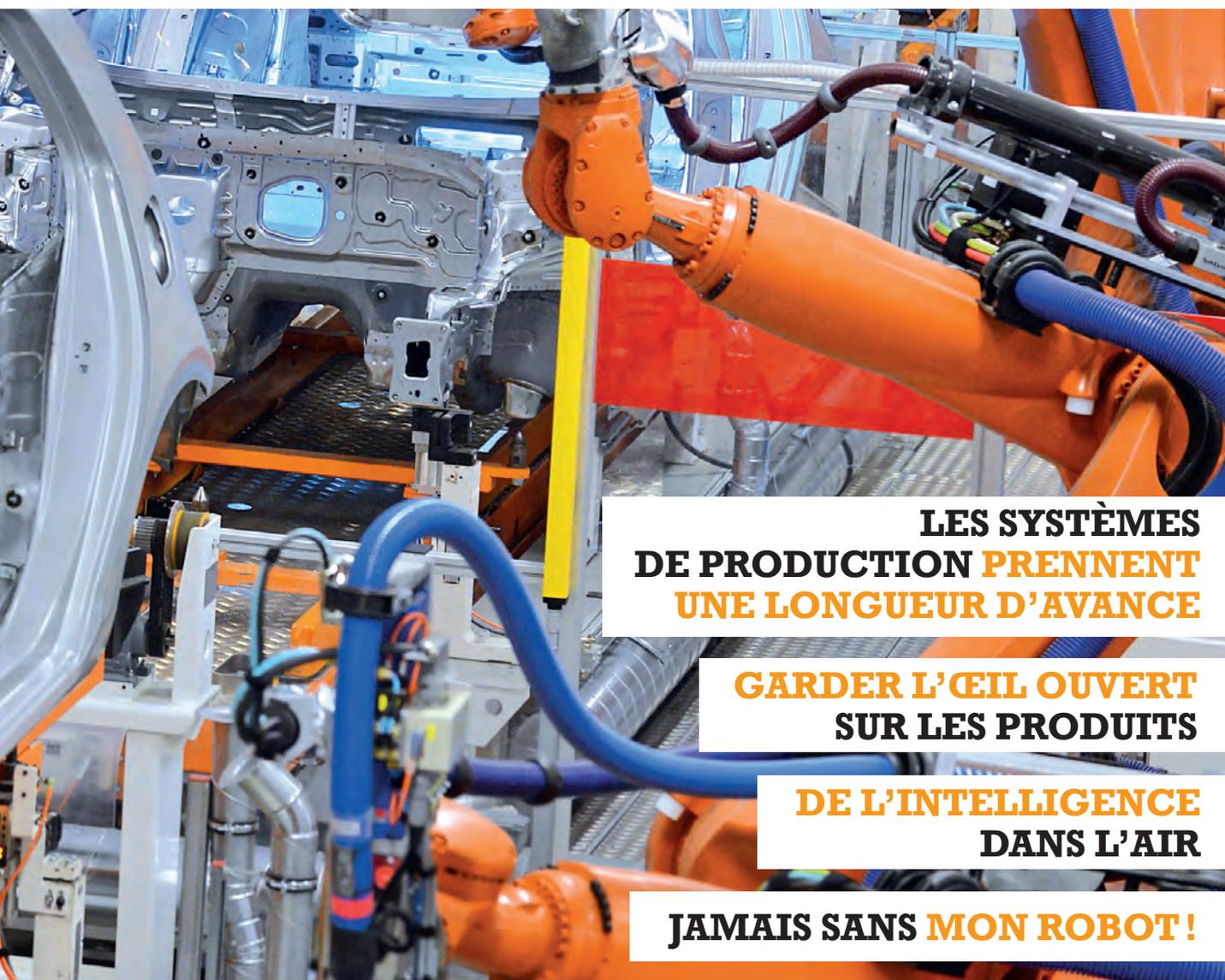




© Olga Serdyuk/Thinkstock



Face à la concurrence des pays émergents, la compétitivité des pays industrialisés réside dans la capacité innovante de leurs industries. Cette stratégie induit nécessairement la réorganisation et l'optimisation des systèmes de production. C'est là tout l'enjeu du « manufacturing avancé » qui s'appuie sur les nouvelles technologies d'information et de communication. Robotique interactive, réalité virtuelle ou encore contrôle non destructif sont autant de briques technologiques développées par le CEA, désormais agrégées au sein d'un programme transversal, pour répondre aux besoins des industriels et bâtir ensemble les usines de demain. Dossier réalisé par Patrick Philippon



**LES SYSTÈMES
DE PRODUCTION PRENNENT
UNE LONGUEUR D'AVANCE**

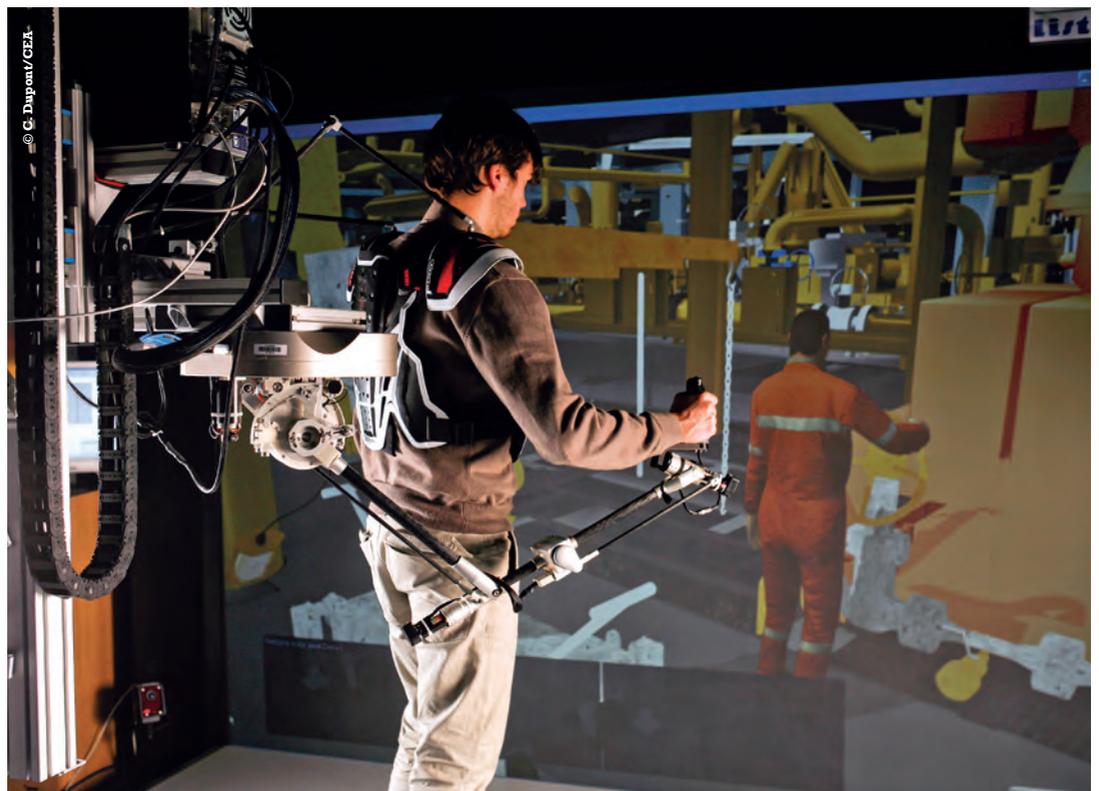
**GARDER L'ŒIL OUVERT
SUR LES PRODUITS**

**DE L'INTELLIGENCE
DANS L'AIR**

JAMAIS SANS MON ROBOT!

LES SYSTÈMES DE PRODUCTION PRENNENT UNE LONGUEUR D'AVANCE

Repenser l'usine de manière homogène, modélisée, distribuée et réorganisée... Un impératif énoncé au niveau européen pour œuvrer à la compétitivité industrielle et répondre aux demandes des industriels. Fort de ses technologies innovantes développées pour optimiser les systèmes de production, le CEA entend bien y contribuer.



Simulation interactive
d'une tâche industrielle
avec retour d'effort. ▶

En anglais international, cela s'appelle *advanced manufacturing systems*, ce que l'on pourrait traduire par « systèmes avancés de production ». Le sujet est arrivé récemment sur le devant de la scène internationale et le CEA y consacre depuis l'été 2012 un programme structurant transversal. S'agit-il d'une simple astuce sémantique permettant de désigner autrement des pratiques existantes ? Après tout, la filière électronucléaire constitue déjà un système avancé de production... Non ! Trop de rapports stratégiques, de décisions politiques, de programmes de

recherche et de financements publics ont été consacrés ces dernières années à l'*advanced manufacturing*, pour qu'il s'agisse d'un simple effet de mode. Son enjeu : rien de moins que garantir la compétitivité des pays industrialisés de longue date – Europe, Amérique du Nord, Japon – face aux pays émergents. Sa méthode : s'appuyer sur les nouvelles technologies pour repenser entièrement les systèmes de production. L'innovation ne s'applique donc pas ici aux produits manufacturés – c'est un autre sujet, tout aussi indispensable – mais aux processus de fabrication eux-mêmes.

Penser l'usine comme un tout

Concrètement, la plupart des analystes soulignent quelques grandes caractéristiques – certains parlent même de « qualités » – communes à tous les systèmes avancés de production. La première tient d'ailleurs dans l'énoncé, le terme important ici n'étant pas « avancés » mais bien « systèmes ». L'usine, elle-même considérée comme un tout, est ainsi replacée dans son écosystème, c'est-à-dire au centre d'un réseau comprenant le procédé de fabrication mais aussi l'ingénierie, les hommes (travailleurs, sous-traitants, partenaires, consommateurs), la chaîne d'approvisionnement... et l'environnement au sens plus classique. D'autres

“
Les systèmes de production doivent devenir durables, centrés sur l'humain et agiles, c'est-à-dire capables de se reconfigurer rapidement en fonction de l'évolution des demandes.”

qualités apparaissent dans les descriptions. Les systèmes de production, bien entendu innovants et optimisés, doivent devenir « durables » en termes économiques, énergétiques et environnementaux, « centrés sur l'humain » (travailleurs comme consommateurs), et enfin « agiles », c'est-à-dire capables de se reconfigurer très rapidement en fonction de l'évolution de la demande. Tout cela repose sur le rôle ubiquitaire des

UN ENJEU EUROPÉEN

Depuis 2002, la Commission européenne cherche une manière de soutenir le tissu industriel de l'Union. L'*advanced manufacturing* a été identifié comme un moyen d'y parvenir...

Le 6^e PCRD¹ (2002-2006) optait pour des projets structurants dans de grands domaines thématiques, comme les transports, l'énergie ou la santé ; avec un bilan mitigé, ces projets n'ayant pas eu l'impact social escompté. Pour son 7^e plan cadre (2007-2013), la Commission a donc décidé de soutenir des technologies clés génériques dans lesquelles l'Europe doit devenir leader mondial. Son Groupe de haut niveau, présidé par le directeur de CEA Tech, Jean Therme, a ainsi identifié six KET² dont l'*advanced manufacturing* qui est transversal aux cinq autres. Force est de constater que si l'Europe dispose d'une R&D de très haut niveau, cela ne se traduit pas sur le marché. En d'autres termes, le passage de la connaissance à l'industrialisation, à travers la fameuse « vallée de la mort » qui représente l'étape de maturation technologique des technologies, ne se fait pas. D'où le lancement d'une stratégie reposant sur des partenariats public-privé (PPP) dont l'un, doté de 1,2 milliard d'euros, est dédié aux « usines du futur », autrement dit à l'*advanced manufacturing*... Pour répondre à ces futurs appels à projets, des industriels et organismes de recherche académique ou technologique (Institut Fraunhofer IPA, Consiglio Nazionale delle Ricerche, etc., rejoints par CEA Tech) se sont ainsi regroupés en une association, l'EFFRA³. Dans son conseil sur la recherche industrielle, on y retrouve CEA Tech...

Notes :

1. Programme-cadre de recherche et développement.
2. KET : key enabling technology ou technologies-clé génériques (nanotechnologies, micro et nanoélectronique, photonique, matériaux avancés, biotechnologies et advanced manufacturing).
3. European factories of the future research association.



© P. Stroppa/CEA

◀ **Méthode innovante de contrôle pour l'industrie.**

▶ GRAND ANGLE

MANUFACTURING AVANCÉ : OPTIMISER LES USINES DE DEMAIN

technologies pour l'information et la communication (TIC), en particulier un recours massif à la simulation. Didier Vanden Abeele, ingénieur du CEA-List en charge du programme structurant « *advanced manufacturing* » le résume en un schéma très parlant (voir pages 12,13) comportant cinq grands champs d'action. Pour illustrer l'ampleur de la tâche, il rapporte volontiers une remarque d'un cadre dirigeant d'une grande entreprise : « *nous savons modéliser et simuler nos produits, je voudrais à présent modéliser et simuler le fonctionnement de l'usine entière, avec ses flux entrants et sortants ainsi que son personnel, de façon à savoir construire des usines optimisées.* »

Partager les compétences

Que peut offrir le CEA – en particulier les instituts List, Leti et Liten de CEA Tech – en la matière? « *Nous avons développé des technologies à vocation de diffusion industrielle. Aujourd'hui nous devons les articuler pour reconfigurer l'offre* » répond François Gaspard, chef de département du CEA-List. De par sa mission, le CEA a en effet acquis la maîtrise de plusieurs technologies clés structurées en neuf domaines particulièrement pertinents pour répondre aux demandes des industriels : technologies de l'information, gestion de la connaissance, intelligence ambiante et interactions, processus efficaces

énergétiquement, simulation, robotique d'assistance, contrôle et mesure, réseaux de capteurs, matériaux avancés. Dans chacun de ces domaines, le CEA est en mesure de développer et proposer des « briques technologiques innovantes ». Reste ensuite à intégrer ces briques en une offre cohérente répondant aux verrous et challenges industriels et, pour commencer, à exploiter et traiter de façon optimale l'information.

Rencontrer les industriels

À cet effet, un réseau de correspondants vient d'être mis en place dans les trois instituts. « *Il s'agit de personnes qui, dans un premier temps, auront la même vision, la même lecture des besoins et des challenges européens en matière d'advanced manufacturing, de manière à mettre en place les bons consortiums en réponse aux appels d'offres* » explique Didier Vanden Abeele. L'Europe est en effet un interlocuteur incontournable (voir encadré) aux côtés des industriels qui s'impliquent dans un consortium européen ou deviennent partenaires directs du CEA.

L'offre étant désormais construite en ce début 2013, les équipes du CEA se rapprochent des industriels pour identifier les éventuels blocages et verrous à lever dans leurs procédés. Actuellement, le CEA instruit un projet structurant dédié à l'ingénierie numérique pour les systèmes avancés de production (voir encadré) dans la région Pays de la Loire.

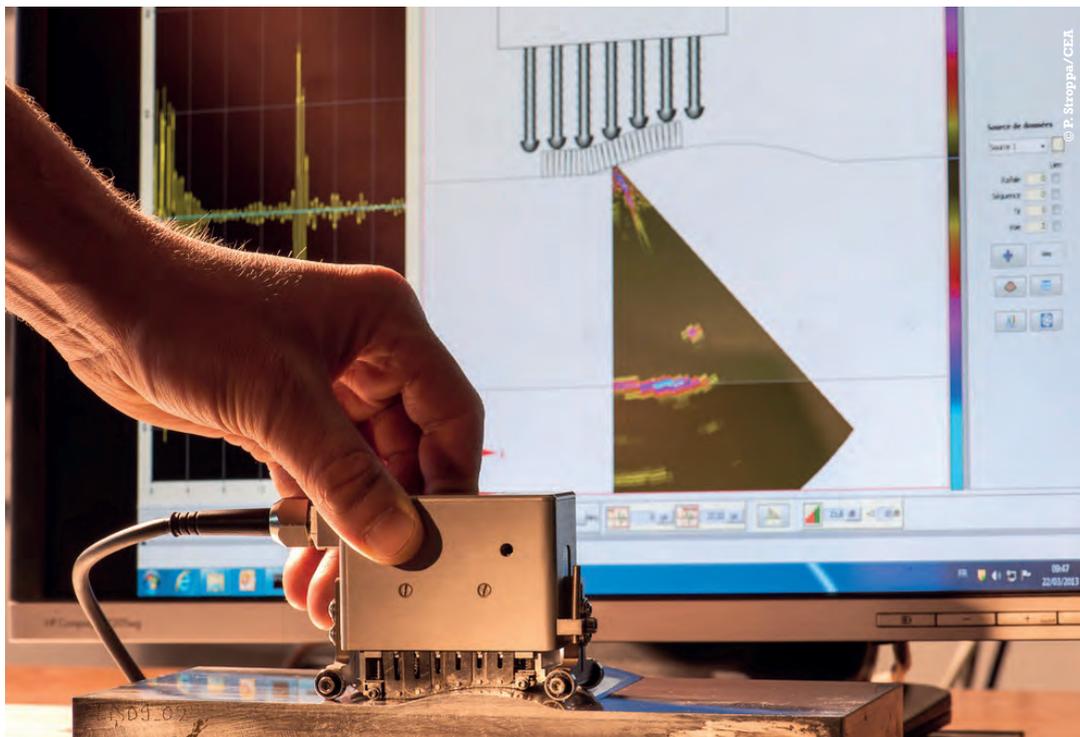
UNE PLATEFORME APPLICATIVE POUR L'INDUSTRIE NANTAISE

Mandaté par l'État pour déployer en région le transfert de technologies, le CEA travaille à la définition d'un projet structurant dans le domaine des systèmes avancés de fabrication pour plusieurs secteurs industriels applicatifs, à Nantes.

Le 21 décembre 2012, le CEA a signé une convention avec l'État pour créer une expérimentation d'implantation de trois plateformes régionales de transfert de technologies, dont une localisée à Nantes pour la région Pays de la Loire. Principe de fonctionnement : le CEA développe des « applicatifs » industriels (calculateurs, robots, système d'énergie, etc.) à partir des technologies clés de ses bases arrières, les laboratoires de CEA Tech situés à Saclay et Grenoble. Installée sur le technocampus EMC2, la plateforme régionale des Pays de la Loire aura pour partenaires « naturels » d'innovation des grands groupes et de nombreuses PME qui travaillent avec ces grands comptes de l'écosystème régional. Outre CEA Tech, elle pourra s'appuyer sur le tissu académique régional : École centrale de Nantes, École nationale supérieure des mines de Nantes, Institut de recherche technologique Jules Verne, universités de Nantes, d'Angers et du Mans, ainsi que le Cetim (Centre technique des industries mécaniques). Dans le cadre de l'implantation de cette plateforme régionale, le CEA travaille à la définition d'un projet structurant dans le domaine des systèmes avancés de fabrication pour plusieurs secteurs industriels applicatifs afin de créer sur le site CEA Tech Pays de la Loire, une identité technologique propre parfaitement adaptée à l'écosystème industriel régional.



▶ Bâtiment NannoInnov situé sur le Plateau de Saclay, l'une des bases arrières technologiques de CEA Tech.



◀ **Contrôle industriel par capteur ultrasonique multiéléments.**

GARDER L'ŒIL OUVERT SUR LES PRODUITS

Garantir la qualité des produits finaux, assurer la sécurité de composants critiques, telles sont les principales missions du contrôle non destructif, au cœur de l'advanced manufacturing. Des procédés développés par le CEA-List qui intéressent les industriels.

Depuis de nombreuses années, le CEA-List développe des procédés de contrôle non destructif (CND) qui permettent de garantir l'état de santé de la matière. Il s'agit de la détection et de la caractérisation d'irrégularités indésirables, avant ou après l'assemblage par collage ou soudure par exemple. Le CND est employé à tous les stades du cycle de vie des produits manufacturés. Dans le domaine de *manufacturing* avancé, il est intégré dès la conception des composants. On parle alors de CND virtuel. « Il est employé lors des phases intermédiaires de fabrication, sur les produits finaux – il s'agit alors de contrôle qualité –, lors de phases de maintenance pour le suivi périodique, ou encore lors de la fin de vie du produit à des fins d'expertise », détaille Samuel Legoupil, chargé des relations industrielles au CEA-List. Ces procédures de contrôle sont cruciales dans des secteurs comme l'aéronautique, l'énergie, le transport et de manière générale, tous les secteurs critiques où la défaillance d'un composant peut avoir des conséquences dramatiques. Les méthodes de contrôle peuvent également être déployées dans le cadre d'expertises.

La simulation au service du contrôle

Les recherches du CEA-LIST portent sur des méthodes innovantes de contrôle par ultrasons, **courants de Foucault**, radiographie et **tomographie**, et se structurent autour de plateformes en simulation et instrumentation. La simulation, en constante évolution dans le domaine du CND, est portée par le développement du logiciel Civa, commercialisé et distribué par la **spin-off** Extende, créée il y a trois ans. Leader mondial dans la simulation du CND avec plus de deux cents sociétés utilisatrices à travers le

monde, la plateforme de modélisation multi-techniques Civa permet de concevoir, d'optimiser et de démontrer les performances de méthodes de CND, ou encore d'interpréter des résultats d'inspection et d'aider au diagnostic à l'issue d'une inspection. Civa est également utilisé pour la formation d'opérateurs et pour le développement de méthodes de qualification lorsqu'un produit ou un procédé doit être certifié par les autorités. Dans ce cas, il s'agit de prouver que la méthode choisie est pertinente. Civa permet enfin de définir les performances d'un système de contrôle sans devoir réaliser des expériences longues et coûteuses, avec l'avantage de pouvoir considérer toutes les incertitudes qui peuvent nuire à la qualité d'un contrôle.

Améliorer le contrôle pour réduire les coûts

Les développements en instrumentation s'appuient largement sur la modélisation afin de développer des méthodes de contrôle plus efficaces, en termes de performances, de facilité d'exploitation et d'automatisation. Ces développements portent par exemple sur des capteurs multi-éléments et flexibles embarquant des algorithmes de traitement temps réels offrant un haut degré d'adaptabilité pour une automatisation et une productivité des contrôles accrues. Dans certains secteurs industriels, le coût du contrôle peut en effet atteindre 50 % du coût total du produit. Enfin, pour valider l'ensemble de ses développements et proposer de nouvelles méthodes de contrôles à ses partenaires industriels, le CEA-LIST dispose de la plateforme GERIM 2 qui regroupe équipements, instrumentation et bancs de tests avancés, pour chacune des modalités de contrôle traitées.

- **Courants de Foucault**: Technique de contrôle basée sur la génération de courants électriques dans une masse conductrice permettant la détection de défauts peu enfouis, de faibles dimension, à des cadences pouvant être élevées.
- **Tomographie**: technique d'imagerie permettant de reconstruire un objet sous la forme d'une image 3D à partir de laquelle les anomalies (défauts, dimensions) peuvent être détectées.
- **Spin-off**: entreprise issue de la scission d'une organisation plus grande.

DE L'INTELLIGENCE DANS L'AIR

Assister les gestes des opérateurs, guider leurs interventions, proposer des outils innovants de formation... Le Manufacturing avancé est nécessairement centré sur l'humain. Dans ce cadre, un département du CEA-List développe des briques technologiques dans trois domaines complémentaires : robotique interactive, interactions homme/système et gestion des connaissances.

« **N**otre but : procurer une assistance intelligente aux activités humaines. » C'est ainsi que François Gaspard résume les recherches du département Intelligence ambiante et systèmes interactifs qu'il dirige au CEA-List. Avec une telle feuille de route, il n'est pas étonnant que l'un des enjeux sociétaux majeurs de ces recherches soit précisément l'*advanced manufacturing* ; aux côtés de la sécurité globale, de l'économie numérique, des transports durables, des outils connectés pour la santé et l'énergie du futur.

Pour une collaboration hommes-machines

Trois axes structurent la mission des chercheurs. Le programme « Interactions homme/système » est assez explicite : « *Dans de nombreux cas, les tâches les plus délicates sont réalisées par des opérateurs. Il devient alors essentiel d'assister leurs gestes, de guider leurs interventions et même de leur proposer de nouvelles technologies pour la formation (réalité virtuelle, réalité augmentée) à ce type d'interface hommes-machines* », explique François Gaspard. Le programme « Robotique interactive » est lui aussi assez clair (voir article suivant). Le troisième programme, « Des données à la connaissance » s'intéresse à un domaine clé pour les systèmes de production : la gestion des connaissances. Ces trois programmes se recoupent nécessairement car il est difficile de concevoir un atelier de production, dans lequel hommes et robots collaborent, sans faire appel simultanément à la robotique interactive, aux interactions homme/système et à la gestion des connaissances.

Aux frontières du réel et du virtuel

Dans le domaine des procédés de production, la simulation permet de comprendre les points de blocage dans

un système pour les anticiper en programmant un robot ou en ajustant virtuellement une pièce complexe à un ensemble, par exemple une vitre de portière ou un faisceau de câbles dans une automobile. La capture, avec des vêtements instrumentés, des mouvements d'un agent humain sur un objet virtuel (fermer une vanne, par exemple) est également une fonction récurrente. On peut aussi aller plus loin et joindre les deux mondes en ajoutant des informations virtuelles au monde réel grâce à la réalité augmentée. Un opérateur, muni d'un système de vision adéquat, peut ainsi être guidé dans le dédale d'une usine réelle vers un endroit où il doit intervenir, et y voir – sous forme d'images superposées à la réalité – quels gestes il doit effectuer sur un équipement réel.

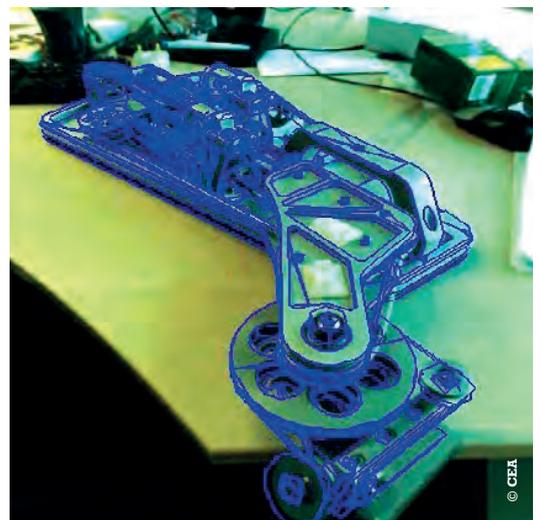
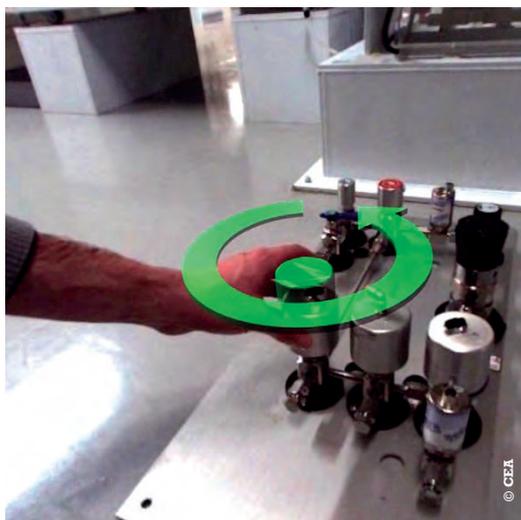
Ce n'est qu'un faible échantillon de ce qu'il est possible de réaliser avec les technologies développées dans le département. Autant de briques élémentaires, donc, mais comme le souligne François Gaspard : « *l'advanced manufacturing prend sens lorsque l'on assemble ces briques qui sont toutes liées. C'est là que réside la différence* ».

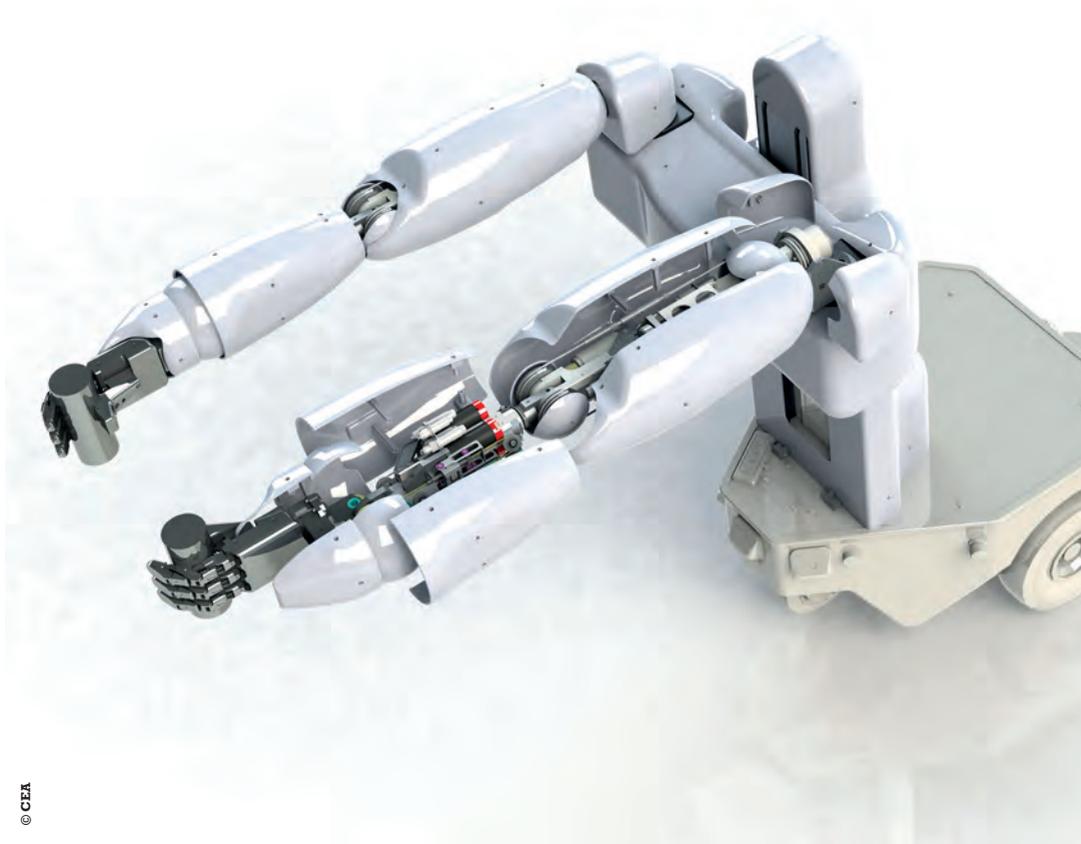
UNE RECHERCHE EN TROIS AXES

Le programme « Intelligence ambiante et systèmes interactifs » recouvre trois programmes de recherche :

- robotique interactive,
- Interaction homme / système,
- Des données à la connaissance.

▶ **Systèmes permettant d'ajouter, via une tablette ou des lunettes, des informations virtuelles à une situation réelle afin de guider l'opérateur lors du maniement de structures complexes.**





© CEA

◀ Robot d'assistance au geste industriel.

JAMAIS SANS MON ROBOT!

Difficile d'imaginer un système avancé de production sans robot : avec la simulation, ils sont une figure obligée du genre... Les recherches en matière de robotique industrielle s'orientent ainsi vers une interaction de plus en plus étroite entre l'opérateur et le robot...

Les recherches en robotique interactive du CEA-List répondent à un triple enjeu, comme l'explique son responsable, Yann Perrot : « *l'évolution des modes de production de la grande série vers des produits évolutifs et personnalisés qui implique une programmation très flexible des robots ; l'assistance aux gestes des opérateurs humains que nous appelons la "cobotique" ; et, enfin, l'automatisation de la logistique mobile aujourd'hui assurée par des flottilles de chariots pilotés.* »

La force du robot au service de l'opérateur

L'expérience acquise lors du développement des bras de télémanipulation à retour d'effort¹ trouve naturellement son application dans la cobotique. Cette interaction homme-robot agit à différents niveaux. En compensation de gravité, des bras mécaniques aident les opérateurs en supportant le poids des outils. Cette technologie est aujourd'hui proposée par Sarrazin Technologies pour de grands groupes comme Airbus ou Areva. Plus complexe, l'amplification d'effort suppose de capter le geste de l'homme pour en amplifier la force sans altérer sa dextérité. Par exemple, pour le brossage manuel des pneus de camion demandant un effort d'une vingtaine de kilos, le laboratoire a développé en collaboration avec la PME RB3D un cobot qui intervient entre le poignet du « brosser » et son outil.

Plus sophistiqués encore, les exosquelettes suivent au plus près les mouvements des opérateurs et les aident à porter des charges ou à travailler les bras en l'air. Le plus connu, Hercule, a été développé avec RB3D.

Un espace de travail à partager

Sans aller jusqu'à une interaction aussi étroite, les robots, même lorsqu'ils agissent seuls, partagent en général le même espace de travail que les humains. D'où l'apparition d'une robotique dite « collaborative », ou cobotique, avec des développements qui permettent notamment de doter les robots de détecteurs de collision pour ne pas blesser les opérateurs. L'équipe envisage aujourd'hui la création d'une start-up pour industrialiser cette technologie conçue autant pour de nouveaux usages dans de grands groupes, que pour les PME. Les chercheurs leurs efforts sur des modes de programmation les plus simples et intuitifs possibles afin que ces robots soient facilement utilisables par des industriels et non seulement des roboticiens. L'enjeu de la robotique mobile intéresse également les ingénieurs du CEA-List. Il s'agit, tout d'abord, de parvenir à l'holonomie, c'est-à-dire la capacité pour une machine de se déplacer de manière continue dans toutes les directions. Ensuite, pouvoir se localiser dans l'environnement complexe d'un atelier grâce à des capteurs et de l'intelligence embarquée.

Note:

¹ Bras développés pour le compte de l'industrie nucléaire.

LE CEA DANS LES MÉDIAS

LE CEA EMBARQUÉ DANS LA VOITURE DU FUTUR

BULLETIN QUOTIDIEN / 8 MARS 2013

Le *Bulletin* présente le premier point d'étape dans la mise en œuvre du plan automobile du ministère du Redressement productif. L'occasion de revenir sur la feuille de route opérationnelle pour déployer un véhicule à 2 L/100 km. Cette innovation rassemble de nombreux acteurs, dont le CEA, pour lever quatre verrous technologiques, notamment la réduction du poids de la voiture, le développement des systèmes d'aide à la conduite ou encore l'hybridation des chaînes de traction.

Test d'une batterie
Lithium-ions
au CEA Grenoble.



KALRAY RÉINVENTE LE PROCESSEUR EMBARQUÉ

L'USINE NOUVELLE / 21 MARS 2013

La pépite, voici comment est présenté le processeur MPA de Kalray. Développé avec les instituts List et Leti du CEA, dans le cadre notamment d'un laboratoire commun, il est protégé par 45 brevets. Pour preuve, il combine jusqu'à 1024 cœurs optimisés dans une puce afin de fournir le maximum de puissance de traitement avec le minimum d'énergie. « *Les applications embarquées gourmandes en calcul ont ainsi trouvé leur chaînon manquant* » conclut l'hebdomadaire.

ATTENTION, BÉBÉ ENTEND !

LE PARISIEN / 12 MARS 2013

Dès six mois de grossesse, le cerveau des bébés distingue les syllabes des voix masculines et féminines. C'est ce qu'ont démontré des chercheurs du centre NeuroSpin du CEA en enregistrant les réponses cérébrales de 12 nouveau-nés à l'écoute de syllabes proches, « ga » et « ba », prononcées par un homme et une femme. Les auteurs expliquent au quotidien que, selon eux, l'apparition du langage est « *en grande partie influencée par la génétique et donc par les mécanismes innés* ».

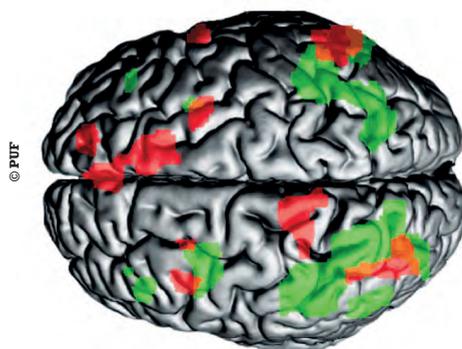
DES PME TOULOUSAINES AU CEA DE GRENOBLE

LA DÉPÊCHE DU MIDI / 12 MARS 2013

Le journal régional relate la visite du centre CEA de Grenoble par une délégation de la CCI de Toulouse. Une dizaine d'entreprises et de représentants des réseaux innovants de la Haute-Garonne ont été reçus pour évoquer des pistes de partenariats avec CEA-Tech dont une plateforme de transfert technologique a récemment été implantée à Toulouse. Les PME présentes ont notamment découvert les activités microélectroniques du CEA et la plateforme biomédicale Clinatex.



Entrée du campus
d'innovation Minatex
à Grenoble.



© PUF

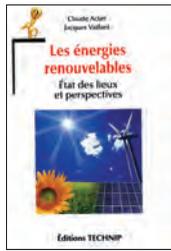
Zones de calcul de la réponse cérébrale.

DES EXOSQUELETTES CONTRE LA TÉTRAPLÉGIE

LE FIGARO / 23 MARS 2013

Un exosquelette motorisé, piloté par la pensée pour rétablir la connexion entre l'intention du mouvement et son exécution. Voici le prototype que mettent au point à Grenoble des équipes du CEA pour offrir le retour d'une certaine mobilité aux handicapés tétraplégiques. Une révolution présentée dans le quotidien par le neurochirurgien Alim-Louis Benabid qui annonce que de premières implantations sont envisagées entre l'été 2013 et le printemps 2014.

KIOSQUE



Vers plus de vert ?

Les auteurs, un ingénieur et un enseignant en physique, évaluent la part globale que pourraient prendre les énergies renouvelables dans le panier énergétique en France et dans le monde. Ils se posent alors la question : cette part, encore faible au niveau mondial avec 10 % des énergies consommées, est-elle appelée à rester marginale ou à devenir importante, voire prépondérante ? Ce livre recense les conditions qui permettraient son essor.

Les énergies renouvelables. État des lieux et perspectives. Claude Acket, Jacques Vaillant. Éditions Technip. 24 €

Chimie, d'hier à aujourd'hui

Voici un ouvrage conçu pour mettre en exergue quelques avancées parmi les plus spectaculaires de la chimie dite moderne : l'origine du pouvoir rotatoire, le caoutchouc naturel, la théorie cellulaire... Une belle façon de rendre hommage aux pionniers, célèbres ou méconnus, à l'origine de ces découvertes scientifiques marquantes. Une histoire de la chimie destinée à faire rêver le lecteur, animé par la curiosité du savoir, en le plongeant dans l'ambiance de l'époque à travers de nombreuses illustrations...

La fabuleuse histoire des bâtisseurs de la chimie moderne. Paul Depovere. 2^e édition. Éditions De Boeck. 24 €



Le spectre des cosmologies

Récits mythologiques, cosmogonies traditionnelles, fictions, poésie, bande dessinée... ce livre réunit plus de 25 textes présentant chacun un modèle cosmologique ou un récit de l'origine de l'Univers ! Un travail réalisé par des physiciens, des cosmologues, des historiens et des philosophes de renommée internationale qui ont puisé dans leurs bibliothèques des extraits d'œuvres scientifiques, littéraires ou artistiques ayant impacté sur leurs propres recherches, leurs pratiques professionnelles...

Variations sur un même ciel. Éditions La Ville Brûle. 37 €



Des expériences en herbe

Tirer la nappe sans faire tomber ce qui est sur la table ; retourner un vase plein d'eau sans qu'elle ne s'écoule ; transpercer un ballon sans le faire exploser : créer un double arc-en-ciel... Voici parmi les 50 expériences étonnantes à réaliser, simplement, pour surprendre nos amis dans un jardin, à la campagne ou tout simplement sur une terrasse. Pour chacune d'elle, le livre propose un accompagnement étape par étape, des photos et un petit texte explicatif pour comprendre l'astuce physique.

50 expériences pour épater vos amis au jardin. Jack Guichard, Kamil Fadel et Guy Simorin. Éditions Le Pommier. 18,90 €



SUR LE WEB

LES POSTERS DU CEA

Un grand nombre de posters pédagogiques, traitant de sujets divers comme les énergies renouvelables et nucléaires, les nouvelles technologies ou encore la physique et la chimie, sont disponibles sur le site du CEA. Vous pouvez les télécharger gratuitement et en haute définition sur le site.

<http://www.cea.fr/jeunes/espace-enseignants/>



LE FONCTIONNEMENT D'UN ORDINATEUR

Venez découvrir, dans la médiathèque de l'espace jeune, le parcours de l'information traitée par un ordinateur : elle naît des touches du clavier, passe par les composants de la carte mère, et finit affichée à l'écran. Un voyage où ce qui ne se voit pas se retrouve clairement mis en images...

<http://www.cea.fr/>

LE RAYONNEMENT DU BIG BANG

L'analyse des données apportées par le télescope européen Planck a permis d'établir la carte la plus détaillée au monde du rayonnement de fond cosmologique hyperfréquence, le rayonnement fossile du Big Bang. Une aventure aux résultats inédits qu'une visite sur le site de l'ESA vous permettra de suivre et de comprendre...

http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/Planck





L'OBSERVATOIRE DES INNOVATIONS

Paris - Cité des sciences et de l'industrie, jusqu'au 5 mai 2013

Quels liens entre les supercalculateurs, les pneumatiques, la chimie et l'artisanat ? Tous mettent en jeu des innovations que la Cité des sciences et de l'industrie propose d'explorer pour cette 3^e édition. L'occasion pour le CEA et son partenaire BULL de présenter leur travail autour du calcul haute performance avec la réalisation, respectivement en 2005 et 2008, des « machines » térafloppique et pétafloppique TERA 10 et TERA 100.