Bio'actif

LA RECHERCHE DE LA DIRECTION DES SCIENCES DU VIVANT DU CEA | N°8 / SEPTEMBRE 2011

Assumer le passé, préparer l'avenir.

Démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses

© C.Dupont/CEA

A, « X », G, C : une bactérie change de base

P. 10

© CEA

energie atomique • energies alternative

SOMMAIRE

partager

EMPRUNT NATIONAL POUR LES INVESTISSEMENTS D'AVENIR, la DSV surfe sur la première vague 3

ENTREPRISES ET INNOVATION : deux projets de la DSV primés ...

DÉCODER

ASSUMER LE PASSÉ, PRÉPARER L'AVENIR Démantèlement des installations nucléaires de Fontenay-aux-Roses 6

AVANCER

PALÉOGÉNÉTIQUE : l'énigme des ours des cavernes résolue 9

RECHUTES DE LEUCÉMIE : un modèle pour tester de nouveaux traitements

ROUGEOLE : flexibilité rime avec efficacité ...

À noter

FÊTE DE LA SCIENCE 2011 12

Vient de paraître **UN *BIO'ACTIF* HORS SÉRIE**

NOS INSTITUTS

iBiTec-S Institut de biologie et de technologies de Saclay

I²BM Institut d'imagerie biomédicale

iMETI Institut des maladies émergentes et des thérapies innovantes

IBS Institut de biologie structurale Jean-Pierre Ebel

iRCM Institut de radiobiologie cellulaire et moléculaire

iRTSV Institut de recherches en technologies et sciences pour le vivant

iBEB Institut de biologie environnementale et biotechnologies

IG Institut de génomique

TS Technologies pour la santé

TOX Toxicologie

FAR Centre de Fontenay-aux-Roses

Assumons le passé et préparons l'AVENIR

Contrairement aux précédents, ce nouveau numéro de *Bio'actif*, dans sa rubrique décoder, ne vous présente pas les avancées de nos équipes dans le domaine des sciences du vivant ; mais s'intéresse à une autre part essentielle de la DSV : son centre de Fontenay-aux-Roses.

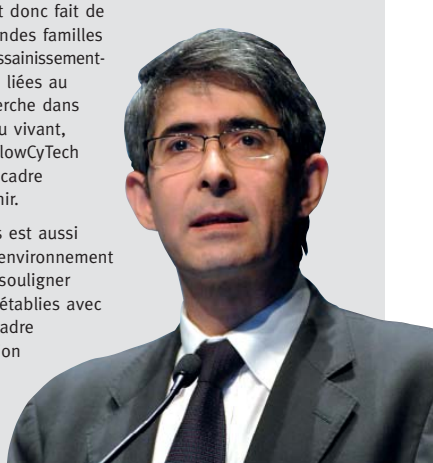
Depuis 2005, la DSV est responsable de ce site historique du CEA. C'est là que Frédéric Joliot et son équipe ont fait diverger Zoé, la première pile atomique française, en 1948 ; c'est également là que les premières expériences de fusion nucléaire ont été menées et les procédés de traitement du combustible nucléaire mis au point. Cet héritage scientifique est précieux et fait partie du patrimoine du CEA. Ce legs prend également la forme d'installations nucléaires, parfois très anciennes, dont il nous faut désormais assurer l'assainissement et le démantèlement. Cette mission revient aux équipes de la Direction de l'énergie nucléaire qui mènent un important programme auquel la DSV est associée. Ces activités d'assainissement-démantèlement sont un enjeu majeur pour le CEA car leur bon déroulement conforte la crédibilité de la filière nucléaire française dans sa capacité à maîtriser l'ensemble du cycle de vie des installations nucléaires.

> **« Cet héritage scientifique est précieux et fait partie du patrimoine du CEA. »**

La complexité de la tâche pose parfois la question du respect des délais initialement prévus. Après consultation de l'Autorité de sûreté nucléaire, le programme d'assainissement-démantèlement du centre de Fontenay-aux-Roses a été prolongé, notamment en raison des difficultés techniques rencontrées. Ce décalage est impératif pour répondre à nos objectifs prioritaires : respecter les règles de sûreté et minimiser l'impact de nos actions sur notre environnement. Comme l'Administrateur général du CEA, Bernard Bigot, l'a récemment indiqué : le démantèlement des installations nucléaires du centre de Fontenay-aux-Roses est une priorité pour le CEA qui y consacrera des forces et des moyens importants dans les années à venir.

Le présent de ce centre est donc fait de la coexistence de deux grandes familles d'activités : celles liées à l'assainissement-démantèlement et d'autres liées au développement de la recherche dans le domaine des sciences du vivant, comme l'illustre le projet FlowCyTech retenu récemment dans le cadre des investissements d'avenir.

Le CEA/Fontenay-aux-Roses est aussi fortement ancré dans son environnement local. À ce titre, je tiens à souligner l'importance des relations établies avec le milieu scolaire dans le cadre de notre mission de diffusion de la culture scientifique et technique. Une autre façon de préparer l'avenir.



Gilles Bloch, Directeur des sciences du vivant du CEA

Éditeur : CEA Fontenay-aux-Roses - 18, route du Panorama - BP 6 - 92265 Fontenay-aux-Roses Cedex **I Directeur de la publication :** Gilles Bloch **I Rédacteur en chef :** Céline Gaiffier (01 46 54 93 71)
Ont participé à ce numéro : Mathieu Jahnich, Isabelle Philippe, Mathilde Hubert, Fabienne Lebrun et Julie Barroso **I ISSN :** 0753-3454 **I Conception et réalisation :** MACASSAR **I Impression :** Imprimerie BM

Remarques, commentaires et suggestions sur *Bio'actif* sont les bienvenus : celine.gaiffier@cea.fr

© C. Dupont/CEA

Emprunt national pour les investissements d'avenir, la DSV surfe sur la première vague

Ils sont dénommés Labex, Equipex, Infrastructures… Ce sont les appels à projets émis par l'État dans le cadre de l'Emprunt national pour les investissements d'avenir. Dotés d'un montant de 35 milliards d'euros, ces investissements seront fortement structurants pour l'ensemble de la recherche française dans les années à venir. Le CEA, et en son sein la DSV, s'est associé à ses partenaires de la recherche (universités, organismes publics et entreprises privées) pour proposer des projets collaboratifs et innovants. C'est la loi du genre, tous n'ont pas retenu l'attention des jurys de sélection ; mais la DSV peut afficher quelques succès en tant que porteur de projet ou que partenaire. Les dossiers refusés au terme de cette première sélection ont fait l'objet de commentaires. Certaines équipes en ont déjà tenu compte et sont prêtes pour la prochaine vague !

Les projets retenus :

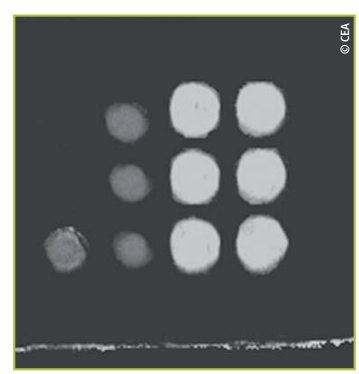
- **2 Équipements d'excellence**
- **2 Cohortes**
- **6 Laboratoires d'excellence**
- **3 Infrastructures, dont France génomique**
- **2 Bioinformatique**
- **1 Nanotechnologies**

Retrouvez tous les projets retenus sur notre site
www-dsv.cea.fr/investissements-d-avenir

Entreprises et Innovation : DEUX PROJETS DE LA DSV PRIMÉS

iMETi
iBS
TS

Deux projets soutenus par le programme Technologies pour la santé du CEA ont été primés lors du 13e concours d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes du ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche, dans les catégories « création-développement » et « émergence ». Le premier, Theranexus, a pour objectifs de concevoir et développer de nouveaux traitements pour améliorer la prise en charge des maladies du système nerveux. Issu de recherches de l'iMETI, il avait déjà été primé l'an dernier dans la catégorie « émergence » (*cf. Bio'actif* n°5). Le deuxième, Prestodiag, est porté par des chercheurs de l'Institut nanosciences et cryogénie (DSM/Inac) et de l'IBS. Il propose une technologie innovante permettant de suivre en temps réel la croissance de bactéries pathogènes présentes dans un échantillon complexe, de type alimentaire par exemple.


© CEA

Détection de bactéries par suivi cinétique de leur croissance par imagerie.

Découvrez les équipes et plus de précisions sur ces deux projets
www-dsv.cea.fr/theranexus
www-dsv.cea.fr/prestodiag

« Ramène ta science ! », de l'atelier découverte au projet récompensé

FAR

© M. Hubert / CEA

« Élèves chercheurs » et Vilma Barroca lors d'une intervention auprès d'une classe du RAR.

Mis en place par le ministère de l'Éducation nationale, les réseaux « ambition-réussite » (RAR) visent à développer un environnement propice à la réussite dans des zones qui concentrent les difficultés sociales et scolaires. Le centre de Fontenay-aux-Roses a signé une convention de partenariat avec le RAR de Bagneux (92) dont l'objectif est de favoriser les échanges entre les scientifiques et les jeunes. Tout au long de l'année, des rencontres sont organisées entre scientifiques du CEA et élèves de 3e du collège Henri Barbusse de Bagneux, au centre de Fontenay-aux-Roses et en classe. Elles sont basées sur des thématiques différentes et permettent aux jeunes de découvrir le monde de la recherche et ses métiers. De plus, les écoles primaires du réseau ont un accès privilégié à l'opération « Ramène ta science ! », une journée de découverte de la science pour les enfants. Durant cette journée, cinq parcours pédagogiques, animés par des scientifiques du CEA, sont proposés aux élèves de CM1 et CM2.
Ange Ansour, professeure des écoles à Bagneux, s'est lancée avec sa classe de CM1 dans l'aventure : « *Je voulais que les élèves se mettent dans la peau du chercheur et acquièrent une méthode de travail.* », explique-t-elle. La classe a participé aux éditions de « Ramène ta science ! », durant l'année scolaire 2010-2011. Les élèves se sont appropriés les ateliers, jusqu'à en être les médiateurs auprès d'autres élèves. Une entreprise facilitée par les échanges avec Vilma Barroca, chercheuse à l'iRCM. « *N'étant pas scientifique, je ne pouvais répondre à toutes les questions de mes élèves. Vilma nous apportait son regard d'expert* », précise Ange Ansour. Pour ce projet, elle a reçu le Prix de la progression pédagogique lors du Forum des enseignants innovants 2011.

Bioterrorisme **Détecteurs : le ticket gagnant**

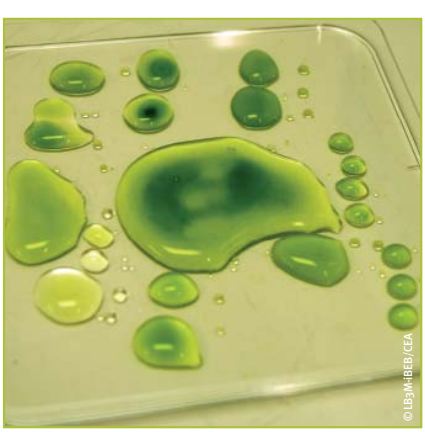
iBiTec-S

Dans le cadre des Trophées de la Résilience sociétale organisée par le Haut comité français pour la Défense civile, le prix spécial du jury a été décerné au CEA pour la mise au point de tests rapides pour la détection de toxines ou d'agents pathogènes dans le contexte de la menace bioterroriste. L'innovation proposée a permis de mettre sur le marché, en moins de quatre ans, des kits de détection rapides, sensibles et simples d'utilisation par des non-spécialistes.

VERS UNE EXPLOITATION INDUSTRIELLE des microalgues

iBEB

Fermentalg vient de réunir avec le soutien d'OSÉO plus de 14 millions d'euros d'aides et d'investissements pour lancer un ambitieux projet européen d'exploitation industrielle des microalgues auquel participeront des chercheurs de l'iBEB. Une étape importante pour cette société qui ambitionne de devenir le leader de la production de microalgues pour les marchés de l'agroalimentaire, de la santé et de l'énergie.


© LB3M-iBEB/CEA

Gouttes de milieu de culture de microalgues produisant des lipides.

3 QUESTIONS À ANGE ANSOUR, professeure des écoles, récompensée pour son projet avec le CEA.

© M. Hubert / CEA

Ange Ansour a présenté son projet lors du Forum des enseignants innovants, à Lyon les 20 et 21 mai 2011.

Pourquoi monter un projet avec le CEA ?

L'essence de ce projet est de « jouer » à être un apprenti-chercheur tout en s'appuyant sur une pédagogie. Maintenir la curiosité de l'élève en éveil demande une approche globale et transdisciplinaire, facilitée par le dialogue avec des professionnels. Le choix du CEA comme interlocuteur découle de l'opportunité présentée par le partenariat entre le RAR et le CEA. Mais au-delà, il y a la qualité des ateliers « Ramène ta science ! » et la possibilité de connaître ce centre de recherche français.

Comment se construit un tel projet ?

L'enseignant, mais aussi l'élève, définissent une tâche à réaliser qui sera à la fois un objectif à atteindre et un levier des apprentissages. Il faut être exigeant. J'ai de l'ambition pour mes élèves et je veux qu'ils sachent qu'ils peuvent réaliser de belles choses en faisant des efforts ! Après avoir expérimenté l'atelier « Atchoum ! Fais gaffe aux microbes ! », j'ai souhaité aller plus loin avec mes élèves et approfondir les thèmes. Nous avons eu beaucoup d'échanges avec Vilma Barroca, chercheuse au CEA. Cela a permis aux élèves de découvrir un monde différent, de s'approprier de nouvelles notions et de les transcrire sous forme pédagogique. Les élèves ont alors pu présenter leur travail sur les microbes à d'autres élèves.

Quel a été l'apport du contact direct avec les chercheurs ?

Mes élèves étaient galvanisés par le contact avec les intervenants du CEA. Le fait de se rendre sur place, d'être en contact avec une chercheuse, a été déterminant pour leur motivation. Ils ont mesuré que la construction du savoir est plaisante mais également ardue. Pour certains élèves, la perspective de devenir acteur de la recherche relève désormais du possible. C'est primordial. Je veux qu'ils sentent que leur place n'est pas à la périphérie de ce qui relèvede l'excellence en France, mais bien au cœur.

ALZHEIMER : un partenariat public-privé d'envergure

I²BM

La maladie d'Alzheimer (MA) affecte 860 000 personnes en France et ce nombre devrait s'élever à plus de deux millions en 2040. L'Institut Roche de recherche et médecine translationnelle, l'Institut Pasteur, le CEA et le Centre de recherche de l'Institut du cerveau et de la moelle épinière (ICM, CNRS/Inserm/UPMC) viennent de signer un accord de partenariat afin de développer de nouveaux outils d'imagerie médicale pour le diagnostic précoce de la maladie. En effet, disposer de marqueurs biologiques et cliniques permettant de détecter la maladie d'Alzheimer avant l'apparition des signes de démence et avant la perte des fonctions cognitives (synonyme de perte d'autonomie) est une priorité, pour les malades comme pour leurs proches.

© M.Bottlaender/CEA

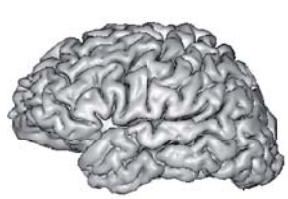


Image obtenue en IRM du cerveau d'un sujet sain.

Image obtenue en IRM du cerveau d'un patient atteint de la maladie d'Alzheimer.

NUCLÉAIRE

ASSUMER LE PASSÉ, PRÉPARER L'AVENIR

DÉMANTÈLEMENT DES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES DE FONTENAY-AUX-ROSES

Élise, Éole, Gascogne, Prolixe, Irène, Guyenne, Antinéa, Petrus… Ce sont les noms donnés à ces outillages spéciaux – boîtes à gants et chaînes de cellules blindées – qui ont permis aux scientifiques du CEA/Fontenay-aux-Roses d'écrire les premières pages de la recherche nucléaire française. Étude des combustibles, comportement des matériaux sous irradiation, caractérisation et traitement des déchets… Ces activités ont été arrêtées entre 1982 et 1995 pour être transférées vers d'autres centres du CEA ou chez l'industriel Areva. Afin de poursuivre la conversion du site vers les sciences du vivant, un chantier complexe de nettoyage et de démontage de ces anciennes installations de recherche est en cours avec pour priorité la protection des personnes et de l'environnement.

© A.Gonin / CEA

© A.Gonin / CEA

Une boîte à gants (en haut) et une chaîne de cellules blindées (ci-dessus) sont des équipements qui permettent de manipuler en toute sécurité des matières radioactives.

Aladin, du génie nucléaire au génie biologique. Tel est le nom donné au projet d'***•assainissement*** et de ***•démantèlement*** des installations nucléaires du centre de Fontenay-aux-Roses. Il est co-piloté par la Direction de l'énergie nucléaire (DEN) et la Direction des sciences du vivant (DSV). « *Dans le bâtiment 18, depuis 1995, 115 boîtes à gants sur 134 et 7 chaînes blindées sur 18 ont été complètement assainies et démantelées ; 7 autres chaînes blindées sont assainies* », récapitule Guy Vieillard, le responsable du projet.

UN LOURD TRAVAIL DE PRÉPARATION

Tous ces chantiers d'assainissement-démantèlement comportent une phase d'études, une phase de travaux à proprement parler et une phase de contrôles. « *Sur une année de travail, il faut compter trois mois d'études. Cela peut paraître le moins difficile et pourtant non. Il faut prévoir tous les aléas avant de monter un dossier d'autorisation auprès de l'Autorité de sûreté nucléaire (ASN) et de commencer* », explique Frédéric Masure, chef de l'installation nucléaire de base n°165 qui comprend le ***•bâtiment 18***. Les études portent sur l'état radiologique des locaux, la caractérisation des déchets, leur conditionnement et leur transfert vers les autres bâtiments avant évacuation vers les exutoires prévus (*cf.* encadré), l'élaboration du scénario et la planification des différentes phases du chantier, l'analyse de sûreté des opérations définies… Elles peuvent conclure à la nécessité d'aménagements spécifiques comme le remplacement de systèmes de ***•ventilation***, l'installation d'enceintes de transfert et de conditionnement des déchets, la rénovation de réseaux de courants forts, courants faibles et fluides… Un important travail est nécessaire (cahier des charges, appel d'offre…) avant de pouvoir sélectionner les prestataires.

PETRUS, UN VRAI CHALLENGE TECHNIQUE

L'ensemble Petrus constitue le point dur du démantèlement du bâtiment 18. Cette installation de recherche a été conçue à la fin des années 60 pour la préparation

Assainir
Enlever toute matière radioactive ou chimique d'une installation et nettoyer ses équipements afin d'ôter le maximum de radioactivité.

Démanteler
Démonter et évacuer les gros équipements de l'installation et éliminer la radioactivité dans tous les locaux.

Bâtiment 18
Mis en service au début des années 60, le bâtiment 18 compte près de 10 000 m² de laboratoires et a abrité 134 boîtes à gants et 18 chaînes de cellules blindées.

Emballage permettant le transport de déchets du centre de Fontenay-aux-Roses vers celui de Cadarache.

LIMITER LE VOLUME de déchets radioactifs entreposés

Les chantiers d'assainissement-démantèlement génèrent des déchets radioactifs très différents : matériels de laboratoire utilisé dans une boîte à gants, hublots en verre au plomb d'une chaîne blindée, liquides de rinçage d'une cuve… La stratégie du CEA repose sur le tri à la source et l'inventaire précis des déchets puis sur leur envoi, le plus tôt possible après leur production, vers la filière adaptée de stockage ou, à défaut, d'***•entreposage***. Les transports de déchets sont tributaires de la disponibilité des différents exutoires et des emballages de transport adaptés ainsi que des conditions météorologiques et de circulation routière. Malgré ces nombreuses contraintes, le nombre de transports de déchets progresse : « *en 2010, 91 fûts de déchets anciens irradiants ont été transférés au centre CEA/Cadarache (contre 24 en 2009 et 2008)* », précise Bruno Redon, adjoint au chef de l'INB n°166 qui comprend les bâtiments où sont triés, conditionnés et entreposés les déchets avant leur évacuation.

134
boîtes à gants (bât. 18)

18
chaînes blindées (bât. 18)

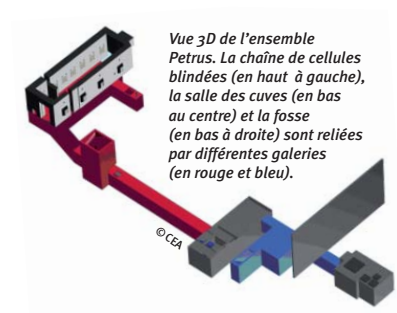
34 M€
de budget pour 2011 (fonds dédié)

250
personnes mobilisées

et l'étude des ***•éléments transuraniens***. « *Elle se compose d'une chaîne de cellules blindées et, en sous-sol, de plusieurs cuves d'entreposage des solutions traitées et des effluents liquides* », décrit Christopher Moutin, chargé d'affaires assurant le suivi d'une partie de ces travaux. À la suite d'une fuite de l'une des cuves en 1974, le local est devenu inaccessible aux personnels. Plusieurs années de recherches et développements importants ont été nécessaires pour définir précisément, et en toute sécurité, la nature du liquide contenu dans l'une des cuves et mettre au point un procédé pour le traiter, litre par litre.
La phase d'assainissement de l'ensemble Petrus s'est terminée à l'automne 2009 (*cf. Bio'actif* n°2). Pour préparer son démantèlement, les études techniques ont été réalisées et plusieurs contrats ont été passés en 2010 et 2011. Afin de limiter au maximum l'intervention humaine, les travaux d'aménagement permettront le démantèlement à distance, à l'aide de deux robots issus de la R&D du CEA et de petits engins de chantiers télécommandés. « *Le dossier est en cours d'instruction auprès de l'ASN et nous attendons son autorisation* », indique David Estivié, responsable 'Démantèlement du bâtiment 18'. Un autre défi du projet Aladin réside dans l'évacuation, en toute sécurité vers les exutoires dédiés, des fûts de déchets anciens irradiants entreposés au bâtiment 58. En effet, « *la réglementation actuelle ne permet plus de transporter la totalité de ces fûts en l'état* », explique David Torcy, responsable de la reprise, du conditionnement et de l'évacuation des déchets moyennement ou hautement irradiants. Une chaîne de cellules blindées dédiée à leur caractérisation et à leur reconditionnement est donc en phase d'étude.

SÛRETÉ ET SÉCURITÉ

« *On descend une caméra dans les galeries pour récolter un maximum d'informations et exposer le moins possible les salariés* », explique Christopher Moutin. Autour de Petrus, comme partout dans les INB du centre, pas question de transiger sur la sécurité des travailleurs et la protection de l'environnement. Sont pris en compte à la fois les aspects techniques (interdiction de découper la tôle au chalumeau par exemple, pour limiter le risque d'incendie) et humains (ergonomie des postes de travail, luminosité et température ambiante, travail en binômes…). Plusieurs unités sont impliquées au quotidien. Le Service de protection contre les rayonnements et de l'environnement (SPRE) réalise les mesures radiologiques sur le terrain, l'analyse en laboratoire de prélèvements d'air, la surveillance de la dosimétrie du personnel et, le cas échéant, l'intervention suite à un événement radiologique. Sont également présents sur le centre : un service médical spécialisé assurant le suivi des salariés intervenant dans ces chantiers et un service de secours avec des personnels formés à l'intervention en milieu nucléaire.
De surcroît, des contrôles internes ayant pour but de vérifier la bonne conduite des opérations sont régulièrement réalisés par la Cellule de sûreté nucléaire, de contrôle des matières, de contrôle des transports et de la qualité du centre (CSMTQ).
Des inspections, parfois inopinées, sont également menées par l'ASN. Pour s'assurer de la compétence de ses sous-traitants et les sensibiliser à sa rigueur, le CEA a constitué une Commission d'acceptation



Vue 3D de l'ensemble Petrus. La chaîne de cellules blindées (en haut à gauche), la salle des cuves (en bas au centre) et la fosse (en bas à droite) sont reliées par différentes galeries (en rouge et bleu).

Ventilation
Système de sûreté fondamental notamment lors d'un chantier d'assainissement et de démantèlement. Grâce à la ventilation, la dépression générée entre la zone de chantier et l'extérieur permet d'assurer le confinement dynamique des substances radioactives en cas d'incident.

Éléments transuraniens
Éléments radioactifs artificiels de masse atomique supérieure à celle de l'uranium présents dans le combustible irradié. Les principaux transuraniens présents dans les installations de Fontenay-aux-Roses sont les plutonium-238 et 239 et l'américium-241.

© CEA

Opérateurs en tenue de protection sur le chantier de démantèlement de la chaîne Gascogne

des entreprises d'assainissement radioactif (CAEAR) qui sélectionne au préalable les entreprises habilitées à répondre aux appels d'offres. Les sous-traitants bénéficient d'une formation systématique à leur arrivée et d'un suivi médical spécifique.

PARTAGER LES SAVOIR-FAIRE

Le projet Aladin bénéficie du retour d'expérience des autres projets d'assainissement-démantèlement de la DEN : 30 projets en cours que ce soit sur Marcoule, Cadarache ou Grenoble avec le projet Passage. Ce retour d'expérience se fait à plusieurs niveaux : d'une part au sein des cellules métiers du Département des projets d'assainissement et démantèlement (DPAD) concernant les aspects techniques, réglementaires et la gestion de projet et d'autre part grâce au rapprochement de personnels inter-projets Grenoble/Fontenay-aux-Roses, par exemple. *« J'aime faire ce métier ! C'est ultra-pluridisciplinaire. Ce qui est appréciable, c'est que les jeunes travaillent avec les anciens »*, confirme Christopher Moutin.
L'expérience du CEA/Fontenay-aux-Roses sur cette première génération d'installations vient à son tour enrichir les référentiels de ces métiers ainsi que les autres outils de capitalisation et de partage du savoir-faire.

Entreposage
Opération qui consiste à placer temporairement les déchets radioactifs dans une installation aménagée à cet effet dans l'attente de leur évacuation vers la filière adaptée de stockage.

Déclassement
Procédure administrative visant à supprimer une installation de la liste des installations nucléaires de base (INB) ; elle peut ensuite accueillir tout type d'activité.

FINIR PROPREMENT

Depuis les années 50 et 60, lorsque ces installations tournaient à plein régime, les priorités du CEA ont évolué, tout comme la réglementation. *« Il est de notre responsabilité de tourner proprement cette page de l'histoire du centre de Fontenay-aux-Roses »*, insiste Guy Vieillard. Un travail de reconstitution historique des installations nucléaires (principalement du bâtiment 18) est en cours. *« C'est un vrai travail de détective, avec recherches dans les archives et recueils de témoignages des anciens »*, s'enthousiasme Sébastien Bazeille, ingénieur projet ***•'déclassement'***.
En parallèle, un important travail de contrôle des assainissements réalisés par le passé est en cours dans toutes les installations nucléaires et leurs sous-sols.

TROIS QUESTIONS À BERNARD VIGNAU,

chef de programme Assainissement et démantèlement de Saclay et Fontenay-aux-Roses.

Les opérations d'assainissement-démantèlement devaient se terminer en 2017-2018. Le chantier va finalement se prolonger sur plusieurs années. Pour quelles raisons ?

D'une part, les travaux sont plus compliqués que prévus. D'autre part, depuis dix ans, la réglementation génère de nouvelles contraintes. Ces deux effets conjoints nous ont amenés à redéfinir notre planning et notre scénario. Le CEA/Fontenay-aux-Roses est le centre historique du CEA. Ici ont été menées les recherches pionnières sur le développement du cycle du combustible. On ne travaillait alors pas comme aujourd'hui, en termes de méthode, de traçabilité.

Comment le CEA peut-il tenir ces nouveaux délais ?

Le schéma industriel a été clarifié et les équipes constituées progressivement en conséquence. L'assainissement-démantèlement des installations de Grenoble s'achève : le projet Aladin va ainsi bénéficier du retour d'expérience et des moyens matériels, humains, financiers qui lui étaient jusqu'alors consacrés. Cependant, il est vrai qu'il est plus facile d'assainir des réacteurs expérimentaux que les laboratoires de chimie historiques de Fontenay-aux-Roses où ont eu lieu des recherches très variées.

Comment ces travaux sont-ils financés ?

Leur financement se fait dans le cadre du fonds dédié mis en place au CEA en 2001, alimenté principalement par la participation du CEA au groupe Areva. Ce fonds est un gros progrès car il permet au CEA de financer des projets sur plusieurs années et de donner une garantie à ses partenaires sur ces chantiers. À l'avenir, ce sont 30 à 40 millions d'euros qui vont être consacrés chaque année à ce chantier. Ce coût correspond aussi à la capitalisation d'une expérience et des recherches et développements qui pourront être utiles aux démantèlements futurs dans le monde entier.

© I.Philippe / CEA

© DRAC Rhône-Alpes, MCC

Paléogénétique : l'énigme des ours des cavernes résolue

iBiTec-S

La grotte Chauvet renferme de nombreuses peintures rupestres, certaines tracées avec des pigments minéraux rouges. La nature même de ces pigments rend impossible la datation des œuvres par le radiocarbone et leur ancienneté était très discutée. Or, nombre de ces œuvres sont des représentations d'ours des cavernes, une espèce éteinte. Experts en génomique, Jean-Marc Elalouf et son équipe de l'iBiTec-S (CEA/Saclay) ont réussi, à partir d'ossements prélevés dans la grotte, à démontrer la faible diversité génétique de ces ours et leur disparition il y a 27 000 ans. Les dessins rouges sont nécessairement antérieurs. Élémentaire…

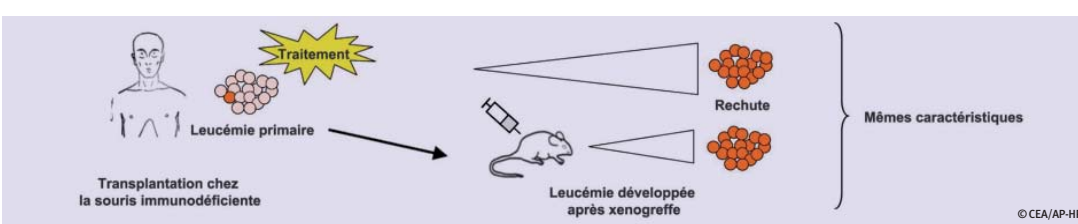
Référence :
C. Bon et al., J. Archaeol. Sci., 2011

jean-marc.elalouf@cea.f

RECHUTES DE LEUCÉMIE : un modèle pour tester de nouveaux traitements

iRCM

Les traitements disponibles pour soigner les leucémies sont de plus en plus performants. Toutefois, dans 20 à 50 % des cas, une rechute peut se produire et les leucémies qui se développent alors sont en général particulièrement résistantes aux traitements. Des chercheurs et cliniciens du CEA, de l'Inserm, de l'AP-HP et de plusieurs universités parisiennes ont étudié les caractéristiques des leucémies obtenues après la greffe de cellules leucémiques humaines chez les souris (on parle alors de « xénogreffe »). Grâce à des techniques d'analyse extrêmement poussées, ils ont constaté que les cellules leucémiques développées chez les souris présentaient des anomalies génétiques proches de celles des patients ayant rechuté. Les chercheurs ont ensuite montré que ce modèle reproduisait les étapes majeures de la progression tumorale lors de la rechute chez le patient. Ils disposent maintenant d'un modèle représentatif des rechutes de la leucémie humaine pour comprendre les mécanismes de la progression des cancers et pour tester plus efficacement de nouvelles molécules de nouvelles associations de traitements.



Principe du modèle de xénogreffe des cellules leucémiques.

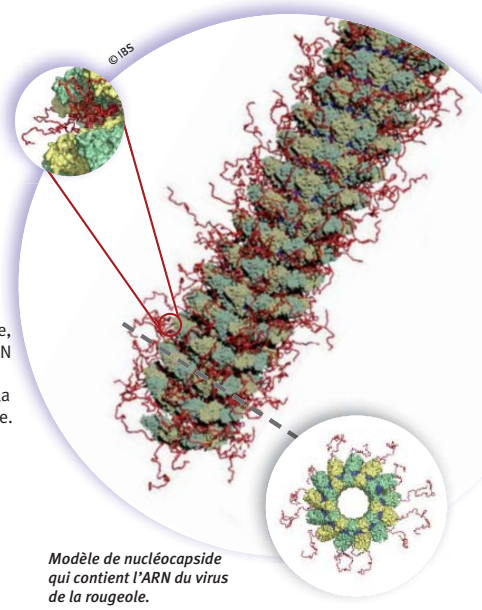
Référence :
E. Clappier et al., J. Exp. Med., 2011

francoise.pflumio@cea.fr

ROUGEOLE : flexibilité rime avec efficacité

IBS

Pour la première fois, des chercheurs du CEA, du CNRS et de l'Université Joseph Fourier de Grenoble (IBS, UVHCI, AFMB) ont réussi à observer *in situ* la partie flexible, dite désordonnée, d'une protéine du virus de la rougeole, essentielle au contrôle de sa transcription et sa réplication. Pour cela, ils ont utilisé trois techniques complémentaires : la résonance magnétique nucléaire, la microscopie électronique et la diffusion aux petits angles. La nucléocapside du virus est une structure complexe en forme d'hélice liant l'ARN viral (en bleu) à laquelle sont associées treize molécules de nucléoprotéine (en vert et jaune) par tour d'hélice. La partie flexible (en rouge) de ces molécules sort de l'espace de l'hélice pour interagir avec l'ARN polymérase, enzyme en charge de la réplication de l'ARN du virus. Ces résultats suggèrent que cette partie flexible joue un rôle essentiel dans la propagation du virus dans l'organisme hôte.



Modèle de nucléocapside qui contient l'ARN du virus de la rougeole.

Référence :
M. Ringkjøbing Jensen et al., PNAS, 2011

martin.blackledge@ibs.fr

A, « X », G, C : une bactérie change de base

IG

Dispositif automatisé de culture continue de cellules du Genoscope.

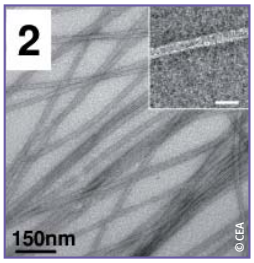
L'information génétique de tous les êtres vivants est stockée dans leur ADN qui est composé d'un enchaînement des quatre bases bien connues : A, T, G et C. Pour la première fois, une équipe internationale regroupant des chercheurs allemands (F.U. Berlin), français (Genoscope, société Heurisko) et belges (K.U. Leuven) a réussi à créer une bactérie viable dans laquelle la base T (thymine) est remplacée par du 5-chloro-uracile, un composé analogue synthétique, toxique à forte dose pour les êtres vivants. Pour cela, ils ont cultivé des bactéries appartenant à l'espèce *Escherichia coli*, incapables de synthétiser la base T pourtant indispensable à la vie cellulaire, dans un dispositif automatisé de culture continue contenant cette base T et du 5-chloro-uracile. Après environ 1 000 générations cellulaires, ce dispositif a permis de sélectionner des bactéries adaptées progressivement à l'utilisation de ce composé chimique non naturel en présence de quantités chaque fois plus faibles de thymine. Au final, l'analyse de l'ADN des bactéries capables de croître en présence uniquement de 5-chloro-uracile démontre le remplacement quasi-total de la base T par le 5-chloro-uracile. Pour la constitution de leur matériel génétique et leur prolifération, ces organismes synthétiques dépendent uniquement du composé absent dans les milieux naturels. Ils sont donc voués à disparaître si ce dernier est supprimé et ne peuvent ni entrer en compétition ni échanger de matériel génétique avec les organismes sauvages. Ce changement radical dans la composition chimique d'un organisme vivant présente un grand intérêt pour la recherche de modes alternatifs de production d'énergie, par exemple.

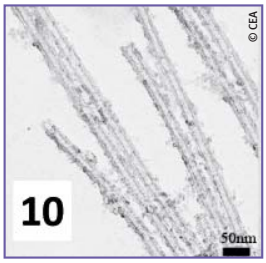
Référence :
Ph. Marlière et al., Angew. Chem. Int. Ed., 2011

madeleine.bouzon-bloch@cea.fr

La production de nanotubes de silice de diamètre spécifique maîtrisée

iBiTec-S





Observation des nanotubes par microscopie électronique.

Adoptant une approche biomimétique, des chercheurs du CEA/iBiTec-S, du CNRS et du laboratoire pharmaceutique Ipsen se sont intéressés au Lanréotide, un cyclopeptide composé de huit acides aminés qui possède la particularité de former des nanotubes de peptides en s'auto-associant. En modifiant l'un des acides aminés impliqué dans le contact entre peptides, les chercheurs ont réussi à faire varier, tout en le contrôlant, le diamètre des nanotubes ainsi formés. La caractérisation de ces architectures supramoléculaires a été réalisée par microscopie électronique et diffusion de rayons X au synchrotron Soleil. Les chercheurs ont ensuite utilisé ces nanotubes auto-assemblés comme moules pour produire toute une gamme de nanotubes de silice allant de 10 à 36 nm de diamètre, une première ! Ces résultats ouvrent la voie à un large panel d'applications comme les fibres optiques ou la nano-filtration…

Référence :
Ch. Tarabout et al., PNAS, 2011

jean-christophe.cintrat@cea.fr,
marie-therese.paternostre@cea.fr

Biotechnologies
Les plantes stressent et ça se voit

iBEB

Comme la plupart des organismes vivants, les plantes émettent spontanément des photons dans le domaine visible. En utilisant une caméra CCD (pour l'anglais *Charge couple device*) refroidie de très haute sensibilité et des temps d'acquisition de plusieurs minutes, des chercheurs de l'iBEB ont obtenu des images de cette émission spontanée de photons dans différents types d'échantillons biologiques. De surcroît, ils ont démontré que cette luminescence émane essentiellement de la décomposition des lipides oxydés. Cette nouvelle technique d'imagerie fournit ainsi une méthode très sensible et non-invasive pour visualiser l'oxydation des lipides dans les organismes vivants (plantes, bactéries, algues, tissus animaux…).

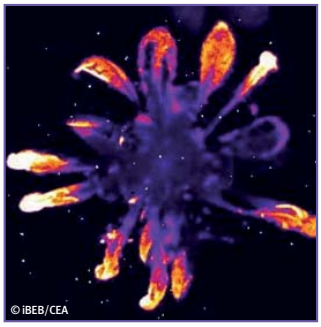


Image des photons émis spontanément par un plant d'Arabidopsis thaliana *après exposition à un stress photo-oxydant, montrant la distribution des lipides oxydés dans les feuilles.*

Référence :
S. Birtic et al., Plant J., 2011

michel.havaux@cea.fr

Sciences cognitives
Nous savons tous que deux chemins peuvent ne jamais se croiser…

I²BM

Reconnaître deux lignes parallèles, tracer un triangle équilatéral… Les notions de géométrie élémentaires peuvent être comprises par tous les êtres humains, indépendamment de leur culture ou de leur niveau d'éducation. C'est ce que nous apprend une étude à laquelle a participé Stanislas Dehaene (NeuroSpin/I²BM). Les chercheurs ont posé des problèmes géométriques à des Indiens Mundurucus d'Amazonie n'ayant jamais reçu d'instruction en géométrie ainsi qu'à des adultes et enfants français et américains ayant étudié la géométrie à l'école. Les problèmes ont été présentés aux Indiens sous forme de mondes : l'un plan et l'autre sphérique sur lesquels se trouvaient des villages (points) et des chemins (droites). Les Indiens se sont montrés tout à fait capables de résoudre ces problèmes. Mieux : dans le cas où les villages sont répartis sur une sphère, ils ont obtenu de meilleurs résultats que leurs camarades occidentaux. Conclusion : les bases de la géométrie sont innées ou apparaissent à partir d'expériences communes à tous les êtres humains.

Le détail de ces résultats à l'adresse
www-dsv.cea.fr/geometrie

Référence :
V. Izard et al., PNAS, 2011

stanislas.dehaene@cea.fr

Un participant Mundurucu réalise la mesure d'un angle à l'aide d'un goniomètre posé sur une table.

© Pierre Pica / CNRS

Fête de la science 2011

FONTENAY-AUX-ROSES
Dimanche 16 octobre

Le centre CEA vous ouvre ses portes : visites commentées de laboratoires, jeux et ateliers pour les enfants, expositions, conférences-débats…

ÉVRY
Samedi 15 et dimanche 16 octobre

Avec les scientifiques du Genoscope, explorez la cellule, cette véritable usine chimique durable. Conférences, ateliers, exposition et visites.

SACLAY
Samedi 15 et dimanche 16 octobre

La chimie est à l'honneur dans la nef centrale de NeuroSpin à travers une exposition (univers, vivant, ville, environnement) et de nombreuses conférences.

PARIS
Du mercredi 12 au dimanche 16 octobre

Au cœur du « Quartier des sciences », venez participer aux multiples animations sur la santé, l'énergie, l'environnement et le numérique.

GRENOBLE
Jeudi 13 et vendredi 14 octobre

Des visites-ateliers réservées aux lycéens sont organisées dans les laboratoires des deux instituts grenoblois de la DSV. L'IBS recevra en outre des CM2. Au menu : observations, ateliers, échanges…

MARSEILLE
Du vendredi 14 au dimanche 16 octobre

Élèves, étudiants et parents sont invités à découvrir la photosynthèse et la fabrication d'huiles essentielles par les plantes méditerranéennes.

CADARACHE
Du lundi 10 au vendredi 14 octobre

Des chercheurs présenteront leur métier aux collégiens et lycéens à travers des ateliers et des visites pédagogiques.

RETROUVEZ TOUTES LES INFORMATIONS PRATIQUES SUR LE SITE www-dsv.cea.fr/fds2011

AGENDA

«Sciences d'aujourd'hui»

Les rencontres scientifiques du CEA à la médiathèque municipale de Fontenay-aux-Roses (92)

Jeudi 29 septembre à 19 h

Mission Tara Océans : du bateau au laboratoire.

Par Julie Poulain, ingénieur biologiste, et Olivier Jaillon, chercheur, au Genoscope (DSV/IG).

www.mediatheque-fontenay.fr

Transversales Santé

La DSV est partenaire du cycle de conférences « Les transversales santé ». Une opération destinée à dynamiser les synergies entre les acteurs privés et publics du domaine de la santé.

Mardi 11 octobre à 18h30

Économie de la santé : comment intégrer le rôle des payeurs dans les projets de R&D?

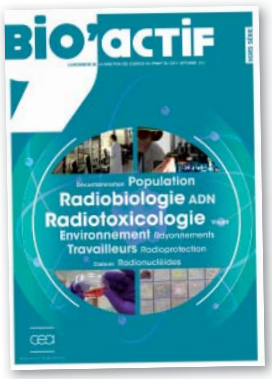
Mardi 8 novembre à 18h30 à Biocitech

Maladies rares à ne pas négliger.

www.transversalesante.com

VIENT DE PARAÎTRE

Un *Bio'actif* hors série



L'accident de Fukushima a notamment remis en lumière tout l'enjeu que représentent pour la communauté internationale les recherches menées en radiobiologie et en radiotoxicologie. Ces deux thématiques sont au cœur de ce hors série de *Bio'actif* qui, sans être exhaustif, vous propose un éclairage sur les voies explorées et les principales avancées réalisées par les équipes de la DSV. Il est disponible sur simple demande.

Sur le web www-dsv.cea.fr/bioactif

Par téléphone 01 46 54 96 00

Par courrier Revue *Bio'actif*
CEA/FAR/UCRP
18, route du Panorama
BP 6 – 92265 Fontenay-aux-Roses

Abonnez-vous sur www-dsv.cea.fr/bioactif