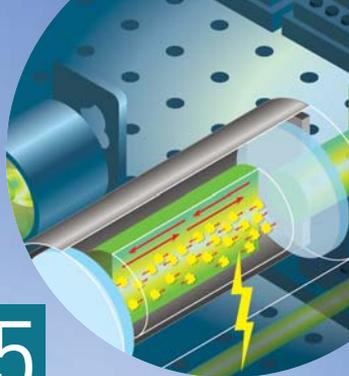


TEMPS FORTS | PAGE 2
LHC
Premiers tours
de piste

QUOI DE NEUF? | PAGE 10
Le CEA, pépinière
de start-up innovantes

TOUT S'EXPLIQUE | PAGE 16
Le laser



Le magazine
de la recherche
et de ses applications

n°135

octobre 2008

les défis du cea

CLIMATOLOGIE

À la recherche du temps perdu...





Au sommaire du n° 135

- **temps forts** 2
L'actualité du CEA : événements, partenariats, projets...
- **à la une** 4
À la recherche du temps perdu...
- **quoi de neuf ?** 10
Le CEA, pépinière de start-up innovantes
 - NatX-Ray
 - Asygn
 - Pegas Tech
 - Rosao
 - Nanomakers
 - Kalray
 - Promise
 - Cytoo
 - Fluoptics
- **tout s'explique** 16
Le laser
- **science partagée** 18
Manip' en salle Hydrogène
- **kiosque** 19
À voir, à lire, à écouter autour des sciences...

En couverture

Carotte de glace prélevée sur le site Neem, au Groenland.

temps forts

LARGE HADRON COLLIDER (LHC)

Premiers tours de piste

Le premier faisceau de protons a circulé avec succès le 10 septembre dans le LHC, plus grand collisionneur de particules au monde. Prochaine étape : les premières collisions de particules, attendues depuis des années par les milliers de chercheurs, dont ceux du CEA, participant à ce grand projet scientifique international.

→ **Pour en savoir plus :** www.lhc-france.fr et www.cern.ch

LES DÉFIS DU CEA

— Éditeur — Commissariat à l'énergie atomique, R.C.S. Paris B77568 019 — Directeur de la publication — Xavier Clément — Rédactrice en chef — Claire Abou — Rédacteurs — Caroline Dangleant, Fabrice Demarthon, Aude Ganier, Mélanie Roue — Comité éditorial — Suzana Bahri, Emmanuel Berthier, François Legrand, Céline Gaiffier, Brigitte Raffray, Frédéric Ravel, Annabelle Rondaud, Elisabeth Lefèvre-Rémy — Iconographie — Aude Ganier — Infographie — Idé — Photo de couverture — Christian Morel/Our Polar Heritage/CEA — Diffusion — Lucia Le Clech — Conception et réalisation —

SPÉCIFIQUE - www.specifique.com - N° ISSN 1163-619X - Tous droits de reproduction réservés.

COOPERATION FRANCE-JAPON-ÉTATS-UNIS

Harmoniser la R & D des systèmes nucléaires du futur

La France et le Japon, qui célèbrent cette année le 150^e anniversaire de leurs relations¹, resserrent leur collaboration dans le domaine de la R & D des systèmes nucléaires du futur. Ils viennent de signer avec les États-Unis un avenant au *Memorandum of Understanding* (MOU) conclu en janvier dernier, dans lequel les trois pays se sont engagés à harmoniser leurs programmes de réalisation

des prototypes des réacteurs à neutrons rapides de quatrième génération. Objectif : éviter les doublons dans les technologies employées et identifier des complémentarités afin d'optimiser les ressources nécessaires au déploiement de ces prototypes.

1. Traité de paix, d'amitié et de commerce signé le 9 octobre 1858.

COLLABORATION CEA-BULL

Compte à rebours pour le supercalculateur Téra 100



© CEA

La direction des Applications militaires du CEA a choisi Bull¹ pour élaborer le premier supercalculateur Pétaflops² français. Le futur Téra 100³, destiné au Programme simulation du CEA, sera opérationnel fin 2010. D'ici là, le CEA et BULL travailleront ensemble à la conception du supercalculateur dans le cadre d'un partenariat de R & D inédit en Europe, qui prévoit notamment un partage de la propriété intellectuelle. Les technologies pétaflopiques sont un enjeu majeur pour la simulation numérique haute performance, devenue incontournable dans des secteurs aussi variés que l'aéronautique, la climatologie, les sciences du vivant, la finance, le traitement de l'information ou le développement durable.

1. L'informaticien Bull a été retenu suite à un appel à candidatures lancé par le CEA en janvier.

2. Pétaflop = un million de milliards d'opérations par seconde.

3. Le CEA dispose actuellement de Téra 10, d'une puissance de calcul téraflopique (mille milliards d'opérations à la seconde).

Téra 100
en chiffres

100 000

→ Nombre de cœurs processeurs

300 To

→ Mémoire du supercalculateur (téraoctet = mille milliards d'octets)

300 Go/s

→ Débit de données entre le supercalculateur et sa composante stockage (gigaoctet = un milliard d'octets)

700 m²

→ Surface nécessaire à l'installation des processeurs

5 MW

→ Consommation estimée du supercalculateur

Représentations de collisions de particules.

CLIMATOLOGIE

À la recherche du temps perdu...

Quel temps faisait-il il y a 140 000 ans ? | Avec le projet **Neem** au Groenland, les climatologues s'attaquent à une période mal connue, l'**Eémien**, marquée par un réchauffement arctique important. | Objectif : mieux comprendre les interactions entre la calotte polaire et les changements climatiques. |

Vue d'avion, la calotte polaire a régressé sur tout le pourtour sud-ouest du Groenland. Elle fond même à vue de satellite ! Depuis 2005, ce phénomène s'accélère, interpellant la communauté scientifique. Pourquoi la calotte fond-elle si vite ? Quelles en sont les conséquences pour l'évolution du climat ? C'est à ces questions que vont tenter de répondre des climatologues avec le projet **Neem**¹ au nord-ouest du Groenland. Car s'ils ont bien compris que le réchauffement climatique était à l'œuvre sur la

calotte, ils restent surpris par l'ampleur de sa fonte, bien plus rapide que celle décrite dans leurs simulations numériques. C'est donc pour améliorer ces modèles que des chercheurs, dont ceux du **LSCE**², vont continuer leur enquête à **Neem**. Objectif : retrouver dans les glaces du Groenland des indices sur l'évolution du climat et sur l'écoulement de la calotte lors d'une période charnière baptisée **Eémien**. Et au Groenland, l'intensité des chutes de neige garantit des couches de dépôt annuel

1. **Neem pour Nord** (localisation du site) et **Eem** (en référence à l'**Eémien**, dernière période chaude en Europe). L'appellation **Neem** désigne également le site où se sont installés les climatologues. 2. Laboratoire des sciences du climat et de l'environnement, à Gif-sur-Yvette (CEA/CNRS/UVSQ).



Au sortir de l'une des deux tranchées, creusées à six mètres sous la neige pour installer les laboratoires et les sites de forage de la glace.



© C. Morel/Our Polar Heritage - CEA

suffisamment épaisses pour que les données recueillies aient une bonne résolution temporelle. Depuis une trentaine d'années, les climatologues multiplient les forages pour analyser des carottes de glace (voir encadré « Comment faire parler la glace ») dans lesquelles sont emprisonnées des bulles d'air et une eau d'un autre temps. Jusqu'à -800 000 ans en Antarctique avec le projet Épica qui leur a permis de retracer l'histoire du climat avec son alternance de périodes glaciaires et interglaciaires. >>>

Le projet Neem

Se déroulant de 2007 à 2011 au Groenland, le projet Neem implique 14 pays : Belgique, Canada, Chine, Danemark, États-Unis, France, Allemagne, Islande, Japon, Corée du Sud, Pays-Bas, Royaume-Uni, Suède et Suisse. La participation française (LSCE, LGGE³ et Game⁴) est soutenue par l'Institut Paul-Émile-Victor et l'Agence nationale de la recherche.

3. Laboratoire de glaciologie et géophysique de l'environnement (CNRS/OSUG/UJF) à Grenoble. 4. Groupe d'étude de l'atmosphère météorologique (MétéoFrance/CNRS) à Toulouse.



La carotte de glace est découpée en deux demi-cylindres. L'un servant aux mesures de datation, l'autre à l'analyse chimique de la glace.

◀ Le projet Neem va nous permettre d'étudier la vulnérabilité de la calotte polaire et son rôle potentiel dans les instabilités du climat. ▶▶

de décortiquer la manière dont le système climatique fonctionne et de tester les modèles numériques utilisés pour prévoir le risque futur. Dans l'Arctique, les températures ont été jusqu'à 5 °C plus élevées qu'aujourd'hui pendant l'Eémien, présentant une situation proche de celle vers laquelle nous semblons nous diriger à cause du réchauffement climatique, explique Valérie Masson-Delmotte, chercheuse au LSCE et coordinatrice de la participation française au projet Neem. Le projet Neem va nous permettre de connaître le détail de la dynamique du climat et de la composition de l'atmosphère, mais aussi d'étudier la vulnérabilité de la calotte polaire et son rôle potentiel dans les instabilités du climat », poursuit-elle.

Mais cet Eémien, semblable à la période actuelle, ne se laissera pas approcher si facilement. Il s'agit de descendre environ 2 500 m dans la glace pour remonter le temps au moins sur 140 000 ans. Les climatologues n'en sont pas à leur première prouesse (plus de 3 km atteints en Antarctique ou à NorthGrip), mais le choix du site reste une étape primordiale. Il faut s'assurer de la profondeur des lieux, de l'enneigement et de la géologie du socle de la calotte pour que la préservation des couches annuelles de neige soit optimale. Une fois ce site choisi, reste à assurer le bon déroulement des opérations! Le forage profond a démarré en douceur jusqu'à - 106 m (couvrant

» Jusqu'à - 123 000 ans sur un autre site du Groenland, NorthGrip, où ils ont pu repérer des **variations rapides** du climat. Au vu des changements climatiques que nous connaissons aujourd'hui, la compréhension de ces instabilités est un enjeu majeur pour les climatologues.

VARIATIONS RAPIDES
En climatologie, élévations abruptes de température, suivies de lents refroidissements.

À Neem, les chercheurs s'intéressent à l'Eémien. Cette période interglaciaire, bref répit entre deux glaciations, aurait commencé il y a 130 000 ans pour s'achever il y a 115 000 ans, lors de la dernière glaciation. « Certains changements climatiques passés permettent

Comment faire parler la glace

L'analyse d'une carotte glaciaire repose sur deux éléments principaux : l'eau et l'air. Le dosage isotopique (mesure de la concentration des isotopes d'un élément) de l'hydrogène présent dans l'eau de la glace permet de reconstituer les températures. Il s'agit de déterminer la teneur en deutérium, dont on sait qu'elle est d'autant plus faible que la température qui régnait pendant les précipitations était basse. Quant à l'analyse de l'air piégé dans la glace, elle renseigne sur la composition atmosphérique de l'époque, par exemple sur la concentration des gaz à effet de serre.

➔ Pour en savoir plus : voir *Les Défis du CEA* n° 116.



Le camp Neem s'organise autour de lieux de vie, de travail et d'entreposage du matériel.

les 400 dernières années), et les carottes de glace remontées vont permettre de connaître le fonctionnement du site, les relations entre le climat récent et la composition de la glace, la manière dont les gaz sont lentement piégés sous forme de bulles dans le névé. Ces premières données de terrain seront confrontées aux calculs des modèles numériques de climat et de **névé**. Et ce, en attendant d'en savoir

NEVÉ
Partie superficielle d'une calotte de glace (dizaines de mètres) où se produit la compaction de la neige en glace.

plus lors des forages profonds qui commenceront dès 2009.

Les futures informations sont attendues de pied ferme par les chercheurs du LSCE, dont une des contributions principales au sein du projet Neem sera la modélisation numérique. Et elles seront nombreuses, car la calotte va être observée sous toutes ses coutures: température, structure, déformation naturelle ou liée à la gravité, vitesse et amplitude d'**écoulement** de la glace... Des informations qui viendront nourrir

ÉCOULEMENT
Déplacement par fluage des calottes polaires, déformées par leur propre poids.

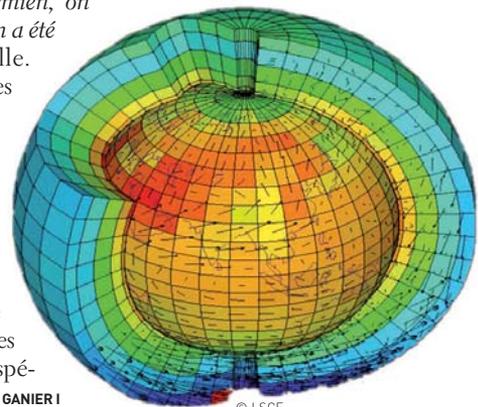
avec une précision inégalée des modèles du climat global et régional et des modèles d'écoulement de la calotte du Groenland. « *Le projet Neem est une première car nous commencerons à coupler les modèles climatiques, utilisés pour la prévision du*

climat futur, et les modèles de calotte. Nous pourrons ainsi déterminer la réponse du climat du Groenland aux changements climatiques et évaluer la réaction de la calotte à ces changements. Nous nous intéresserons au climat récent et à celui de l'Éémien, qui constitueront des tests importants pour nos modèles », indique Masa Kageyama, modélisatrice au LSCE.

La principale difficulté réside dans l'estimation de l'amplitude et de la vitesse des réactions. Il ne s'agit ni de sous-estimer, ni de surestimer les changements provoqués dans les modèles. « *Si, par exemple, un modèle fait disparaître toute la glace du Groenland pendant l'Éémien, on sait qu'il sera faux car il en a été retrouvé!* », confie-t-elle.

Par ailleurs, les modèles devraient donner des éléments de réponse sur de nombreuses questions: quelle est la variabilité naturelle de la banquise et celle due aux émissions de gaz à effet de serre? En combien de temps va-t-elle fondre? Les premiers résultats sont espérés à partir de 2010. | **AUDE GANIER I**

Représentation schématique du découpage en boîtes tridimensionnelles de l'atmosphère dans un modèle climatique.



© LSCE

à la une



Le camp Neem

1. Ils sont arrivés par un C130 américain transportant jusqu'à 30 tonnes (en trois vols) de matériel préparé au Danemark, pays coordonnant la logistique du projet Neem. Huit scientifiques et techniciens étaient partis les premiers installer le camp sur un terrain vierge. Trois semaines plus tard, un dôme de deux étages et quelques tentes sont installées, et d'autres chercheurs viennent prendre le relais...

Surgi de nulle part, le camp Neem accueille, depuis 2008 et jusqu'à 2011, des climatologues du monde entier. Chaque année, de mai à août, ceux-ci vivent de passion et d'eau fraîche. Celle des carottes de glace qu'ils remontent des profondeurs du Groenland.

| A. G. I



2. Les chercheurs vivent et dorment dans des tentes établies à la surface. Mais pour travailler, ils s'enterrent ! Deux tranchées ont été creusées à 6 m de profondeur sur 40 m de long et 5 m de large. L'une d'elles protège le site du forage, l'autre est dédiée au traitement et à l'archivage des carottes de glace.



3. Les opérations de forage s'enchaînent...

D'abord, un premier sondage pour tâter le terrain, puis un forage léger pour extraire des carottes de 1,30 m sur 8 cm de diamètre jusqu'à 106 m de profondeur. L'année prochaine, les chercheurs espèrent atteindre 140 000 ans en forant sur 2000 km avec un carottier plus long qui extraira des carottes de 4 m de long et 10 cm de diamètre.

4. La découpe des carottes est affaire de patience et de précision :

les carottes successives sont juxtaposées, mesurées puis sectionnées tous les 55 cm. Ces morceaux seront ensuite découpés tous les 2,5 cm pour former les milliers d'échantillons qui seront analysés dans les différents laboratoires partenaires du projet, dans 14 pays.



5. Quelle organisation ! Plus de 12 000 sachets ont été numérotés pour recueillir les échantillons de glace. Le remplissage s'effectue également dans la tranchée, où la température froide garantit l'intégrité de la glace.



6. Il est 19 h 30, tout le monde achève sa journée de travail, qui a commencé à 9 heures, rythmée par les différents repas et pauses goûter pour se réchauffer. Ce soir, malgré le jour qui règne 24 heures sur 24 à cette époque, il fera -5 °C dans les tentes et -20 °C à l'extérieur !

En juin, pas moins de neuf projets portés par des chercheurs du CEA ont été récompensés lors du 10^e Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes. Organisé par le ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche, ce concours permettra à six d'entre eux, primés dans la catégorie « Émergence », de recevoir jusqu'à 45 000 euros pour financer l'aboutissement de leur entreprise. Les trois autres lauréats de la catégorie « Création-développement » bénéficieront d'une subvention pouvant atteindre 450 000 euros, destinée à les soutenir dans leur programme d'innovation. La volonté du CEA de transmettre aux industriels les nouvelles connaissances et techniques issues de la recherche porte ses fruits sous la forme d'un essaimage de start-up de haute technologie. Mais pour l'heure, place aux grandes gagnantes !

| CAROLINE DANGLÉANT |

Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes

Le CEA, pépinière de start-up innovantes

Le Concours en chiffres :

1000

Près de 1 000 candidatures ont été déposées au 10^e Concours national d'aide à la création d'entreprises de technologies innovantes.

170

projets ont reçu un prix.

9

projets présentés par le CEA ont été récompensés : 6 dans la catégorie Émergence, et 3 dans la catégorie Création-Développement.

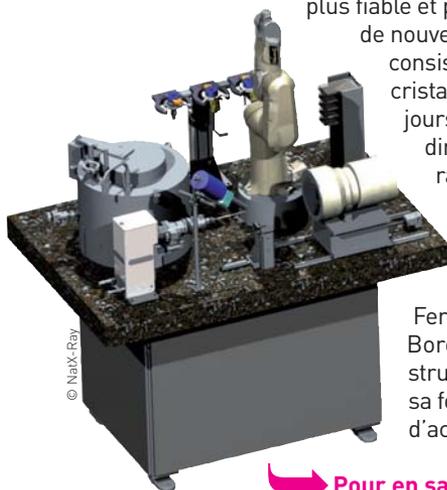
ÉMERGENCE

NatX-Ray

Gâce à la start-up NatX-Ray, la détermination de la structure tridimensionnelle des protéines sera encore plus automatisée. En effet, son robot G-Rob manipule l'échantillon et le positionne précisément dans le faisceau de rayons X pendant tout l'enregistrement des données. Développé par une équipe mixte CEA/CNRS¹, G-Rob est

plus fiable et plus rapide que les systèmes existants, et offre de nouvelles possibilités. Ainsi l'une des étapes, qui consiste à analyser manuellement les protéines cristallisées sur des plaques, pouvait durer plusieurs jours. Désormais, G-Rob est capable, lui, de passer directement les plaques dans le faisceau de rayons X, et d'effectuer l'analyse en quelques heures. Une innovation possible grâce à une initiative heureuse ! « Il suffisait de présenter la plaque de cristallisation verticalement dans le faisceau X ! », se souvient, amusé, Jean-Luc

Ferrer, co-fondateur de NatX-Ray avec Franck Borel, Xavier Vernède et Nathalie Ferrer. La structure 3D d'une protéine étant fortement liée à sa fonction dans l'organisme, on imagine la quantité d'acteurs susceptibles d'être intéressés par G-Rob !



© NatX-Ray

➔ Pour en savoir plus : www.natx-ray.com

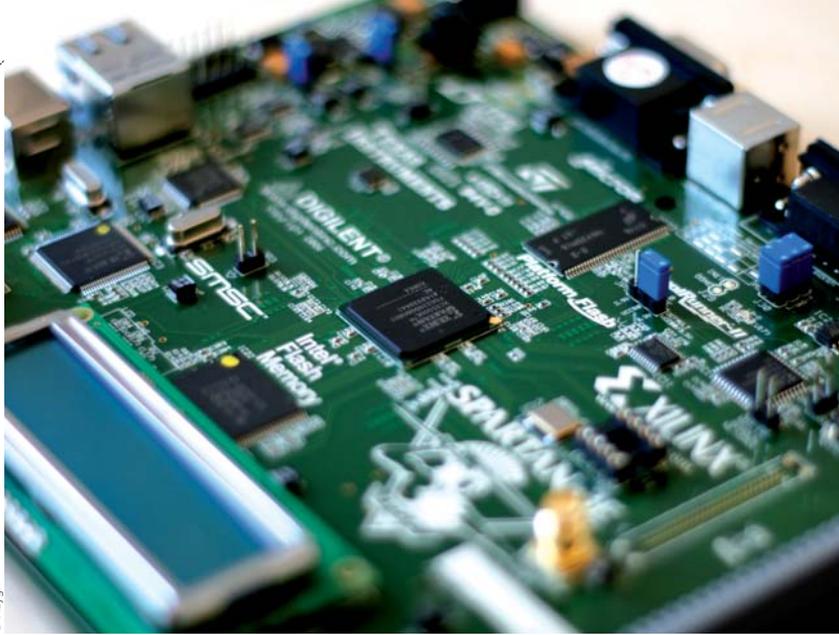
NOTE : 1. Institut de biologie structurale Jean-Pierre Ebel, CEA-CNRS-Université Joseph-Fourier.

ÉMERGENCE

Asygn

Avec Fasyle, le logiciel créé par Asygn, la conception de circuits intégrés analogiques devient plus simple et plus rapide. « *Là où plusieurs heures, voire plusieurs jours, étaient nécessaires pour obtenir la simulation du fonctionnement d'un circuit intégré, Fasyle présente des résultats instantanés* », précise Nicolas Delorme, qui a développé cette technologie au CEA-Institut Léti². Moduler chacun des paramètres puis comparer les performances devient un jeu d'enfant. Dans notre quotidien, les circuits intégrés analogiques sont partout, servant d'interfaces avec notre environnement, qu'il s'agisse des récepteurs d'ondes radio des téléphones portables, ou encore des déclencheurs d'airbag. De premières évaluations encourageantes de Fasyle sont en cours chez de grands acteurs de l'industrie des semi-conducteurs. La start-up, créée en janvier 2008, est encore en incubation au CEA. Elle se positionne sur le marché des études de circuits analogiques en proposant des logiciels et des services.

© Asygn



Asygn, pour une conception beaucoup plus rapide des circuits intégrés analogiques

➔ Pour en savoir plus : www.asygn.com

ÉMERGENCE

Pegas Tech

« **L'accroche absolue !** » Le slogan du dispositif Graftfast n'est pas mensonger. Né dans les labos du CEA³, ce procédé novateur proposé par la start-up Pegas Tech permet de recouvrir des objets d'une surface polymère spécifique. Celle-ci pouvant interagir de la manière souhaitée

avec le milieu extérieur, elle permettra, par exemple, d'améliorer les revêtements protecteurs et anti-reflets des verres de lunettes, d'augmenter la résistance à la corrosion des pièces automobiles ou de rendre des matériaux biocompatibles pour le domaine médical. Bref, des possibilités infinies pour quantité d'industries. Le secret de Graftfast ? Un additif à partir duquel Sébastien Roussel et son équipe peuvent initier la réaction de polymérisation dans l'eau ! Finis les solvants chimiques – avec, outre cet avantage écologique, la possibilité de travailler sur tous types de matériaux. La pièce à recouvrir est simplement trempée dans la solution aqueuse. Graftfast est également peu coûteux, et ses applications sont déclinables à volonté, « *mais pour commencer, nous avons d'ores et déjà ciblé 4 ou 5 gros secteurs d'application* », assure Sébastien Roussel.

➔ Pour en savoir plus : www.graftfast.com



© Graftfast

Fibre de carbone traitée par le procédé Graftfast, vue en microscopie à balayage électronique.

NOTES : 2. Laboratoire d'électronique et de technologies de l'information, CEA de Grenoble. 3. Laboratoire de chimie des surfaces et interfaces à l'Institut rayonnement matière (Iramis) du CEA de Saclay.

quoi de **neuf** ?

> spécial innovation



Structure conique revêtue d'un film plastique permettant un rendement de rosée de plus de 40 % par rapport à une structure plane.

© D. Beysens

ÉMERGENCE

Rosao

Les hommes tentent de recueillir la rosée depuis l'Antiquité.

Mais les rendements n'ont jamais été aussi bons que ceux obtenus par Opur ! L'association, qui crée aujourd'hui son entreprise sous le nom de Rosao, s'est appuyée sur les connaissances fondamentales d'un chercheur¹ du CEA en physique de la condensation. En améliorant les propriétés hydrophiles et rayonnantes du matériau sur lequel se forment les gouttes d'eau, elle obtient des rendements de

0,7 l/m²/nuit d'eau potable. Ce système nécessite un faible investissement et permet une source d'appoint en eau pour des populations isolées ou en manque conjoncturel. En Inde, Opur l'a testé sur le toit d'une école,



© D. Beysens

où les enfants ont pu recueillir de l'eau potable tous les matins. De plus, la température des salles de classe diminuait de 5 °C en journée grâce à la toiture rayonnante. Le système permet ainsi une climatisation passive pour le même prix !

➔ Pour en savoir plus :
www.opur.u-bordeaux.fr
Les Défis du CEA, n° 114, p. 8,
« Rosée, à boire très frais »

Test de peinture collectant la rosée sur divers types de toitures.

NOTE : 1. Daniel Beysens travaille à l'Institut nanosciences et cryogénie de la direction des Sciences de la matière.

ÉMERGENCE

Nanomakers

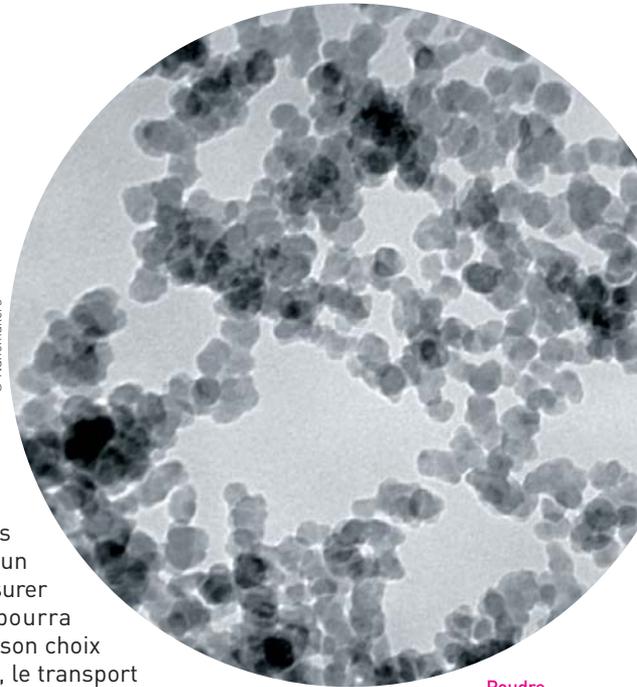
La start-up Nanomakers vise le déploiement industriel de procédés sécurisés de production et d'intégration de nanopoudres dans des matériaux à forte valeur ajoutée. Mais pas n'importe quelles nanopoudres ! Elles

NANOPOUDRE
Poudre dont les grains ont un diamètre inférieur à 100 nm

bénéficient d'un savoir-faire unique au monde grâce aux techniques développées depuis plus de 20 ans dans les laboratoires du CEA². Le procédé appelé « pyrolyse laser » offre la particularité de produire des

nanograins ultra-homogènes et ultra-purs avec une excellente reproductibilité. De quoi assurer une qualité et une fiabilité d'approvisionnement bien supérieures à celles actuellement proposées. La fabrication de poudre nanoscopique ne sera pas le seul « métier » de Nanomakers. La start-up propose ainsi un service de conseil en ingénierie-sécurité, notamment pour assurer la protection des personnels et de l'environnement. Elle pourra accompagner une entreprise dans son analyse de risques et son choix des équipements et des procédures pour le conditionnement, le transport et l'intégration des poudres. Nanomakers intervient également dans les processus de R & D mettant en œuvre ses poudres dans les procédés industriels. « Certains nanomatériaux présentent déjà des propriétés laissant présager des marchés en forte croissance dans des domaines très variés : aéronautique, automobile, semi-conducteurs, énergies... », précise François Ténégal, chercheur au CEA, porteur du projet Nanomakers avec Cyril Nadeau. L'avenir s'annonce radieux pour Nanomakers.

© Nanomakers



Poudre nanoscopique obtenue par pyrolyse laser

CRÉATION-DÉVELOPPEMENT

Kalray

Des circuits intégrés numériques à la portée de toutes les bourses industrielles.

Aujourd'hui, c'est encore de la fiction : leur développement nécessite des investissements si colossaux pour que, pour être rentable, une puce électronique pour une application donnée doit être produite à très grande échelle. Mais cette perspective est en passe de devenir une réalité grâce à l'ingénieuse idée de chercheurs du CEA, qui ont mis au point des circuits intégrés adaptables à façon. Proposées par la start-up en création Kalray, ces puces sont en effet facilement programmables par l'industriel lui-même, selon l'application voulue, à l'aide d'une chaîne de logiciels informatiques. De plus, elles reposent sur une architecture qui leur permet une faible consommation électrique tout en étant dotées

d'une grande puissance de calcul, ce qui est fort appréciable pour les systèmes embarqués.

De la taille d'un timbre-poste, une puce Kalray supporte ainsi un réseau de plusieurs centaines de processeurs reliés entre eux, qui lui confère une puissance de calcul 400 fois supérieure à celle d'un processeur actuel d'ordinateur portable.

La technique, surnommée MPPA pour *Multi-Purpose Processor Arrays*³, a été conjointement mise au point par une trentaine d'ingénieurs du CEA-Institut Léti⁴ pour la conception de la puce et du CEA-Institut List⁵ pour le développement des logiciels.

Benoît Neyret, de la direction de la Valorisation du CEA et co-fondateur de Kalray, résume ainsi leur projet : « Nous offrons des performances extraordinaires car jusque-là inaccessibles pour bien des acteurs de l'électronique ! »

NOTES : 2. Laboratoire technologies des matériaux extrêmes (LTMEx) au CEA de Saclay. 3. Matrice de processeurs à applications multiples. 4. Laboratoire d'électronique et de technologies de l'information. 5. Laboratoire d'intégration des systèmes et des technologies.

ÉMERGENCE

Promise

Il est facile d'identifier différentes protéines dans un échantillon par spectrométrie de masse. Mais quantifier exactement chacune d'elles présentait encore des difficultés jusqu'à ce que deux chercheuses du CEA Grenoble¹ se penchent sur la question. Virginie Brun et Lauriane Kuhn ont réussi à allier la spectrométrie de

masse avec une technique utilisée habituellement dans la recherche pharmaceutique pour quantifier de petites molécules. Une méthode qui s'est avérée performante sur de grosses molécules, telles que les protéines.

« Pour s'assurer de l'efficacité de notre procédé, nous l'avons immédiatement testé sur des liquides biologiques comme le sang ou l'urine, riches en protéines », explique Virginie Brun. Les résultats ont suscité tant d'intérêt chez les industriels de la santé que les deux jeunes femmes se lancent aujourd'hui dans la création d'une entreprise : Promise. Première concernée, l'industrie du diagnostic, qui recherche des protéines marqueurs de maladie. Les fabricants de vaccins, pour qui la maîtrise des doses est essentielle, pourraient également être intéressés. Autre application en vue : les contrôles qualité des aliments et de l'eau, notamment pour le dépistage de toxines bactériennes.



Une nouvelle méthode pour identifier et quantifier les protéines.

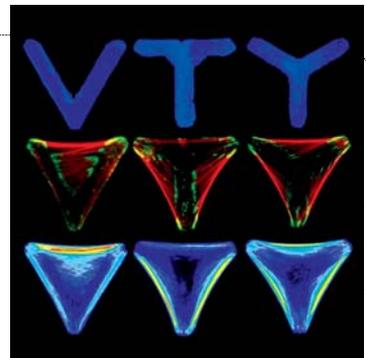
CRÉATION ET DÉVELOPPEMENT

Cytoo

Un support qui impose la même architecture à toutes les cellules...

L'innovation proposée par Cytoo, société essaimée par l'Institut Curie et le CEA², vise à augmenter l'efficacité du criblage cellulaire pratiqué dans la recherche de nouveaux médicaments par les industries pharmaceutiques, un secteur où règne une concurrence farouche. Le criblage se fait sur des microplaques multipuits contenant des cellules ; dans chaque puits est déposée une molécule potentiellement active, dont les effets sur les cellules sont analysés.

L'innovation de l'Institut Curie est une surface d'adhésion micro-patternée sur laquelle toutes les cellules adoptent la même forme, la même orientation et la même organisation interne. « Dès lors, il est beaucoup plus simple de repérer les différences entre les cellules d'un puits à l'autre, liées à l'action des molécules testées », explique Alexandra Fuchs, chercheur au CEA et co-fondatrice de la start-up. La technologie Cytoo augmente donc considérablement l'efficacité, la sensibilité et la robustesse de tels criblages, permettant de repérer de nouvelles molécules actives à l'effet plus subtil.



Lorsque des centaines de cellules à géométrie ordonnée (en haut) sont marquées avec de l'actine (rouge) et de la vinculine (vert) (2^e ligne), leur superposition produit une image à haute résolution (3^e ligne).

Des lamelles de verre équipées de cette surface d'adhésion seront commercialisées dès cet automne.

NOTES : 1. Laboratoire d'étude de la dynamique des protéines à l'Institut de recherches en technologies et sciences pour le vivant (IRTSV). 2. Institut de recherches en technologies et sciences pour le vivant, CEA de Grenoble.

Batterie de traceurs fluorescents utilisés dans Fluoptics.



© Fluoptics

CRÉATION ET DÉVELOPPEMENT

Fluoptics

Les chirurgiens y verront plus clair grâce à Fluoptics.

Le système de marquage fluorescent de cellules cancéreuses proposé par cette entreprise facilitera l'ablation de tumeurs. Il se compose d'un traceur – une molécule fluorescente se fixant sur les cellules malignes – et d'un instrument d'imagerie optique. Celui-ci, en excitant le fluorophore du traceur, permet de visualiser précisément la tumeur. « *Les premiers essais menés en partenariat avec des chirurgiens sont très prometteurs : leurs gestes sont plus précis ; de plus, ils peuvent voir si des cellules cancéreuses demeurent présentes* », précise Odile Allard, qui a participé au développement de cette technologie au CEA. Fluoptics avait déjà été primé en 2007 dans la catégorie « Émergence » (voir Les Défis du CEA n° 124). La clé de ce succès repose sur une technologie innovante issue du CEA-Institut Léti³, de l'Inserm et de l'université Joseph-Fourier à Grenoble.



© Fluoptics

Test du dispositif Fluoptics sur une souris.

NOTE : 3. Laboratoire d'électronique et des technologies de l'information.

De la lecture des CD à la correction de certaines myopies en passant par la découpe industrielle, les lasers sont devenus des outils incontournables. Zoom sur la fabrication de cette lumière à (presque) tout faire...

Le laser

PRINCIPE

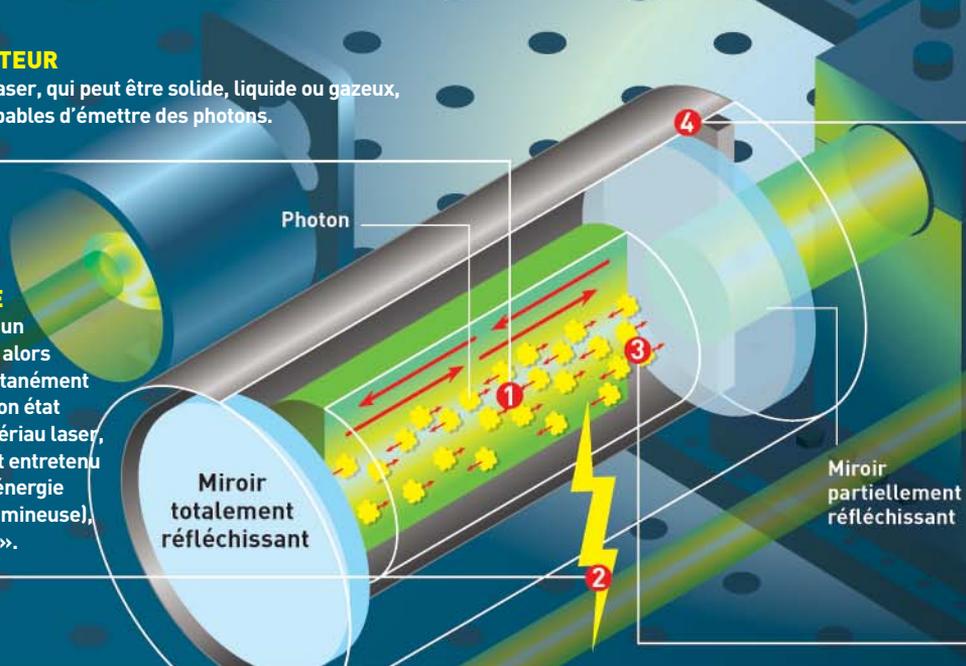
Le laser (*Light amplification by stimulated emission of radiation* : amplification de la lumière par émission stimulée de rayonnement) n'existe pas dans la nature. Comme son nom l'indique, il est créé en stimulant des atomes pour qu'ils émettent des photons (énergie sous forme de lumière) et en amplifiant ce phénomène. Il faut pour cela une source d'énergie, un milieu amplificateur et une cavité de résonance.

1 LE MILIEU AMPLIFICATEUR

Il s'agit d'un matériau dit laser, qui peut être solide, liquide ou gazeux, et dont les atomes sont capables d'émettre des photons.

2 LE POMPAGE OPTIQUE

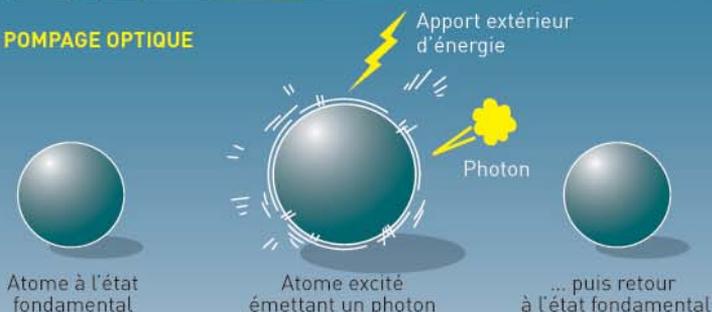
Lorsqu'un atome possède un trop-plein d'énergie (il est alors dit « excité »), il émet spontanément un photon pour revenir à son état fondamental. Dans un matériau laser, l'état excité des atomes est entretenu par un apport extérieur d'énergie (électrique, chimique ou lumineuse), appelé « pompage optique ».



AU CEA

Les chercheurs travaillent principalement sur les lasers de puissance et les lasers femtosecondes. Les premiers, comme la Lil et le futur LMJ, permettent d'étudier la fusion par confinement inertiel, notamment dans le cadre du Programme simulation de la direction des applications militaires du CEA. Les seconds sont développés en recherche fondamentale pour explorer la matière.

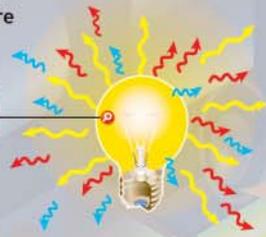
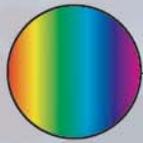
LE POMPAGE OPTIQUE



LE SAVIEZ-VOUS ?

Contrairement à la lumière naturelle, la lumière laser est d'une seule couleur (monochromatique), et ses photons se déplacent dans une seule direction. Selon le matériau laser, elle peut être visible, infrarouge, ultraviolette et même X. Et selon le type de pompage optique utilisé (continu ou par flashes), le laser émet une lumière continue ou des impulsions.

Lumière ordinaire



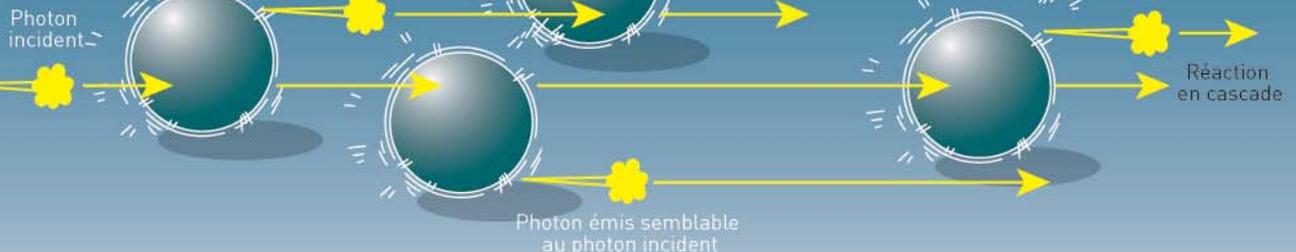
Lumière laser



3 L'ÉMISSION STIMULÉE

Dans le matériau laser, un photon émis (dit incident) par un atome excité va stimuler sur sa trajectoire d'autres atomes excités. Pour revenir à leur état fondamental, chacun d'eux émettra alors un photon semblable au photon incident, qui stimulera sur son passage des atomes excités... Cette réaction en cascade conduit à l'émission d'un très grand nombre de photons tous identiques, qui constitueront la lumière laser.

L'ÉMISSION STIMULÉE



4 LA CAVITÉ DE RÉSONANCE

Le matériau laser est placé dans une cavité entre deux miroirs. L'un est totalement réfléchissant, l'autre l'est partiellement : le premier renvoie les photons à l'intérieur, qui effectuent ainsi plusieurs allers-retours dans le milieu amplificateur, avant de sortir à travers le second. Ce dispositif permet d'amplifier l'émission stimulée. À partir d'un photon, ce sont cent, mille, voire plusieurs milliards qui sont générés ! À la sortie de la cavité, ils ont tous les mêmes caractéristiques physiques (direction, longueur d'onde [couleur], phase) : le rayon laser est créé...



TRANSPORTER H₂ STOCKER



Salle Hydrogène |

Le Palais de la Découverte consacre une salle à l'hydrogène. Une thématique abordée en quatre temps : comment le produire, le transporter, le stocker ou le convertir en électricité ? Dans cet espace, les recherches menées au CEA, notamment celles relatives au processus de bioproduction d'hydrogène, sont largement représentées.

Manip' en salle Hydrogène

L'opération « Un chercheur, une manip' » est revenue au Palais de la Découverte cet été, avec pour thème l'hydrogène.

Les travaux pratiques, dirigés par le Dr Vincent Artero, chercheur au CEA¹, furent présentés à des étudiants de maths sup et maths spé. En fins scientifiques, ceux-ci ont vite compris le potentiel de ce vecteur énergétique, tant au niveau de sa production, de son transport, de son stockage que de sa conversion. De nombreuses expériences ont été effectuées, dont celle installée par le Dr John Willison, du même laboratoire, pour montrer que même les bactéries peuvent produire de l'hydrogène à partir d'énergie solaire. Le tout retransmis sur grand écran !

| MÉLANIE ROUE |

1. Laboratoire de chimie et biologie des métaux du CEA.



Comment convertir l'hydrogène en électricité ? |

Ici, l'hydrogène est produit dans un électrolyseur alimenté par des panneaux photovoltaïques, puis stocké dans une baudruche jaune. Il est ensuite transmis à une pile à combustible, à l'intérieur de laquelle il se recombine à l'oxygène, ce qui produit de l'électricité et actionne le ventilateur.



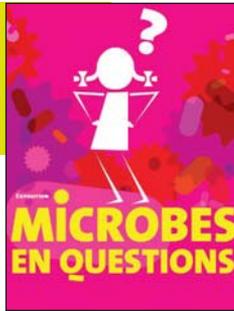
La preuve par la lumière |

Cette manipulation permet d'observer le dégagement d'hydrogène à la cathode d'un électrolyseur contenant un catalyseur bio-inspiré des recherches du CEA.

La science 24 fois par seconde

PARIS, MUSÉUM NATIONAL
D'HISTOIRE NATURELLE | DU 8 AU
12 OCTOBRE | ENTRÉE LIBRE

Cette année encore, le Festival du film scientifique assure la rencontre du public, des cinéastes et des chercheurs. Après les projections, les spectateurs pourront débattre de leurs impressions. Et comme toujours, des séances seront spécialement programmées pour les scolaires qui décrocheront des prix, dont celui du CEA, parrain du festival. Programme disponible sur www.pariscience.fr



Microbes à la loupe

BORDEAUX – CAP SCIENCE |
JUSQU'AU 4 JANVIER 2009

Exposition ludique et interactive pour tout connaître des infections et du rôle des antibiotiques. Pourquoi tombe-t-on malade ? Que se passe-t-il dans notre corps quand nous allons bien, ou mal ? Comment guérir ? Comment prévenir ? Des questions liées au quotidien de tous, petits et grands, auxquelles répondent scientifiques et médecins.



De l'intérêt du nucléaire

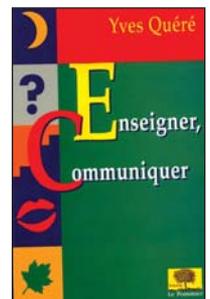
QUESTIONS À HENRI SAFA | SPÉCIFIQUE ÉDITIONS.
COLLECTION « ON SE BOUGE ! » | PRIX : 9,80 €

Le dernier-né de cette collection s'intéresse à l'énergie nucléaire et aux solutions qu'elle apporte aux problèmes énergétiques. 85 questions sont posées à un chercheur du CEA pour aborder la thématique sous tous ses aspects : scientifique, sécuritaire, économique, stratégique et sociétale. Des questions importantes, des réponses claires et accessibles au grand public.

Savoir et faire-savoir

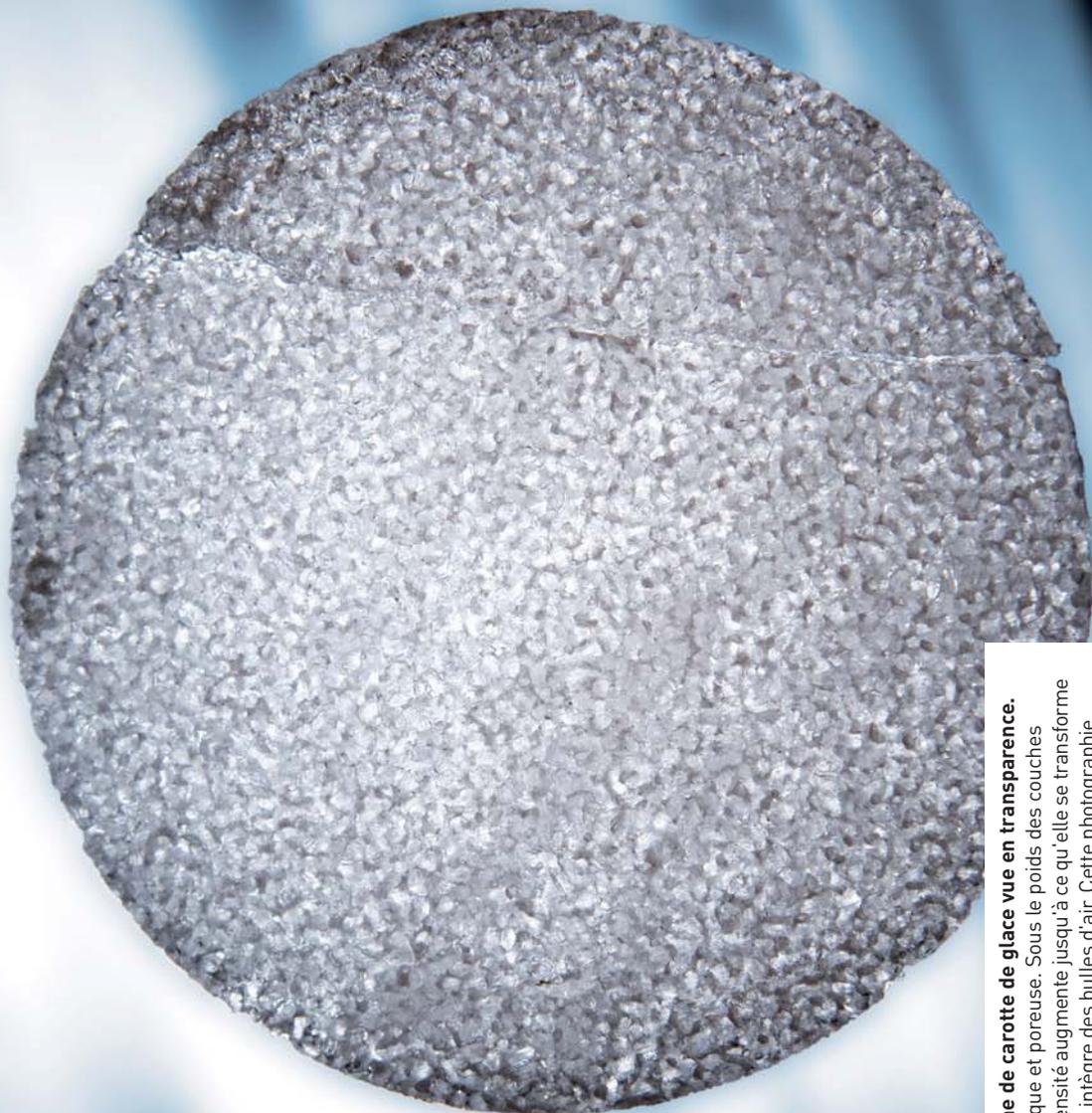
YVES QUÉRÉ | ÉDITIONS LE POMMIER | PRIX : 19,90 €

Après une ode aux sciences de l'esprit et à leur transmission, l'auteur met en relief ce qui oppose et ce qui rapproche l'enseignant et le communicant. Artistes ou artisans, ils contribuent à faire vivre nos sociétés de la connaissance et de l'information. Les uns enseignent, avec toute la liberté, la passion et l'engagement qui s'ensuit. Les autres communiquent, avec une intention et un savoir-faire encadrés dans des règles strictes.



Abonnement en ligne sur <http://defis.cea.fr> ou par courrier, en nous faisant parvenir sur papier libre vos nom, prénom, adresse et profession à : Les Défis du CEA, Abonnement, CEA-Bâtiment siège, 91191 Gif-sur-Yvette Cedex, France.

QUE VOUS
SUGGÈRE
CETTE IMAGE ?



- a_ Carotte de glace du Groenland
- b_ Éclipse du Soleil vue du Groenland
- c_ Croissance d'un diamant de synthèse

Il s'agit d'une fine tranche de carotte de glace vue en transparence.
Au début, la neige est opaque et poreuse. Sous le poids des couches successives de neige, sa densité augmente jusqu'à ce qu'elle se transforme en glace, transparente, qui intègre des bulles d'air. Cette photographie permet de voir la porosité de la glace.

