



**Notre vision.**

**Matériaux et technologies  
pour un développement  
durable.**

**PAGES 4-5**

Préface

**PAGES 6-7**

L'année en rétrospective

**PAGES 8-53**

Projets en mire

**PAGES 54-61**

NEST – l'avenir de la construction

**PAGES 62-79**

Axes de recherche

**PAGES 80-99**

De la recherche à l'innovation – l'Empa comme partenaire

**PAGES 100-103**

Organigramme/Organes de l'Empa

**PAGES 104-106**

Faits & chiffres

IMPRESSUM

Editeur, Empa, CH-8600 Dübendorf, CH-9014 St-Gall, CH-3602 Thoune. Rédaction: Communication, Empa. Conception/Maquette: Groupe graphisme, Empa  
Impression: Sonderegger Druck AG, Weinfelden. ISSN 1660-2285 Rapport annuel Empa. © Empa 2011



## Focalisation sur les technologies énergétiques

Le cataclysme de Fukushima nous a conduit à évaluer à nouveau en 2011 nos travaux et de nos objectifs en recherche énergétique. J'ai pu alors constater que nous étions bien préparés aux défis de ces prochaines années. Cela parce que le thème de l'énergie est avant tout aussi une question de technologies et de matériaux appropriés; il s'agira ainsi en premier lieu de développer des processus durables en cycles fermés pour la transformation et le stockage de l'énergie. Et ce n'est pas que dans notre axe de recherche «Technologies énergétiques» que nous travaillons déjà aux solutions de l'avenir dans ce domaine; près de la moitié des fonds que nous alloue la Confédération va à de tels projets. Une focalisation renforcée ces dernières années et qui est aujourd'hui payante. Nous pouvons être fiers de ce que nous avons atteint; cela grâce au travail remarquable des différents groupes de recherche avec leurs collaboratrices et collaborateurs motivés.

La concentration de l'Empa sur ces thèmes majeurs est aussi significative sous un autre angle: le temps de développement typique des systèmes énergétiques dépasse les dix ans, leur passage à la pratique souvent plus encore. Un contraste énorme par rapport à d'autres branches telles que l'électronique où les tablettes tactiles, les iPads et autres smartphones se chassent l'un l'autre à un rythme affolant.

Notre pays devra faire des efforts importants pour maîtriser ses problèmes d'approvisionnement en énergie. La mobilité et l'habitat sont aujourd'hui responsables des 75 pour-cent de la consommation d'énergie et l'Empa est particulièrement concernée car il s'agit de deux thèmes centraux de ses travaux. Je suis convaincu que notre recherche peut fournir là des contributions importantes, que ce soit pour une utilisation efficace des ressources dans la construction, avec des accumulateurs de chaleur à base d'étringite ou par des études sur le développement urbain.

Laissez-vous inspirer par les exemples présentés ici. Nos portes sont largement ouvertes à des partenaires académiques ou industriels pour des projets communs dans le domaine de l'énergie mais aussi dans nos autres axes de recherche. La stratégie énergétique de la Confédération se fixe pour horizon l'année 2050; les objectifs que poursuit l'Empa devraient fournir de nouvelles impulsions nettement plus tôt. Par exemple avec des démonstrateurs de constructions énergétiquement efficaces tels que «NEST» (p. 54) et des études de concepts dans le domaine de la mobilité. Je me réjouis de relever avec vous ces défis au cours des prochaines années.

Prof. Dr. Gian-Luca Bona  
Directeur général



# 01

## Collaboration en recherche medtech

L'Empa va élargir sa collaboration avec l'hôpital cantonal de S-Gall, l'hôpital universitaire de Zurich et l'EPFZ, par exemple dans les domaines de la nanosécurité, des implants et du génie tissulaire.

## De l'air plus pur avec des routes intactes

Les revêtements intacts et les routes propres réduisent nettement la pollution par les poussières fines, comme le montre une étude de l'Empa et du PSI. Les moteurs ne provoquent que la moitié de la charge de poussières fines due au trafic routier.

# 02



## Conférence sur la construction à Dubaï

Près de 300 participants de 30 pays se sont informés à Dubaï, l'Eldorado de l'architecture moderne, sur les dernières tendances en matière de monitoring «intelligent» des constructions.

## Les nanoparticules en 3D – en résolution atomique

Des chercheurs de l'Empa et de l'EPFZ sont parvenus pour la première fois à déterminer la structure 3D d'une nanoparticule, atome après atome.

Voir page 15

# 03



## Il «vente» à l'Empa

La nouvelle soufflerie de l'Empa permet de simuler les situations éoliennes et thermiques dans les villes et de tester les possibilités d'améliorer le climat urbain par des voies naturelles.

## 1. «Swiss Cleantech Report»

Les technologies propres jouent un rôle croissant pour le site économique et technologique suisse, ainsi que le montre un rapport sur l'état des lieux dans ce domaine co-rédigé par l'Empa.

# 04

## La chimie dans un faisceau d'électrons

Avec un faisceau d'électrons focalisé, des chercheurs de l'Empa ont réalisé des structures superficielles d'une finesse nanométrique qui permettent d'améliorer par exemple des lasers servant à la transmission optique des données.

## Nouveau Centre Laser de l'Empa à Thoune

Son installation laser UV unique au monde permet un usinage nanométrique de grandes surfaces pour réaliser par exemple des marquages de sécurité optiques ou des écrans 3D sans lunettes.

Voir page 22

# 05

## L'empreinte écologique des capsules de café

Tout dépend du café lui-même et moins des différents systèmes, comme le montre un écobilan établi par l'Empa. Le point décisif est la pollution générée par la culture du café elle-même.



## Première Swiss NanoConvention

En 2011, l'Empa a organisé avec le PSI et l'EPFZ la 1<sup>ère</sup> Swiss NanoConvention, une plateforme de discussion sur le thème de la nanotechnologie.

Voir page 96



## Participation au Nanocentre IBM-EPF

Le laboratoire de recherche IBM à Rüschlikon possède maintenant un Nanocentre des plus modernes. L'Empa y mènera elle aussi des travaux de recherche.

# 06

## Un web-tool pour les biocarburants

Nombre de biocarburants sont plus nuisibles à l'environnement qu'utiles. Pour leur évaluation, des chercheurs de l'Empa ont développé un «Sustainability Quick Check for Biofuels».

## Un programme de master primé

La revue économique autrichienne «Format» a élu meilleur cursus technique HES le programme de master «MNT Micro-and Nanotechnology» co-fondé par l'Empa.

## Records pour les cellules solaires

En 2011, des chercheurs de l'Empa ont établi deux records mondiaux de taux de conversion pour les cellules solaires flexibles à couche mince.

Voir page 31

# 07

## Au CS Innovation Luncheon

Avec la Fraunhofer Gesellschaft, l'Empa s'est vu offrir l'occasion de présenter ses innovations aux clients et collaborateur du CS lors de l'«Innovation Luncheon» de cette grande banque.



## Promotion de la relève: Summercamp

Lors du Summercamp de l'Empa, 21 très jeunes chercheurs ont projeté et construit un pont suspendu au-dessus d'un petit cours d'eau.

# 08

## Succès du financement d'une spin-off de l'Empa

La start-up «Compliant Concept» hébergée dans l'incubateur d'entreprises «glaTec» de l'Empa a gagné un bon d'innovation hautement doté de la CTI.

## Eveil précoce à la recherche

Lors du premier «Laboratoire jeunesse» de l'Empa, 20 élèves du cycle primaire se sont lancés à cœur joie dans des expériences sur l'électricité et la lumière.

# 09

## Le «WRF» donne des impulsions

Le 2<sup>e</sup> World Resources Forum, organisé à nouveau par l'Empa à Davos, était centré sur la consommation globale des ressources qui ne cesse de s'accroître.

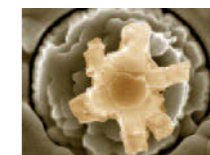
## Ce qui brille est bien de l'or

Une très fine couche d'or confère à des cravates et des pochettes un réel brillant. Les fils revêtus d'or avec le procédé plasma de l'Empa sont doux, tissables et résistants au lavage.

## Les meilleures start-ups de Suisse

Succès pour le «glaTec», l'incubateur d'entreprises de l'Empa: trois des six jeunes entreprises qu'il héberge se classent parmi les TOP 100 – et avec la firme Optotune, même au premier rang.

Voir page 89



## La beauté du nanocosmos

Des micrographies électroniques réalisées par des chercheurs de l'Empa ont récolté l'année dernière de nombreuses distinctions, entre autre lors de la «NanoArt 2011».



# 11

## Un «vade-mecum» pour les nanotextiles

Avec son guide «Nano Textiles» l'Empa se propose de faciliter une application sûre de la nanotechnologie pour les entreprises de l'industrie textile et de l'habillement.

## La plus petite électromobile

Ce 4x4, silencieux et sans émission, n'est formé que d'une seule molécule et se déplace avec quatre roues mues électriquement.

Voir page 12

# 12

## Co-financement UE

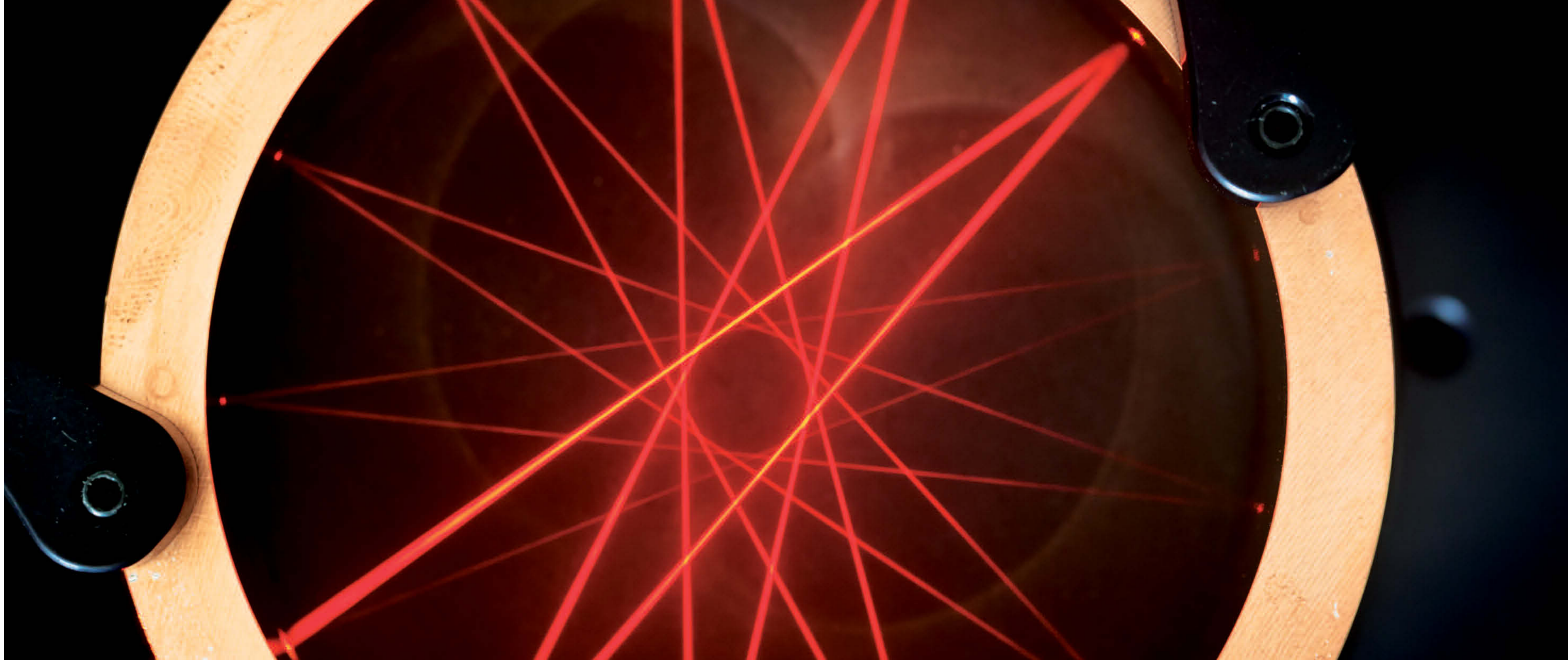
En 2011, 22 jeunes scientifiques ont obtenu une bourse «COFUND» de l'UE d'une durée de deux ans. Au début 2013, l'Empa pourra à nouveau attribuer 22 bourses à des post-doc talentueux.

## Une percée à travers le «plafond de verre»

Avec la nomination par le conseil des EPF de la chimiste et expert en émissions de polluants Brigitte Buchmann, une femme fait pour la première fois son entrée au sein du comité de direction de l'Empa.

## Projets en mire

Développer de nouveaux matériaux et faire progresser les nouvelles technologies, donner des impulsions pour un développement durable de notre société; créer les bases scientifiques nécessaires aux décisions politiques et sociétales – ce sont là les objectifs centraux que l’Empa poursuit par la recherche et le développement, à travers des coopérations et des partenariats, par des services, des expertises et des conseils. Les scientifiques et les ingénieurs de l’Empa ont fait connaître leurs travaux dans plus de 500 publications et près de 1100 contributions à des conférences scientifiques. Les «instantanés» ci-après de ses laboratoires donnent un aperçu de la variété des activités de recherche de l’Empa.





Recherche appliquée

Développements innovateurs

Transfert de savoir & de technologie

Prestations de service & expertises

Formation professionnelle

## Un nano 4 x 4 à traction moléculaire

Le 4x4 propre et silencieux que les chercheurs de l'Empa ont développé avec des collègues hollandais dépasse tous les records de miniaturisation. Il n'est formé que d'une molécule et roule sur une surface de cuivre avec ses roues mues par électricité. Son principe s'inspire de

---

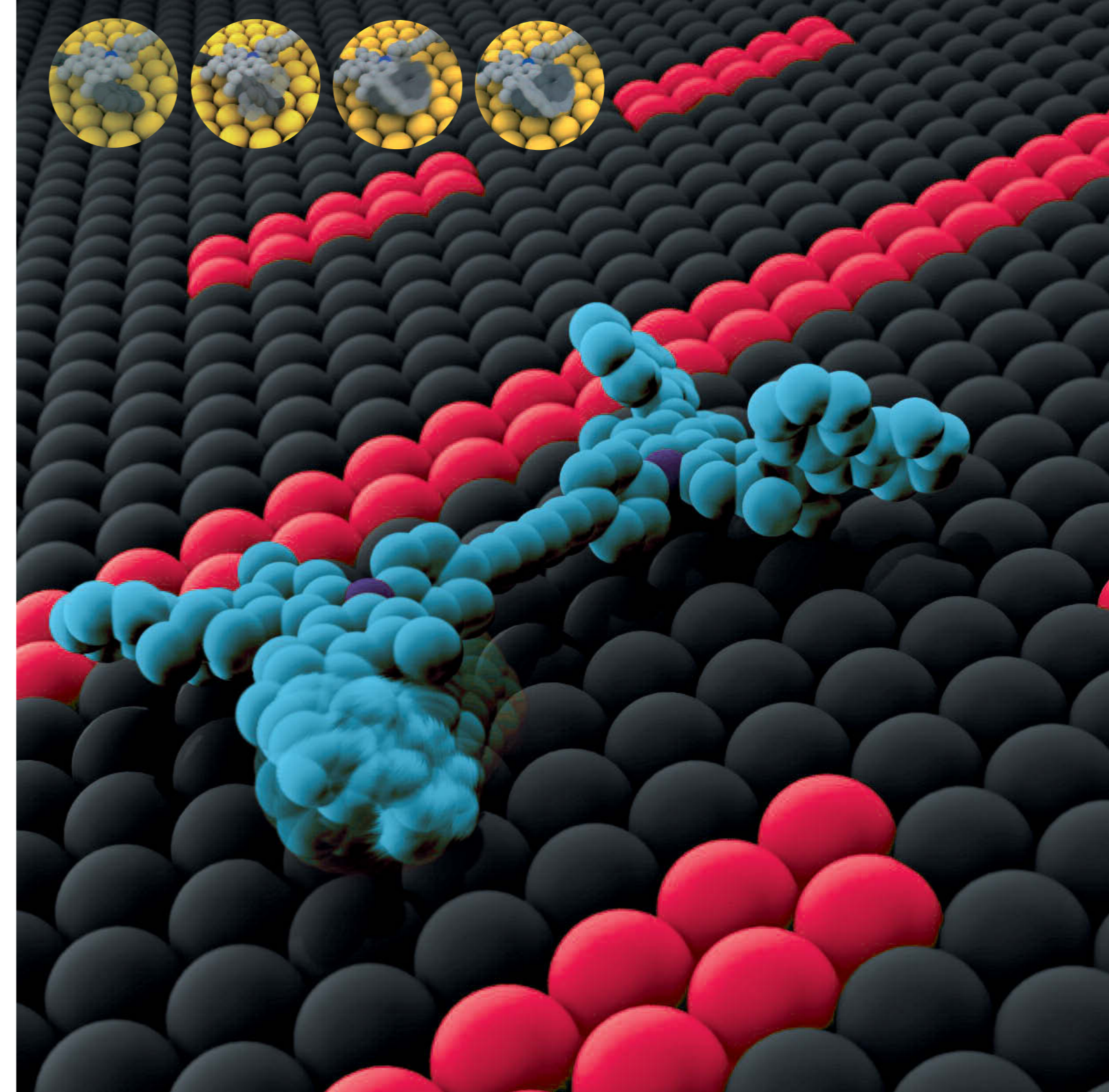
### 4 x 2

nanomètres est la taille de la nano-auto, soit un milliard de fois plus petite qu'une VW Golf. Cette molécule synthétique possède une liaison C-C – son châssis – et quatre unités motrices – les roues – propulsées électriquement.

---

la nature. Dans les cellules, des «protéines motrices» glissent le long d'autres protéines, comme un train sur ses voies, en brûlant le «carburant» biologique qu'est l'adénosine triphosphate. (ATP). La nano-auto est une molécule synthétique qui ne demande ni essence ni voies et se déplace à l'électricité. Cette électromobile de 4x2 nanomètres est alimentée en électricité à travers la pointe d'un microscope à effet tunnel (en anglais, scanning tunneling microscope, STM) avec une tension de 500 millivolt. Les électrons «tunnélisent» à travers la molécule et provoquent des modifications dans les unités motrices qui exécutent alors une demi-rotation. Si les roues tournent toutes simultanément, l'auto avance en ligne droite. La difficulté est d'exciter simultanément les quatre roues. Après dix excitations avec le STM, l'auto a parcouru six nanomètres. Son point faible: elle doit être réalimentée après chaque demi-tour de roue. Une autre expérience montre que la molécule fonctionne effectivement comme prévu. Son axe central est une liaison C-C simple autour de laquelle ses parties avant et arrière tournent librement. La molécule peut donc atterrir du «faux

La nano-auto est chargée en électricité à travers la pointe d'un microscope à effet tunnel (en anglais Scanning Tunneling Microscope, STM). Une charge permet une demi-rotation des roues, après dix «pleins» elle a parcouru six nanomètres.



côté» et les roues avant tournent alors en sens inverse des roues arrières – l’auto n’avance pas. Si elle atterrit correctement, les roues tournent dans le même sens et elle se déplace. Le but est de développer des machines de transport moléculaires pour effectuer des travaux à l’échelle nanométrique. Les chercheurs de l’Université de Groningue et de l’Empa ont franchi une étape décisive en prouvant que des molécules isolées peuvent absorber de l’énergie électrique pour la transformer en un mouvement orienté.



Les résultats de ce projet ont été publiés dans la revue scientifique «Nature»; la nano-auto a même fait la page de couverture.

## Compter les atomes – en 3D

Grâce à une nouvelle méthode, des chercheurs de l’Empa et de l’EPF Zürich ont réussi pour la première fois à déterminer l’agencement spatial et le nombre d’atomes d’une nanoparticule. Ils ont publié leurs résultats obtenus avec leurs collègues hollandais dans la revue scientifique «Nature» au mois de février. Les nanoparticules ont des propriétés chimiques et physiques différentes de celles de leurs «sœurs» macrométriques. N’étant formées que de quelques atomes, leur surface est extrêmement grande par rapport à leur volume, ce qui peut conduire à des effets quantiques qui modifient leurs caractéristiques de matériau. Ainsi une céramique de nanoparticules peut être flexible et des nanoparticules d’or luire d’un rouge brillant.

50

**picomètres, soit à peu près un demi-diamètre d’atome, c’est le pouvoir de résolution du microscope électronique qui a permis d’obtenir des images d’une nanoparticule d’argent. Ainsi on a pu compter les atomes de la grille cristalline.**

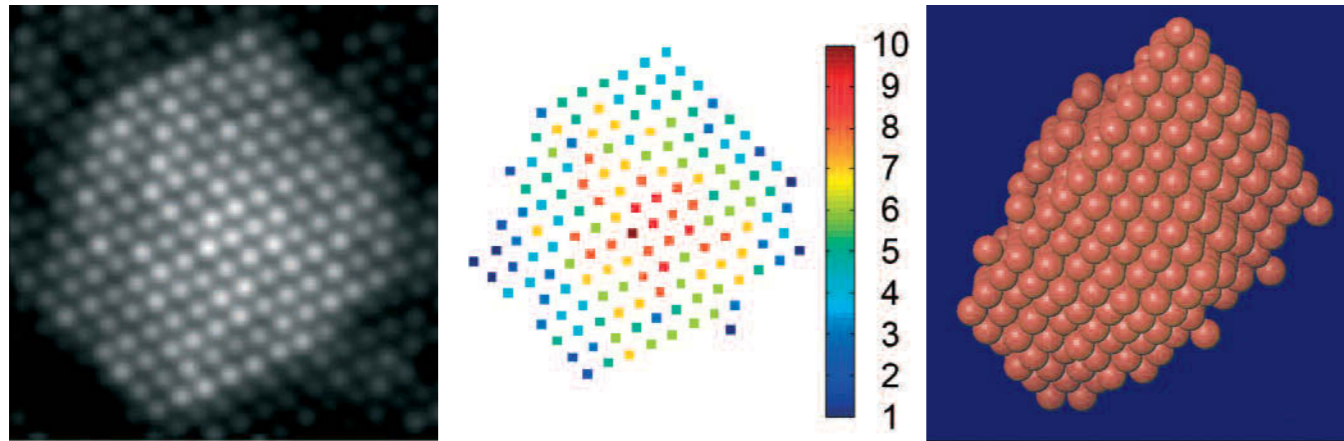
A côté de la texture de leur surface, la structure tridimensionnelle ainsi que l’agencement de leurs atomes déterminent aussi les propriétés des nanoparticules. Les chercheurs de l’Empa et de l’EPF Zürich ont réussi à obtenir

une image en résolution atomique de la structure tridimensionnelle de nanoparticules d’argent. Pour cela ils ont utilisé un microscope électronique dont le pouvoir de résolution atteint un demi-diamètre d’atome, soit 50 picomètres. A l’Université d’Anvers, leurs collègues hollandais ont établi des modèles pour améliorer la «netteté» des micrographies, ce qui a permis aux chercheurs suisses de compter les atomes d’argent de la grille cristalline. Pour



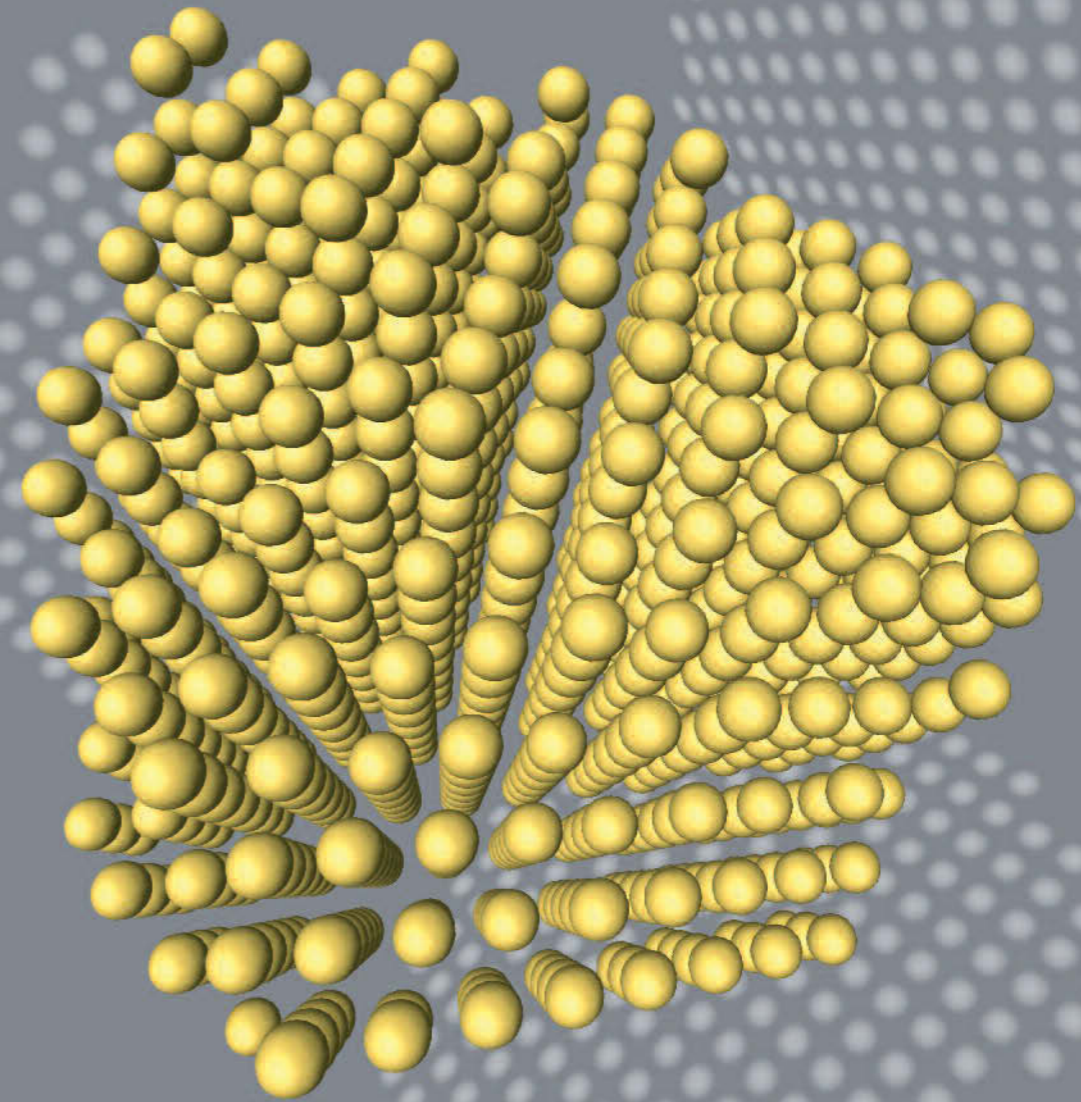
finalement déterminer la structure tridimensionnelle, le spécialiste hollandais a tomographié les nanoparticules et reconstruit à l'aide d'algorithmes la disposition des atomes. Deux tomographies furent suffisantes pour obtenir une représentation d'une nanoparticule formée de 784 atomes.

L'Empa et l'EPF Zürich veulent maintenant caractériser des nanoparticules dotées pour déterminer quelles configurations d'atomes sont actives sur une particule lorsque celle-ci a, par exemple, un effet toxique ou encore catalytique. D'une manière générale, ce procédé devrait contribuer à une meilleure compréhension des propriétés des nanoparticules.



A gauche: Micrographie électronique d'une particule d'argent. Chaque tache est une colonne d'atomes. L'image est un modèle des données brutes servant à la quantification. Au centre: Un nouveau mode d'analyse quantitative du contraste permet de déterminer les atomes. Les couleurs codées servent au comptage des atomes dans chaque colonne à travers la particule. A droite: Une vue différente de la reconstruction de la particule d'argent.

Pour la première fois des chercheurs sont parvenus à déterminer l'agencement et le nombre d'atomes d'une nanoparticule. La particule d'argent a un diamètre d'environ deux nanomètres.





## Les nanoparticules dans l'air – un comportement mal connu

On ignore presque tout du comportement des nanoparticules dans l'air – qu'elles soient synthétiques ou provenant de processus de combustion ou d'abrasion. C'est pourquoi lors du nettoyage des installations de production de nanoparticules, les ouvriers portent à titre pré-

ventif des sortes de combinaisons spatiales. Pour l'analyse de ces particules, l'Empa a agencé des laboratoires spéciaux. Entre autres une soufflerie qui est un excellent instrument pour l'étude des nanoparticules en suspension dans l'air. Equipée d'un ventilateur, d'un chauffage et d'un humidificateur, elle permet de régler avec précision la vitesse de l'air, la température, l'humidité et d'autres paramètres. Dans les études de terrain, ces paramètres sont par contre imprécis. Lorsqu'on les «lâche» dans la soufflerie, les particules produites par l'Empa (aux caractéristiques

bien définies) sont très mobiles et flottent dans l'air nettement plus longtemps que les particules de taille micrométrique qui retombent plus vite au sol du fait de leur poids. Les chercheurs étudient combien de temps les particules demeurent dans le flux d'air de la soufflerie, comment elles se déplacent, si elles s'agglomèrent et si elles réagissent chimiquement entre elles ou avec d'autres composants de l'air. Pour cela, des échantillons sont prélevés en différents points dans la soufflerie et analysés. Ces analyses sont effectuées dans un «Universal Nanoparticle Analyzer» récemment développé, pour lequel un brevet a été déposé. Cet instrument

---

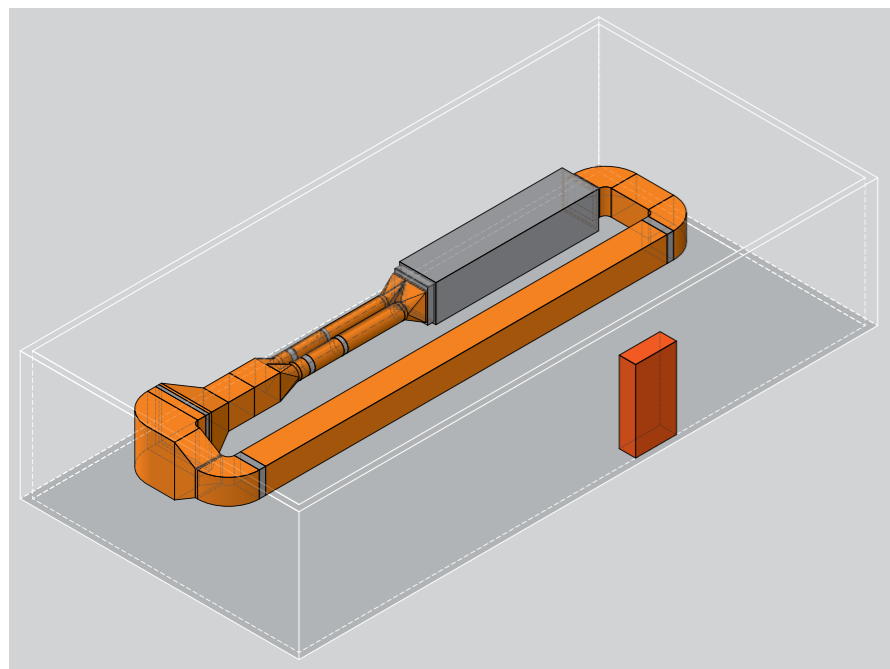
### 3 x 13

mètres sont les dimensions de la soufflerie pour l'étude des nanoparticules. Elle est formée de canaux de ventilation normés et sert entre autres au développement de filtres à air efficaces.

---

Des nanoparticules de carbure de silicium (SiC) sont retenues par un filtre alors que l'air peut circuler à travers les pores cylindriques du filtre. (Micrographie MEB, microscope électronique à balayage).

1 µm



permet de déterminer en quelques minutes et avec précision la taille, la morphologie, la surface et le volume des nanoparticules. Jusqu'ici il fallait pour cela procéder à de longs examens sous le microscope. Cette soufflerie permet encore de développer et de tester des filtres à air par détermination des concentrations de particules avant et après le filtre. Pour les fabricants de filtres pour les masques faciaux ou les filtres à air des cabines d'avion, la filtration des particules de taille nanométrique est un problème qui n'a rien de trivial.





## Usinage de grandes surfaces avec une précision nanométrique

Un nouveau centre laser a été inauguré en 2011 à Thoune. Le cœur de cette installation: un laser ultraviolet pulsé capable d'enlever des couches d'épaisseur nanométrique sur des surfaces atteignant jusqu'à quatre mètres carrés. La microstructuration confère aux surfaces des propriétés physico-mécaniques nouvelles; ces microstructures réduisent par exemple le frottement, diminuent la résistance à l'air ou préviennent les infestations fongiques. Elle permet aussi de produire des feuilles pour des structures optiques permettant de contrôler la lumière, telles que des écrans 3D fonctionnant sans lunettes. On pourrait même développer de nouveaux vitrages capables d'éclairer la pièce la nuit et fonctionnant comme cellules solaires le jour. Des matériaux pour des processus électrochimiques pourraient ainsi être «prégermés» pour faire «croître»

---

### 3

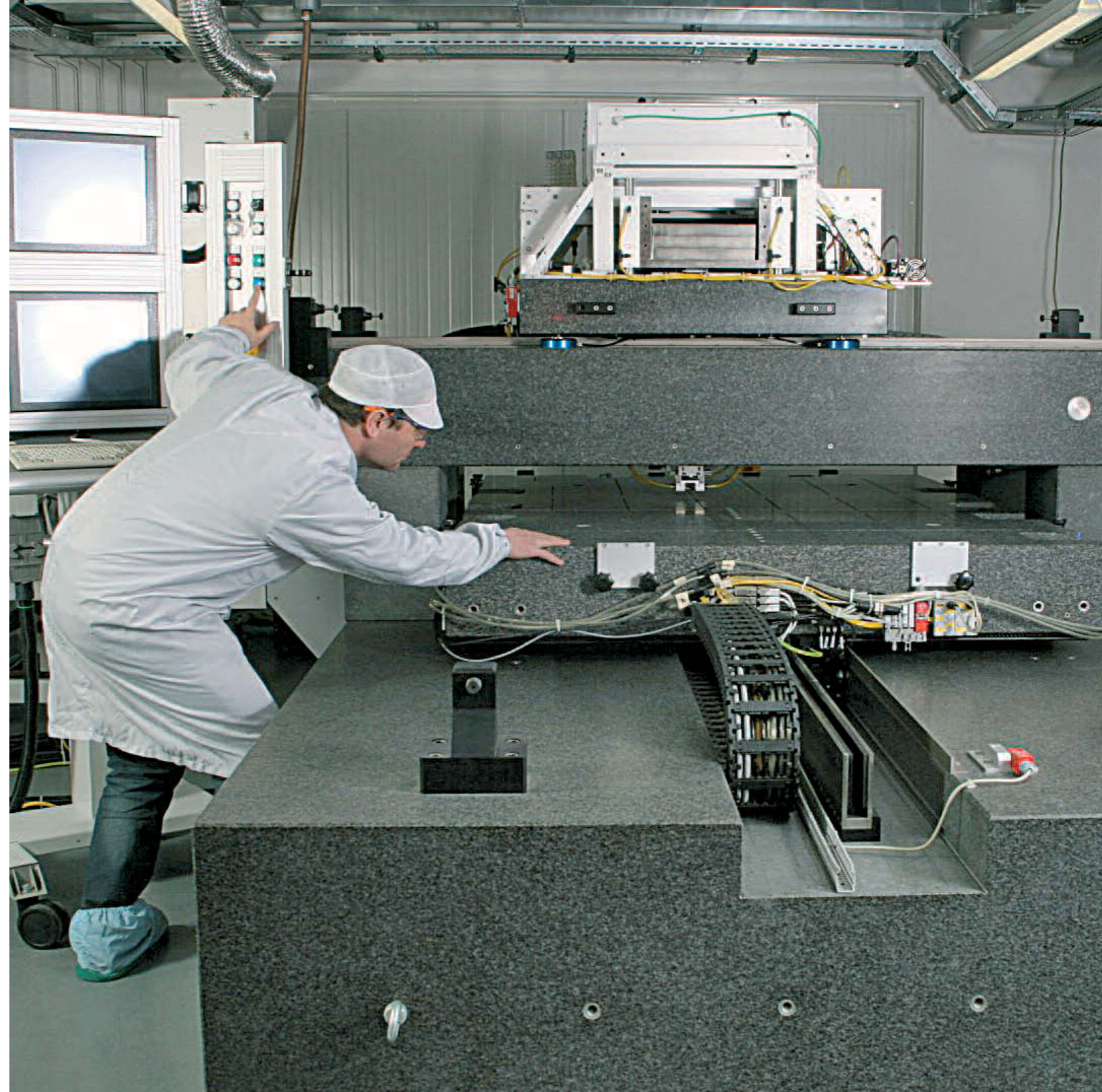
**mètres carrés de surface, la capacité d'usinage micro- et nanométrique de la nouvelle installation laser. Un socle de granit de 19 tonnes assure l'absence de vibrations sur la feuille à usiner.**

---

des liaisons électriques sur des écrans ou des piles solaires flexibles.

Cette installation – une des trois seules au monde – est exploitée par l'Empa avec la firme Crealas GmbH. La recherche ne sera pas seule à profiter de ce centre laser; il ouvre aussi des possibilités nouvelles aux partenaires industriels de l'Empa: l'usinage laser de grandes surfaces permet par exemple de produire des moules utilisés par l'industrie pour produire des feuilles structurées au mètre et à bon marché. Jusqu'ici ces moules comportaient plusieurs pièces qui

Le micro-usinage au laser UV confère aux matériaux des propriétés physico-mécaniques nouvelles. Les microstructures réduisent par exemple le frottement, ont un effet hydrophobe et préviennent les infestations par les champignons.





Contact:  
Dr. Karl Boehlen,  
karl.boehlen@empa.ch

devaient être assemblées; le centre laser est par contre capable de les produire d'une seule pièce. Ce mode d'usinage peut encore s'utiliser pour réaliser des films pour les dispositifs de sécurité optiques. Différents pays s'efforcent déjà de remplacer les hologrammes sur leurs billets de banque par des films microstructurés avec effets 3D.



L'installation laser permet de produire des moules de formage de grande surface, par exemple une grille de microlentilles de 350 x 350 millimètres carrés sur un substrat flexible.



A côté des moules de formage, le laser permet de microstructurer des couches ultraminces sur des feuilles par procédé «roll-to-roll».

## Gaz à effet de serre: l'auto-déclaration c'est bien, le contrôle c'est mieux

Les hydrocarbures fluorés sont de puissants gaz à effet de serre dont les émissions doivent être réduites conformément au protocole de Kyoto. Selon les déclarations de ses signataires, en Europe occidentale par exemple, les émissions de trifluorométhane (HFC-23) ont diminué ces

dernières années. Officiellement l'Italie n'émet plus de HFC-23 depuis 1996. Des chercheurs de l'Empa ont cherché à le vérifier; avec «MEDUSA» un appareil spécial associant un spectromètre de masse et un chromatographe, ils peuvent estimer avec précision les émissions de plus de 50 gaz à effet de serre halogénés. A l'aide de modèles atmosphériques et météorologiques, ils sont de plus en mesure de localiser les sources de ces émissions.

Avec un résultat désappointant: l'Europe de l'Ouest émet deux fois plus de HCF-23 que n'en mentionnent les déclarations officielles, les pays différant toutefois nettement entre eux dans leur «précision de déclaration». L'Italie émet dix à vingt fois plus de HFC-23 qu'elle n'en déclare officiellement.

Il peut aussi en aller autrement comme le montrent les déclarations d'autres pays qui concordent avec les estimations.

Pour estimer les quantités de HFC-23 présentes dans l'atmosphère au-dessus de l'Europe occidentale, les chercheurs de l'Empa ont analysé de juillet 2008 à juillet 2010 les concentrations de HFC-23 au Jungfraujoch et à Mace Head, une station de mesure irlandaise. Ils ont sans

---

# 15'000

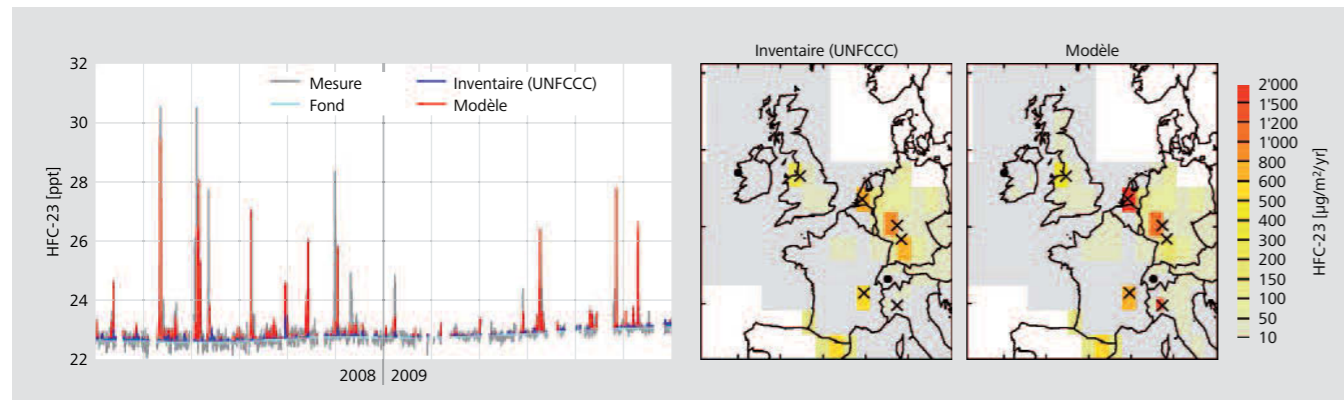
**fois plus actif sur le réchauffement climatique que le CO<sub>2</sub>. Le HCF-23, avec une demi-vie de 270 ans, est de plus très persistant. Il se crée lors de la production de l'hydrochlorodifluorométhane (HCFC-22) utilisé comme agent réfrigérant et agent moussant.**

---



cesse décelé des pics dépassant la pollution moyenne. A l'aide de modèles de transport atmosphérique, ils ont calculé l'origine des masses d'air renfermant du HFC-23 apparaissant au Jungfraujoch. Le résultat: six sources d'émission ont été localisées avec précision. La plus importante: le seul site d'Italie, situé à l'ouest de Milan, où du HCF-23 est émis comme sous produit de la production d'agents réfrigérant et moussants ainsi que de téflon.

Avec ces résultats, les chercheurs ont prouvé que de telles mesures sont appropriées pour contrôler le respect des accords internationaux sur la protection de l'air. Le protocole de Kyoto ne prévoit pas encore de contrôles indépendants mais ces contrôles pourraient être d'une importance centrale dans des accords ultérieurs fixant de objectifs obligatoire.



Concentrations de HFC-23 au Jungfraujoch: Divergence élevée entre les valeurs effectivement mesurées (gris) et valeurs calculées à partir des inventaires officiels (bleu foncé); la modélisation de l'Empa (rouge) reproduit nettement mieux les valeurs mesurées.

L'inventaire de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques sous-estime en partie massivement les émissions effectives de HCF-23. A l'aide de modèles de transport, les mesures réalisées au Jungfraujoch identifient avec précision toutes les six sources d'émissions.

Les polluants émis par une usine à proximité de Milan, ne s'arrêtent pas aux frontières nationales.





## Des rideaux «avaleurs» de bruit

En collaboration avec le bureau de design textile Annette Douglas et le fabricant de soieries Weisbrod-Zürcher AG, des chercheurs de l'Empa ont développé des rideaux légers et translucides qui absorbent extraordinairement bien le bruit. Une combinaison qui faisait encore défaut dans l'architecture d'intérieur moderne. Ces nouveaux rideaux «avaleurs de bruit» sont depuis peu disponibles sur le marché.

**5**

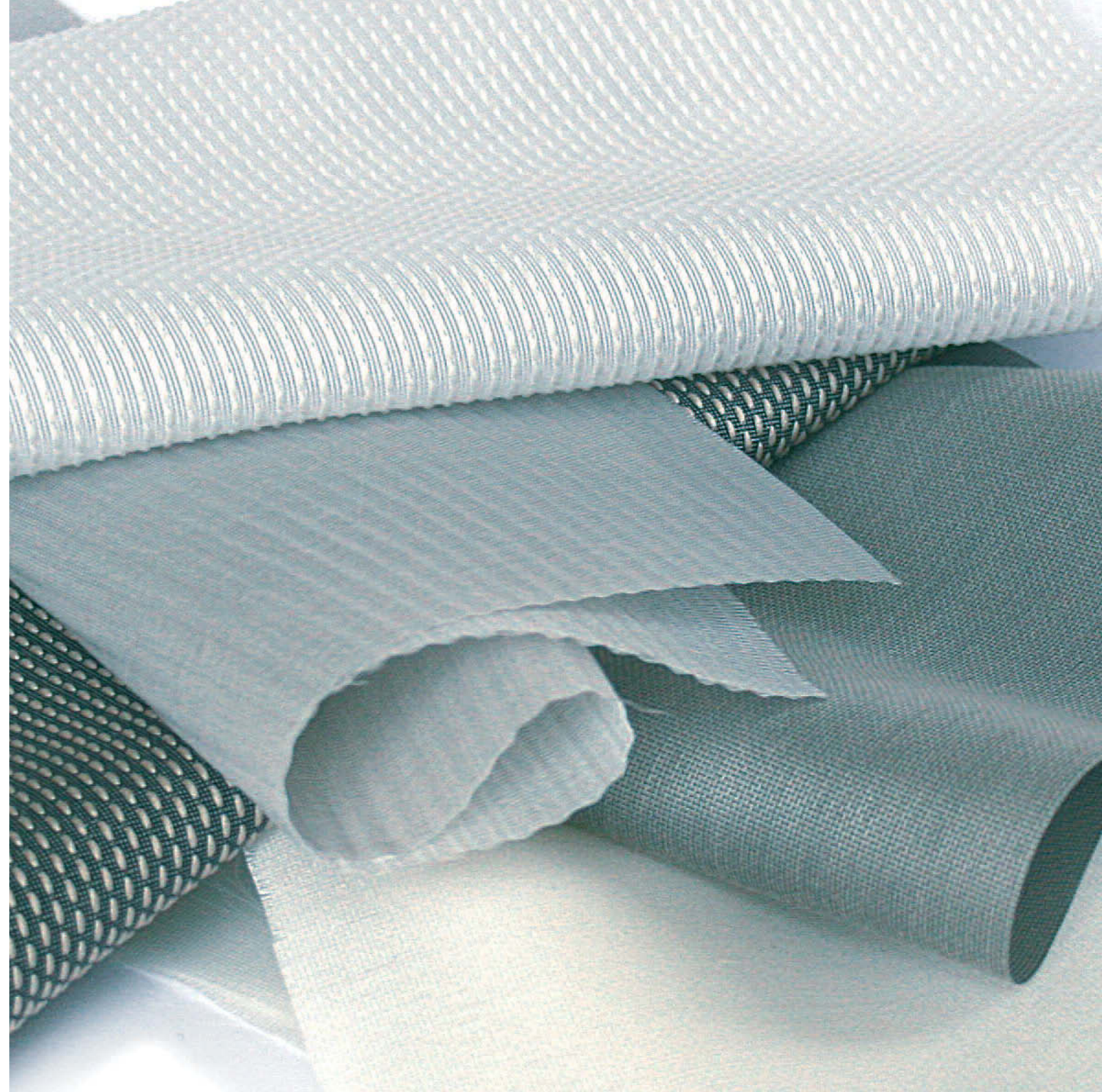
**fois plus élevée que celle des rideaux légers usuels, c'est là l'absorption acoustique qu'assure ce nouveau rideau s'il est placé à une distance (optimale) de 15 centimètres d'une paroi.**

C'est sur ordinateur qu'a pris forme ce textile acoustique léger. Les acousticiens de l'Empa ont fourni aux spécialistes des textiles une «recette» avec laquelle on devait pouvoir produire un tissu absorbant le bruit. Pour cela, ils ont d'abord développé un modèle de la structure tant microscopique que macroscopique du tissu. En combinaison avec des mesures acoustiques sur différents échantillons prototypes ils ont amélioré

par étapes les propriétés acoustiques du tissu jusqu'à obtenir une absorption acoustique cinq fois supérieure à celle des rideaux transparents usuels.

La designer en textile Annette Douglas a transposé ces résultats à la technique de tissage: elle a choisi les fils et développé une structure de tissage spéciale qui confère au tissu les propriétés d'incombustibilité et de transparence nécessaires et l'esthétique désirée. Weisbrod-Zürcher a finalement adapté les processus de fabrication pour produire industriellement ces rideaux.

La collection de rideaux d'Annette Douglas porte le nom bien approprié de «Silent Space» et comporte différents tissus.





L'équipe du projet s'est vue attribuer le «Design Preis Schweiz» pour les créations novatrices dans le domaine des textiles. Ces tissus sont une innovation réelle et utile qui devrait bientôt s'imposer sur le marché car par leur aspect sobre, d'une retenue décente, ils ouvrent des possibilités nouvelles dans l'agencement intérieur, ainsi que l'a relevé le jury.



Les nouveaux rideaux absorbant le bruit et cependant transparents ouvrent de nouvelles possibilités en aménagement intérieur.



## Le solaire – toujours plus attractif

Depuis que les premiers modules solaires furent employés il y a 50 ans pour alimenter des amplificateurs téléphoniques, la photovoltaïque a fait son entrée dans notre vie quotidienne. Sa diffusion plus large se heurte toutefois à des coûts encore élevés – bien qu'une production

---

# 18.7

**pour-cent: l'efficacité énergétique atteinte pour les cellules solaires dont la couche absorbant la lumière est formée de diséléniure de cuivre-indium-gallium (CIGS).**

---

croissante les fasse baisser: chaque fois que la capacité installée double, le prix d'un module solaire baisse de 20 pour-cent. Les modules solaires courants au silicium cristallin transforment certes efficacement la lumière en énergie, mais ils ont aussi des désavantages. Ils sont par exemple lourds, rigides et encombrants, ce qui ne facilite pas leur transport ni leur installation. De plus, bien que disponible en quantités suffisantes, le silicium devient toujours plus cher du fait de la demande croissante. Il vaut donc la peine de rechercher des alternatives.

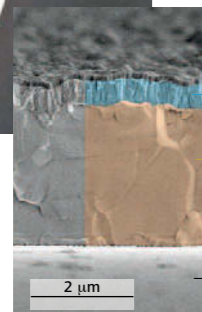
Une équipe de l'Empa développe par exemple des piles solaires flexibles organiques qui peuvent être produites à bon marché. S'il n'est plus nécessaire d'avoir des plaques de verre rigides, un procédé «roll-to-roll» permet de produire en grandes quantités de panneaux solaires sur des machines compactes. Le transport et le montage aussi seraient simplifiés. De plus, les modules solaires flexibles ouvrent de nouvelles possibilités d'utilisation, par exemple sur les façades des immeubles, les champs solaires ou les appareils électroniques mobiles.

Les piles solaires flexibles et à taux de conversion élevé – déposées sur des feuilles de polymères ou de métal – possèdent un potentiel économique énorme. Une technique développée à l'Empa détient actuellement, avec 18.7 pour-cent, le record mondial de taux de conversion pour ce type de piles. Sur ces piles, la couche absorbante qui convertit le rayonnement solaire en énergie est formée de diséléniure de cuivre-indium-gallium. Une autre

couche active, elle aussi déposable sur des feuilles et pour laquelle l'Empa détient un (deuxième) record mondial, est le tellurure de cadmium (CdTe). Son gros avantage est qu'elle peut être déposée à des températures relativement basses (moins de 450 degrés) sur des feuilles polymères moins résistantes à la chaleur que le verre.

Pour que la production de modules solaires bon marché devienne réalité, l'Empa transfère les innovations issues de ses laboratoires à des partenaires industriels. Les chercheurs de l'Empa travaillent actuellement, par exemple avec la start-up «Flisom», au perfectionnement des processus de fabrication pour lancer la production de cellules hautement efficaces.

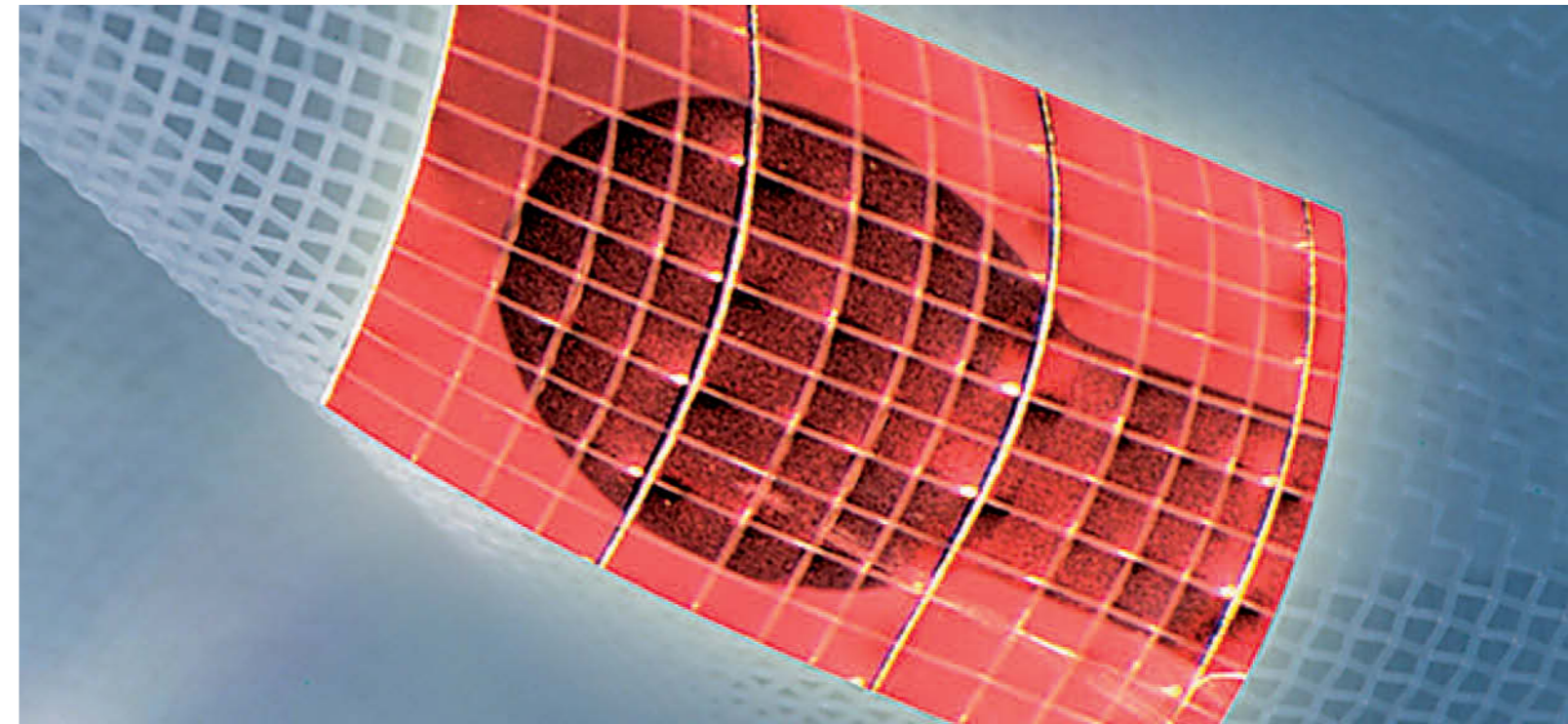
Une autre équipe de l'Empa utilise, au lieu de semi-conducteurs anorganiques, des polymères et des colorants organiques comme revêtement actif. L'avantage de cette technologie est qu'elle ne demande pas d'éléments rares et ménage ainsi, par exemple, les ressources d'indium très utilisé jusqu'ici en photovoltaïque.



- Couche anti-réflexion ( $MgF_2$ )
- Contact avant ( $ZnO$ )
- Couche tampon CdS ( $CdS$ )
- Couche absorbant la lumière (CIGS)
- Couche intermédiaire ( $MoSe_2$ )
- Contact arrière ( $Mo$ )

Coupe transversale de la couche absorbant la lumière.

La cellule solaire à couche mince (CIGS) développée par l'Empa, détentrice du record d'efficacité, est très flexible.



Cellule solaire purement organique. Le support est un tissu polymère de précision flexible et transparent. La conductibilité électrique nécessaire est assurée par des fils métalliques inclus lors du tissage. La fabrication des cellules solaires organiques ne nécessite pas de métaux rares. (© Wiley-Blackwell)



## KitePower: une centrale électrique aérienne

Dans le monde entier on s'attelle au développement de grands cerfs-volants pour capter l'énergie du vent. Cela parce qu'à une altitude élevée les vents sont plus forts et plus constants. Ce domaine est toutefois «hors de portée» même des plus grandes éoliennes – 85 pour-cent

des éoliennes installées en Europe ont une hauteur de moyeu inférieure à 120 mètres. Les grands cerfs-volants peuvent par contre monter à plusieurs centaines de mètres, voire à des kilomètres, et pourraient ainsi capter cette source d'énergie énorme.

Pour cela, le cerf-volant doit voler à grande vitesse dans la zone des forts vents sur des trajectoires pour l'essentiel perpendiculaires au vent. Le cerf-volant monte en tirant sur un câble enroulé sur un tambour

relié à un générateur qui produit de l'énergie électrique lors de la montée du cerf-volant. Lorsqu'il atteint une certaine altitude, le cerf-volant est dirigé hors de sa position de travail optimale et son angle d'attaque est modifié de manière à ce qu'il puisse être descendu avec peu d'énergie à une hauteur minimale. Le cerf-volant est alors redirigé dans le vent et le cycle recommence.

Les poutres Tensairity®, formées d'une enveloppe gonflée d'air associée à des tiges et des câbles, se sont déjà profilées en construction comme structures porteuses extrêmement légères. L'objectif est maintenant d'utiliser cette technologie pour des structures d'ailerons ultralégères aussi. Les premières démonstrations avec une aile d'une surface de 11 mètres carrés et un

---

# 300

grammes par mètre carré, et même moins, c'est ce que pèsent les cerfs-volants gonflables Tensairity®.

---

High-tech dans les airs: l'équipe du projet de l'Empa a procédé avec succès à un essai de remorquage avec ce prototype ultraléger.



pois de quelques kilos seulement ont déjà montré le potentiel de la technologie Tensairity® dans ce domaine. Il s'agit maintenant d'optimiser ces cerfs-volants et de démontrer leur aptitude pour cet usage. Les essais avec des cerfs-volants de telles dimensions sont un défi. Avec une méthode de corrélation d'images numériques 3D, la forme de la structure flexible est mesurée sous charge. Dans le projet «SwissKitePower», mené en collaboration avec la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse

(FHNW), l'EPFZ et le groupe Alstom Power, les cerfs-volants sont attachés à une station au sol mobile afin de déterminer leur maniabilité et leur rendement énergétique. Le comportement des cerfs-volants dans le vent est testé en les remorquant sur une piste attachés un véhicule. Ceci permet de déterminer les forces qui agissent sur le câble, l'efficacité aérodynamique et la déformation de l'aile à différentes vitesses du vent.

La réalisation de prototypes de cerfs-volants Tensairity® de deuxième génération, avec une forme et une aérodynamique améliorées, est actuellement en cours. De nouveaux vols d'essai sont prévus pour l'automne 2012.



La technologie Tensairity® à l'épreuve: les parties porteuses du cerf-volant sont formées de poutres spéciales remplies d'air. A l'avenir, de tels cerfs-volants pourraient s'utiliser pour produire de l'électricité.

## Un gaz à effet de serre transformé en carburant de valeur

Le stockage de l'électricité solaire et éolienne, durable mais chère, est difficile. Le problème se pose avant tout lorsqu'il règne un surplus d'éco-courant que le réseau ne peut absorber. Ce courant excédentaire permettrait de produire de l'hydrogène – mais alors se pose un autre problème: l'hydrogène aussi se laisse mal stocker et est difficile à transporter.

Le problème: l'hydrogène aussi se laisse mal stocker et est difficile à transporter.

Pour résoudre ce problème, les spécialistes de l'Empa ont un plan qui aurait fait la fierté des alchimistes du Moyen Age: «transmuter» l'hydrogène en un carburant synthétique facilement maniable à l'aide du gaz à effet de serre qu'est le dioxyde de carbone. En quelque sorte la transposition au 21<sup>e</sup> siècle du vieux rêve des alchimistes – transformer le plomb en or.

Le principe en détail: dans un catalyseur développé à l'Empa, l'hydrogène et le dioxyde de carbone se lient

pour former des oléfines à courte chaîne tels que l'octane. Cet hydrocarbure liquide est bien connu des automobilistes: l'indice d'octane mesure en effet la résistance de l'essence à l'auto-allumage. L'octane de synthèse ne demande pas de colonnes à essence spéciales et peut s'utiliser sur les moteurs conventionnels. Ceci permettrait enfin de transformer l'hydrogène produit avec l'énergie solaire ou éolienne en un produit aisément transportable; de plus, cette méthode permettrait de lier du CO<sub>2</sub> de l'atmosphère.

---

# 200 – 300

degrés Celsius, c'est la température qui doit régner dans une mini-réacteur pour que de l'hydrogène, H<sub>2</sub>, et du dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, se transforment en méthane, CH<sub>4</sub>.

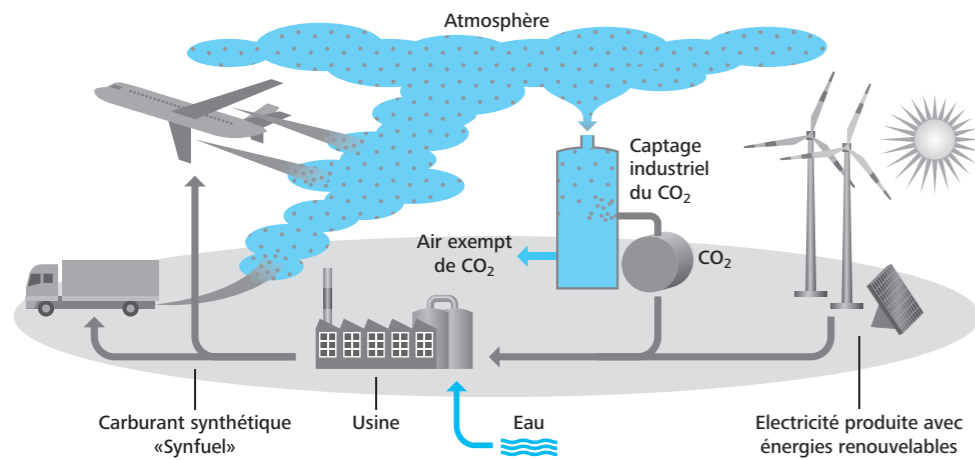
---



Contact:  
Prof. Dr. Andreas Züttel  
[andreas.zuettel@empa.ch](mailto:andreas.zuettel@empa.ch)

L'appareil dans lequel cette transformation doit avoir lieu se trouve dans un laboratoire de l'Empa: un cylindre de métal, d'aspect quelconque et de la taille d'un tonnelet de bière. Le CO<sub>2</sub> et l'H<sub>2</sub> sont amenés dans le cylindre; le mélange de gaz y entre en contact avec l'hydrure métallique Mg<sub>2</sub>NiH<sub>4</sub> avec lequel il réagit. Ce réacteur, en fonction depuis le début 2011, a déjà fourni des résultats: à des températures situées entre 150 et 350 degrés, l'équipe de l'Empa a réussi à obtenir du méthane (CH<sub>4</sub>) à partir de CO<sub>2</sub> et d'H<sub>2</sub>. Et l'on dispose aussi d'une hypothèse du mécanisme de réaction: au cours

du cycle de stockage et de libération de l'hydrogène, l'hydrure métallique Mg<sub>2</sub>NiH<sub>4</sub> se décompose en oxyde de magnésium et en nickel. Les molécules de CO<sub>2</sub> se fixent alors sur les particules de nickel et sont hydrées pour former du méthane. La prochaine étape sera consacrée à la recherche d'hydrures métalliques permettant d'obtenir des oléfines à plus longue chaîne. La vision de l'essence synthétique produite avec des énergies renouvelables pourrait bientôt devenir réalité.



L'approvisionnement en énergie du futur? De l'éco-courant et du CO<sub>2</sub> sont transformés en carburants synthétiques – des «synfuels» – utilisables pour faire le plein, exactement comme aujourd'hui, des voitures, des camions et des avions. Le gaz à effet de serre des échappements est à nouveau «récolté» – et le cycle se referme.

Contrôle de l'analyse sur l'appareillage qui transforme l'hydrogène, H<sub>2</sub>, et le dioxyde de carbone, CO<sub>2</sub>, en méthane, CH<sub>4</sub>. La détection d'une odeur de méthane confirme que la réaction désirée s'est bien produite.





## Les gaz d'échappement Diesel – épurés grâce au savoir-faire de l'Empa

Une équipe du laboratoire des moteurs de l'Empa travaille sur les systèmes d'épuration des gaz d'échappement diesel du futur. Au profit de ceux qui dans 20 ans respireront au voisinage de routes. Autrement dit presque tout le monde.

# 500

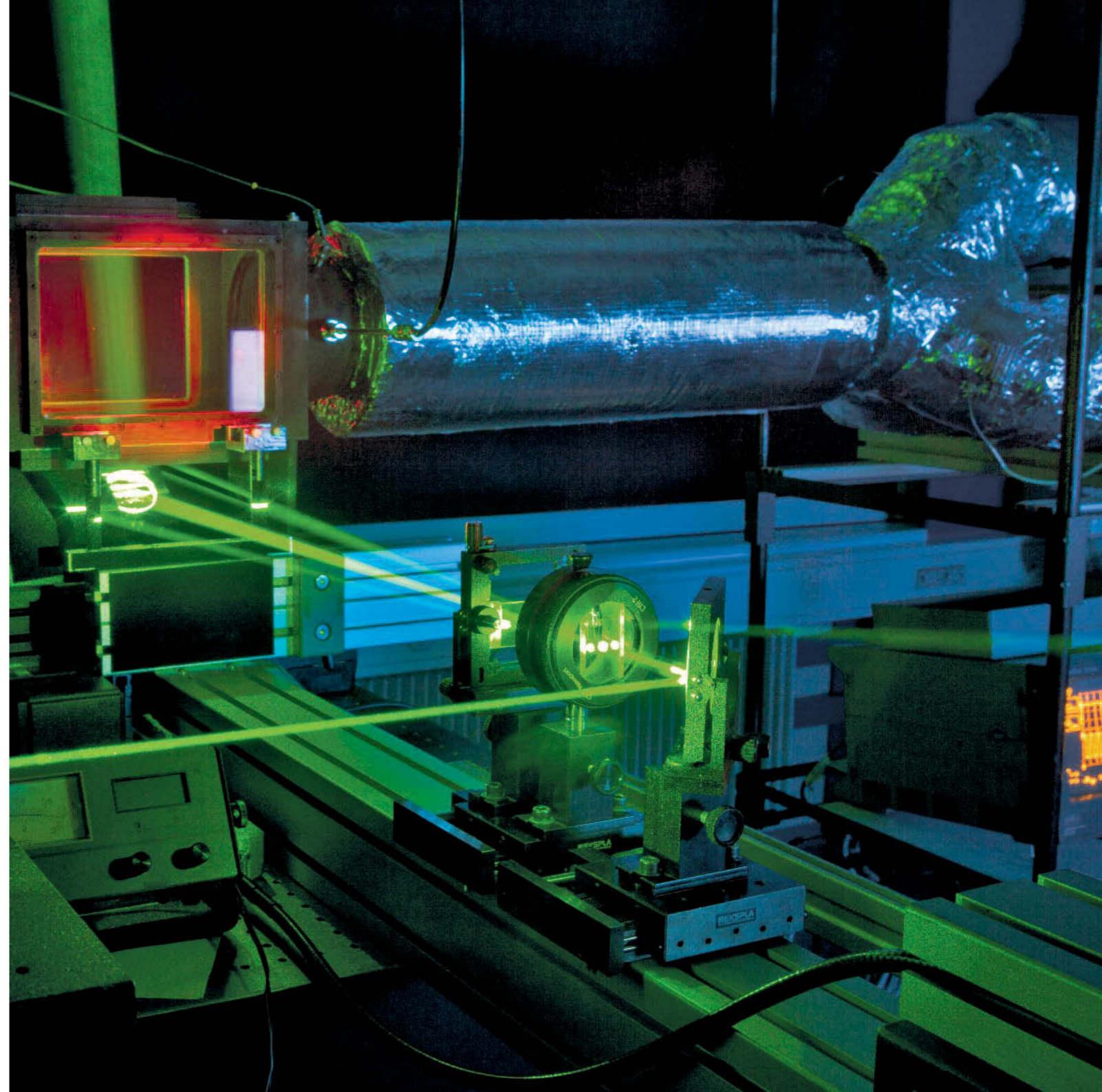
degrés, la température de l'air dans l'enceinte d'essai de mécanique des gaz d'échappement – soit aussi celle qui règne dans le pot d'échappement d'un moteur diesel tournant à plein régime.

Ce seul laboratoire de mécanique des gaz d'échappement de Suisse a été créé en 2011. La recherche sur la dynamique des gaz d'échappement devrait permettre de respecter plus facilement les valeurs limites des gaz d'échappement diesel qui vont bientôt devenir plus sévères. Les résultats de cette recherche seront surtout profitables aux fabricants de véhicules de moyenne importance. Cela parce que l'épuration complexe des gaz d'échappement que l'on ne trouve aujourd'hui que sur les camions devra bientôt aussi

équiper les tracteurs, les véhicules communaux et les machines de chantier. Pour cela il faut des solutions efficaces et peu coûteuses qui puissent s'imposer sur le marché, telles que celle que l'Empa aide à développer.

Il s'agit là de l'injection d'urée, une nouvelle technique pour éviter les émissions d'oxydes d'azote sur les moteurs diesel modernes: une solution d'urée, commercialisées sous le nom «Adblue», est injectée dans les gaz d'échappement. L'urée se décompose en  $\text{CO}_2$  et en ammoniac qui réduit les oxydes d'azote en azote et en vapeur d'eau. L'avantage: au contraire

Le cœur du laboratoire de mécanique des gaz d'échappement: de l'air à une température de 500 degrés Celsius s'écoule dans l'enceinte vitrée. Un laser rouge éclaire les gouttelettes pulvérisées depuis l'avant et une caméra ultra-rapide enregistre leur trajectoire. Le laser vert mesure simultanément la vitesse des gouttelettes.





Contact:  
Dr. Panayotis Dimopoulos Eggenschwiler  
[panayotis.dimopoulos@empa.ch](mailto:panayotis.dimopoulos@empa.ch)

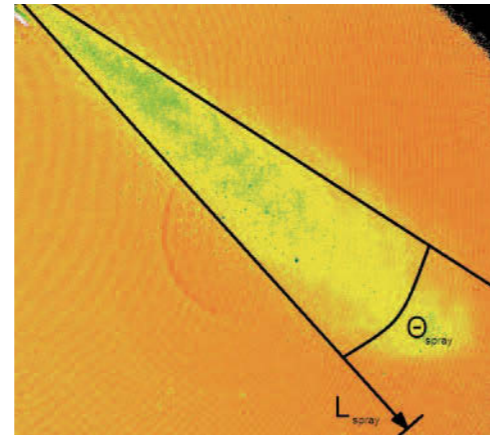
de ce qui est le cas avec les catalyseurs de stockage de NO<sub>x</sub>, largement répandus sur les voitures diesel, la consommation de carburant n'augmente pas. Mais cette méthode a aussi un désavantage: si la quantité d'Adblue injectée est insuffisante, seule une partie des oxydes d'azote est décomposée. Par contre si elle est trop grande, il reste de l'ammoniac dont l'odeur est dérangeante et qui de plus est toxique. C'est pourquoi tous les systèmes actuels basés sur ce principe restent tous «du côté sûr» et seuls environ 60 pour-cent de la quantité d'Adblue nécessaire sont ajoutés afin d'éviter tout surdosage.

C'est ici qu'intervient le laboratoire de mécanique des gaz d'échappement de l'Empa. C'est dans ce laboratoire que des essais doivent permettre de déterminer comment obtenir une distribution efficace d'Adblue dans les gaz d'échappement, quel est le dosage correct à différentes charges du moteur et comment atteindre des valeurs d'émission optimales avec le moins possible de moyens techniques.

En 2012, les chercheurs de l'Empa travailleront sur la dynamique de l'injection et des gaz d'échappement. Cela afin de créer un outil qui permette aux petits et moyens fabricants de véhicules et de machines de chantier de développer des systèmes

d'épuration des gaz d'échappement adaptés à leurs moteurs. C'est à cette seule condition qu'ils pourront respecter les valeurs limites d'émissions futures.

Un fabricant suisse qui désire profiter de ces résultats de recherche participe déjà à ce projet. Alors que les premiers essais sont réalisés avec de l'air ou des mélanges de gaz artificiels, la phase finale sera réalisée avec un moteur diesel afin d'étudier ces nouveaux «diesel-cats» dans des conditions réelles.



Essai de pulvérisation effectué dans le laboratoire de mécanique des gaz d'échappement visualisant la taille et la trajectoire des gouttelettes. Le but est de réduire les NO<sub>x</sub> dans les gaz d'échappement grâce à un dosage précis de la quantité de solution d'Adblue.

## Le laser déchiffre la signature isotopique du CO<sub>2</sub>

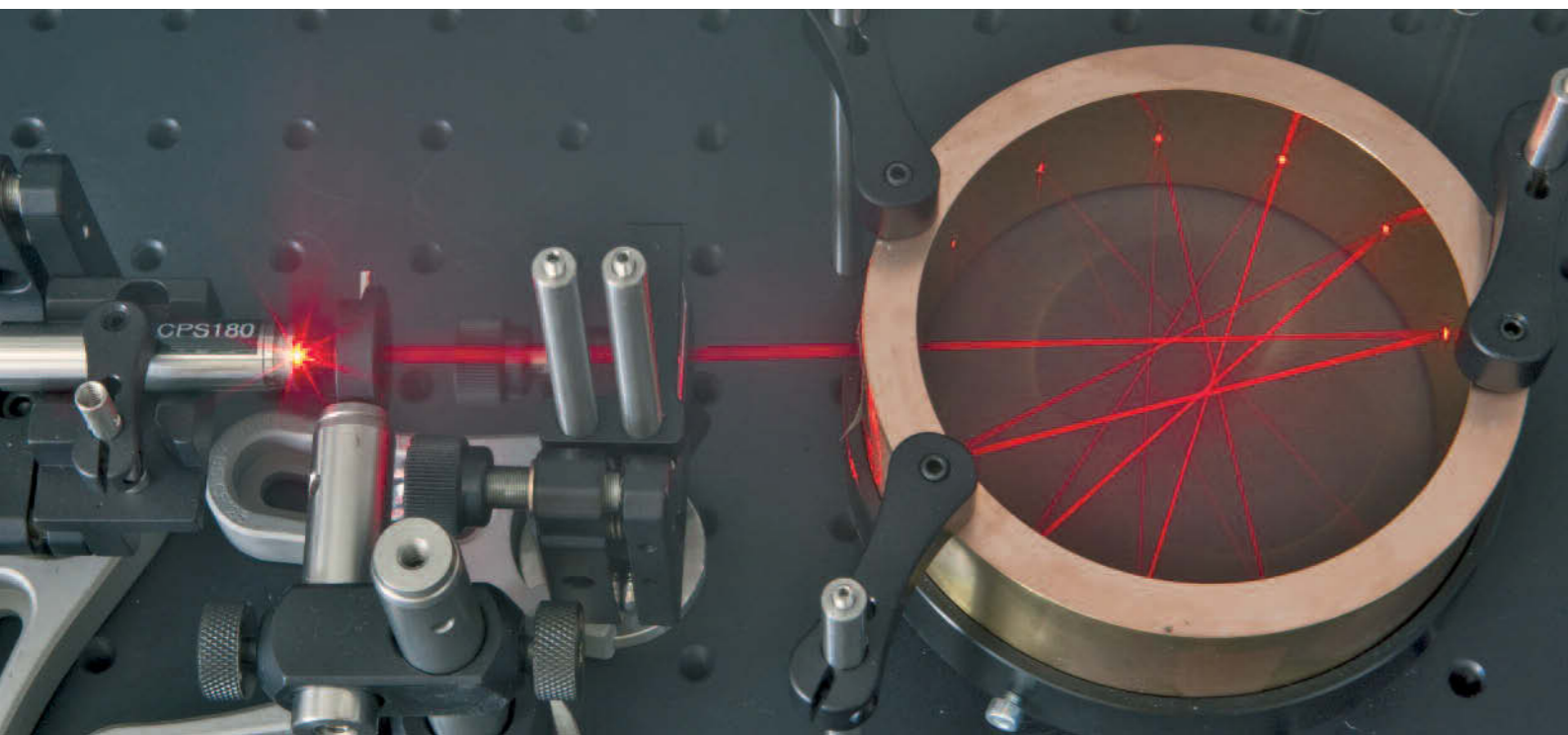
La combustion des combustibles fossiles n'est pas seule à produire du CO<sub>2</sub>, la respiration des hommes, des animaux, des plantes et des bactéries en produit aussi. Mais il y a dioxyde de carbone et dioxyde de carbone: les molécules de CO<sub>2</sub> issues de la combustion diffèrent

par leur signature isotopique de celles «produites biologiquement». Un spectromètre laser à cascade quantique développé par l'Empa avec la firme américaine Aerodyne Research, est capable de déceler ces isotopes et de les mesurer en continu. Depuis quelques années, il détecte sur le Jungfraujoch les molécules de CO<sub>2</sub> et déchiffre leur signature isotopique. Pour cela, les échantillons de gaz sont conduits dans la chambre du spectromètre où ils sont analysés par absorption du faisceau d'un laser à cascade quantique. Les photons absorbés ne par-

**10<sup>-8</sup>**

**pour-cent, la teneur de l'isotope (rare) <sup>13</sup>C que l'appareil est encore en mesure de détecter dans le CO<sub>2</sub> de l'air atmosphérique**

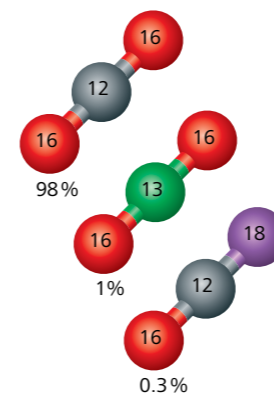
viennent pas sur le détecteur et sont reconnus comme «manquants». En complétant ces mesures des isotopes du CO<sub>2</sub> par des mesures d'autres polluants et en les associant avec des modèles météorologiques, on peut alors déterminer l'origine géographique du CO<sub>2</sub>. Ce spectromètre pourrait aussi s'utiliser à des fins médicales. Il peut en effet détecter différents isotopes de l'air expiré qui permettent de conclure à une infection bactérienne de l'estomac – souvent précurseur d'un cancer de cet organe.



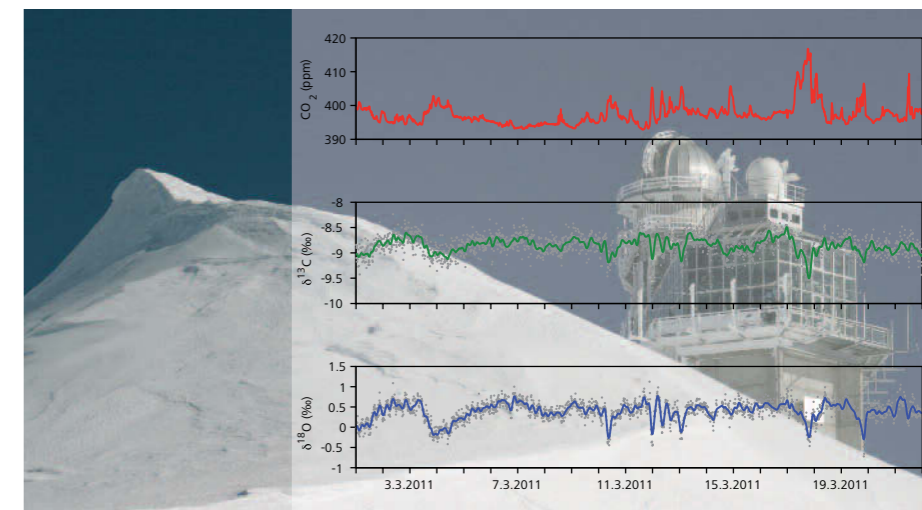
Les nouveaux spectromètres laser à cascade quantique permettent de différencier la composition isotopique des gaz traces. Le cœur de ces appareils est une cellule de mesure dont les parois réfléchissent plusieurs fois de rayon laser, ce qui leur confère une sensibilité particulièrement élevée.

Il peut encore s'utiliser pour l'analyse de nombreux gaz traces et ainsi, dans l'industrie des semi-conducteurs, pour l'analyse des processus de production ou encore, dans la branche alimentaire, pour déterminer le degré de maturité des fruits. L'avantage des spectromètres laser à cascade quantique: ils sont plus précis et moins coûteux que les spectromètres actuels – et plus rapides. L'Empa développe actuellement avec plusieurs partenaires un spectromètre laser à cascade quantique plus

sensible, capable de mesurer rapidement et sélectivement des gaz traces, mobile, de la taille d'un carton à chaussures et d'utilisation simple. Alors que l'Empa est responsable de la partie spectroscopie et de sa construction, l'EPF de Lausanne assure la production de certains composants électroniques, l'EPF de Zurich, de la source laser, l'Université de Neuchâtel, du détecteur et la haute école spécialisée FHNW, du dispositif de saisie des données.



Le CO<sub>2</sub> est formé d'un atome de carbone (C) et de deux atomes d'oxygène (O), présents dans la nature sous forme de différents isotopes. Le CO<sub>2</sub> le plus fréquent, avec 98 pour-cent, est composé de carbone <sup>12</sup>C et d'oxygène <sup>16</sup>O.



Mesures sur le Jungfrauoch: la variation simultanée de la concentration de CO<sub>2</sub> et de sa signature isotopique (isotopes  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) résulte de l'échange du CO<sub>2</sub> de l'air avec la surface de la terre et de la combustion des combustibles fossiles.



## Très smart: un «climatiseur» intégré aux vêtements de protection

Il va aujourd'hui de soi que les vêtements de sport soient fonctionnels, une veste de sport est par exemple à la fois respirante et imperméable. Pour les vêtements de travail, cette fonctionnalité se limite par contre le plus souvent à la seule protection, par exemple contre

le feu, les objets pointus ou les produits chimiques. Aucune importance particulière n'est accordée au confort. Sur les gilets pare-balles, le kevlar ne laisse pas passer les balles – mais pas non plus la vapeur d'eau. Les forces de sécurité qui doivent porter un tel gilet sous leur uniforme ne transpirent ainsi pas seulement par les grandes chaleurs. Ce qui n'est que désagréable dans un bureau réduit les performances en cas d'effort corporels – et peut devenir dangereux lors d'une intervention.

L'Empa a développé avec un partenaire industriel

un gilet de protection «intelligent» à système de réfrigération intégré basé sur la technologie Coolpad développée initialement pour des applications médicales. Le Coolpad intégré au gilet est rempli d'eau qui s'évapore à travers une membrane et refroidit ainsi le pad. De plus, un mini-ventilateur souffle de l'air à travers le tricot espaceur placé derrière le pad et assure une réfrigération supplémentaire

Intégrer un tel «climatiseur» dans un vêtement ne fut pas des plus simples. Pour cela il fallait un tricot espaceur, à la fois stable à la compression et flexible et présentant en

---

### 544

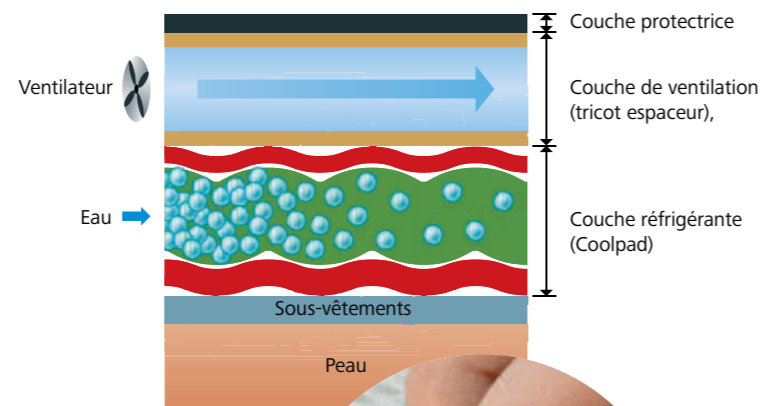
grammes, le poids perdu par transpiration par un cobaye dans le gilet de protection «intelligent» à climatiseur intégré lors d'un test en laboratoire; avec une veste conventionnelle cette perte est de 735 grammes.

---

Gilet balistique porté sous la chemise de l'uniforme avec «climatiseur» intégré destiné par exemple aux forces de police.



même temps une faible résistance à l'écoulement d'air, qui a été développé en collaboration avec la firme Eschler. Il n'y avait pas non plus sur le marché de ventilateurs assez petits pour être intégrés à un vêtement; les ingénieurs de l'Empa en ont alors développé un; deux unités équipées de leur électronique et de leurs batteries assurent maintenant un courant d'air rafraîchissant dans ce gilet. Les Coolpads existant jusqu'ici n'étaient pas non plus satisfaisants: étant soumis à de fortes sollicitations mécaniques dans le gilet, ils présentaient souvent des fuites. Une nouvelle technique de soudage par diodes laser assure un assemblage plus fiable des membranes ultrafines de ces pads. Les soudures restent alors flexibles et souples. Les experts de l'Empa ont encore amélioré le taux d'évaporation et ainsi le pouvoir réfrigérant des pads. Mais ce n'est pas encore tout: pour simplifier leur remplissage, ils ont développé une station de remplissage portable qui se raccorde rapidement au gilet et remplit le pad en une minute. Lors du même «service», les mini-ventilateurs déchargés peuvent être échangés contre des ventilateurs chargés. Le gilet est alors à nouveau prêt pour une utilisation de trois à quatre heures.



Les mesures comparatives réalisées avec des systèmes de réfrigération actuels ont montré que ce nouveau développement est nettement moins lourd et qu'il assure encore une meilleure réfrigération. Mais ce gilet a aussi déjà fait ses preuves en pratique: des agents de la police municipale de Zurich l'ont testé durant de chaudes journées d'été et leur jugement a été tout à fait positif. Une première série de ce gilet de protection portable sous l'uniforme va être prochainement produite par le partenaire de ce projet Unico swiss tex GmbH. Cette technologie de réfrigération «intelligente» se prête aussi à la réalisation de combinaisons de protection, de vestes d'uniforme et même de sacs à dos. D'autres développements de ce genre sont déjà projetés.



Un système multicouche assure une réfrigération active, entre autres par ventilation à travers le tricot espaceur (photo circulaire).

Sur ce gilet pare-balles, la réfrigération, et donc le confort, sont assurés par un Coolpad rempli d'eau et d'un mini-ventilateur qui souffle de l'air à travers la couche de ventilation.



## A la fois microscope et établi de travail – le FIB

Les procédés d'imagerie sont très répandus en science des matériaux. L'Empa possède elle aussi différents instruments d'imagerie, tels que des sondes à ultrasons, des appareils thermographiques et à rayons X, des microscopes électroniques et à force atomique et

d'autres encore. Depuis près de dix ans, l'Empa dispose aussi d'installations à faisceau d'ions focalisé (Focused Ion Beam, FIB) qui fonctionnent à la manière d'un microscope électronique à balayage (MEB). La différence: la source d'électrons est remplacée par un canon à ions gallium capable d'arracher des électrons et des atomes de l'échantillon examiné. Ces particules secondaires et les particules primaires dispersées sont détectées et fournissent des informations sur la topographie et

les caractéristiques de la surface de l'échantillon. Le faisceau d'ions qui balaie l'échantillon, comme pour une image TV, fournit point par point et ligne par ligne une image globale de l'échantillon.

L'avantage des ions gallium sur le faisceau d'électrons d'un MEB réside dans leur masse plus élevée. Ceci permet non seulement d'obtenir une image de la surface d'un échantillon mais aussi d'enlever des couches de celle-ci et d'y créer des nanostructures.

Le perfectionnement le plus récent des FIB utilise un faisceau d'ions hélium plus légers que les ions gallium. On peut ainsi obtenir des images avec une résolution jusqu'ici

---

### 0.35

nanomètre, le pouvoir de résolution atteint sur les images obtenues avec un «Focused Ion Beam» (FIB) à ions d'hélium.

---

L'appareil FIB à hélium mis en service à l'automne 2011 ouvre de nouvelles possibilités en recherche nanotechnologique.





Contact:  
Dr. Urs Sennhauser  
[urs.sennhauser@empa.ch](mailto:urs.sennhauser@empa.ch)

inatteignable, jusqu'à 0.35 nanomètre, et avec un contraste nettement meilleur. Un FIB à ions gallium ne permet lui qu'une résolution de cinq à dix nanomètres. De plus, à tension d'accélération identique, le faisceau d'hélium pénètre plus profondément dans l'échantillon.

Pour les applications nanotech, ces avantages constituent un progrès énorme. Le FIB à hélium est des mieux adapté pour l'examen de couches ultraminces en microélectronique et en recherche sur les matériaux, telles que les couches monoatomiques de carbone, dénommées graphènes qui, du fait de leurs propriétés électroniques extraordinaires, sont considérées comme une alternative possible au silicium dans la technologie des semi-conducteurs.

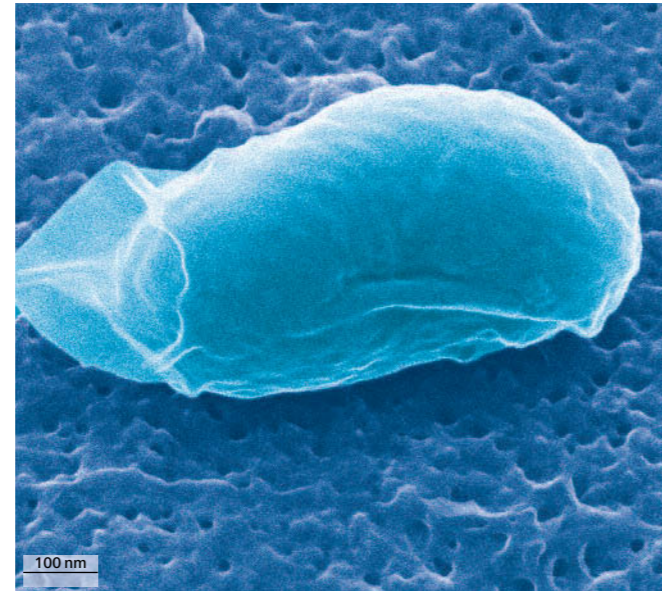
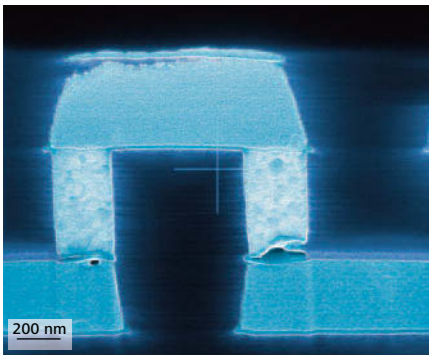
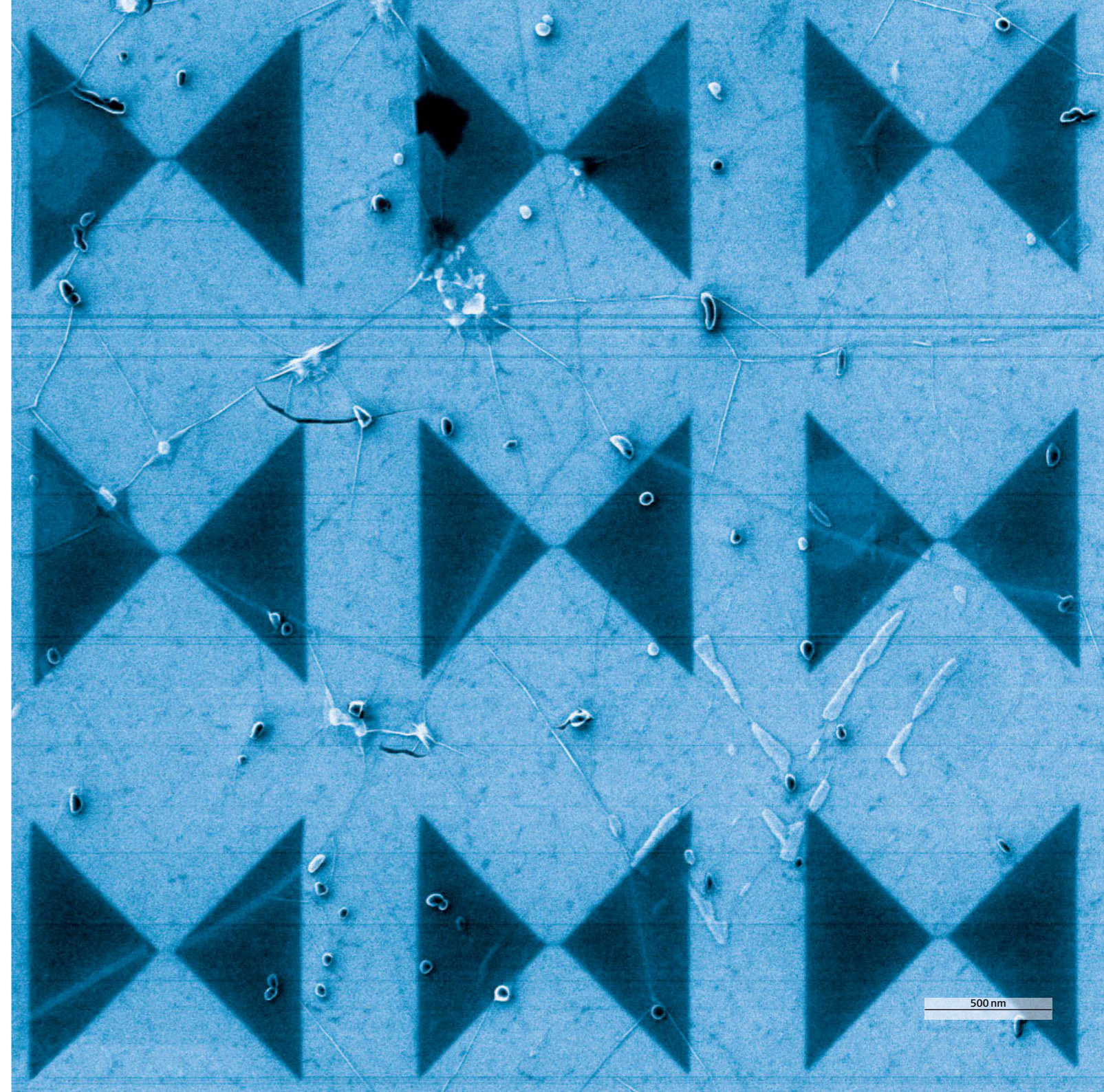


Image haute résolution obtenues avec le FIB à hélium. A gauche: analyse de défauts en micro- et nano-électronique; au centre: bactéries utilisées pour la biolixiviation (échantillon Brandl/Fabbri, Université de Zürich); à droite: structure de graphène «taillée» avec le FIB à hélium.



500 nm



## NEST – l'avenir de la construction

Le plus ambitieux projet de recherche en construction de Suisse. Une très bonne description de NEST. Ce laboratoire modulaire, conçu comme objet de démonstration sur le site de l'Empa, doit permettre d'expérimenter les technologies, systèmes et matériaux de construction de demain. On peut y oser et tester tout ce qui n'est possible nulle part ailleurs: des modules «énergie plus», des matériaux écologiques renouvelables, des automatisations commandées à distance par iPhone, et, et, et... Ce qui fait ses preuves trouve la voie du marché; ce qui échoue est remplacé après un à deux ans par un autre module – en quelque sorte du «plug and play» en construction.





Recherche appliquée

Développements innovateurs

Transfert de savoir & de technologie

Prestations de service & expertises

Formation professionnelle

## NEST – exercice de corde raide en construction – mais non sans filet

Expérimenter en construction? De quoi faire frémir les spécialistes du bâtiment. Les concepts visionnaires sont impopulaires car les bâtiments doivent fonctionner dès le départ. C'est ce qu'exigent les maîtres d'ouvrage. Peu de place ici pour les idées non-conformistes.

---

# 600

mètres carrés de surface sont disponibles pour des expériences sur chacun des cinq étages de NEST.

---

Le projet «NEST», une initiative de l'Empa, de l'Eawag, de l'EPFZ et de l'EPFL, doit permettre une telle expérimentation: des modules abriteront les expériences. Et si cela ne fonctionne pas, le module sera tout simplement remplacé. Ce qui laisse une place, avec des risques limités, aux concepts visionnaires.

Le projet: un noyau central en béton forme le squelette du bâtiment-laboratoire auquel s'accrochent les modules expérimentaux. C'est là qu'entreront en

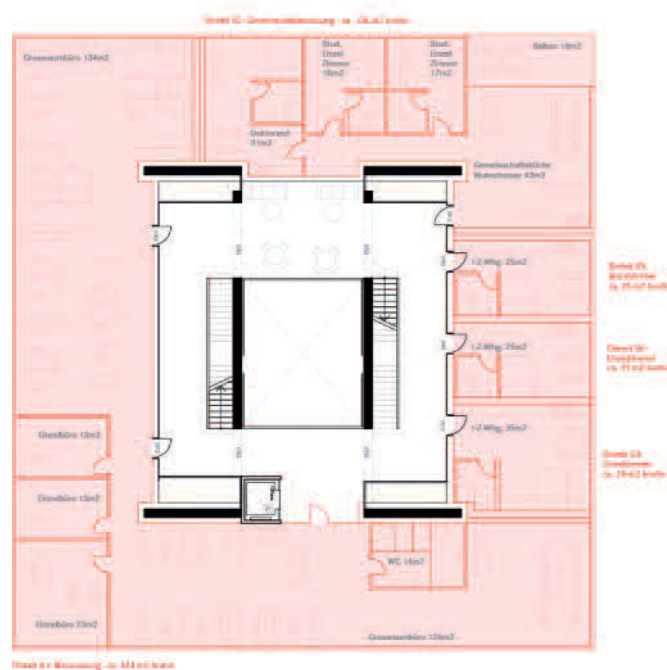
compétition les idées visionnaires et pragmatiques, les concepts d'habitat futuristes et traditionnels: un module maison passive écologique voisinera peut-être avec une construction légère Minergie A avec une isolation sous vide et des cloisons en nids d'abeille de fibres de carbone, avec une électronique de commande du chauffage et de la ventilation gérée à partir d'un smartphone et encore équipée d'un système de protection solaire photovoltaïque qui procure un ombrage et produit de l'électricité.

Toutefois un amas de modules servant uniquement de «présentoir» n'aurait que peu de valeur scientifique. C'est pourquoi des personnes doivent emménager dans NEST et documenter leur expérience. Une utilisation mixte, avec des bureaux, des salles de conférence et des appartements,

Représentation virtuelle de la cage d'escalier de NEST avec vue sur la cafétéria.







tels que des studios pour des doctorants et des duplex en construction légère pour des scientifiques invités et leur famille. Ainsi les architectes et les projeteurs de NEST pourront étudier comment les maisons de l'avenir agissent sur leurs habitants.

Au contraire de ce qui est le cas sur les maisons «normales», les erreurs seront permises sur NEST. On pourra y oser ce qui n'est possible nulle part ailleurs car les modules seront remplacés après quelques années – permettant ainsi des constructions présentant un risque gérable. Le squelette en béton abritant les alimentations est par contre un investissement durable dans la recherche qui restera utilisable pour des décennies.

L'Empa désire organiser des concours pour les différentes phases du projet. Des thèmes tels que «automatisation des bâtiment con-

tre climatisation passive» sont pensables; des variantes d'assainissement d'immeubles anciens pourraient être étudiées. Et comme chaque module possédera sa propre gaine d'alimentation, une comparaison directe de la consommation du chauffage, de la climatisation, de l'électricité et de l'eau sera possible. Des partenaires de projet internationaux devraient aussi pouvoir être gagnés car il n'existe actuellement nulle part ailleurs un tel «laboratoire du bâtiment».

Ce projet de recherche sur les bâtiments, certainement le plus ambitieux de Suisse, n'existe encore que sur le papier. L'établissement des plans pour la demande de permis de construction de

l'ossature, qui devrait avoir lieu en 2013, est en cours. Parallèlement, la recherche de fonds et de partenaires industriels suisses et étrangers se poursuit.

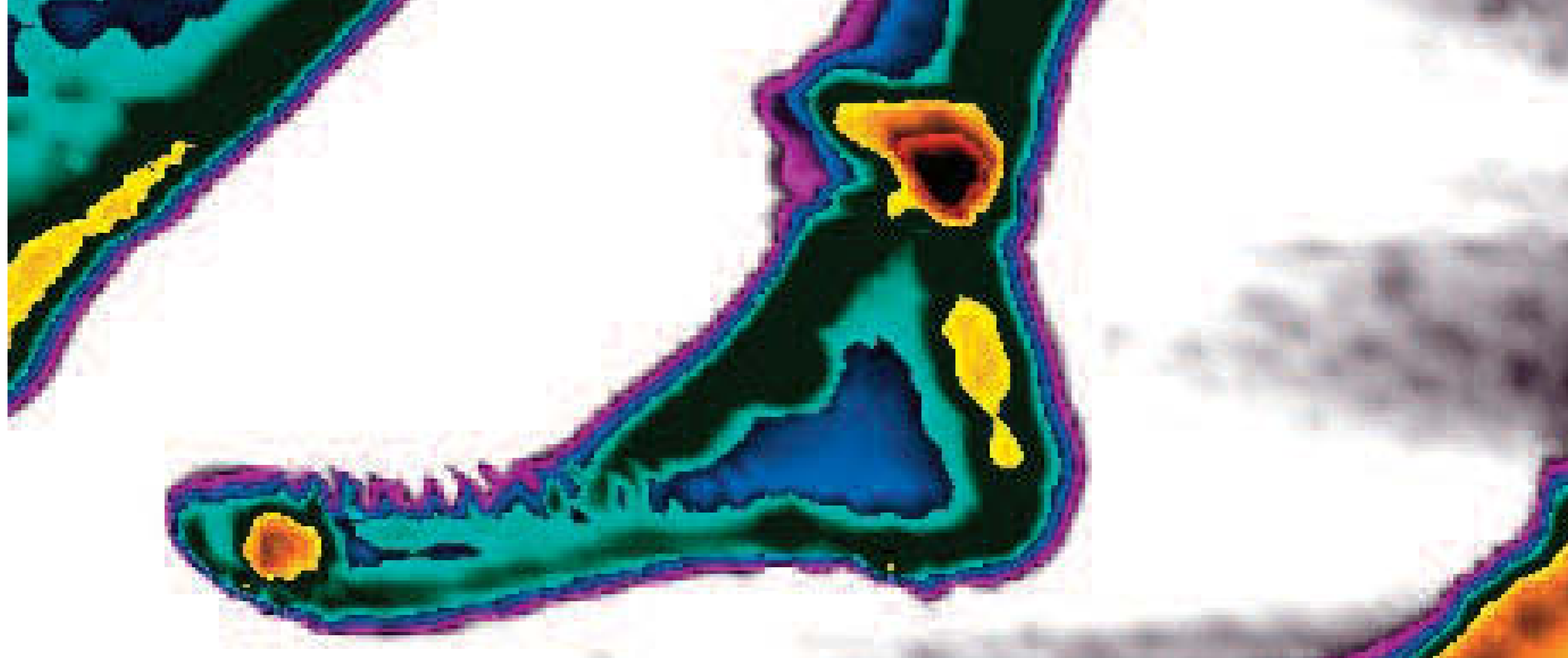


NEST avec différentes configurations. Les modules de recherche peuvent être montés et enlevés indépendamment les uns des autres.

Plan de NEST. Chaque plateforme offre plus de 600 mètres carrés de surface utile pour des expériences. La cage d'escalier, l'ascenseur et les gaines d'alimentation se trouvent dans le noyau central.

## Axes de recherche

Dans quels domaines se situent les grands défis de notre époque? Très certainement dans ceux de la santé et du bien-être de l'homme, du climat et de l'environnement, des ressources et de leur pénurie proche, de l'approvisionnement durable en énergie et dans le renouvellement des infrastructures. L'Empa focalise le savoir-interdisciplinaire des ses 29 laboratoires de recherche pour trouver des solutions pratiques pour l'industrie et la société dans ses axes de recherche santé et performances, ressources naturelles et polluants, technologies énergétiques, Sustainable Built Environment et matériaux nanostructurés.





## Des matériaux innovateurs pour un avenir sain



L'influence humaine sur l'environnement et sur l'homme lui-même prend de plus en plus d'ampleur. Le réchauffement climatique et la pollution par l'ozone ne sont que deux exemples de ses conséquences graves, mais l'augmentation de l'espérance de vie est elle aussi un de ses corollaires. C'est pourquoi l'Empa développe dans son axe de recherche «Santé et performances» des solutions aux problèmes de l'environnement et de la santé qui contribuent à conserver aux personnes une qualité de vie élevée et une bonne constitution physique.

### Modélisation corporelle

De plus en plus de personnes sont confrontées à des situations extrêmes dans leur vie professionnelle mais aussi dans leurs loisirs. Les adeptes de sports extrêmes ne sont pas les seuls à attendre que leurs vêtements soient «fonctionnels»; les pompiers, les policiers et les équipes de sauvetage ont besoin de textiles qui les protègent du feu ou des projectiles (cf. page 46) tout

en leur offrant du confort, par exemple grâce à un faible poids ou à une bonne gestion de la température et de l'humidité. L'Empa développe pour cela des systèmes de mesure modernes et différents mannequins équipés de capteurs – des modèles uniques au monde du corps humain.

Des mannequins sont utilisés pour étudier par exemple le transport de l'humidité et de la chaleur à travers les textiles.

### «Fonctionnaliser» les textiles et les fibres

Ce que nous portons sur notre peau doit remplir diverses fonctions. Pour cela, les textiles comportent souvent des membranes polymères ou composites, leurs fils sont filés directement sous forme de composites ou encore leurs propriétés améliorées au moyen de nanoparticules. L'Empa travaille par exemple sur des textiles permettant l'administration de médicaments ou encore sur des fibres électroconductrices utilisables à des fins thérapeutiques ou pour le monitoring des fonctions corporelles.

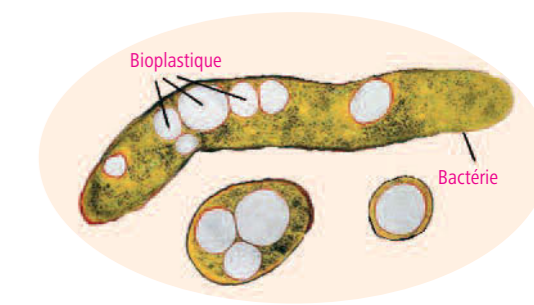
Des propriétés nouvelles peuvent aussi être conférées aux fibres et aux textiles par des additifs tels que des retardateurs de flamme pour les vêtements et les textiles d'ameublement. L'Empa a développé des retardateurs de flamme totalement nouveaux et écologiques utilisables sur les polymères et d'autres matériaux. Ces retardateurs de flamme à base de phosphore, de silicium et d'azote devraient venir remplacer les retardateurs actuels fortement polluants.



Des retardateurs de flamme non polluants: le monde entier était à leur recherche, l'Empa les a développés.

### La biocatalyse – un exemple parfait de green-tech

Le Masterplan Cleantech suisse préconise entre autres le développement de procédés biologiques qui simplifient les processus de synthèse, consomment moins d'énergie et ne demandent pas de solvants toxiques. Dans ce domaine, l'Empa se consacre au perfectionnement de la biocatalyse, l'utilisation des enzymes pour faciliter des réactions précises. La biocatalyse est une technologie «verte» car les enzymes sont produites à partir de matières premières renouvelables – le plus souvent des bactéries ou d'autres organismes unicellulaires – et elles sont biodégradables. Elles peuvent de plus être optimisées par génie protéique. Leur avantage: ce que les chimistes obtiennent avec de grosses dépenses d'énergie et de matériel, les enzymes le réalisent à température ambiante, sans solvant, souvent avec un rendement élevé – et sans trop d'impuretés. L'Empa utilise par exemple la biocatalyse pour accroître la valeur ajoutée des bois.



Des bactéries et d'autres systèmes biologiques sont capables de produire de grandes quantités de biopolymères.

## Nouvelles technologies de construction grâce à la recherche

L'importance de l'environnement construit pour le développement de notre société est devenue encore plus évidente avec la discussion sur l'énergie qui s'est engagée à la suite du tremblement de terre catastrophique au Japon. L'efficacité et la sécurité sont les notions clés auxquelles se mesure la qualité de l'environnement construit. L'axe de recherche «Sustainable Built Environment» aborde ces thèmes de manière interdisciplinaire à l'interface entre recherche en sciences de la nature et sciences de l'ingénieur.

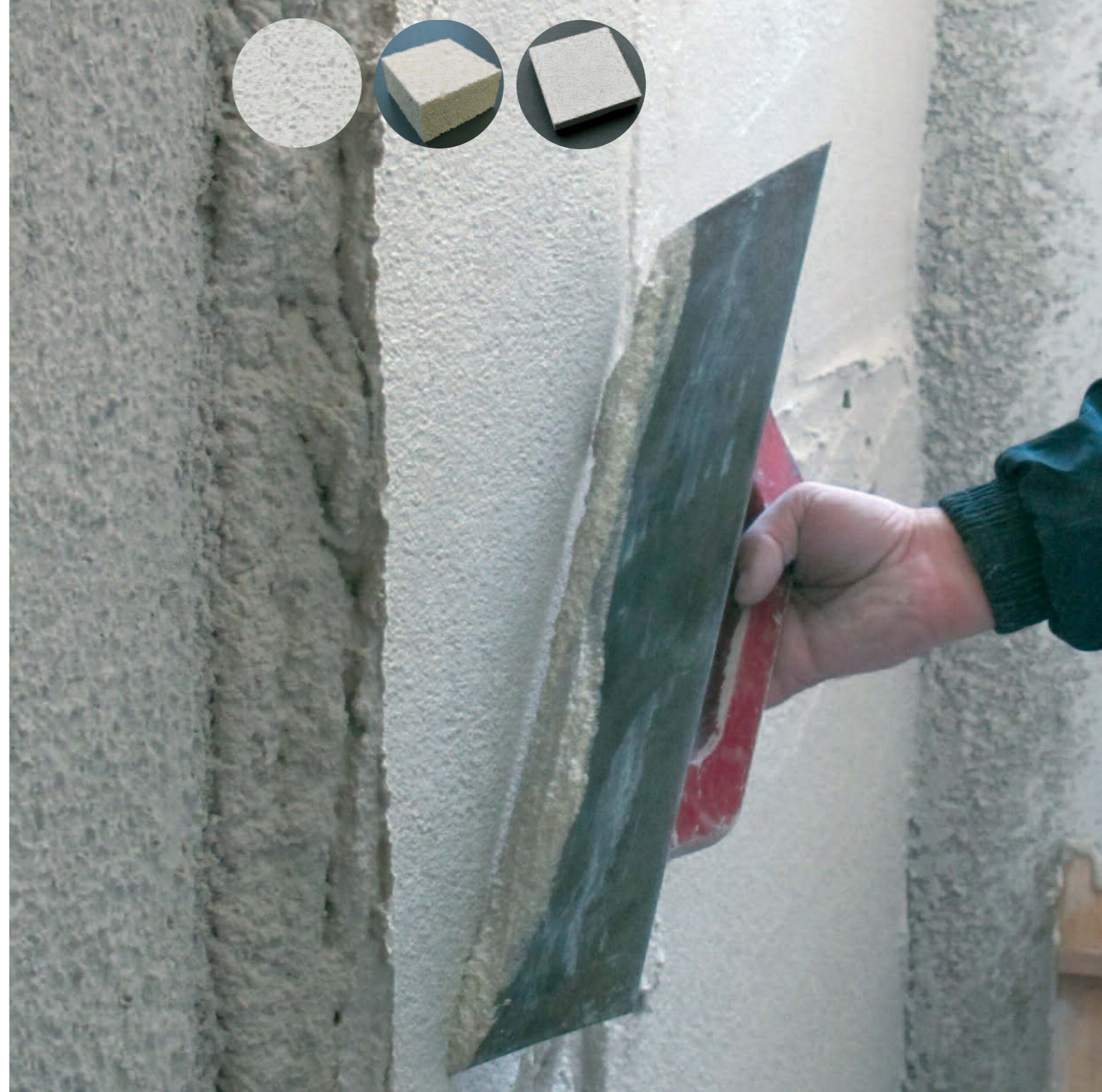
Le développement du parc immobilier et de l'infrastructure en Suisse et dans d'autres pays industrialisés se trouve confronté à plusieurs défis. Il s'agit là entre autres

- de restructurer et d'optimiser les bâtiments anciens afin de réduire leur consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre associées,
- de revaloriser les bâtiments existants pour qu'ils répondent aux besoins actuels et futurs, par exemple en matière de confort et de disposition des pièces
- de maintenir et de développer l'infrastructure pour la mobilité et l'alimentation en énergie et en eau.

### L'air isole – aussi les bâtiments historiques

L'Empa a développé avec des partenaires industriels un crépi isolant à base d'aérogel qui présente un fort potentiel pour l'isolation thermique des bâtiments historiques. Souvent, sur ces bâtiments, l'aspect de la façade doit être conservé et la pose d'une isolation extérieure supplémentaire n'est donc pas possible. Par contre, leur crépi pourrait être remplacé par ce crépi aérogel dont la conductibilité thermique est nettement inférieure

Rendu possible grâce aux nanomatériaux: le crépi isolant aérogel; sa conductibilité thermique de moins de 30 mW/m·K est inférieure à celle des matériaux isolants conventionnels. Ce crépi enrichi de granulats d'aérogel nanoporeux est projeté à la machine et ensuite lissé.





Contact:  
Dr. Peter Richner  
peter.richner@empa.ch

Axe de recherche «Matériaux nanostructurés»

## «Expérience aux limites» en nanométrie

à celle des isolants conventionnels. Ce crépi, ouvert à la diffusion de vapeur et purement minéral, est aussi utilisable à l'intérieur (cf. page 88).

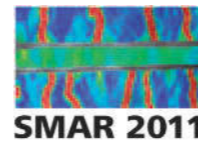
### Absorbant le bruit et transparent

Les facteurs déterminants pour le bien-être dans les locaux d'habitation et de travail sont, à côté de la qualité architecturale, aussi la qualité de l'air, la température, l'humidité relative, l'éclairage et l'acoustique. Ces deux derniers points précisément

ne doivent pas être négligés. La lumière naturelle est essentielle pour notre métabolisme et les locaux où la réverbération acoustique est élevée rendent les conversations difficiles dès que plusieurs personnes parlent. Dans un projet interdisciplinaire, l'association habile de la simulation sur ordinateur, du savoir-faire textile et de mesures acoustiques a abouti au développement de rideaux absorbant le bruit et transparents (cf. page 28).

### Conférence au Golfe persique

L'Empa possède une longue tradition dans le monitoring et le renforcement des bâtiments et elle jouit dans ce domaine d'une excellente réputation internationale. Elle a ainsi organisé avec l'«American University in Dubai» (AUD) la SMAR 2011 (First Middle East Conference on Smart Monitoring, Assessment and Rehabilitation of Civil Structures) avec près de 300 participants de 30 pays (cf. page 94). Les préparatifs de la prochaine conférence à Istanbul sont déjà en cours.



Une salle de réunion de l'Empa a déjà été équipée avec ce nouveau rideau absorbant le bruit.

L'utilisation contrôlée des effets et des phénomènes nanométriques est aujourd'hui à la base du développement de matériaux, de revêtements et de surfaces possédant des propriétés améliorées ou nouvelles. Les facteurs de succès sont ici l'excellence en physique et

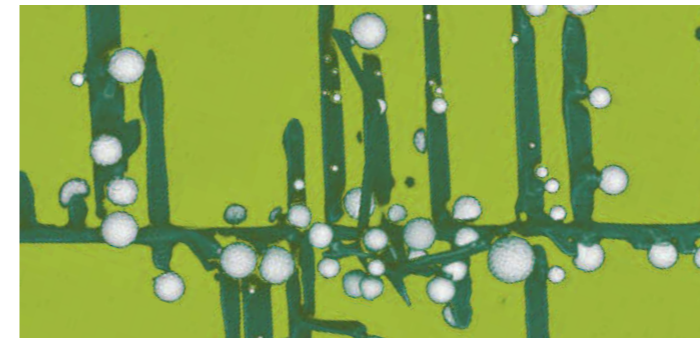
en chimie, pour comprendre et maîtriser les phénomènes sur le plan atomique et moléculaire, associée à l'art de l'ingénieur, pour créer les matériaux désirés avec les processus de production nécessaires.

L'Empa concentre ses compétences dans son axe de recherche «Matériaux nanostructurés» et renforce ainsi ses capacités innovatrices pour le développement de technologies et de matériaux nouveaux.

### Explorer les limites

Dans la recherche sur les matériaux, la conquête du nanomonde revient à s'avancer jusqu'aux limites absolues de la physique et de la technologie. Les éclaircissements ainsi acquis conduisent à des connaissances indispensables pour le succès du développement de nanomatériaux et de nanotechnologies.

La plus petite «électromobile» du monde, une molécule qui se meut grâce à l'injection d'électrons (cf. page 12), ou la première reconstruction 3D de la structure atomique d'une nanoparticule à l'aide de la microscopie électronique (cf. page 15), sont de telles «expériences limites» avec lesquelles les scientifiques de l'Empa ont attiré sur eux l'année dernière l'attention du monde entier.

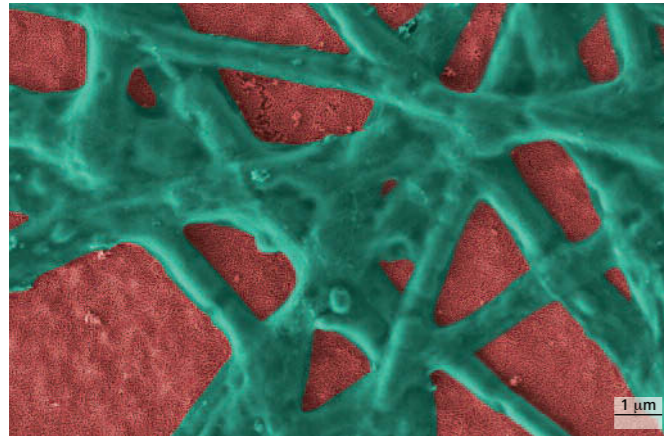


Lors de l'infiltration par fusion des composites oxyde d'aluminium/acier, il se forme des fibres de céramique sur lesquelles se déposent des gouttes en forme de balle de golf du métal catalyseur.

Contact:  
Dr. Pierangelo Gröning  
[pierangelo.groening@empa.ch](mailto:pierangelo.groening@empa.ch)

### Des applications en vue

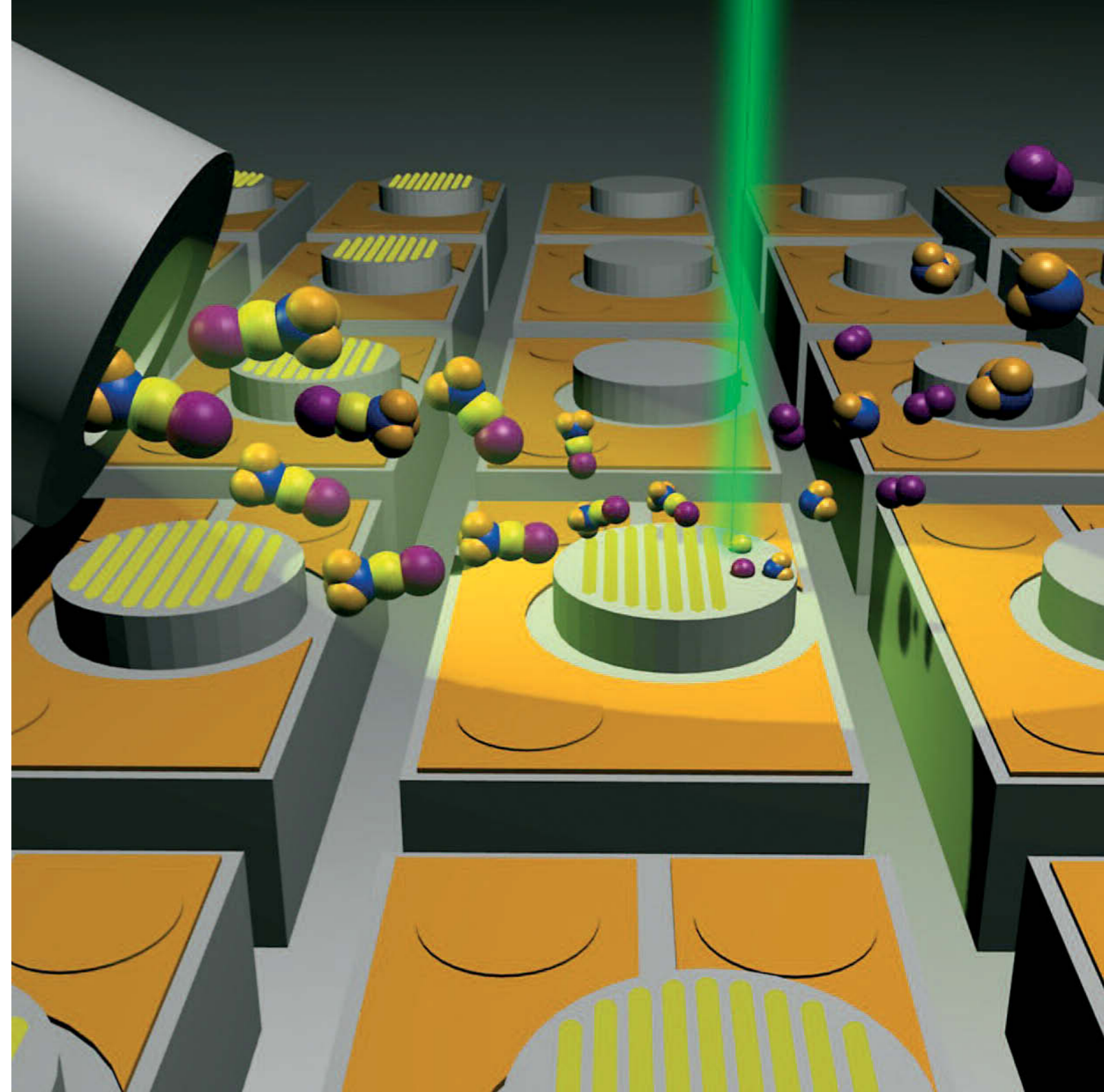
La transposition rapide des compétences et des connaissances acquises en recherche fondamentale dans des projets orientés vers la pratique est l'une des forces de l'Empa. Des chercheurs de l'Empa ont ainsi utilisé, avec des collègues de l'EPFL, la méthode du «Focused Electron Beam Induced Processing» (FEBIP) pour créer par déposition une fine grille à la surface de lasers à semi-conducteurs (VCSEL de l'anglais «Vertical Cavity Surface Emitting Laser»). Cette grille améliore la stabilité de la polarisation de la lumière laser qui était jusqu'ici une faiblesse de ces lasers souvent utilisés pour la transmission des données.



Film superficiel de nanoparticules d'hématite (rouge) et de phycocyanine réticulée (vert).  
(E. Vitol, Argonne National Laboratory)

Les électrodes pour les cellules photoélectrochimiques (CPE) sont une autre application prometteuse des nanomatériaux. Ces cellules, dans lesquelles l'eau est directement scindée électrochimiquement par l'énergie solaire, produisent de l'hydrogène. En collaboration avec des collègues et l'Université de Bâle et de l'«Argonne National Laboratory» des USA, les spécialistes de l'Empa ont développé une «nano-bio-électrode» deux fois plus efficace que les électrodes en oxyde de fer usuelles. Cette nouvelle électrode est formée de nanoparticules d'oxyde de fer (hématite,  $\alpha\text{-Fe}_2\text{O}_3$ ), fonctionnalisées avec une couche de phycocyanine, une protéine des algues bleues qui capte efficacement la lumière pour leur photosynthèse. Ces électrodes se sont révélées des plus stables même dans un environnement agressif fortement alcalin.

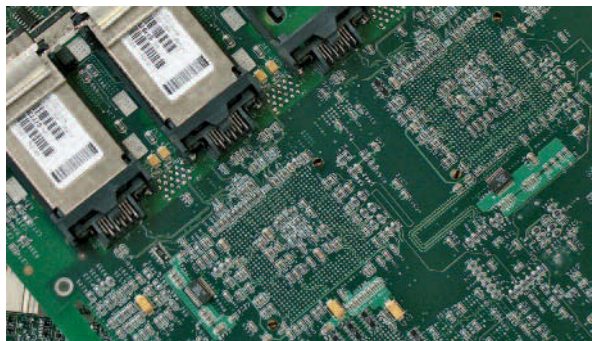
Principe de la déposition localisée par faisceau d'électrons pour la réalisation de grilles de polarisation sur des lasers à semi-conducteurs: des molécules organométalliques gazeuses introduites dans le faisceau d'électrons hautement focalisé s'y décomposent et les composés non volatiles que se créent se déposent sur la surface.





## Métaux, moteurs et technique de mesure – la recherche au service de l'environnement

L'axe de recherche «Ressources naturelles et polluants» contribue à la réalisation des objectifs environnementaux que sont la réduction de la consommation des ressources et des émissions de polluants. Cela grâce à l'accroissement de l'efficacité matérielle et énergétique des processus techniques, de la substitution des matières premières critiques et de l'épuration de l'air et des eaux.



### Plus rares les métaux, plus important leur recyclage

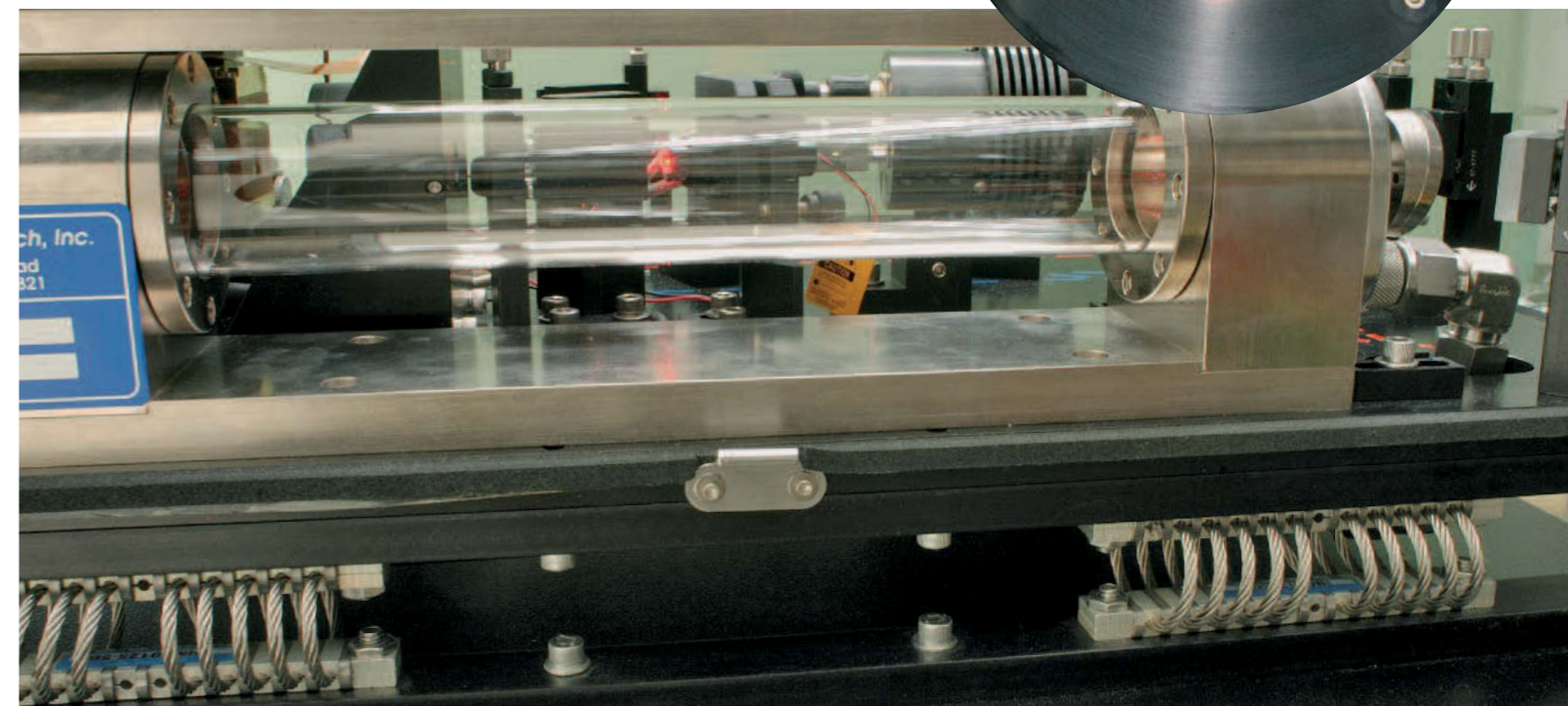
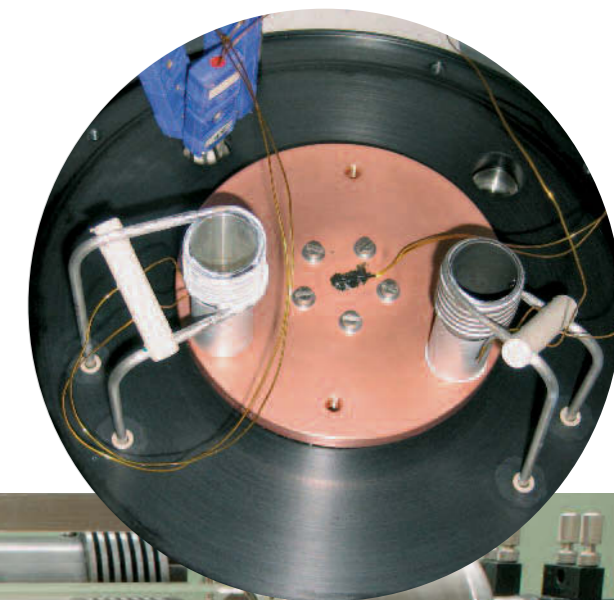
Les réacteurs métallurgiques jouent un rôle important dans la production secondaire des métaux rares et ainsi dans la fermeture du cycle de leurs ressources. L'entreprise Umicore Precious Metals Refining (UPMR) exploite à Hoboken en Belgique la plus grande installation mondiale de récupération des métaux rares, entre autres à partir des déchets électroniques. Dans un projet mené avec cette entreprise, l'Empa a quantifié les effets de cette récupération sur l'environnement et éclairci

des questions méthodologiques en relation avec la modélisation des flux de matières dans une raffinerie de métaux.

### Des moteurs à combustion efficaces

L'efficacité des moteurs à essence ou à gaz diminue fortement à faible charge. Cela entre autres parce que sur ces moteurs, le réglage de la charge s'effectue avec un dispositif d'étranglement

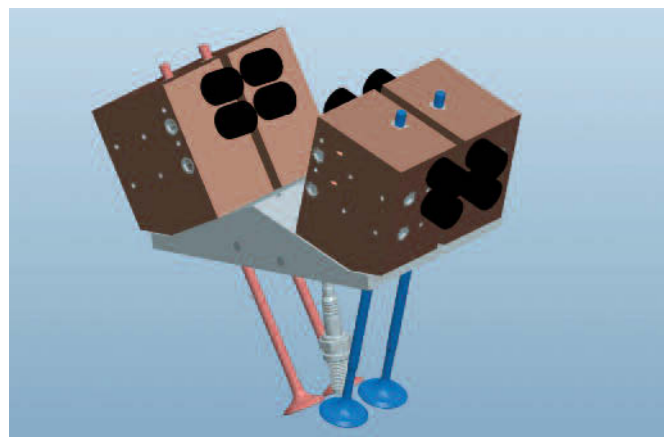
Les métaux rares peuvent être récupérés entre autres sur les appareils électriques et électroniques usagés.



Le  $N_2O$  est adsorbé et concentré à une température de moins  $-160$  degrés Celsius (photo circulaire) de manière à ce que ses différents isotopes puissent ensuite être déterminés dans un spectromètre laser.

Contact:  
Dr. Peter Hofer  
peter.hofer@empa.ch

qui règle la quantité d'air à l'admission et provoque une dépense d'énergie importante lors de l'échange des gaz. L'Empa développe actuellement un dispositif électro-hydraulique de commande des soupapes qui permet une variabilité totale de leur commande et ne demande pas plus d'énergie qu'une commande mécanique usuelle grâce à la récupération hydraulique de l'énergie de la soupape lors du freinage. Ce dispositif permet de régler la charge du moteur par une fermeture spécifique des soupapes des cylindres au lieu d'un dispositif d'étranglement.



L'Empa développe une commande électro-hydraulique des soupapes des moteurs particulièrement économe en énergie qui récupère l'énergie cinétique des soupapes pour la «stocker» dans des accumulateurs hydrauliques. Cette commande des soupapes totalement variable permet de renoncer au dispositif d'étranglement sur l'alimentation du moteur, ce qui économise du carburant.

### Réduction des émissions de gaz à effet de serre grâce à une nouvelle technique de mesure

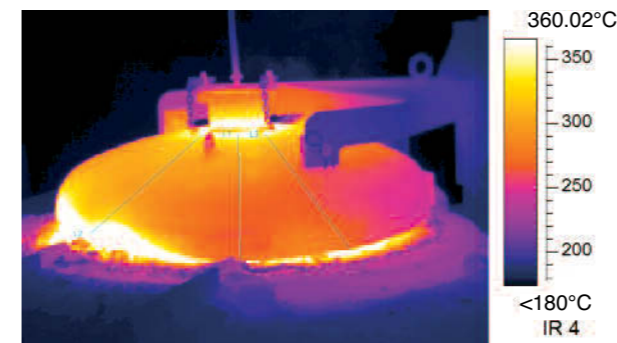
L'association de la mesure automatique de la concentration des gaz en traces dans les échantillons d'air avec la spectrométrie laser à cascade quantique a permis de procéder pour la première fois au monde à la mesure quasi-continue des différents isotopes de  $\text{NO}_2$  dans l'air atmosphérique. Ce gaz à effet de serre est produit entre autres par les processus microbiens dans les stations d'épuration des eaux. Suivant sa voie de formation, la «signature isotopique» qu'est la distribution isotopique du  $\text{NO}_2$  diffère. Dans un projet réalisé avec l'Eawag, l'institut de recherche sur les eaux du Domaine des EPF, cette technique est utilisée pour optimiser les processus de nitrification et de dénitrification dans l'épuration des eaux afin de réduire les émissions de ce gaz à effet de serre.

En 2011, dans le domaine de **l'épuration de l'air**, l'Empa a mis en exploitation deux nouvelles installations: une soufflerie pour l'étude du comportement des nanoparticules et de leur élimination dans l'air (cf. page 18), ainsi qu'un laboratoire de mécanique des fluides permettant d'étudier les écoulements diphasiques jusqu'à des températures de 500 degrés. (cf. page 40).

Axe de recherche «Matériaux pour les technologies énergétiques»

## Nouvelle politique énergétique – à la recherche d'approches intelligentes

La nouvelle politique énergétique suisse, avec la sortie du nucléaire, exige de nouveaux concepts pour la mobilité mais aussi pour la construction. Les nouveaux matériaux et les technologies innovatrices représentent une contribution importante dans ces domaines prioritaires de l'Empa en recherche énergétique.



### L'énergie transformée en électricité – générateurs thermoélectriques

L'Empa développe des matériaux thermoélectriques stables et durables à base d'oxydes de zinc, de titane et de manganèse, des matières premières largement disponibles et bon marché. Ces matériaux servent à réaliser des convertisseurs performants dans des projets sur la récupération de la chaleur dissipée des processus industriels et des moteurs ainsi que sur des convertisseurs thermo-solaires.

### Nouveau record d'efficacité pour les cellules solaires

Le laboratoire «Films minces et photovoltaïque» est spécialisé dans le développement de cellules solaires à couche mince efficaces et bon marché. Ses chercheurs ont développé des procédés de déposition à basse température pour produire des cellules solaires CdTe. Avec du verre pour substrat, leur efficacité atteint 15.6 pour-cent et sur des feuilles polymères, 13.8 pour-cent, un record pour ce type de cellules flexibles. Par ailleurs, l'efficacité des cellules solaires flexibles au diséléniure de cuivre-indium-

Projet de démonstration pour la transformation en électricité de la chaleur perdue chez vonRoll casting: Tout comme sur un moteur à combustion, dans les fonderies aussi plus des  $\frac{2}{3}$  de l'énergie sont dissipés sous forme d'anergie. C'est cette énergie que l'on se propose de récupérer (du moins partiellement) pour la transformer en électricité. Pour cela, les convertisseurs thermoélectriques sont montés sur les couvercles des fours à creuset et sur les autres surfaces chaudes des lignes de production.



Contact:  
Dr. Xaver Edelmann  
xaver.edelmann@empa.ch

gallium (CIGS) a aussi été améliorée pour atteindre la valeur record de 18.7 pour-cent (cf. page 31).

#### Des carburants synthétiques «tirés du soleil»

L'hydruration du CO<sub>2</sub> sur des hydrures métalliques fait l'objet d'un projet de recherche coordonné par l'Empa et auquel participent le PSI, l'EPFL et la Stanford University. L'équipe de ce projet travaille sur de nouvelles méthodes – plus efficaces – pour produire, à partir d'énergie renouvelable et du gaz à effet de serre qu'est le CO<sub>2</sub>, un carburant synthétique («syn-fuel») utilisable dans les moteurs des véhicules et sur les réacteurs des avions (cf. page 37). Par ailleurs des travaux de recherche sont en cours sur la scission photo-électrocatalytique de l'eau.



L'énergie du futur? Du dioxyde de carbone lié, CO<sub>2</sub>, et de l'hydrogène, H<sub>2</sub>, comme carburant stocké «confortablement».

#### Moins de pollution grâce aux deux-roues électriques

L'électromobilité passe pour une alternative écologique en matière de mobilité. Mais il faut toutefois y regarder de plus près; les analyses de cycle de vie de l'Empa montrent que, pour les scooters, les modèles électriques – à condition toutefois d'utiliser uniquement de l'électricité produite en Suisse – provoquent moins de nuisances que ceux à essence. Ceci aussi bien pour ce qui est des émissions de gaz à effet de serre que pour la charge globale sur l'environnement. Pour eux, la charge due aux composants électriques et électroniques, qui, à côté d'acier et de cuivre, contiennent aussi des métaux rares et considérés comme critiques tels que le lithium et le néodyme, est largement compensée. Par contre, pour les électro-vélos actuellement en plein boom, la charge due aux matériaux supplémentaires n'est pas compensée par une charge d'utilisation moins élevée.

Les analyses de cycle de vie de l'Empa (ACV) montrent que la charge exercée sur l'environnement par les scooters électriques est inférieure à celle des scooters à essence, à condition qu'ils utilisent de l'électricité produite en Suisse.





## De la recherche à l'innovation – l'Empa comme partenaire

La recherche appliquée et le développement en proximité aussi forte que possible avec l'industrie et l'économie sont la marque distinctive de l'Empa. Grâce à des formes de coopération efficaces et personnalisées ainsi qu'à une large gamme de services, l'Empa peut offrir à ses partenaires des solutions sur mesures. Que ce soit pour développer de nouveaux produits, optimiser des technologies existantes, résoudre des problèmes concrets ou remettre au niveau le plus récent les connaissances du personnel technique, l'Empa est la bonne adresse avec plus de 800 scientifiques hautement qualifiés et une infrastructure technique de première classe.

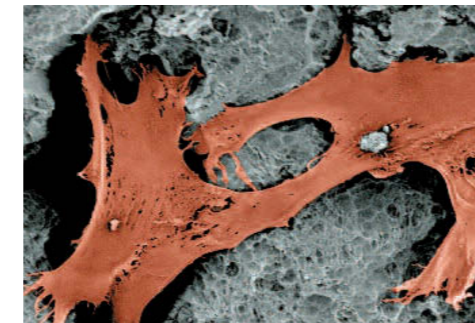




Recherche appliquée  
Développements innovateurs  
Transfert de savoir & de technologie  
Prestations de service & expertises  
Formation professionnelle

Business Development

## Les innovations – facteur de succès pour la croissance économique



L'Empa et l'hôpital cantonal de St-Gall ont renforcé leur collaboration en recherche aussi pour les implants. Sur la photo: cellules osseuses adhérent sur la surface d'un implant. Les cellules précurseurs des cellules osseuses (cellules souches) ont été isolées à partir de moelle osseuse humaine.

Le développement d'innovations est un processus dynamique, itératif et interactif. Raison pour laquelle l'Empa entretient avec ses partenaires de l'économie des échanges intensifs sur les nouvelles connaissances scientifiques et pose ainsi des jalons pour de nouveaux projets de recherche communs. Avec pour but de s'attaquer en commun aux problèmes urgents et créer une base pour des innovations qui permette à l'économie de développer de nouveaux marchés.

### Les mesures d'accompagnement de la CTI contre le franc fort

Le transfert des résultats de la recherche dans des innovations commercialisables est depuis toujours le but de l'Empa. Et les innovations sont aussi la clé du succès durable de l'industrie suisse, principalement dans ses exportations. Lorsque le Parlement suisse a décrété au mois d'octobre ses mesures d'accompagnement contre le franc fort, l'Empa s'est montrée immédiatement active en informant ses partenaires industriels dans diverses manifestations et avec une fiche d'information des possibilités d'une collaboration rapide et à court terme pour leur bénéfice direct. En l'espace de deux mois, plus de 100 projets ont été soumis à la CTI. 27 ont été acceptés et soutenus avec un montant de plus de 12 millions de francs.

### La médecine à la rencontre de la recherche sur les matériaux

L'Empa et l'hôpital cantonal de St-Gall ont renforcé leur collaboration dans le domaine médico-technique. A la coopération dans le domaine des cellules souches sont venus s'ajouter des



Inauguration du «Binnig and Rohrer Nanotechnology Center» de IBM à Rüschlikon où l'Empa mènera, en tant que junior partner, des travaux de recherche. Au centre à gauche: le lauréat du Prix Nobel Heinrich Rohrer, à droite: Didier Burkhalter, Conseiller fédéral. (© IBM Research Zürich)

projets de recherche sur la nano-sécurité, l'immunologie et les implants. Ceci renforce les coopérations que l'Empa a engagées sur ce thème avec d'autres instituts de recherche, universités et entreprises médico-techniques.

### Junior partner du nouveau Nanocenter IBM-EPF Zürich

A mois de mai, le nouveau «Binnig and Rohrer Nanotechnology Center» a été inauguré sur le site du laboratoire de recherche IBM à Rüschlikon – là où les deux chercheurs qui lui ont donné leur nom ont développé il y a 30 ans le microscope à effet tunnel et ouvert ainsi l'ère de la nanotechnologie. Ce centre, qui a coûté près de 90 millions de francs et est exploité en commun par IBM et l'EPF Zürich, marque une nouvelle étape pour le site 300 000nanotechnologique suisse. L'Empa mènera elle aussi, en tant que junior partner, des travaux de recherche dans ce laboratoire qui compte 1000 mètres carrés de salles blanches et six laboratoire «noise free» isolés de toute influence extérieure.

Contact:  
Gabriele Dobenecker  
gabrielle.dobenecker@empa.ch

## Les innovations de l'Empa s'imposent sur le marché

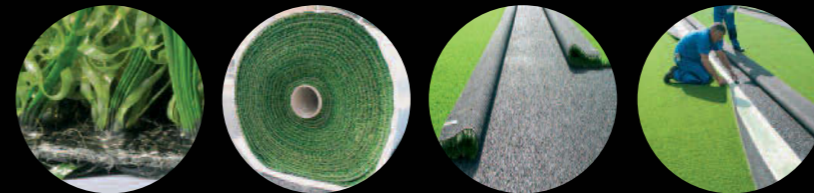
Le service de transfert de technologie de l'Empa est un lien important entre ses laboratoires de recherche et leurs partenaires externes. Il répond aux questions juridiques en relation avec la collaboration avec l'industrie, les universités et les instances publiques, rédige avec les chercheurs les contrats nécessaires et s'occupe de la protection intellectuelle et de la valorisation de celle-ci.

Malgré la crise économique, le nombre des coopérations en recherche avec des partenaires publics et privés a dépassé pour la première fois en 2011 le nombre de 100. Par ailleurs 12 nouvelles demandes de brevet ont été déposées. Dans le transfert des résultats de recherche à l'économie, 15 nouveaux contrats de licence et de transfert de technologie ont été conclus.

### Un nouveau gazon artificiel qui a du nerf

Les gazons artificiels sont une alternative pratique et avantageuse aux gazons naturels. Leurs premières générations provoquaient souvent, du fait de la rigidité de leurs fibres, des brûlures et des égratignures ou présentaient des défauts de redressement des fibres. Dans un projet CTI, des chercheurs de l'Empa et de l'EPFZ ont développé, en collaboration avec le fabricant de gazons synthétiques TISCA TIARA et le producteur allemand de fibres Schramm, une fibre d'un type nouveau qui possède un bon pouvoir de redressement et un coefficient de frottement optimal. Ces «brins d'herbe» artificiels sont extrudés sous forme de fibres bicomposantes pour produire des tapis de gazon synthétiques qui sont déjà en utilisation sur différents terrains de football.

Géométrie en coupe des fibres de gazon synthétique: leur cœur renferme cinq fins noyaux de polyamide alors que leur gaine est formée de polypropylène.





### Crépi isolant hautes performances pour les bâtiments historiques

Réaliser une isolation à la fois efficace et «élégante» est un problème qui se pose souvent dans la rénovation des bâtiments historiques. Dans un projet financé par la CTI, des chercheurs de l'Empa ont développé en commun avec deux fabricants de crépis renommés un nouveau crépi isolant utilisable aussi bien pour les rénovations extérieures qu'intérieures. Le «secret» de ce nouveau crépi est un aérogel dont les minuscules pores d'air lui confèrent une conductibilité thermique deux à trois fois inférieure à celle des crépis isolants usuels. Son avantage supplémentaire est d'être

perméable à la vapeur tout en restant hydrofuge. Ce crépi hautes performances, actuellement testé sur des objets réels, devrait être commercialisé en 2013.

### Des tongs biodégradables

Le succès des tongs est impressionnant: c'est devenu un produit de masse porté partout dans le monde, tant dans les pays de l'hémisphère nord que dans les pays du sud, sur tous les continents. Produits de masse, ces sandalettes conduisent cependant à de sérieux problèmes d'élimination. En collaboration avec la firme Bioaply Sàrl à Gland et avec le soutien financier de la CTI, des chercheurs de l'Empa ont développé et breveté un mélange de polymères biodégradables. Les tongs fabriqués avec ce matériau satisfont les normes de compostage de l'UE et l'évaluation de leur introduction sur le marché est en cours.



Le crépi isolant à base d'aérogel permet une rénovation élégante des bâtiments historiques: les aérogels sont composés de 90 pour-cent d'air enfermé dans des pores de taille nanométrique.

## Les start-ups du glaTec parmi les meilleures de Suisse

Une centaine d'experts, mandatés par l'«Institut für Jungunternehmen» de St-Gall, ont élu la start-up du glaTec Optotune meilleure jeune entreprise suisse pour 2011. D'autres firmes du glaTec, QalySense (place 26) et Compliant Concept (place 73), figurent aussi dans le Top 100. Un fier résultat pour



le parc technologique de l'Empa à Dübendorf qui a hébergé six jeunes entreprises depuis sa fondation en 2009. Le premier locataire, Optotune, a quitté comme prévu en été 2011 le glaTec pour accroître la production de ses lentilles optiques sur un nouveau site.

Les start-ups qui ont passé avec succès la procédure de sélection sévère peuvent rester jusqu'à trois ans au glaTec. Durant ce temps, elles bénéficient d'un loyer avantageux et de l'excellente infrastructure de l'Empa. Après cela, elles devraient disposer d'assez de capitaux propres ou tiers pour s'établir ailleurs – et faire place à de nouvelles start-ups.

Les spin-offs de l'Empa, mais aussi d'autres start-ups high-tech, aux noms sonnants tels que Decentlab, Compliant Concept, QalySense, Monolitix, Optotune et Micos Engineering, ont développé ces dernières

années divers produits et procédés tels que des instruments optiques pour l'aéronautique, un système de monitoring sans fil des ouvrages de construction, un lit intelligent pour les malades, un procédé pour trier et analyser par tonnes les céréales, des composants flexibles pour les machines et des lentilles optiques à focale variable.

Optotune, la première start-up du parc technologique glaTec de l'Empa à Dübendorf, a été élue meilleure jeune entreprise suisse pour 2011. (Ben Huggler)

Contact: glaTec  
Mario Jenni  
mario.jenni@empa.ch

Contact: tebo/Startfeld  
Peter Frischknecht  
peter.frischknecht@empa.ch

## **STARTFELD aide les jeunes entreprises à décoller**

«Startfeld», la plateforme de promotion des innovations et de création d'entreprises de la Suisse orientale s'est donné un deuxième pilier au début 2011. La fondation STARTFELD attribue des fonds de démarrage à des projets de start-ups jugés excellents. Le donateur principal, avec un montant de 5 millions de francs, est la Banque cantonale de St-Gall. D'autres donateurs sont recherchés en vue d'augmenter ce capital. Un conseil d'experts de la recherche, de la technologie et de l'économie évalue les demandes des jeunes entreprises. En cas de décision positive, celles-ci reçoivent au maximum 300 000 francs à titre de prêt sans intérêts. La première jeune entreprise «jugée bonne» qui a bénéficié de cette injection de capitaux est la firme Weibel CDS à Waldstatt en Appenzell Rhodes-Extérieures. Cette entreprise développe et produit avec des partenaires des emballages primaires et des produits pharmaceutiques qui permettent une administration plus aisée des médicaments injectables.

Comme troisième pilier, «Startfeld» prévoit la construction d'un bâtiment sur le site de l'Empa à St-Gall. Ce bâtiment a été conçu par le bureau st-gallois «Planungsgemeinschaft Eigen GmbH, Architektur und Design» dont le projet «connect» a remporté en 2011 le concours organisé à cet effet. Ce projet créera non seulement des locaux fonctionnels pour quelque 70 jeunes entreprises mais aussi un lieu doté d'atmosphère ayant la simplicité et la force d'expression d'un hangar, comme l'a relevé le jury du concours.



La première jeune entreprise «jugée bonne» pour une aide financière de STARTFELD est la maison Weibel CDS AG. Elle développe des nouveaux auxiliaires d'injection qui assurent une administration sûre et intuitive des médicaments injectables. (Weibel CDS AG)

L'Académie Empa

## En période de franc fort

Les activités de l'Académie Empa étaient aussi placées sous le signe du franc fort en 2011. Près de 2500 personnes de l'économie, des associations professionnelles et des autorités ont pris part à 36 manifestations qui s'adressaient plus particulièrement à l'industrie et devaient contribuer au renforcement des forces innovatrices suisses. Une augmentation de 50 pour-cent par rapport à 2010. De plus, 2500 scientifiques ont participé à 11 congrès, 10 cours de formation et 30 conférences sur les résultats récents de la recherche.



### Les «Technology Briefings» pour la présentation des innovations

Trois «Technology Briefings» ont réuni plus de 250 spécialistes. Les mesures décrétées par le Parlement pour lutter contre le franc fort furent le thème principal de la manifestation «Smart Textiles». La branche textile suisse, tournée vers l'exportation, souffre particulièrement du franc fort. Les innovations, telles que les textiles avec capteurs incorporés ou les fibres à revêtements spéciaux, sont un bon moyen pour faire face à la concurrence étrangère. Le deuxième Technology Briefing fut consacré aux perspectives

des piles à combustibles. Et des participants des milieux de l'architecture et de la construction ont mis leurs connaissances à jour en matière de construction légère lors du dernier de ces briefings. A côté du bois et des panneaux de plâtre, l'utilisation en construction légère d'autres matériaux – parfois inhabituels, tels que le béton et l'air – a été discutée.

Les manifestations de l'Académie Empa sont toujours bien fréquentées.



Contact:  
Dr. Anne Satir  
anne.satir@empa.ch

### Des cours très fréquentés

Les cours que l'Académie Empa offre avec des partenaires sont toujours très appréciés. Un nouveau cours sur la «Gestion intégrée des parcs de véhicules», organisé avec l'Association suisse des propriétaires de parcs de véhicules et le Sanu – Compétence et Développement durable – aborde aussi, à côté des aspects techniques des parcs de véhicules, leurs aspects financiers et stratégiques. En collaboration avec la Fondation suisse pour la recherche en microtechnique, des cours sur des thèmes tels que «La lithographie de la prochaine génération», «Caractérisation électrochimique et corrosion» et «Le brasage» ont été organisés. Ces cours ont rencontré un vif intérêt et plusieurs d'entre eux étaient complets.

La première manifestation organisée dans le cadre de la série «Plein feu sur la photovoltaïque» s'intitulait «Courant solaire pour la Suisse – une vision d'avenir». 200 spécialistes et personnes intéressées s'y sont informés sur l'avenir du solaire et les scientifiques de l'Empa ont présenté les différentes technologies actuelles des piles solaires. Les conclusions de cette manifestation: à eux seuls l'effet d'échelle et la production sans cesse croissante

devraient continuer à faire baisser le prix des piles solaires. Le passé le montre: chaque fois que la capacité installée double, le prix d'un module solaire baisse de 20 pour-cent. Et l'Empa aussi y apportera sa contribution.



Les piles solaires polymères flexibles développées par l'Empa et Flisom AG, une spin-off de l'EPF Zürich, étaient aussi un des thèmes du séminaire «Plein feu sur la photovoltaïque». (Flisom)

Coopérations internationales

## Des partenariats globaux pour le succès en innovation

A l'époque de la globalisation, les instituts de recherche et de développement doivent plus que jamais se donner une orientation internationale pour rester compétitifs sur le plan mondial. Cela parce que les défis globaux ne peuvent être maîtrisés qu'avec des solutions scientifiques élaborées en commun et avec les innovations qui en résultent. Raison pour laquelle l'Empa poursuit l'élargissement de son réseau international.

Par exemple dans le cadre de la collaboration sino-helvétique en matière de protection du climat et de l'environnement, coordonnée par la Direction du développement et de la coopération (DDC) et dans laquelle l'Empa apporte son savoir-faire dans l'association des mesures de polluants avec les inventaires d'émission et la localisation des sources. La Chine a organisé au mois de mai le 4<sup>e</sup> «World Materials Research Institutes Forum» auquel l'Empa participait en tant qu'institut partenaire; à cette occasion, l'Empa s'est d'ailleurs vu confier l'organisation du prochain forum en 2013. Des contrats, qui prévoient un échange d'étudiants et de chercheurs, ont été signés avec le «Korea Research Institute of Standards and Science» et l'Université INHA de la Corée du Sud. La collaboration avec le «National Institute of Standards and Technology» (NIST) des USA sur la standardisation des tests toxicologiques a été élargie aux nanomatériaux.



istockphoto

### Conférence internationale sur la construction à Dubaï «hosted by Empa»

Un site approprié pour la première conférence internationale sur le monitoring des bâtiments: Dubaï, avec le bâtiment le plus haut du monde, le Burj Khalifa avec ses 162 étages. Cette tour de 828 mètres, exposée à des vents extrêmes, doit être surveillée en permanence. Près de 300 participants du monde entier se sont informés, sur invitation de l'Empa et de l'«American University in Dubai» (AUD), des derniers développements dans ce domaine, tels que les réseaux de capteurs sans fil ou le renforcement des bâtiments avec des polymères renforcés de fibres de carbone. A cette occasion, l'Empa et l'AUD ont décidé d'élargir encore leur collaboration.

En construction, l'Empa s'est fortement engagée et réseautée ces deux dernières années aussi au sein de la RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux), une association internationale de chercheurs et d'experts dans le domaine des structures et des matériaux de construction; le membre de la direction de l'Empa, Peter Richner, est président de la RILEM depuis 2009.



### Puiser dans le «talent pool» global

Dans la concurrence internationale pour le recrutement des «têtes les mieux faites» l'Empa a entre autres lancé un nouveau programme postdoc. 22 jeunes scientifiques de talent du monde entier ont reçu une bourse de deux ans cofinancée comme projet COFUND dans le cadre des actions Marie Curie de l'UE. L'Empa attribuera à nouveau 22 bourses début 2013.

Autre point à relever, le programme Master «MNT Micro- and Nanotechnology» qui occupe le premier rang dans le classement de la revue économique autrichienne «Format». Ce cursus jouit déjà, après quatre éditions seulement, d'une excellente réputation. Plus de 120 chefs du personnel d'entreprises autrichiennes de premier plan ont évalué les aptitudes au marché du travail des diplômés des universités et des hautes écoles spécialisées autrichiennes. La qualité des enseignants ainsi que l'internationalité des cursus étaient les critères les plus importants. L'Empa a cofondé ce cursus de deux ans en formation continue et le directeur de l'Empa, Gian-Luca Bona, en assume actuellement la direction scientifique. Y participent encore le FH Vorarlberg, l'Interstaatliche Hochschule Buchs et la Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften.



## Nano, cleantech et énergie à la une



La nanotechnologie, le cleantech et l'énergie furent en 2011 aussi les thèmes les plus abordés dans la communication. L'Empa s'est ainsi engagée dans le débat public sur ces trois domaines qui font partie de ses axes de recherche principaux.

A la mi-mai, la Swiss NanoConvention, organisée sous l'égide de l'Empa avec l'Institut Paul Scherrer et l'EPF Zürich, a réuni plus de 250 participants. Des personnalités de la recherche et de l'industrie ainsi que des investisseurs et des représentants de l'administration publique et de la politique y ont discuté des développements et des chances mais aussi des risques de la nanotechnologie. Parmi les orateurs, on comptait entre autres le prix Nobel Heinrich Rohner, un des fondateurs de la nanotechnologie, le directeur de la recherche d'IBM John Kelly et le Secrétaire d'Etat à l'éducation et à la recherche, Mauro Dell'Ambrogio. A l'avenir, la Swiss NanoConvention aura lieu dans différentes régions de Suisse et sera organisée par les différents acteurs de la nanotechnologie, ainsi, par exemple, en 2012 à Lausanne par l'EPF Lausanne et le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique.



Plus de 400 participants de 40 pays ont assisté au 2<sup>e</sup> «World Ressources Forum» que l'Empa avait à nouveau organisé à Davos.

### Live-Blogs du «World Resources Forum»

La discussion et les impulsions sociétales se trouvaient aussi au centre du 2<sup>e</sup> «World Resources Forum» que l'Empa avait à nouveau organisé à Davos. Plus de 400 participants de 40 pays – et parmi eux le Commissaire UE à l'environnement Janez Potočnik – ont échangé leurs vues sur la consommation des ressources et sur les moyens de la réduire. La particularité de cette édition: des étudiants-reporters rendaient compte online des activités du forum. En 2012, le WRF se déplacera pour la première fois en Asie, à Pékin.



L'Empa a encore co-édité, avec d'autres institutions de la recherche et de la technologie, le «Swiss Cleantech Report 2011», un état des lieux du domaine cleantech suisse. Ses conclusions: les technologies propres jouent un rôle croissant pour la place économique et de recherche suisse. Le cleantech ne se résume pas seulement à l'efficacité énergétique et à l'exploitation des énergies renouvelables. C'est pourquoi l'année dernière les Apéros scientifiques de l'Académie Empa ont abordé des questions telles que: Quel est le potentiel de la photovoltaïque en Suisse et quelles sont les technologies d'avenir prometteuses? Ou: Les véhicules électriques sont-ils la solution pour la mobilité future? Et pour faire le lien entre théorie et pratique de l'électromobilité, des véhicules électriques étaient à disposition pour les tester.



### L'Empa, un but de visite attractif

L'année dernière, le nombre de visiteurs qui ont vu les scientifiques de l'Empa à l'œuvre a dépassé pour la première fois les 2000. Et parmi eux, des représentants d'institutions fédérales telles que le SER, l'OFFT, le FNS, le Fedpol et de la direction de la SATW, de la Suva, des autorités de St Gall et du PDC de ce canton. Le Conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann a loué

lors de sa visite l'Empa comme «le noyau central du réseau de transfert du savoir et de technologie en Suisse et une clé du succès en matière d'innovation». Pour le «gros reste» l'Empa a aussi mené une communication intensive, avec 3000 articles et 50 contributions télévisées sur ses activités de recherche diffusés dans les médias nationaux et internationaux – et en 32 langues – et avec ses Newsletter électroniques lancées l'année dernière et adressées à 3000 partenaires industriels actuels et potentiels.





# Organigramme 2012

## Axes de recherche

### Matériaux nanostructurés

Dr. Pierangelo Gröning

### Sustainable Built Environment

Dr. Peter Richner

### Matériaux pour la santé et les performances

Prof. Dr. Harald Krug

### Ressources naturelles et polluants

Dr. Peter Hofer

### Matériaux pour les technologies énergétiques

Dr. Xaver Edelmann

## Transfert de savoir et de technologie

### Académie Empa

Dr. Anne Satir

### glaTec – Parc technologique à Dübendorf

Mario Jenni

### tebo – Parc technologique à St-Gall

Peter Frischknecht

### Réseau fiabilité

Dr. Urs Sennhauser

### International Research Cooperations

Prof. Dr. Gian-Luca Bona

## DIRECTION

Directeur général	Suppléant	Membres
Prof. Dr. Gian-Luca Bona	Dr. Peter Hofer	Dr. Pierangelo Gröning   Dr. Peter Richner   Prof. Dr. Harald Krug   Dr. Xaver Edelmann   Roland Knechtle
<b>Technologies des médias</b>		
Prof. Dr. Klaus Simon		

## DEPARTEMENTS

Matériaux modernes et surfaces	Génie civil et mécanique	Materials meet Life	Mobilité, énergie et environnement	Support
Dr. Pierangelo Gröning	Dr. Peter Richner	Prof. Dr. Harald Krug	Dr. Peter Hofer	Roland Knechtle
<b>Centre de microscopie électronique</b> Dr. Rolf Erni				<b>Bibliothèque (Lib4RI)</b> Dr. Lothar Nunnenmacher
<b>LABORATOIRES</b>				<b>Marketing, transfert de savoir et de technologie</b> Gabriele Dobenecker
<b>Céramiques hautes performances</b> Prof. Dr. Thomas Graule	<b>Mechanical Systems Engineering</b> Dr. Giovanni Terrasi	<b>Protection et physiologie</b> Dr. René Rossi	<b>Moteurs à combustion</b> Christian Bach	<b>Communication</b> Dr. Michael Hagmann
<b>Polymères fonctionnels</b> Prof. Dr. Frank Nüesch	<b>Mechanics for Modelling and Simulation</b> Prof. Dr. Edoardo Mazza	<b>Advanced Fibers</b> Prof. Dr. Manfred Heuberger	<b>Polluants atmosphériques/Technique de l'environnement</b> Dr. Brigitte Buchmann	<b>Ressources humaines</b> André Schmid
<b>Films minces et photovoltaïque</b> Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari	<b>Ingénierie des structures</b> Prof. Dr. Masoud Motavalli	<b>Materials-Biology Interactions</b> Dr. Katharina Maniura / Dr. Peter Wick	<b>Chimie analytique</b> Dr. Heinz Vonmont	<b>Informatique</b> Dr. Christoph Bucher
<b>nanotech@surfaces</b> Prof. Dr. Roman Fasel	<b>Recherche appliquée sur le bois</b> Dr. Tanja Zimmermann	<b>Biomaterials</b> Prof. Dr. Dr. h.c. Linda Thöny-Meyer	<b>Chimie du solide et catalyse</b> Prof. Dr. Anke Weidenkaff	<b>Finances/Controlling/Achats</b> Heidi Leutwyler
<b>Nanoscale Materials Science</b> Prof. Dr. Hans Josef Hug	<b>Technologies du bâtiment</b> Prof. Dr. Jan Carmeliet	<b>Electronique/Techniques de mesure/ Fiabilité</b> Dr. Urs Sennhauser	<b>Hydrogène et énergie</b> Prof. Dr. Andreas Züttel	<b>Bureau d'étude/Atelier mécanique</b> Stefan Hösli
<b>Mécanique des matériaux et nanostructures</b> Dr. Johann Michler	<b>Béton/Chimie de la construction</b> Prof. Dr. Pietro Lura		<b>Technologie et société</b> Heinz Böni a.i.	<b>Logistique et infrastructure</b> Paul-André Dupuis
<b>Advanced Materials Processing</b> Prof. Dr. Patrik Hoffmann	<b>Construction routière/Etanchéités</b> Prof. Dr. Manfred Partl			<b>Construction 3 institutions de recherche</b> Daniel Beerle
<b>Technologie des assemblages et corrosion</b> Dr. Lars Jeurgens	<b>Acoustique/Contrôle de bruit</b> Kurt Eggenschwiler			
	<b>Center for Synergetic Structures</b> Dr. Rolf Luchsinger (PPP Empa – Festo)			



E-Mail [portal@empa.ch](mailto:portal@empa.ch)  
Tel. +41 58 765 44 44  
[www.empa.ch/portal](http://www.empa.ch/portal)

# Organes de l'Empa

## Conseil des EPF

Le conseil des EPF dirige le Domaine des EPF qui comprend les deux Ecoles polytechniques fédérales et les quatre établissements de recherche PSI, WSL, Eawag et Empa.

### PRÉSIDENT

Fritz Schiesser [Dr. iur., Haslen GL](#)

### VICE-PRÉSIDENT

Paul L. Herrling [Prof. Dr., Novartis, Bâle](#)

### MEMBRES

Patrick Aebischer [Prof. Dr., EPF Lausanne](#)

Ralph Eichler [Prof. Dr., EPF Zürich](#)

Beatrice Fasana Arnaboldi [Dipl. Ing. EPF, BeFood Consulting, Balerna](#)

Barbara Haering [Dr. Dr. h.c., Econcept AG, Zürich](#)

Beth Krasna [Dipl. Ing. EPF, EPF Lausanne](#)

Joël Mesot [Prof. Dr., PSI, Villingen](#)

Jasmin Staiblin [Dipl. El.-Ing., Présidente de l'ABB Suisse, Baden](#)

Markus Stauffacher [Dr., EPF Zürich](#)

Olivier Steimer [lic. jur., Banque Cantonale Vaudoise \(BCV\), Lausanne](#)

## Commission consultative

Commission formée de personnalités de premier plan qui conseillent la direction de l'Empa sur les questions fondamentales:

### PRÉSIDENT

Norman Blank [Dr., Sika, Zürich](#)

### MEMBRES

Kurt Baltensperger [Dr., Conseil des EPF, Zürich](#)

Crispino Bergamaschi [Prof. Dr., FHNW, Brugg](#)

Peter Chen [Prof. Dr., EPF Zürich](#)

Andreas Hafner [Dr., BASF, Bâle](#)

Rita Hoffmann [Dr., Ilford, Marly](#)

Jan-Anders Manson [Prof. Dr., EPF Lausanne](#)

Markus Oldani [Dr., ALSTOM, Baden](#)

Andreas Schreiner [Dr., Novartis, Bâle](#)

Eugen Voit [Dr., Leica Geosystems, Heerbrugg](#)

Rolf Wohlgemuth [Dr., Siemens, Zug](#)

## Commission de la recherche

La commission conseille la direction de l'Empa sur la recherche, sur le choix des activités R+D et dans l'évaluation des projets R+D internes. Les membres suisses et étrangers de cette commission sont les suivants:

David Grainger [Prof. Dr., University of Utah, USA](#)

Bengt Kasemo [Prof. Dr., Chalmers University of Technology, Suède](#)

Erkki Leppävuori [Prof. Dr., VTT, Finlande](#)

Jacques Marchand [Prof. Dr., Laval University, Canada](#)

Claudia Stürmer [Prof. Dr., Universität Konstanz, Allemagne](#)

Eberhard Umbach [Prof. Dr., KIT, Allemagne](#)

Sukekatsu Ushioda [Prof. Dr., NIMS, Japon](#)

Alex Dommann [Dr., CSEM, Zürich](#)

Thomas Egli [Prof. Dr., Eawag, Dübendorf](#)

Karl Knop [Dr., Zürich](#)

Dimos Poulidakos [Prof. Dr., EPF Zürich](#)

Marcus Textor [Prof. Dr., EPF Zürich](#)

Alexander Wokaun [Prof. Dr., PSI, Villigen](#)



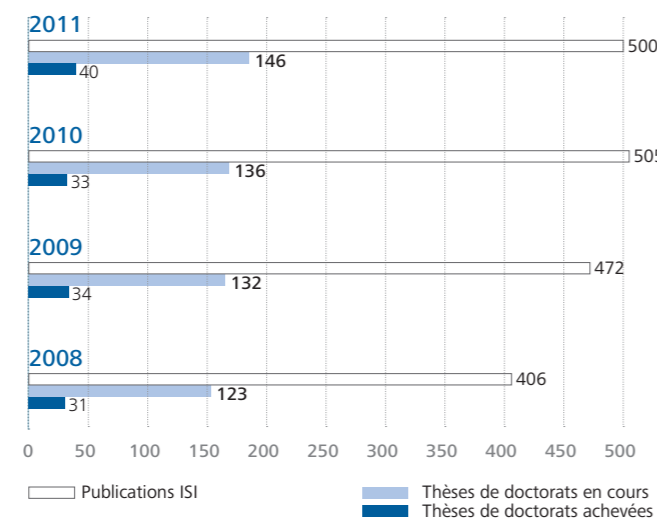
## Faits & chiffres

Le développement positif de l'Empa se reflète entre autres dans ses indicateurs. C'est ainsi que le nombre de publications ISI s'est stabilisé à un niveau élevé en 2011 avec 500 contributions. Le volume d'enseignement a augmenté de 10 pour-cent par rapport à l'année précédente pour atteindre 3600 heures par année. Le nombre des chaires professorales a passé de 24 à 27 et celui des doctorants de 136 à 146. Le transfert de technologie s'est aussi développé de manière réjouissante. Le nombre des dépôts de brevet a passé de 8 à 12 en une année. De plus, deux nouvelles spin-offs ont été créées. L'augmentation continue des fonds secondaires et de tiers s'est poursuivie avec un total de 51.7 M. CHF, soit 2.7 M. CHF de plus que l'année précédente.

### PRODUCTION SCIENTIFIQUE

	2010	2011
Publications ISI	505	500
Contributions à des conférences	1036	1094
Thèses de doctorat achevées	33	40
Activités d'enseignement (en heures)	3269	3637
Prix/distinctions	30	27
Manifestations de l'Académie Empa	85	91
Participants	4300	5000
Congrès scientifiques	12	11
Manifestations spécialisées pour l'économie	23	38

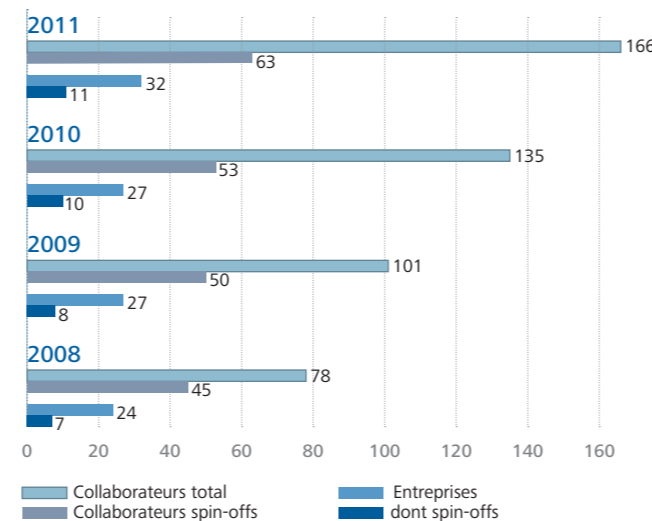
### DOCTORATS & PUBLICATIONS ISI



### TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

	2010	2011
<b>Nouvelles conclusions et tractations de contrats</b>	<b>340</b>	<b>434</b>
Contrats de valorisation actifs (licences/options/ventes)	59	67
Nouveaux contrats de valorisation	18	15
Nouveaux dépôts de brevet	8	12
Dépôts d'extension	11	7
<b>Projets en cours</b>		
FNS	91	94
CTI	78	80
Projets UE (5/6/7 PR & div)	52	51

### SPIN-OFFS & START-UPS (tebo & glaTec)



### EFFECTIFS DE PERSONNEL (AU 31. DECEMBRE 2011)

	2010	2011
<b>Personnel scientifique</b>	<b>513</b>	<b>523</b>
dont professeurs	24	27
dont doctorants	111	115
dont personnel scient. sans prof./doctorants	378	381
<b>Personnel technique/administratif</b>	<b>424</b>	<b>436</b>
dont apprentis	39	41
<b>Total</b>	<b>937</b>	<b>959</b>

### PRESENCE DANS LES MEDIAS

	2010	2011	Variation
Radio & TV	94	118	+26%
Presse écrite	893	1095	+23%
Online	827	1777	+115%
Total	1814	2990	+65%
Langues	15	33	+120%

### COMPTE DE RESULTATS (EN M. CHF)

	2010	2011
<b>Recettes</b>		
Contribution de la Confédération	96.9	96.9
Mesures «francs forts»	–	2.5
Fonds de tiers	36.6	38.6
Recettes des services	12.4	13.1
Divers	0.5	5.0
Recettes financières	–0.2	0.0
<b>Total des recettes</b>	<b>146.2</b>	<b>156.1</b>

	2010	2011
<b>Charges</b>		
Charges de personnel	100.6	103.1
Charges de matériel	5.2	5.6
Autres charges de fonctionnement	40.7	39.0
Variation des provisions pour prestations promises	–2.0	3.2
Formation de provisions pour projets en cours	1.3	2.2
<b>Total des charges pour activités en cours</b>	<b>145.8</b>	<b>153.1</b>

	2010	2011
<b>Résultat</b>	<b>0.4</b>	<b>3.0</b>

	2010	2011
<b>Investissements</b>		
Biens immobiliers	7.5	2.9
Biens mobiliers	6.4	10.1
Informatique	0.6	1.0
<b>Total des investissements</b>	<b>14.5</b>	<b>14.0</b>

Recherche appliquée  
Développements innovateurs  
Transfert de savoir & de technologie  
Prestations de service & expertises  
Formation professionnelle

**Empa.** Recherche sur les matériaux et technologie.



**CH-8600 Dübendorf**  
Überlandstrasse 129  
Téléphone +41 58 765 11 11  
Fax +41 58 765 11 22

**CH-9014 St-Gall**  
Lerchenfeldstrasse 5  
Téléphone +41 58 765 74 74  
Fax +41 58 765 74 99

**CH-3602 Thoune**  
Feuerwerkerstrasse 39  
Téléphone +41 58 765 11 33  
Fax +41 33 228 44 90

[www.empa.ch](http://www.empa.ch)

