



**Notre mission.**

**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**

Future Mobility

**PAGES 62-79**

Axes de recherche

**PAGES 80-107**

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

**PAGES 108-111**

Organigramme/Organes de l'Empa

**PAGES 112-114**

Faits et chiffres

IMPRESSUM

Editeur: Empa, CH-8600 Dübendorf, 9014 St-Gall, 3602 Thoune. Rédaction: Communication, Empa. Conception/Maquette: Groupe graphisme, Empa.  
Impression: Neidhart + Schön AG, CH-Zürich. ISSN 1660-2285 Rapport annuel Empa © Empa 2013



# L'Empa – the place where innovation starts

Ces dernières années, l'Empa a réalisé nombre d'objectifs et pu fêter d'importants succès. Elle bénéficie d'une large reconnaissance dans son rôle d'institut dédié à la recherche sur les matériaux et au développement technologique qui prépare des innovations pour le marché; c'est ce qu'a confirmé de manière impressionnante la «peer review» internationale réalisée en novembre dernier. Dans le «Leiden Ranking» nous avons obtenu une excellente notation pour nos prestations scientifiques – ce qui montre que dans le domaine de la recherche nous faisons jeu égal avec les meilleures universités et instituts de recherche mondiaux. En 2012 notre production scientifique a encore augmenté pour atteindre un nombre record de publications et nous avons élargi continuellement nos partenariats avec l'industrie. C'est ainsi que l'année dernière plus de 500 accords de coopération ont été conclus, là aussi un nouveau record qui reflète l'importance du transfert de savoir et de technologie vers nos partenaires industriels et institutionnels. Ces résultats nous remplissent d'une fierté légitime.

Le jubilé des 50 ans du site de Dübendorf en août prochain n'est pas qu'une occasion de se pencher sur ce qui a été atteint mais aussi de se tourner vers l'avenir pour se demander sur quelle voie nous diriger. Une institution telle que l'Empa, qui permet de réaliser des innovations pour le marché fondées sur la recherche de

pointe, se doit de réexaminer périodiquement son orientation stratégique pour la réadapter le cas échéant à l'environnement compétitif. Car ce n'est qu'avec une stratégie optimisée régulièrement que l'Empa peut répondre aux attentes qui lui sont posées malgré des ressources limitées.

Notre force réside dans l'excellence de nos collaborateurs de tous les niveaux qui nous permet de répondre avec des idées nouvelles à des défis sans cesse changeants. La capacité de développer des concepts par une approche ascendante inspirée par de nouveaux résultats de la recherche et une demande descendante est une particularité de notre institution. Dans cela nous profitons encore de l'étendue de nos connaissances dans les disciplines les plus variées qu'il s'agit de mettre davantage à profit pour élaborer des solutions trans- et interdisciplinaires. Raison pour laquelle nous avons décidé cette année d'accorder une importance particulière à la construction de l'avenir et à la culture de la collaboration.

Notre rapport annuel vous présente les nombreuses facettes de notre travail. Je vous engage ici à réfléchir à ce que vous attendez de l'Empa de l'avenir, placée sous la devise: «the place where innovation starts». N'hésitez pas à nous faire part de vos suggestions.



Prof. Dr Gian-Luca Bona  
Directeur général



# 01

## Mobile en fauteuil roulant

Des ingénieurs de l'Empa et la firme « r going » ont développé un siège ergonomique qui aide les personnes en fauteuil roulant à modifier régulièrement leur position pour prévenir les escarres.



## Chauffer en hiver avec le soleil de l'été

Le béton spécial de l'Empa supprime les variations saisonnières de température. Ce béton stocke la chaleur sans perte et la libère à nouveau de façon contrôlée.

# 02

## « Tapis » moléculaire

Des chercheurs de l'Empa et de l'EPFZ sont parvenus pour la première fois à produire des polymères bidimensionnels réguliers qui pourraient par exemple servir de filtre.

## Déchets électroniques en Afrique

Avec l'augmentation de la consommation, l'élimination ne fait que croître : les déchets électroniques sont un problème sérieux en Afrique de l'Ouest. Ils offrent toutefois aussi une chance comme le montre une étude de l'ONU à laquelle a participé l'Empa.



# 03

## Elargissement du protocole de Montréal

Le protocole de Montréal interdit l'utilisation des CFC destructeurs de la couche d'ozone. Comme les produits de remplacement sont des gaz à effet de serre persistants, les chercheurs proposent de cesser de les utiliser.

## « Nano » en construction

Dans le projet UE « Nano-house » une équipe de l'Empa étudie si les nanoparticules dans les matériaux de construction présentent des risques pour l'homme et l'environnement. La première phase du projet s'est achevée.

# 04

## Concours de sport cérébral à l'Empa

Des écoliers férus de physique ont débattu à l'Empa de problèmes ardu ; l'équipe victorieuse représentera la Suisse l'été prochain lors de la Coupe du monde de physique à Bad Saulgau en Allemagne.



## Une aide au lit des malades

Surveiller le sommeil ou contrôler si la mobilité est suffisante : l'Empa et la spin-off de l'EPFZ « compliant concept » ont développé un appareil qui enregistre les mouvements des personnes alitées.

Page 26



# 05

## Faire de plein d'hydrogène

La première station service à hydrogène pour les bus a été inaugurée à Brugg. Dans un projet commun de l'Empa et de CarPostal Suisse SA cinq bus roulent sans émettre de CO<sub>2</sub>.



# 06

## Sous surveillance permanente

Une étude de TA-SWISS et de l'Empa met en garde contre les technologies de localisation omniprésentes car la sécurité des données n'est pas toujours assurée.

## Une station de test pour les batteries

Prochainement l'Empa va tester les batteries quant à leur fiabilité et à leur longévité, cela afin d'améliorer à l'avenir leur efficacité et leur sécurité.

# 07

## La technologie de l'Empa en route vers Mercure

Le dispositif d'ionisation développé par l'Empa pour un spectromètre de masse va accompagner le satellite de l'ESA vers Mercure. Cet appareil léger et très fiable est capable de supporter des températures extrêmes.



## Un pansement aux multiples talents

L'Empa développe un pansement multifonctionnel biodégradable capable de délivrer de façon ciblée les médicaments dans les plaies – et de se dissoudre de lui-même avec la progression de la guérison.

# 08

## La suie diesel déchiffrée

L'Organisation mondiale de la santé a classé la suie diesel parmi les substances cancérigènes. Des chercheurs de l'Empa y ont contribué par leurs analyses de la structure et de la composition des particules de suie.



# 09

## « ERC Starting Grant » pour un chercheur de l'Empa

Pour ses travaux sur les nanocristaux dans les corps solides, le chercheur de l'Empa Maksym Kovalenko s'est vu attribuer une subvention de 1,8 millions de francs. Agé de 30 ans, il est le plus jeune lauréat ERC.

## Les biocarburants sont-ils réellement « verts » ?

Une étude conduite par l'Empa a examiné les écobilans des biocarburants et a constaté que seuls peu d'entre eux sont véritablement écologiques.

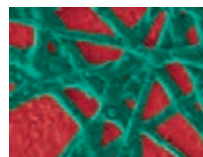


# 10

## Photosynthèse artificielle

Avec une protéine d'algues bleues optimisée par génie génétique, des chercheurs de l'Empa sont parvenus à augmenter l'efficacité des électrodes utilisées pour la scission de l'eau.

Page 19



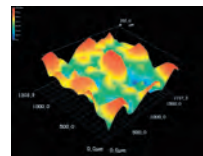
# 11

## Des cellules solaires bon marché pour l'avenir

Le projet UE « TREASURES », dirigé par le chercheur de l'Empa Frank Nuesch, va développer au cours de ces trois prochaines années des méthodes de production peu coûteuses pour l'électronique organique.

## Draps innovateurs pour les personnes alitées

Les escarres sont une menace pour les patients alités. Des draps spéciaux issus du savoir-faire de l'Empa réduisent les points de compression grâce à une structuration microscopique.



## Protection suffisante contre les nanomatériaux

L'Empa a réalisé à la demande de l'Office fédéral de l'environnement une étude sur les risques des nanomatériaux. Ses conclusions : des mesures supplémentaires ne sont actuellement pas nécessaires.

# 12

## Le 6<sup>e</sup> prix de l'innovation Empa

« And the winner is... » : le crépi hautement isolant à base d'aérogel. Ce crépi est en particulier une alternative aux panneaux isolants pour la rénovation des bâtiments historiques.



## Très CLEVER

La première voiture hybride à gaz naturel à boîte de vitesse mécanique est née à l'Empa, avec la participation de l'EPFZ et de l'industrie. La voiture test « CLEVER » émet 45% moins de CO<sub>2</sub> qu'une voiture essence.

Page 50

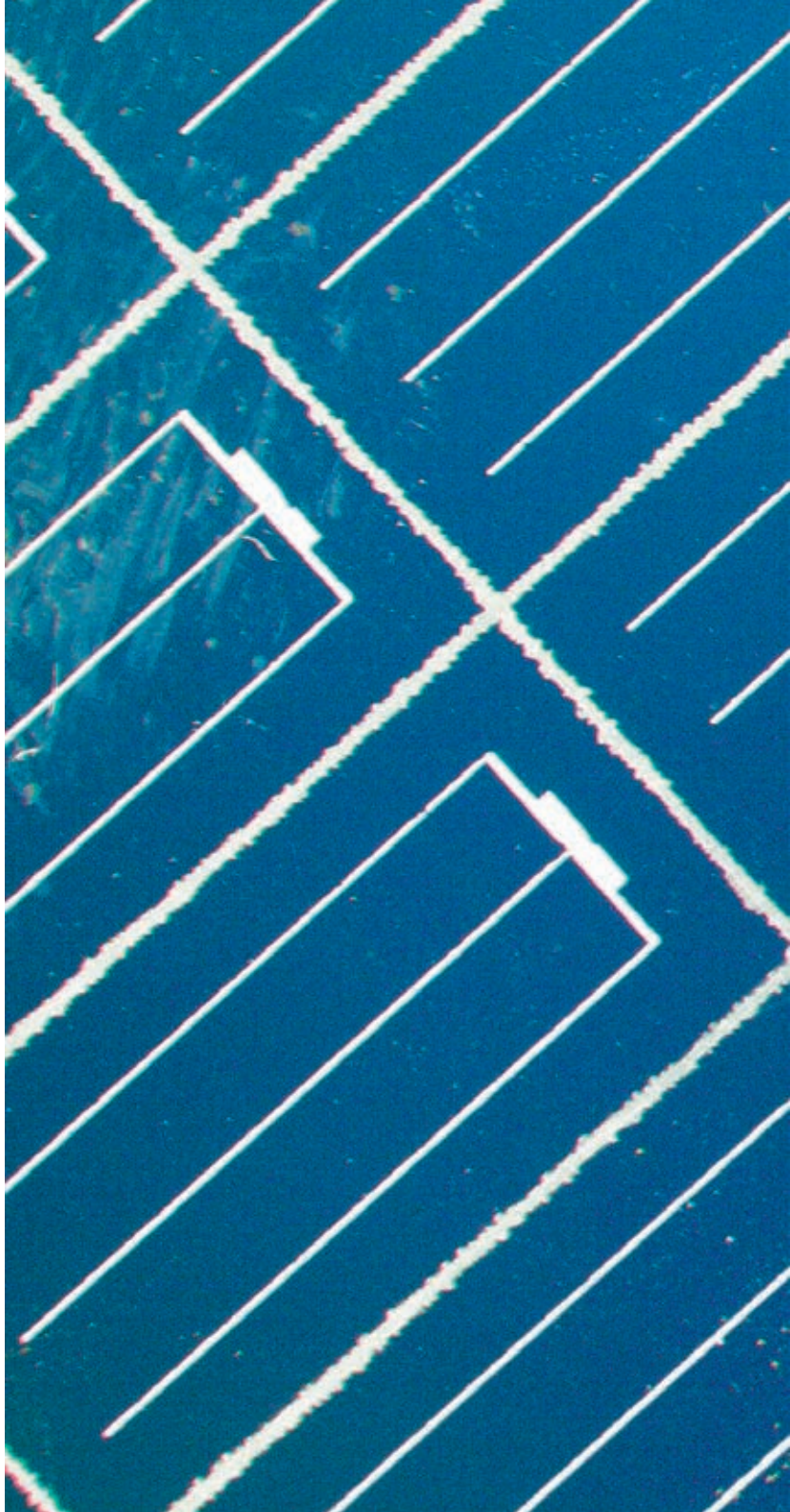
## Un turbo pour les piles à combustible

Des scientifiques de l'Empa produisent des convertisseurs thermoélectriques capables de transformer en électricité la chaleur perdue, et cela même à très haute température, par exemple dans les piles à combustible.

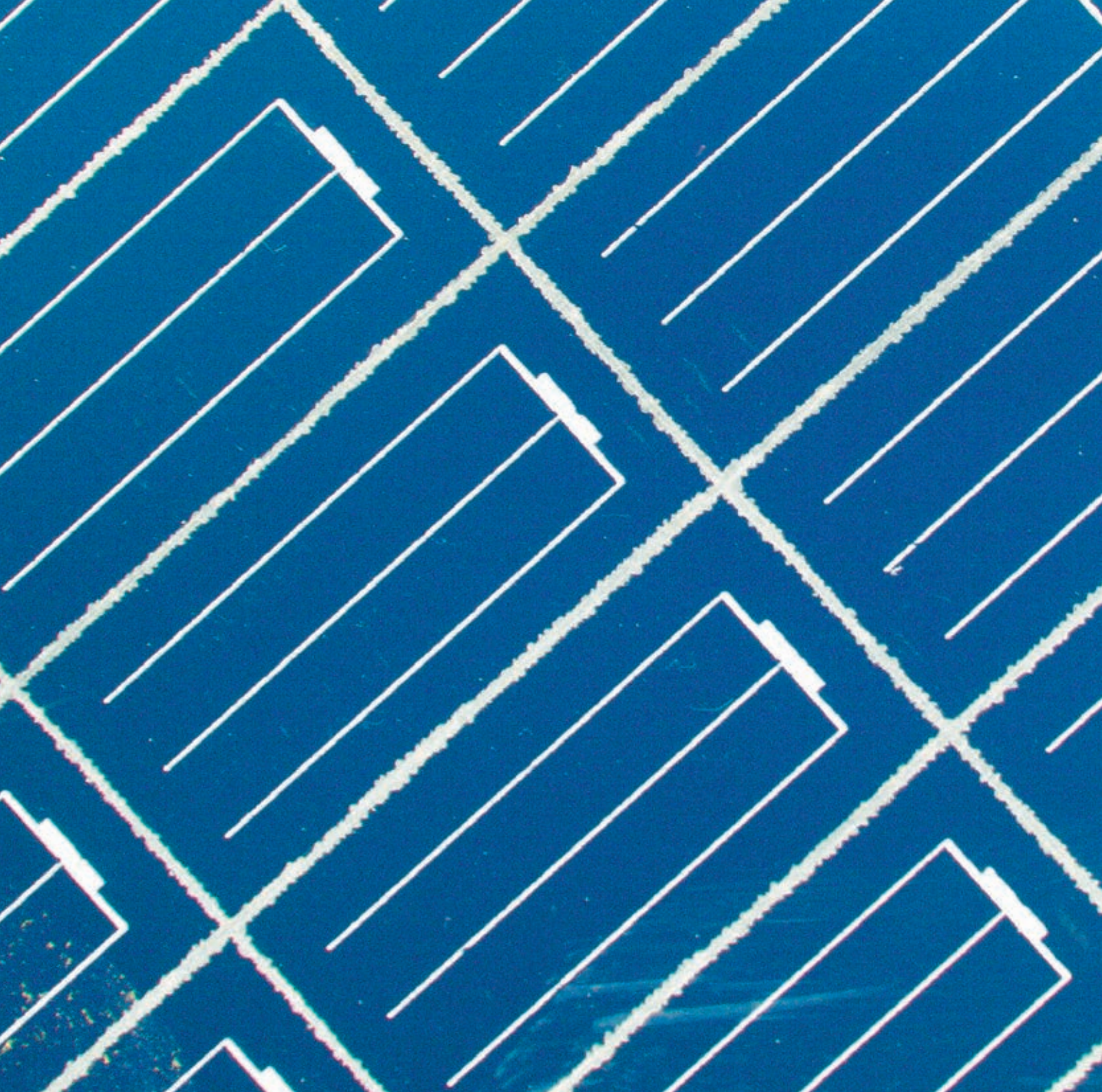
Page 16

## Projets en mire

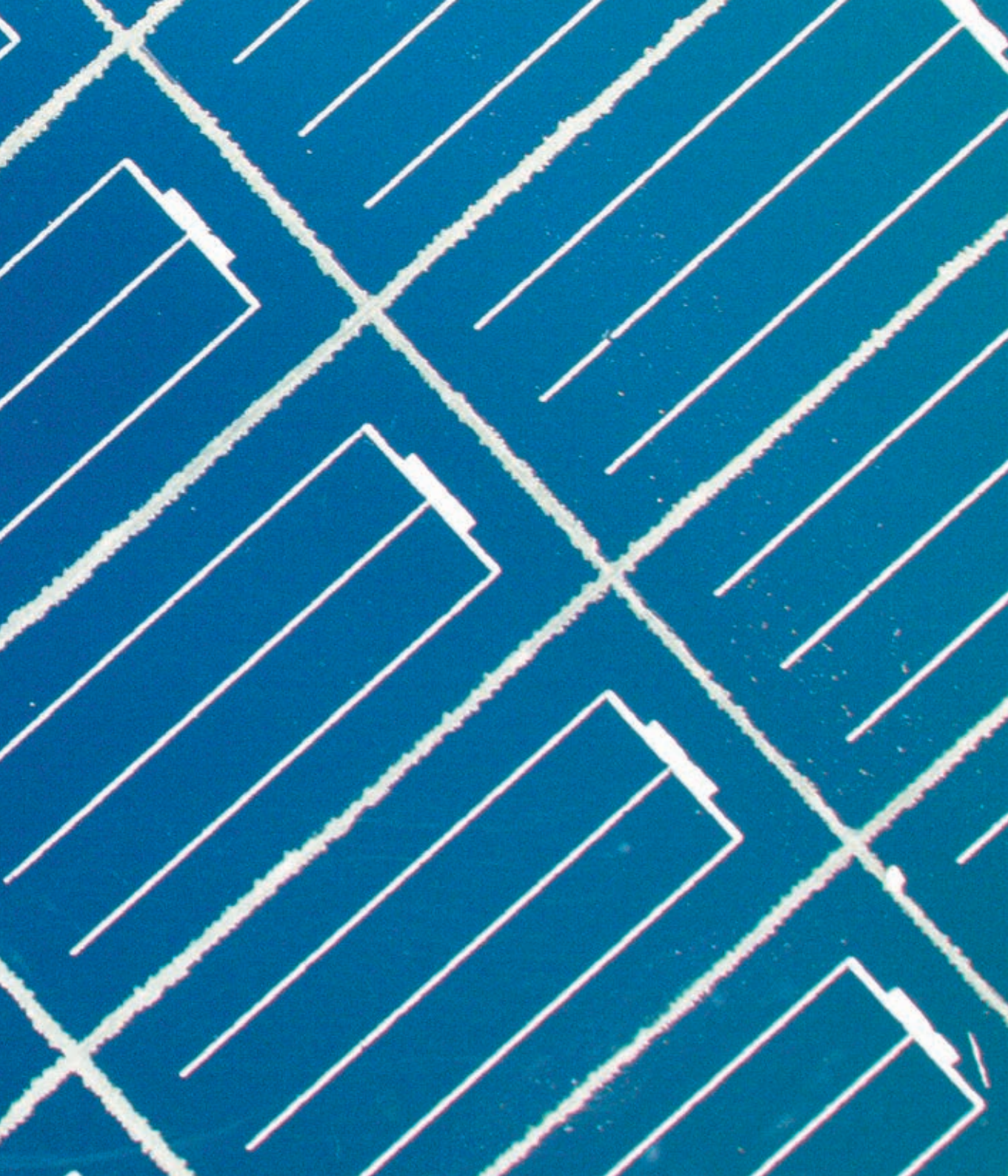
Développer de nouveaux matériaux et faire progresser les nouvelles technologies, donner des impulsions pour un développement durable de notre société; créer les bases scientifiques nécessaires aux décisions politiques et sociétales – ce sont là les objectifs centraux que l’Empa poursuit par la recherche 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 plus de 1000 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.













# Analyse chimique et physique simultanée des surfaces

Jusqu'ici, si l'on voulait examiner à la fois les propriétés physiques et chimiques d'un échantillon, il fallait l'analyser dans différents instruments. Récemment, l'Empa a développé un nouvel instrument de mesure – le 3D NanoChemiscope – capable d'effectuer simultanément

une analyse tridimensionnelle des propriétés physiques et chimiques de la surface d'échantillons. Jusqu'ici, un microscope à force atomique (MFA) palpitait avec sa fine pointe la topographie de l'échantillon; après cela il fallait le placer dans un spectromètre de masse à temps de vol (ToF-SIMS, de l'anglais « time-of-flight secondary ion mass spectrometer ») pour déterminer de quels éléments était formée sa couche mono-moléculaire la plus superficielle. Le transport d'un instrument à l'autre entraînait toutefois un risque non-négligeable de contamination ou de restructuration de la surface de l'échantillon et il était pratiquement impossible de retrouver avec précision l'endroit examiné sous le MFA.

---

## 20

**nanomètres, c'est la précision de positionnement du 3D NanoChemiscope. Grâce aux moteurs piézoélectriques, le transport de l'échantillon entre le ToF-SIMS et le MFA s'effectue avec une précision bien au-delà du micromètre.**

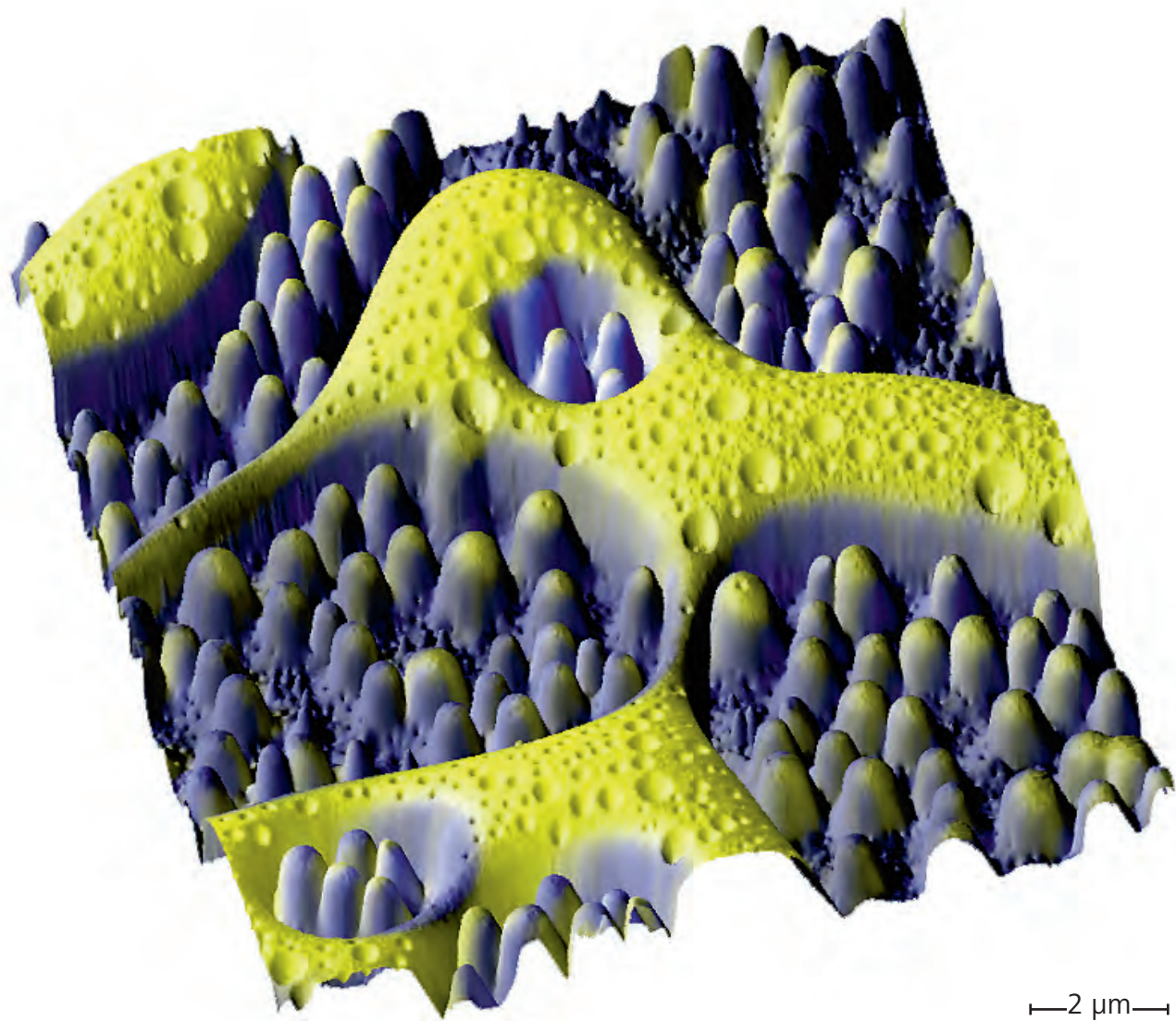
---

### **Mariage d'un microscope à force atomique et d'un spectromètre de masse**

Pour procéder simultanément à une détermination tridimensionnelle de propriétés mécaniques telles que la dureté, l'élasticité ou le coefficient de frottement et à celle de la composition chimique d'une structure superficielle, il est nécessaire de « marier » le MFA et le ToF-SIMS. Le problème: ces deux appareils sont de conception très différente. Sur le MFA,

L'analyse de surface combinée ToF-SIMS/MFA d'un mélange de polymères PCBM/Cyl que le laboratoire « Polymères fonctionnels » synthétise pour le développement de cellules solaires organiques.





—2  $\mu\text{m}$ —

l'échantillon et la pointe se trouvent dans une chambre munie d'amortisseurs pour éviter toute vibration alors que dans le ToF-SIMS tous les éléments – canons à ions, caméras, etc. – sont disposés de manière fixe autour de l'échantillon. Rien que sur le plan géométrique, on se trouvait jusqu'ici dans l'impossibilité d'examiner un échantillon simultanément avec ces deux méthodes.

Dans le cadre du projet « 3D NanoChemiscope » financé par l'UE, les chercheurs de l'Empa ont développé avec des partenaires internationaux un instrument qui réunit de manière compacte un MFA et un ToF-SIMS dans la même chambre à ultra-haut vide. Cette chambre est équipée d'un système de transport piézoélectrique qui transfère l'échantillon entre le MFA et le ToF-SIMS sur un rail pourvu d'un revêtement de type diamant. Ceci, associé à la haute stabilité du système, assure que la zone examinée soit retrouvée dans les deux positions de mesure de l'instrument. Ce système utilise un matériau piézo-électrique qui se dilate lorsqu'on lui applique une tension électrique et qui se rétracte lorsqu'on l'interrompt. Le mouvement qui en résulte est continu et dénué de toute secousse; le porte-échantillon « glisse » pour ainsi dire comme sur des patins.

Lors du développement de cet appareil, les chercheurs ont pris particulièrement soin de conserver toutes les fonctionnalités des deux instruments originaux. C'est ainsi que le porte-échantillon

peut effectuer des mouvements sur cinq axes de manière à pouvoir examiner l'échantillon sous tous les angles possibles. Pour éviter toute vibration et obtenir une haute résolution d'image MFA, ce n'est pas l'échantillon qui est déplacé sous la pointe du MFA mais la pointe qui balaie l'échantillon fixe.

Avec cette nouvelle solution d'une complexité technique extrême, l'équipe de l'Empa a dépassé de loin l'objectif initial fixé. Au lieu



La cheffe du projet 3D NanoChemiscope discute le design de l'instrument avec un ingénieur-constructeur de machines.

d'un simple modèle fonctionnel, elle a développé un prototype complet fonctionnant réellement. La partie ToF-SIMS elle-même a été perfectionnée par le partenaire industriel ION-TOF, qui a amélioré la focalisation du faisceau d'ions. Le ToF-SIMS a ainsi en quelque sorte été équipé de lunettes avec lesquelles sa « vision »



Des techniciens ajustent les éléments du ToF-SIMS.

reste certes toujours plus floue que celle du MFA mais est bien meilleure qu'auparavant. En chiffre : le ToF-SIMS permet d'obtenir une résolution latérale atteignant jusqu'à 20 nm alors qu'avec le MFA, la résolution latérale se situe – selon l'échantillon, la pointe et le mode utilisés – dans le domaine sub-nanométrique. Ce projet s'est achevé en janvier 2013. Le prototype, un géant en aluminium enrichi d'un mètre de long, de 70 cm de large et de 1,70 mètres de haut – est maintenant en fonction chez ION-TOF pour les clients de l'industrie et les partenaires de recherche. La construction d'autres instruments en vue de la mise sur le marché va bientôt suivre, vu l'intérêt déjà manifesté de différents clients. Des perspectives commerciales plus que prometteuses, en considérant le prix à sept chiffres d'un 3D NanoChemiscope.

### **Collaboration internationale entre la recherche et l'industrie**

Ce projet a été réalisé sous la direction de l'entreprise allemande ION-TOF GmbH, en collaboration avec l'Empa, NanoScan, l'Université Catholique de Louvain (UCL), l'Université de Namur (FUNDP), Belgique, l'Institute of Scientific Instruments (ISI), République Tchèque, Holst Centre, Hollande et la Technische Universität Wien, Autriche.

## Un turbo pour les piles à combustible

L'énergie, la chaleur perdue dans l'environnement, peut se transformer directement en électricité au moyen de convertisseurs thermoélectriques (TEC, de l'anglais thermoelectric converters). Ces TEC, formés de matériaux semi-conducteurs, se placent à proximité immédiate de surfaces

chaudes telles que les parois de moteurs ou de fours. S'ils sont exposés à un gradient de température, des porteurs de charge migrent du côté chaud vers le côté froid. En raccordant un consommateur entre côté chaud et côté froid, il se crée un courant électrique. L'utilisation des TEC est la plus efficace là où l'on peut utiliser de grandes différences de température. Toutefois les matériaux couramment utilisés pour les TEC ne sont stables que jusqu'à 300 °C. Les températures de fonctionnement des piles à combustible à oxyde

solide (SOFC de l'anglais solid oxide fuel cell), utilisées par exemple comme cogénérateurs de chaleur et d'électricité, sont nettement plus élevées et atteignent jusqu'à 900 °C.

Dans le projet « HITTEC » (High Temperature Thermoelectric Converter) les chercheurs de l'Empa développent en partenariat avec Hexis AG un convertisseur thermoélectrique capable de résister aux hautes températures pour récupérer, en la transformant en électricité, une partie de la chaleur dégagée par les SOFC et augmenter leur rendement. Ceci permet d'économiser l'énergie primaire, fossile ou renouvelable, et d'accroître l'efficacité des SOFC.

---

# 10

**pour-cent d'augmentation de l'efficacité  
des systèmes SOFC sont possibles selon les experts  
avec l'utilisation de TEC haute température.**

---



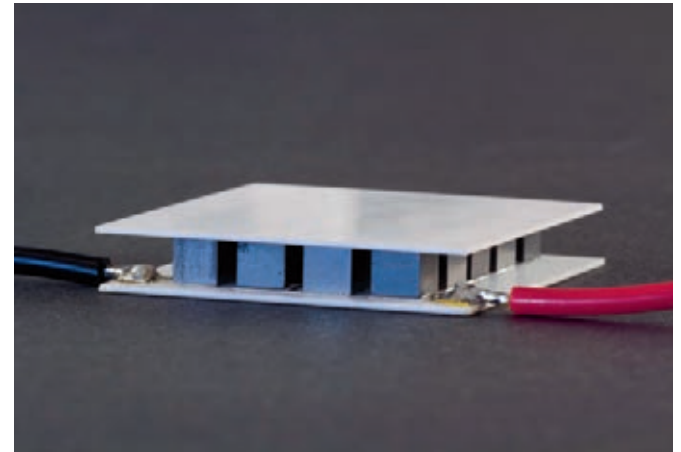
**Les candidats idéaux:  
les oxydes métalliques de type pérovskite**

Les matériaux nécessaires ne doivent pas seulement être thermostables mais aussi posséder un potentiel de matériau élevé. Les oxydes métalliques de type pérovskite sont considérés comme les candidats idéaux. Ils sont chimiquement et thermiquement stables, non toxiques et peuvent être produits en grandes quantités à faible coût. Le manganate de calcium dans lequel le manganèse a été en partie substitué par du tungstène s'est révélé particulièrement prometteur.



Une installation de mesure d'un type nouveau a aussi été spécialement développée à l'Empa pour les TEC haute température.

Pour l'étude des matériaux HITTEC potentiels, l'Empa a développé une installation de mesure spéciale dans laquelle les modules sont exposés à des températures extrêmement élevées. Les chercheurs de l'Empa peuvent ainsi déterminer les propriétés et les performances des modules et déceler leurs points faibles éventuels.

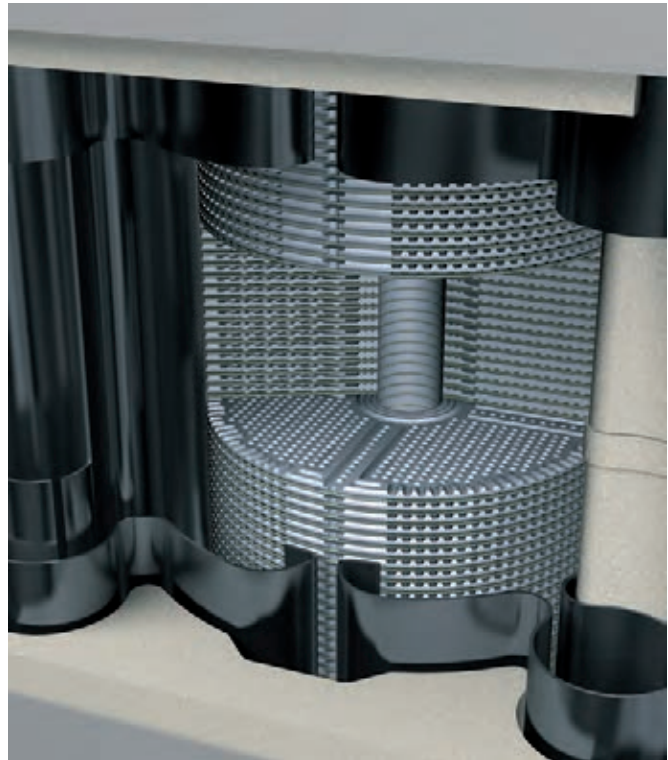


Les convertisseurs thermoélectriques sont appliqués sur les surfaces chaudes pour produire de l'électricité.

### Intégration des HITTEC dans les SOFC

Les chercheurs de l'Empa désirent aller encore plus loin : ils veulent placer les TEC à proximité immédiate d'une des électrodes de la SOFC, d'ailleurs elles aussi en oxydes mixtes de type pérovskite hautement thermostables, soit exactement là où a lieu la réaction chimique de la pile à combustible.

Différents partenaires de recherche, tels que la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) et les EPF de Lausanne et de Zurich, apportent aussi leur savoir-faire. Ils optimisent la conformation des modules, modélisent les propriétés des matériaux et déterminent la meilleure façon d'intégrer les modules HITTEC à la SOFC. Ces résultats permettront de développer et de construire en commun avec Hexis un prototype de SOFC thermoélectriquement optimisé.



Le cogénérateur à pile à combustible Hexis est formé d'un empilement comportant jusqu'à 60 piles à combustible individuelles.

# De l'hydrogène solaire avec la photosynthèse artificielle

En une heure le soleil fournit à la terre plus d'énergie que la population mondiale n'en consomme en une année. Cette énergie est utilisée techniquement par exemple dans des cellules photovoltaïques pour produire de l'électricité. Le stockage économique, efficient et durable de l'électricité reste toutefois un défi.

---

## 2,0

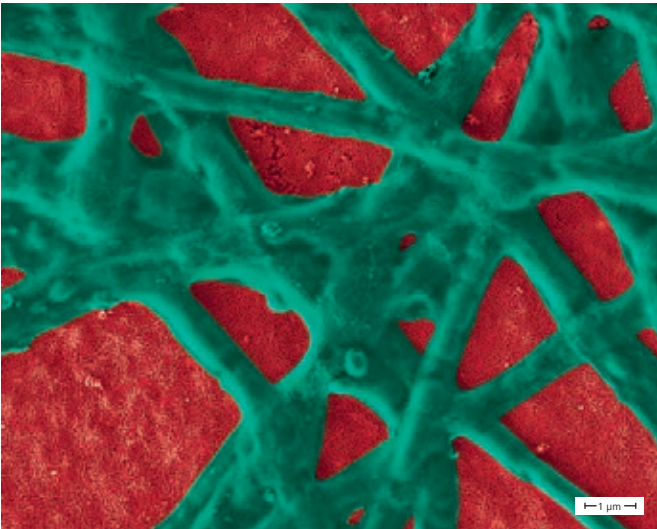
**électronvolt, la valeur de la bande interdite de l'hématite, une forme d'oxyde de fer. On désigne par bande interdite la différence d'énergie entre la bande de valence et la bande conductrice des électrons d'un semi-conducteur. S'ils sont excités – par exemple par la lumière – les électrons peuvent sauter par dessus cette bande interdite ce qui accroît la conductivité électrique du semi-conducteur.**

---

De plus, seul un cinquième des besoins en énergie mondiaux est couvert par l'électricité. Les 80 pour-cent restants le sont par des combustibles. Ce pourrait aussi être de l'hydrogène produit directement à partir d'eau et d'énergie solaire dans des cellules photoélectrochimiques (PEC). Si l'on lie encore dans ce processus ce gaz à effet de serre qu'est le CO<sub>2</sub>, il devient même possible de produire des carburants synthétiques (Syn-Fuels ou Solar Fuels) – pour ainsi dire par photosynthèse artificielle. Le problème de l'énergie serait résolu.

C'est pourquoi les scientifiques s'efforcent d'imiter la photosynthèse naturelle pour la réaliser techniquement dans des PEC. Des chercheurs des laboratoires « Céramiques hautes perfor-

mances » et « Biomatériaux » de l'Empa ont développé, avec des collègues de l'Université de Bâle, de l'EPFL et des Etats-Unis, des électrodes hybrides PEC dans lesquelles de l'oxyde de fer est fonctionnalisé avec une antenne photoréceptrice à base d'une protéine d'algue bleue modifiée par génie génétique.



### Une anode... en rouille

L'hématite, un oxyde de fer ressemblant à la rouille, est un matériau très prometteur pour les anodes des PEC ; elle capte le rayonnement solaire dans un domaine si large de son spectre qu'elle pourrait théoriquement transformer en hydrogène 15 pour-cent de l'énergie solaire incidente. Elle est de plus bon marché, stable et écoresponsable. Son efficacité effective est toutefois nettement plus faible, cela du fait de sa structure moléculaire dans laquelle les trous d'électrons créés par le rayonnement solaire ont une durée de vie extrêmement brève. Ces trous doivent diffuser à la surface pour former de l'hydrogène et de l'oxygène à partir de l'eau. Du fait de sa structure moléculaire, l'hématite en « neutralise » toutefois une grande partie après peu de temps.

C'est pourquoi il est important de réunir des connaissances précises sur le comportement des trous d'électrons à la surface des électrodes. Récemment des chercheurs de l'Empa et leurs partenaires sont parvenus à observer à l'aide de rayons X mous dans une PEC les modifications de la structure électronique de l'hématite au cours de la scission photoélectrochimique de l'eau. Ils ont en particulier réussi à identifier deux signatures spectrales et à les attribuer spécifiquement aux ions fer et oxygène de l'hématite.

Film de nanoparticules d'hématite (rouge) avec phycocyanine réticulée (vert).  
Photo : Dr E. Vitol, Argonne National Laboratory

Film d'hématite avec réseau de protéine auto-organisé.





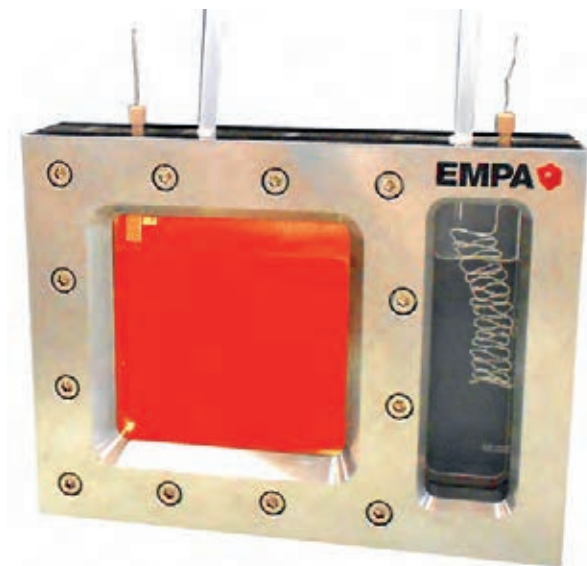
5 μm



### **Le deuxième composant important: une protéine d'algue**

Le deuxième composant de cette nouvelle électrode est la phycocyanine, une protéine qui capte le rayonnement solaire pour la photosynthèse dans les algues bleues. On a en effet découvert que les nanoparticules d'hématite absorbaient bien plus de photons lorsqu'elles sont recouvertes de phycocyanine: le courant photonique des électrodes hybrides doublait. Les biotechnologues de l'Empa sont même parvenu à modifier la phycocyanine pour optimiser son adhérence sur l'hématite. La tendance de la protéine à se lier à l'hématite lui est en quelque sorte conférée « de naissance ». De plus cette électrode hybride peut fonctionner dans un électrolyte de pH neutre écoresponsable.

La compréhension des processus moléculaires de la scission photoélectrochimique de l'eau ainsi que la combinaison du capteur naturel de lumière tiré des algues bleues sont un premier pas vers la production d'hydrogène solaire à faible coût.



Prototype construit à l'Empa d'une cellule photoélectrochimique (PEC) d'un type nouveau qui permet de produire de l'hydrogène directement à partir du rayonnement solaire et d'eau.

## Protection contre les flammes – sans toxiques

Les polymères organiques brûlent souvent fort bien du fait de leur teneur élevée en carbone ; sous forme de mousses, ils s'enflamment encore plus facilement et peuvent former, suivant leur composition chimique, des gaz toxiques tels que le cyanure et le monoxyde de carbone.

---

# 62

**secondes, la durée de combustion maximale qu'une mousse polyuréthane ne doit pas dépasser pour passer avec succès le test standardisé UL-94. A titre de comparaison : sans inhibiteur de flamme, la mousse brûle complètement.**

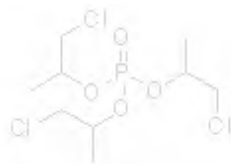
---

C'est pourquoi certaines mousses telles que les mousses polyuréthane, utilisées entre autres dans les meubles rembourrés et les matelas, comme matériau d'isolation ou comme mousses de montage, doivent être rendues insensibles au feu avec des retardateurs de flamme.

Les retardateurs de flamme usuels tels que le trichloropropylphosphate (TCPP) ou quelques diphényléthers polybromés (PBDE) sont soupçonnés de présenter des risques pour la santé et l'environnement : nombre d'entre eux ont une durée de vie extrêmement longue et s'enrichissent dans l'environnement, ont des effets hormono-mimétiques et sont cancérogènes.

Raison pour laquelle on est à la recherche de substances de remplacement. Et c'est précisément de telles substances que les chercheurs de l'Empa ont développées avec la firme suisse FoamPartner dans un projet financé par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI).

Ces nouveaux retardateurs sont des composés organiques phosphorés, plus précisément des phosphoramidates et des phosphonates. Les chercheurs de l'Empa ont synthétisé plusieurs de ces substances (qui se différencient par leur chaîne de carbone) et les ont ajoutées en quan-



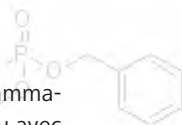
tités croissantes à de la mousse polyuréthane. Les premiers résultats montrent que ces retardateurs ne gênent pas la production de la mousse.

### Nouveaux retardateurs – plus sûrs et encore meilleurs

Les chercheurs ont ensuite effectué différents tests d'inflammabilité sur ces mousses et ont comparé leur résistance au feu avec celles d'une mousse non protégée et d'une mousse traitée au TCPP. Les résultats : lorsque la chaîne carbonée accolée au phosphore est un hydrocarbure non saturé, aussi bien les phosphoramidates que les phosphonates sont très efficaces – même meilleurs que le TCPP. Avec 10 pour-cent en masse de retardateur de flamme on obtient même pour ces deux substances le meilleur classement qu'il est possible d'obtenir pour les mousses – inatteignable jusqu'ici avec les retardateurs usuels. Ces nouveaux retardateurs de flamme – pour lesquels une demande de brevet a été déposée – ne sont donc pas seulement plus sûrs mais encore meilleurs que leur « prédécesseurs » halogénés.



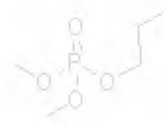
Dimethyl allyl phosphonate



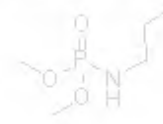
Dimethyl benzyl phosphonate



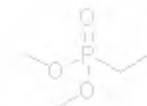
Dimethyl benzyl phosphoramidate



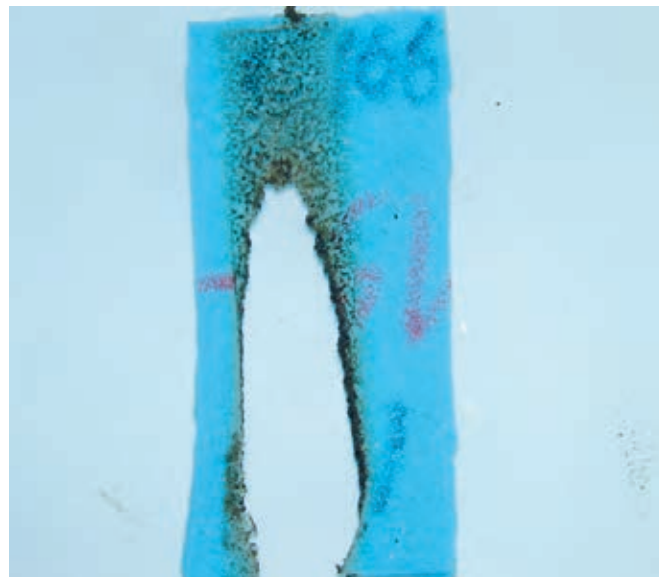
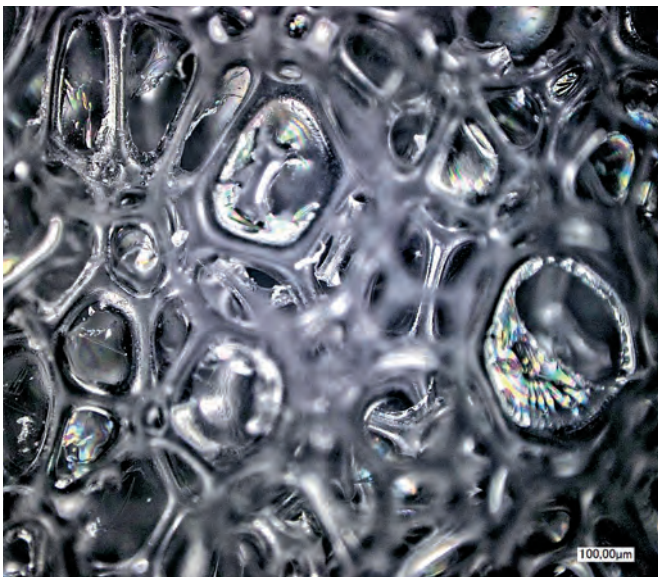
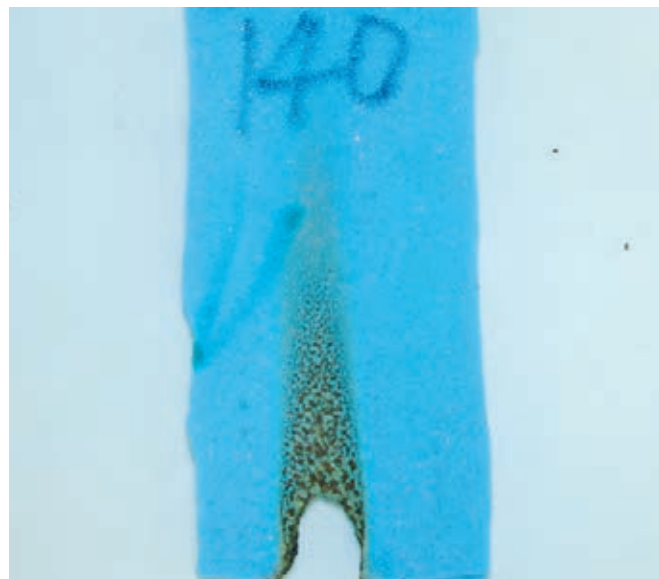
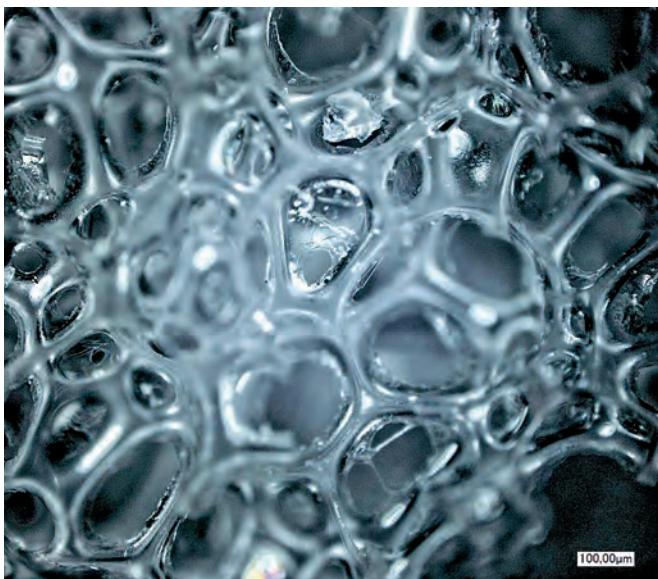
Dimethyl propyl phosphonate



Dimethyl propyl phosphoramidate



Dimethyl propyl phosphonate



De la mousse polyuréthane sous le microscope : l'inhibiteur de flamme n'exerce pas d'influence sur la structure de la mousse.  
 Au-dessus avec inhibiteur de flamme, au-dessous, sans.

Les tests de combustibilité normés montrent que les composés organiques phosphorés (au-dessus) peuvent être même meilleurs que les substances nocives jusqu'ici usuelles telles que le TCPP (au-dessous).



# Bien évaluer la mobilité des patients

La pression des coûts dans le domaine de la santé et les exigences en matière de soins ne cessent de croître; et avec cela la charge de travail que doivent assumer les infirmières et les infirmiers. Les solutions intelligentes qui déchargent le personnel soignant tout en garantissant

aux patients une qualité inchangée des soins sont plus demandées que jamais. Au mois de juillet 2012, «compliant concept», une spin-off de l'Empa et de l'EPFZ, a lancé sur le marché le premier produit d'un concept global d'analyse de la mobilité des personnes âgées.

---

## 1257 233

**hospitalisations ont été enregistrées en 2010 dans les hôpitaux de soins aigus, les hôpitaux psychiatriques et gériatriques ainsi que les cliniques de réhabilitation selon l'Office fédéral de la statistique.**

---

### **Un assistant électronique pour éviter les escarres**

Le «Mobility Monitor» est une unité de mesure qui se place sous le matelas et qui est reliée à un affichage fixé sur le lit ainsi qu'au système d'appel. Cette unité de mesure saisit et analyse sans

contact avec le corps les mouvements du patient, les analyse et indique la valeur mesurée sur un affichage placé au pied du lit. En cas d'absence prolongée de mouvements, le personnel est alarmé et peut intervenir pour éviter l'apparition de complications telles que les escarres tant redoutées. L'évaluation sur ordinateur permet de plus au personnel de planifier et de documenter efficacement les soins. Comme cet «assistant électronique» est aussi approprié pour contrôler la qualité du sommeil et l'efficacité des médicaments, son utilisation n'est pas limitée aux homes médicalisés et aux hôpitaux mais s'étend aussi aux cliniques de réhabilitation.

Déjà au cours du premier trimestre suivant le début des ventes, « compliant concept », dont le siège se trouve dans le parc technologique « glaTec » de l'Empa à Dübendorf, a réalisé un chiffre d'affaire de 50 pour-cent supérieur à celui prévu dans son plan d'affaire. Les premiers clients ont déjà acheté d'autres appareils et un des leaders du marché suisse des résidences pour séniors a équipé ses établissements de « Mobily Monitors ». Depuis le début 2013, le « Mobility Monitor » est aussi distribué en Allemagne et d'autres pays vont suivre.

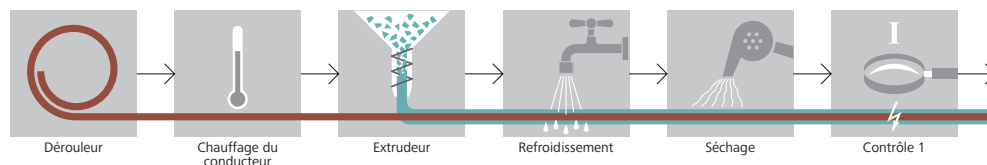
### Nouvel apport de capitaux

L'idée d'entreprise et le produit ont aussi convaincu les investisseurs. Depuis décembre 2012, « compliant concept » n'est plus seulement soutenu par divers investisseurs privés mais a aussi trouvé avec le Groupe pharmaceutique Debiopharm, et la Banque cantonale zurichoise des bailleurs de fonds institutionnels. Cette injection de capitaux permet à cette jeune entreprise de poursuivre sa croissance et d'établir sur le marché un système de lit de soin qui imite les mouvements spontanés des personnes saines durant leur sommeil et déplace ainsi de manière continue et en douceur les personnes alitées.



Le Mobility Monitor fait partie d'un système de lit de soin intelligent pour la prévention des escarres, aussi appelée prophylaxie de décubitus en jargon médical. Le moniteur affiche, à la manière d'un feu rouge, le degré de mobilité actuel du patient ou de la patiente.

## L'Empa permet de réaliser des usines « vertes »



Produire à la foi économiquement et écologiquement, ce n'était jusqu'ici que difficilement conciliable. Bien que de nombreuses entreprises veillent à la durabilité dans les transports, la distribution et l'administration, les processus de production, soit une grande part de leurs

activités, demeuraient exclus de ces préoccupations. L'Empa dans le projet «EcoFactory», soutenu par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI), a développé avec quatre partenaires industriels (Taracell Schweiz, Huber + Suhner AG, Knecht & Müller AG et Chocolat Frey AG), des économistes de l'EPFZ et des informaticiens de la Hochschule für Technik und Wirtschaft (HTW) à Berlin, un logiciel qui doit pallier ce manque. Ce logiciel unique au monde ne permet pas seulement de représenter les grandeurs

économiques – soit la rentabilité globale – mais aussi de modéliser, d'évaluer et d'optimiser les étapes de production sur le plan de la durabilité pour concilier ainsi les objectifs économiques et écologiques.

### La banque de donnée de l'Empa utilisée comme base

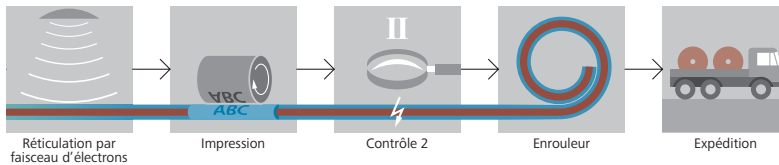
Une des entreprises qui désirait optimiser ses processus de production était la firme Huber + Suhner AG. Il était clair pour elle qu'une usine verte avec laquelle on ne gagne rien était impensable. Une gageure car, à côté des facteurs économiques, il faut encore tenir compte des écobilans, de l'utilisation des ressources, des émissions de CO<sub>2</sub> et de l'élimination des déchets. Et c'est là que l'Empa entre en jeu. Les connaissances de ses chercheurs sur les écobilans et la

---

**3 500**  
kilomètres de câbles high-tech ont été produits en  
une semaine chez Huber+Suhner. Chacune des opérations  
de fabrication a été enregistrée seconde par seconde.

---

Schéma fonctionnel  
d'une fabrique de câbles.



banque de données «ecoinvent» ont permis de réunir les informations nécessaires pour établir des pronostics précis grâce à la modélisation. Le modèle économique est directement couplé avec les méthodes d'établissement des écobilans. Les entreprises peuvent ainsi constater combien de temps quelles machines sont utilisées pour une étape de production et quels sont les matériaux consommés. La dimension écologique va bien au-delà d'une simple économie d'énergie. Les émissions de polluants, la consommation des ressources et la production de déchets entrent elles aussi dans le bilan.

### L'industrie manifeste son intérêt

Les premiers échos sont très positifs, l'industrie manifeste un fort intérêt pour «EcoFactory». Ce projet a de grandes chances de devenir un succès commercial. La commercialisation de ce logiciel est en cours de planification. La collaboration avec les partenaires industriels a été précieuse; elle a permis aux chercheurs d'évaluer les possibilités mais aussi les limites d'e «EcoFactory». L'utilisation de ce logiciel ne fait pas sens partout; il est utile avant tout pour les entreprises déjà activement engagées dans la réduction de leur charge environnementale et qui désirent encore optimiser leurs processus de production sur le plan écologique. Les entreprises qui n'ont aucune expérience dans le domaine des technologies respectueuses de l'environnement sont le plus souvent débordées par cet outil. Souvent il leur suffit d'étudier leur facture d'électricité et de contrôler l'efficacité de leurs machines pour procéder à des adaptations qui produisent déjà de grands effets sans analyse détaillée. Ce logiciel est plus destiné à donner la « touche finale » à l'orientation écologique d'une entreprise.



Un technicien des processus de Huber+Suhner sillonne «sa» fabrique à la recherche de points faibles énergétiques.

## Des bombes aérosols qui fuient? – Un cas pour le laser à cascade quantique

Les bombes aérosols servant à pulvériser la laque pour cheveux, les peintures ou la mousse à raser utilisent comme gaz propulseur un mélange hautement explosif de propane et de butane. Pour qu'il ne se produise pas d'accident lors du transport ou chez l'utilisateur, durant sa production chaque bombe aérosol est plongée dans

---

**10<sup>-6</sup>**

**c'est la sensibilité du nouveau « renifleur » pour bombes aérosols. Son laser à cascade quantique peut déceler une molécule de gaz propulseur – tels que du propane ou du butane – dans un million de molécules d'air.**

---

un bain d'eau chaude pour contrôler son étanchéité. L'Empa a maintenant développé avec l'entreprise Wilco SA, spécialiste en machines à tester les fuites, une nouvelle technologie, ultrasensible et peu coûteuse, capable de déceler les fuites de gaz propulseur en une fraction de seconde.

Pour cela ils ont recours à une méthode d'analyse des gaz par laser à cascade quantique qui sert par exemple aussi à déchiffrer la signature isotopique du CO<sub>2</sub> au Jungfraujoch. Alors qu'au Jungfrau-

joch il s'agit de différencier très exactement différents isotopes, le nouveau détecteur pour bombes aérosols ne devait « que » déceler des traces de butane et de propane. Mais à la vitesse de l'éclair et avec une sensibilité élevée. Selon le cahier des charges du partenaire industriel, ce nouvel appareil équipé d'un laser à semi-conducteur à émission dans l'infrarouge moyen devait être capable de déceler en un dixième de seconde des fuites de gaz dans le domaine du ppm – soit une molécule de gaz propulseur dans un million de molécules d'air – et être moins coûteux que la méthode du bain d'eau.

Avec le soutien du programme national de recherche « Photonique quantique », l'Empa et Wilco ont construit un prototype qui dépasse de loin toutes les attentes. Un nouveau type de laser à



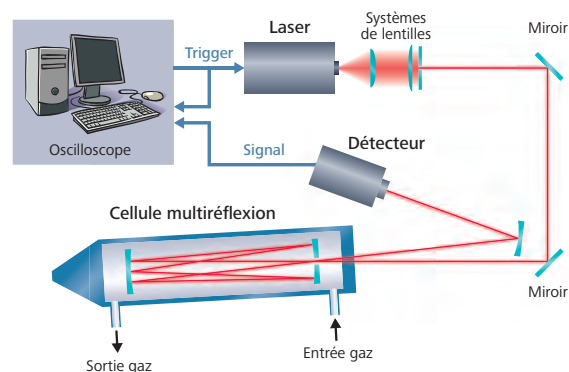


L'Empa a construit avec le partenaire industriel Wilco un prototype qui démontre que la spectroscopie laser permet de contrôler rapidement et avec fiabilité les bombes aérosols.

cascade quantique Fabry-Pérot, développé en mars 2012 à l'EPFZ, forme le cœur de l'appareil. Au contraire des diodes laser utilisées par exemple en télécommunication, ce laser produit une lumière d'une longueur d'onde de 3 micromètres, parfaitement adaptée à la détection de substances organiques comme le butane et le propane.

Les échantillons de gaz à analyser sont aspirés dans une cellule de mesure et « bombardés » par le laser. En présence de molécules à détecter, celles-ci absorbent le rayonnement ce qui est décelé par un détecteur. Le système donne alors en moins d'un dixième

de seconde l'ordre d'éliminer la bombe non étanche. Ce prototype peut contrôler jusqu'à 900 bombes aérosols par minute au lieu des 500 demandés et il ne consomme qu'une fraction de l'énergie qu'exige la méthode du bain d'eau. Autre plus : le Wilcomat n'est pas seulement capable de déceler des traces de butane et de propane, mais aussi nombre d'autres substances organiques en quantités infimes tels que des médicaments ou des solvants. Une demande de brevet a été déposée et le premier système complet est en construction.



Si le détecteur décelé une fuite de gaz, le système donne en moins d'un dixième de seconde l'ordre d'éliminer la bombe aérosol qui fuit.

L'appareil d'analyse se compose d'une cellule de mesure dans laquelle les molécules de gaz sont bombardées par un laser, d'un détecteur qui capte le rayonnement laser émergent et d'un ordinateur qui saisit et analyse les signaux du détecteur.

## Améliorer la qualité du béton – sur ordinateur

La production du ciment est responsable de 5 pour-cent des émissions mondiales de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>). Et cela bien que la quantité de CO<sub>2</sub> libérée par tonne de ciment soit bien inférieure à celle émise par la production d'une quantité égale d'acier ou d'aluminium. Le

problème réside dans la quantité : la production annuelle mondiale de ciment atteint trois milliards de tonnes, avec une tendance à la hausse. Le remède consiste à réduire les émissions de CO<sub>2</sub> lors de la fabrication du ciment, avec des matières premières et des agents de production ayant une teneur en carbone plus faible. De plus, l'augmentation de la durée de vie des ouvrages de construction serait un pas supplémentaire vers une réduction des émissions de CO<sub>2</sub>.

---

# 50

**pour-cent de silicate de calcium hydraté (S-C-H)  
et 20 pour-cent de portlandite – les produits les plus  
importants dans la prise du ciment portland**

---

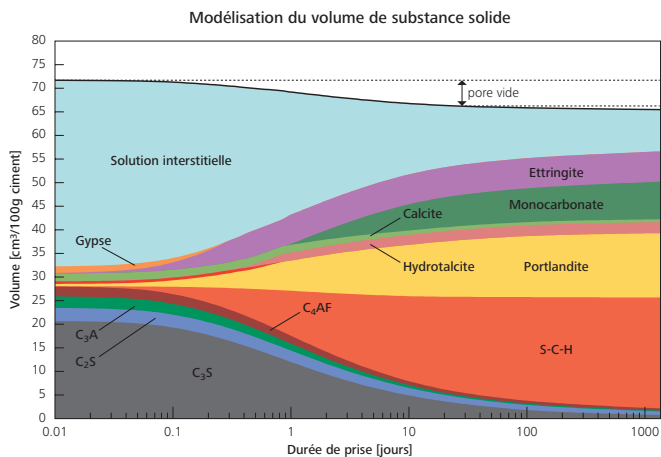
### **Du béton moins «chargé» en CO<sub>2</sub>**

Le béton – un mélange de gravier, de sable, de ciment et d'eau – se solidifie par réaction du ciment avec l'eau. Durant la prise, cette réaction conduit à des nouvelles phases solides et le volume des substances solides augmente. En même temps son volume total diminue car l'eau liée dans les phases solides a une densité plus élevée. L'Empa mène des travaux de recherche pour améliorer les ciments. Comme, en théorie du moins, le nombre des formulations possibles est infini elle utilise un programme d'ordinateur développé par l'Institut Paul Scherrer pour prévoir les réactions chimiques de la prise des ciments. Ce programme de simulation dénommé «Gibbs Energy Minimization Selector» (GEMS) a été conçu pour modéliser le comportement thermodynamique des substances. GEMS calcule comment celles-ci se comportent et se

modifie dans certaines conditions. Si l'on « alimente » GEMS avec les données sur les composants des ciments recensés dans la banque de données des ciments de l'Empa, on peut produire virtuellement n'importe quel ciment sur l'ordinateur. Et aussi calculer ses propriétés et son comportement – et cela sur plusieurs années.

### Des tunnels d'une durée de vie accrue

Si des eaux souterraines sulfatées pénètrent dans les tunnels, le sulfate qu'elles renferment réagit avec le béton pour former de l'ettringite et de la thaumasite. Ces deux minéraux augmentent le volume des phases solides et peuvent ainsi conduire à une expansion et à des éclatements du béton. Le programme GEMS permet d'évaluer déjà lors de l'étude d'un projet le type de ciment qui minimise la formation d'ettringite et de thaumasite dans les conditions attendues. Si l'on ajoute par exemple des cendres volantes au ciment, il devient plus résistant aux eaux sulfatées. Cette banque de données et ce programme de simulation thermodynamique permettent d'évaluer et d'optimiser le comportement du béton. Ce qui conduit à une réduction des émissions de CO<sub>2</sub> et à une augmentation de la durée de vie des constructions.



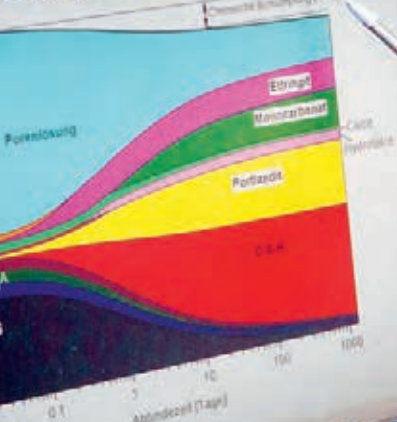
La composition d'un béton se modifie au cours de sa prise. La modélisation sur ordinateur aide à prévoir avec précision les propriétés d'une formulation donnée.

Une chercheuse devant l'écran où elle visualise le comportement d'un béton virtuel.





## Modellierung des Feststoffvolumens



NTNU

# La nanocellulose – polyvalente et renouvelable

La simple cellulose peut aider à protéger le bois contre les intempéries, ou encore s'utiliser comme implant pour les disques intervertébraux, pour garder leur fraîcheur aux aliments et filtrer le CO<sub>2</sub> de l'air. Les scientifiques de l'Empa étudient comment cela fonctionne – et tout

---

## 1 500

**bar, la pression nécessaire pour transformer dans de fins capillaires d'acier la cellulose normale en cellulose nanofibrillée (CNF) – un matériau polyvalent très recherché.**

---

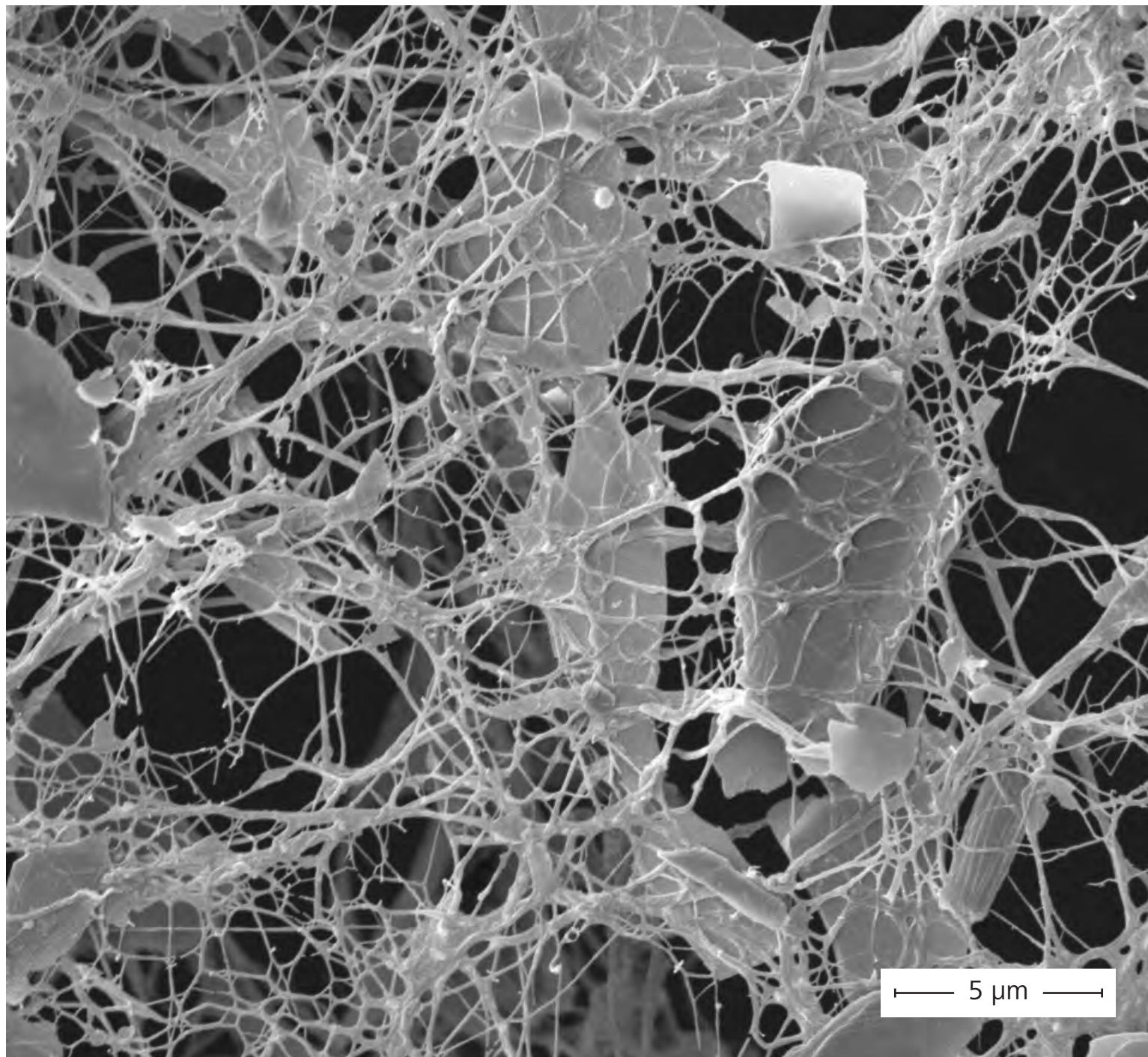
ce que l'on peut encore faire avec cette cellulose. La transformation d'un produit de masse en un produit high-tech polyvalent débute – simplement – dans un entonnoir en aluminium rempli de cellulose imbibée d'eau. Des tuyaux conduisent de cet entonnoir vers une pompe à haute pression. Sous une pression de 1500 bar, cette pompe presse la cellulose à travers de fins tubes capillaires ramifiés. Le résultat est une cellulose nanofibrillée, en abrégé CNF : de minuscules flocons de fibres d'une épaisseur nanométrique aux propriétés étonnantes.

### **Des prothèses de disques intervertébraux**

Un exemple : il suffit d'ajouter un à deux pour-cent de CNF à de l'eau pour obtenir un gel stable. Depuis dix ans un groupe de recherche du laboratoire « Recherche appliquée sur le bois » de l'Empa travaille sur la CNF et a fait œuvre de pioner dans ce domaine avec d'autres institutions. Entretemps les chercheurs de l'Empa ont testé diverses applications. Ces nanofibrilles sont par exemple utilisées pour le renforcement des colles à bois et, avec des chercheurs de l'EPFL, ils ont étudié la possibilité de les employer comme matériau de remplacement pour le noyau gélatineux des disques intervertébraux. A l'Empa à St-Gall on a aussi filé des

La nanocellulose sous le microscope électronique : dans cet échantillon, des particules d'argile ont été incluses dans le réseau de fibres.





## Contact

Dr Tanja Zimmermann  
[tanja.zimmermann@empa.ch](mailto:tanja.zimmermann@empa.ch)

---

fibres polymères renforcées de CNF et la start-up « Climeworks » extrait d'une manière techniquement élégante avec de la mousse de CNF modifiée chimiquement le CO<sub>2</sub> de l'air. CO<sub>2</sub> qui pourrait à l'avenir servir à produire des carburants synthétiques.

Cette substance miracle, nous pourrions bientôt aussi la retrouver dans nos réfrigérateurs : mélangé à des particules d'argile et pressé à chaud, le gel de CNF devient alors une feuille imperméable à la vapeur d'eau et à l'oxygène – une barrière idéale pour les emballages des aliments. L'avantage de cette feuille CNF-argile : on peut la brûler car elle est CO<sub>2</sub> neutre ou encore la composter car la CNF est biodégradable.

## Revêtements du bois

Les chercheurs visent encore une autre application : l'amélioration des revêtements du bois. Un produit tiré du bois ou de la paille peut-il aider à protéger le bois contre la lumière et les attaques des champignons ? Il faut savoir que les revêtements du bois restent toujours un compromis car plus ils sont transparents moins ils protègent. Le gonflement et le retrait du bois posent un autre problème : pour résister plusieurs hivers et étés, un revêtement doit s'adapter de manière flexible au bois qui travaille. Si le revêtement devient cassant, il se fissure et le bois est livré à la pluie et aux microorganismes.

C'est précisément là que la CNF peut apporter son aide : il doit être possible d'incorporer dans sa matrice de fibres des substances absorbants les UV, par. ex. sous forme de nanoparticules, qui seraient alors aussi réparties régulièrement. La résistance à la traction importante de la CNF pourrait de plus renforcer le vernis et prévenir les fissures. Les premiers essais réalisés montrent que l'adjonction de CNF permet d'améliorer de manière ciblée les propriétés mécaniques des films de revêtement.



C'est dans un entonnoir d'acier que débute la transformation de la cellulose en ce produit high-tech qu'est la NFC. Deux chercheurs de l'Empa examinent les propriétés de ce matériau.

## Du bois fonctionnalisé en surface

Le bois est un matériau qu'il faut protéger. Pour cela, l'homme a inventé les peintures, plus tard l'imprégnation sous pression et plus récemment le bois réifié par chauffage à haute température. Une nouvelle invention fraie sa voie du laboratoire à la pratique : du bois avec

une surface activée biologiquement. Les chercheurs du laboratoire « Applied Wood Materials » de l'Empa voient là une chance de conférer au bois, avec ses « points d'arrimage biochimiques », les propriétés dont on a besoin dans ses différents usages : facilité de collage, résistance aux champignons ou même création de fibres auto-collantes pour produire des panneaux de fibres 100 pour-cent écologiques, exempts d'additifs chimiques.

Dans un premier temps les chercheurs se sont

consacrés à la lutte contre les champignons. Pour cela ils recourent aux mêmes armes que leurs adversaires : ils utilisent des enzymes telles que la laccase sécrétée par les champignons de la pourriture blanche pour modifier les propriétés de la surface du bois. L'enzyme transforme en radicaux libres les groupes hydrogènes de la lignine – ce qui active la surface du bois et permet ainsi de la fonctionnaliser.

### **Protéger le bois avec ce bon vieux désinfectant qu'est l'iode**

Mais que faire d'une surface du bois en quelque sorte « ouverte à de nouvelles idées » ? On pense ici très vite à un produit de protection du bois capable de se fixer à sa surface pour le protéger de la pourriture. Avec des collègues du laboratoire « Biomatériaux », les chercheurs

---

# 12

**semaines, la durée d'exposition des échantillons d'épicéa à des champignons lignivores agressifs. L'échantillon traité à l'iode a survécu à cette torture.**

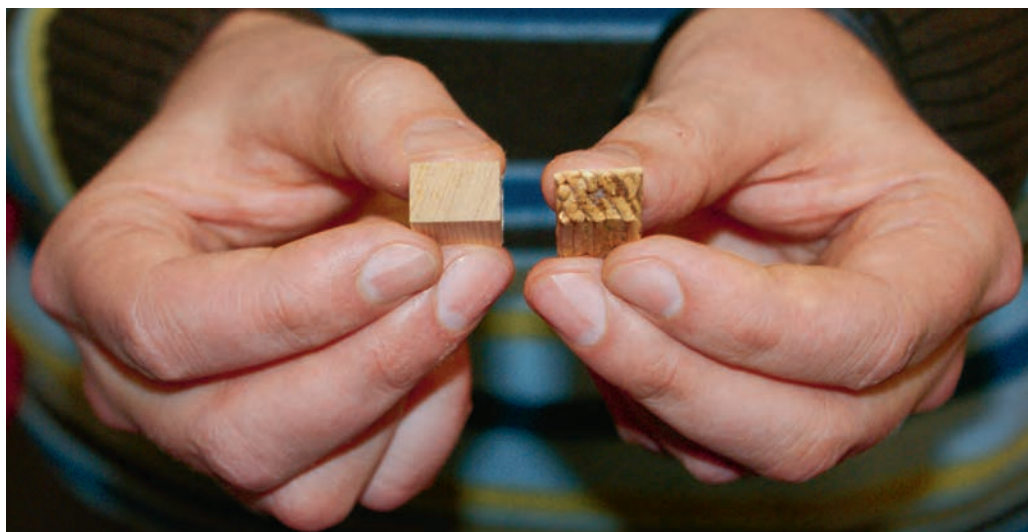
---



ont développé une méthode pour appliquer un apprêt antifongique durable au bois par oxydation, catalysée par la laccase, du iodure (I-) en iode (I<sub>2</sub>) et iodification simultanée de la lignine. Les solutions d'iode sont des biocides peu coûteux qui possèdent de bonnes propriétés bactéricides, fongicides et virocides. Des essais réalisés avec des champignons ravageurs agressifs ont montré l'efficacité de la méthode: alors qu'après douze semaines les éprouvettes non traitées étaient fortement dégradées, les éprouvettes traitées étaient intactes.

### **Des panneaux de fibres sans chimie**

Ces expériences ont prouvé simultanément deux choses: le traitement par la laccase permet d'une part effectivement de lier chimiquement des quantités utiles de substances à la surface du bois et d'autre part aussi de produire des panneaux de fibres de bois sans colle. Lorsqu'on comprime des fibres de bois prétraitées – activée par les radicaux libres – elles peuvent former des liaisons chimiques avec les fibres voisines. Ceci permettrait de produire



Comparaison d'une éprouvette de bois traitée (à gauche) avec une éprouvette non traitée.

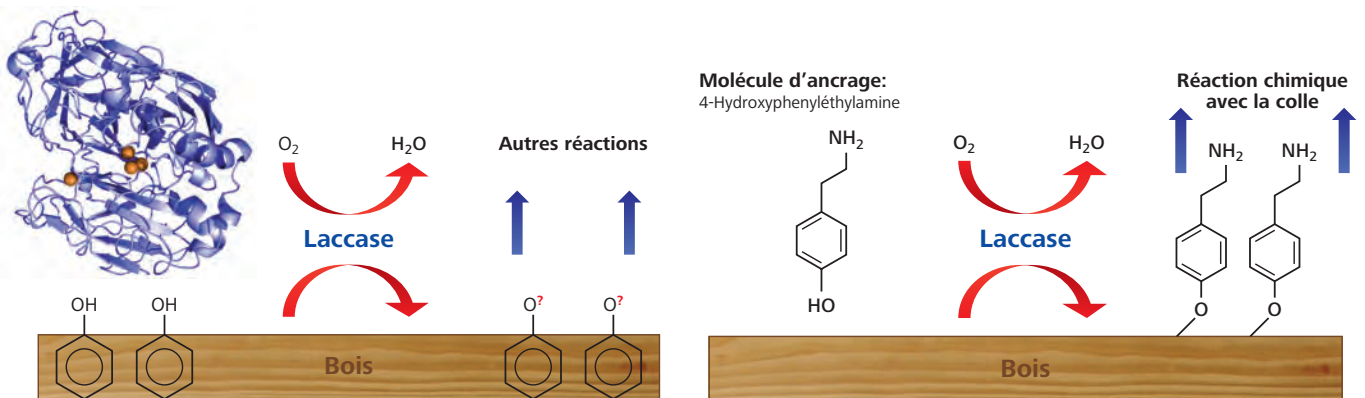
### Contact

Prof. Dr Linda Thöny-Meyer  
linda.thoeny@empa.ch

Dr Mark Schubert  
mark.schubert@empa.ch

des panneaux de fibres exempts de liants chimiques tels que des résines synthétiques ou des isocyanates. Les chercheurs de l'Empa sont actuellement à la recherche d'un partenaire industriel avec lequel ils désirent tout d'abord développer jusqu'à maturité commerciale leur traitement antifongique du bois.

Il n'y a par ailleurs rien à craindre des laccases. Ces protéines sont biodégradables, non toxiques pour l'homme et les animaux et ne posent aucun problème au contact avec la peau. Autre plus : elles effectuent leur travail à température ambiante – sans prétraitement avec des solutions acides ou caustiques.



Le principe du traitement enzymatique : la laccase utilise des « points d'ancrage chimiques » à la surface du bois et le rend ainsi réactif.

# Une âme liquide dans une enveloppe dure

Dans le sport ou l'exercice de nombreuses professions le port de vêtements protecteurs est souvent indispensable. Ces vêtements sont toutefois souvent lourds et rigides et entravent à la liberté de mouvement. Une fibre totalement nouvelle possédant un noyau liquide promet de

remédier à ces inconvénients. Des chercheurs veulent développer avec elle les vêtements protecteurs de l'avenir. La fibre spéciale qui doit le permettre n'entrave par les mouvements lents mais se rigidifie lors des mouvements brusques ou en cas de choc. Son noyau est rempli de ce que l'on nomme un liquide dilatant qui est la clé de ce projet du laboratoire « Advanced Fibres » de l'Empa.

---

## 500

**micromètres, c'est le diamètre des filaments à noyau liquide qui ont déjà pu être produits en laboratoire.**

---

### **Un liquide qui se solidifie**

L'idée à la base du projet « Rheocore », soutenu par le programme de recherche national « Matériaux intelligents » (PRN62), est de filer une fibre polymère qui renferme un liquide dilatant. Si le filament se plie brusquement, ce liquide réagit aux forces de cisaillement ainsi créées en se solidifiant. Le filament devient ainsi rigide et le mouvement est amorti. Les mouvements lents ne sont par contre pas entravés car l'intérieur de la fibre reste alors liquide.

Dans une première étape, les chercheurs ont réalisé un modèle pour mieux comprendre les processus intervenant dans la production d'une fibre remplie d'un liquide. Le noyau liquide doit être « injecté » en même temps que l'enveloppe de polymère solide et la structure des vides recherchée doit se former simultanément. C'est ce processus que les chercheurs ont alors reproduit dans des essais de laboratoire.

## Contact

Dr Rudolf Hufenus  
rudolf.hufenus@empa.ch

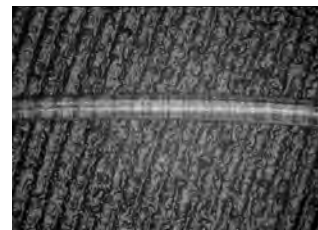
Dr Laura Gottardo  
laura.gottardo@empa.ch

### Il y a vide et vide

La difficulté était de conférer aux vides la forme adéquate. Des espaces séparés les uns des autres ne fonctionnent pas car le liquide ne peut pas être refoulé en cas de sollicitation exercée sur le filament; les vides doivent donc communiquer entre eux à travers la fibre. Un système de chambres communicantes en forme de « collier de perles » ne convient pas non plus car sa forme est trop régulière. Ce qui est idéal, ce sont des vides qui se rétrécissent pour ensuite s'élargir à nouveau – ce n'est qu'ainsi que l'on peut créer les forces de cisaillement nécessaires à la solidification du liquide.

Entretemps l'équipe de ce projet est parvenue à produire de telles fibres. Il s'agit maintenant de mieux comprendre encore comment elles fonctionnent et plus précisément ce qui se passe à leur intérieur. Alors que l'observation du cœur des fibres est difficile

sous le microscope, le tomographe permet de bien différencier l'enveloppe polymère du cœur liquide. Les premiers résultats obtenus sont prometteurs et l'équipe du projet évalue actuellement les possibilités d'application de ces fibres dans la vie quotidienne et dans l'industrie. Des contacts ont déjà été pris avec des partenaires possibles pour exploiter le potentiel considérable de ce développement.



Deux échantillons de fibres « Rheocore » sous le microscope.

Une chercheuse occupée à évaluer différents liquides.

# Des implants textiles pour accélérer la guérison

Les lésions du muscle cardiaque provoquées par un infarctus pourraient peut-être bientôt se guérir. Un projet de recherche de l'Empa mené en collaboration avec l'Université de Fribourg et l'Hôpital de l'Île à Berne crée les bases nécessaires à cela. Le but de ce projet est de développer

---

## 12

**nanomètres, l'épaisseur (ou la minceur) du revêtement de polymère appliqué sur le non-tissé et sur lequel les cellules sont cultivées.**

---

une nouvelle méthode de culture de cellules souches sur des substrats textiles pour les implanter ensuite dans le tissu lésé. Ceci doit aider le tissu du muscle cardiaque à se régénérer, par exemple après un infarctus du myocarde – qui reste une des principales causes de décès dans les pays industrialisés.

La base pour la production de ces textiles « cellulocompatibles » est fournie par le procédé dit d'électrofilage dans lequel une solution de biopolymère s'écoule d'une fine canule dans un champ élec-

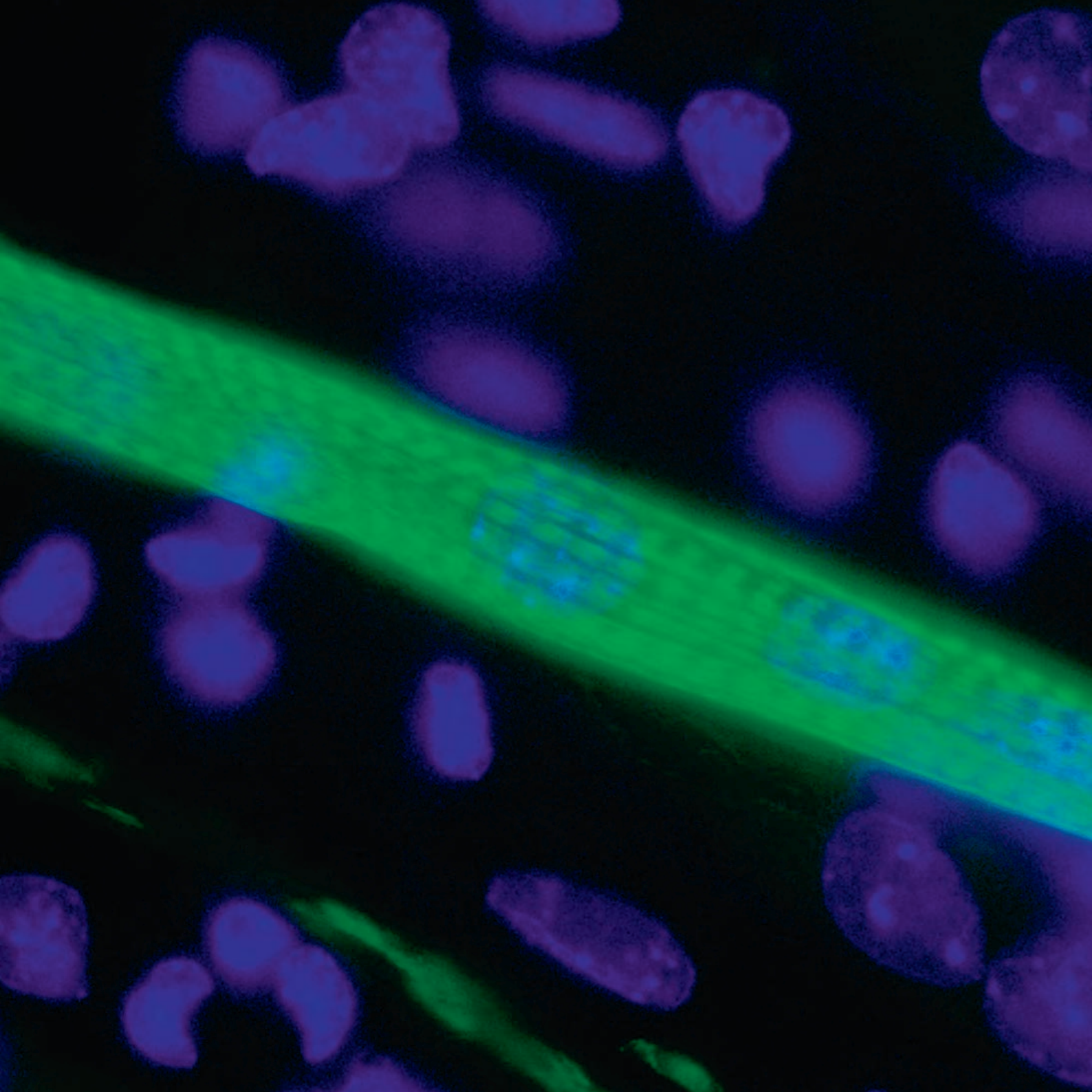
trostatique pour produire, selon la viscosité de la solution et la tension appliquée, des fibres micro- ou nanométriques. Dans la partie inférieure de l'appareil, les fibres se déposent sur une plaque sous forme d'un non-tissé ultrafin.

### **Culture cellulaire sur couche mince**

Pour pouvoir cultiver des cellules sur ce non-tissé, un revêtement formé d'un autre polymère, qui varie selon l'application visée, est appliqué par déposition plasma. Cette couche de quelques nanomètres a pour but de modifier les caractéristiques de la surface du non-tissé sans porter atteinte à ses propriétés telles que la stabilité et la résistance à la déchirure. Les travaux menés à l'Empa ont montré qu'un revêtement d'éthène (C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>) et de dioxyde de car-

Micrographie de fluorescence de cellules musculaires sur des fibres électrofilées (bleu : noyaux, vert : myosine, une des protéine moteurs des cellules musculaires).





#### Contact

Dr Anne Géraldine Guex  
geraldine.guex@empa.ch

Dr Giuseppino Fortunato  
giuseppino.fortunato@empa.ch

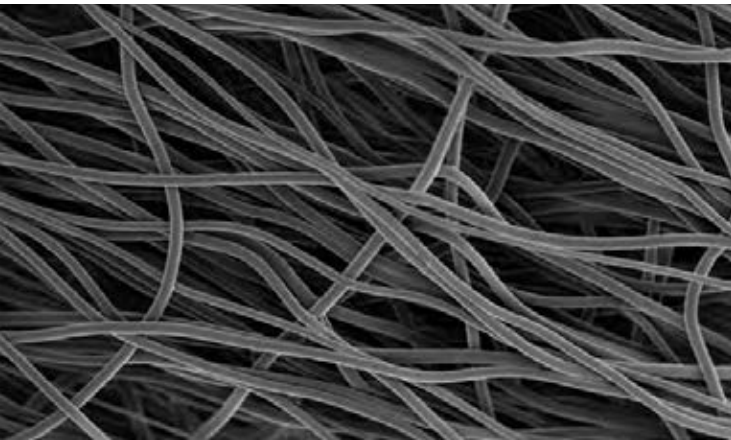
---

bone (CO<sub>2</sub>) permet d'obtenir des propriétés optimales pour la culture de cellules. Ces revêtements, stables et faciles à reproduire avec précision, sont bien tolérés par le système immunitaire.

#### L'Empa, spécialiste de l'électrofilage

Ce projet a fourni des informations importantes sur l'interaction des fibres avec les cellules et ouvre des perspectives pour une nouvelle thérapie. D'ici que le premier patient atteint d'un infarctus puisse bénéficier d'un tel traitement, il faut encore apporter une réponse à certaines questions, telles que le meilleur moment pour pratiquer l'implantation ou la compréhension des mécanismes fondamentaux de la régénération tissulaire.

L'Empa développe aussi avec l'électrofilage des fibres fonctionnelles pour d'autres applications. Du fait du faible diamètre des fibres et de la porosité élevée du non-tissé, les possibilités d'application sont très variées: des pansements qui délivrent des médicaments, des implants colonisés par les cellules, des membranes perméables à la vapeur pour les vêtements de sports ou encore des filtres aux propriétés catalysatrices.



Micrographie électronique à balayage de fibres obtenues par électrofilage.

# Enrobés bitumineux autoréparants

La réfection des routes suisses ne coûte pas seulement très cher, elle met aussi à l'épreuve les nerfs de milliers d'automobilistes. Les bouchons provoqués par les chantiers ne sont que trop fréquents. Le moment était donc venu pour l'Empa de se pencher sur ce problème et de développer un revêtement simple à réparer et nettement plus durable.

---

## 15–20

**ans de sollicitations – c'est ce qui réalise en moins d'une semaine le simulateur de trafic de l'Empa!**

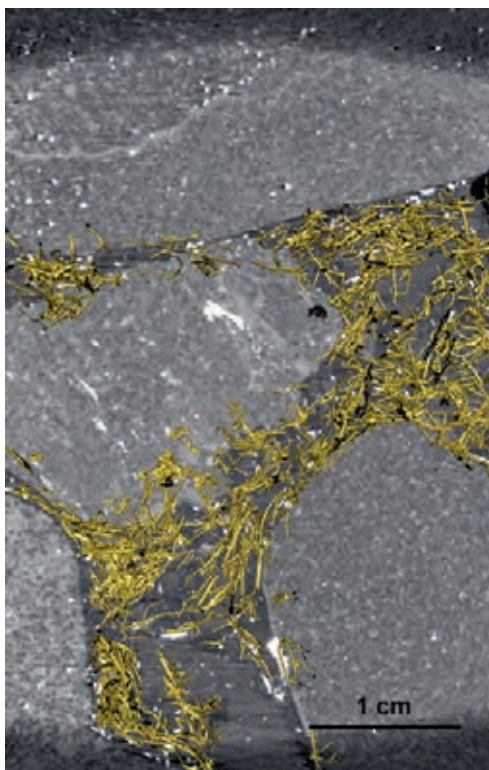
---

Les revêtements routiers subissent en permanence de fortes sollicitations. Les variations de température, les substances chimiques agressives et le sel les fragilisent et provoquent des fissures. Ces fissures se remplissent alors d'eau qui se dilate lorsqu'elle gèle. Ceci conduit à une dégradation lente de la chaussée qui nécessite une réfection totale après 15 à 20 ans. Ces fis-

sures sont certes continuellement réparées mais ces « pansements bitumineux » n'arrêtent pas le processus de dégradation. Dès que les fissures sont visibles à l'œil nu, il est déjà trop tard.

### **Le bitume, une masse collante**

La solution proposée par les chercheurs du laboratoire « Construction routière/Etanchéités » de l'Empa : refermer ces fissures lorsqu'elles sont encore microscopiques. Pour cela, les chercheurs utilisent les propriétés du bitume. Ce mélange complexe d'hydrocarbures à longues chaînes agit comme une colle : il agglomère les gravillons et le sable pour former un enrobé bitumineux. Les chercheurs de l'Empa ajoutent à cette « colle » de très fines fibres d'acier. Si l'on constate alors l'apparition des premières microfissures dans le revêtement, on lui applique un traitement superficiel avec un chauffage à induction. Comme sur les cuisinières à induction,



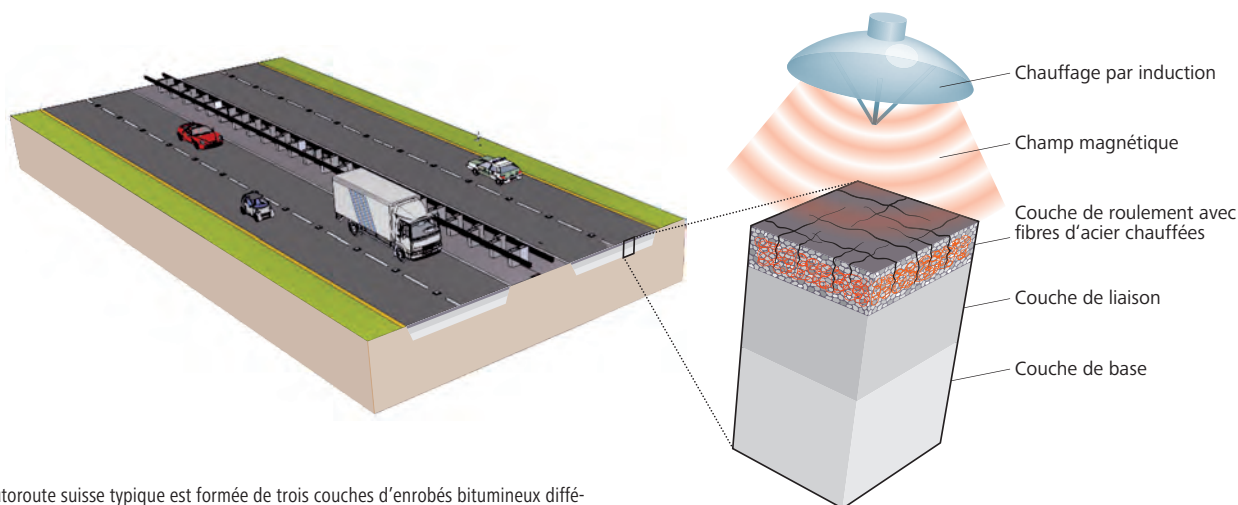
cet appareil produit par induction électromagnétique un courant alternatif qui est transformé en chaleur dans les fibres métalliques. Ceci chauffe aussi le bitume et à 80 degrés l'enrobé commence à « fondre ». En se refroidissant il se solidifie pour former une masse à nouveau compacte. L'enrobé se répare ainsi (presque) de lui-même.

Les fibres d'acier dans le bitume rendent la couche de roulement pratiquement « auto-réparatrice »

### Des mélanges spéciaux pour la Suisse

Ce procédé est actuellement testé sur les routes de Hollande en collaboration avec l'Université technique de Delft. Un tronçon d'autoroute de 300 mètres revêtu avec cet enrobé spécial est exposé au trafic depuis deux ans. Dans environ dix à douze ans, ce revêtement sera « rafraîchi » par chauffage par induction. Nettement plus tôt que sur les routes suisses, cela du fait qu'en Hollande les routes sont conçues différemment. Les résultats acquis en Hollande ne sont ainsi pas directement transposables à la

Suisse. Les chercheurs doivent encore trouver le mélange adéquat pour la Suisse. Pour cela l'Empa utilise un malaxeur, qui fonctionne comme un malaxeur de boulangerie, dans lequel les chercheurs confectionnent différents mélanges de granulats, de bitume et de fibres d'acier. Dans une prochaine étape un tronçon d'essai réalisé avec ce nouveau type d'enrobé sera maltraité avec le simulateur de trafic de l'Empa. Cela bien sûr en accéléré afin qu'il ne faille pas attendre 20 ans avant de procéder à la première « remise en forme » du revêtement.



Une autoroute suisse typique est formée de trois couches d'enrobés bitumineux différents : une couche de base, une couche de liaison et une couche de roulement. L'incorporation de très fines fibres d'acier dans l'enrobé de la couche de roulement permet de la chauffer par induction et de colmater ainsi simplement par fusion les petites fissures.



## Très CLEVER – une hybride à gaz naturel à boîte à vitesse mécanique

L'Empa joue depuis plus de dix ans un rôle important dans le développement des moteurs à gaz. L'un des premiers moteurs à gaz turbocompressés qui a démontré le potentiel de ce carburant pour la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> est sorti des laboratoires de Dübendorf.

---

# 45

**pour-cent moins d'émissions de CO<sub>2</sub> sur la voiture hybride gaz naturel par rapport à une voiture à essence normale, et cela sans augmentation des coûts sur le cycle de vie.**

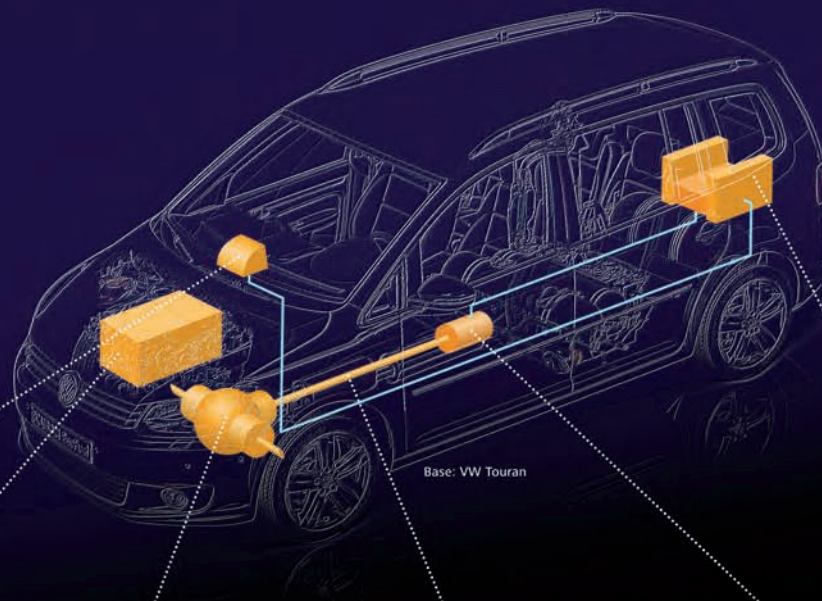
---

Entretiens ces moteurs ont passé à la route: VW, Opel et Fiat offrent des moteurs à gaz turbocompressés économes, fiables et puissants. Les moteurs à gaz respectueux de l'environnement ne se retrouvent pas seulement sur les voitures, les constructeurs de camions y recourent et ils s'utilisent aussi sur des centrales de cogénération. Domaines dans lesquels l'Empa s'engage aussi.

Le projet actuel concerne à nouveau les voitures: les experts en moteurs ont construit une voiture hybride à gaz à boîte à vitesse mécanique – une

combinaison jusqu'ici unique – sur la base d'une VW Touran. Pour les chercheurs du laboratoire « Moteurs à combustion », cette voiture à boîte à vitesse mécanique présente l'avantage de pouvoir étudier séparément les différents modes de conduite tant sur banc d'essai que sur route. Toutefois cette voiture n'est pas qu'un objet de recherche, elle concrétise une vision qui devrait attirer l'attention des constructeurs automobiles: en comparaison avec un moteur à essence, le moteur hybride à gaz émet 45 pour-cent moins de CO<sub>2</sub>. Ce qui est aussi à relever, c'est que son coût sur son cycle de vie n'est pas plus élevé que celui d'une voiture à essence et qu'il lui est même inférieur à kilométrage élevé. Ce qui est particulièrement intéressant pour les exploitants de flottes de véhicules qui ne considèrent pas que le prix d'achat du véhicule

## Comment fonctionne CLEVER – la technique hybride passée aux rayons X



Moniteur de contrôle du mode de propulsion

Moteur à gaz naturel turbo-compressé d'une puissance de 110 kW

Boîte à vitesse mécanique 6 vitesses VW en version 4x4

Arbre à cardan – utilisé normalement pour la propulsion de l'essieu arrière. Sur l'hybride Empa il sert à transmettre l'énergie du moteur électrique à la propulsion

Moteur électrique d'une puissance de 30 kW

Accumulateur électrique formé de batteries Li-ion, inverseur et électronique de puissance.

mais son coût total sur sa durée de vie, en anglais « Total Cost of Ownership » (TCO).

### **Collaboration avec l'EPF de Zurich**

Au lieu de se limiter à un calcul théorique par modélisation, l'Empa a décidé de construire un véhicule réel qui puisse être testé en pratique. L'EPF de Zurich est aussi partenaire de ce projet; le groupe de recherche de Konstantinos Boulouchos étudie les bases fondamentales de la combustion par simulation des écoulements et de la combustion des carburants dans les cylindres et le groupe de Lino Guzzella a livré les bases théoriques pour la régulation du système hybride et le dimensionnement des composants. Les partenaires industriels Volkswagen et Bosch ont fourni la technique de grande série qui a permis de lancer CLEVER sur ses roues.

### **Un ordinateur de bord assure l'efficacité**

Lorsqu'on effectue sa première sortie avec cette voiture, il faut une certaine période d'accoutumance pour assimiler sa philosophie et y adapter son style de conduite. L'ordinateur de bord choisit le mode de propulsion pour que le moteur à gaz travaille dans son domaine le plus efficace et veille à ce que la batterie présente un bilan de charge équilibré. Mais les grandeurs physiques seules ne sont pas suffisantes. Les facteurs subjectifs tels que l'agrément de la conduite et l'acoustique ne peuvent être évalués que par l'homme. Et c'est là le sens de CLEVER: cette voiture expérimentale à gaz ne doit pas seulement aider à faire progresser cette nouvelle technique mais aussi montrer si des personnes normales, sans formation d'ingénieur, peuvent la conduire aisément.

Le moniteur pour le contrôle du mode de propulsion (à droite).  
La voiture expérimentale hybride à gaz naturel CLEVER de  
l'Empa réalisée sur la base d'une VW Touran.





## Future Mobility

Le calendrier de la réalisation du tournant énergétique exige des résultats de recherche rapidement applicables. Le passage des résultats scientifiques à des innovations commercialisables demande toutefois des plateformes de recherche et de technologie appropriées. L'Empa réalise actuellement une telle plateforme pour le secteur de la mobilité, responsable de près d'un tiers de la consommation d'énergie en Suisse: le démonstrateur «Future Mobility» permet de produire et d'utiliser en test pratique des carburants à la fois innovateurs et durables tels que l'hydrogène, le synfuel (gaz naturel ou essence synthétiques) et l'hythane (un mélange de gaz naturel/biogaz et d'hydrogène). Ces supports énergétiques – produits grâce à la photovoltaïque à partir de l'énergie éolienne ou d'électricité excédentaire – sont faciles à stocker et peuvent s'utiliser sur différents types de véhicules avec des concepts de motorisation optimisés pour cet usage.









# Quel carburant pour faire le plein dans l'avenir ?

L'expression « tournant énergétique » ne s'applique pas seulement à la production d'électricité mais aussi à la mobilité. Des carburants renouvelables propres, des moteurs efficaces, des voitures plus légères sont décisifs pour atteindre les objectifs ambitieux de la mobilité de

demain en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>. Un domaine de recherche où l'Empa est active depuis longtemps déjà avec entre autres le développement de procédés de combustion efficaces, de technologies pour les accumulateurs électriques et de nouvelles idées pour la production de carburants de remplacement.

---

## 20

**pour-cent des automobilistes, ceux dénommés « gros rouleurs », sont responsables des 45 pour-cent du kilométrage parcouru par toutes les voitures de tourisme. La moitié des voitures de tourisme homologuées appartient à la catégorie des voitures de classe moyenne.**

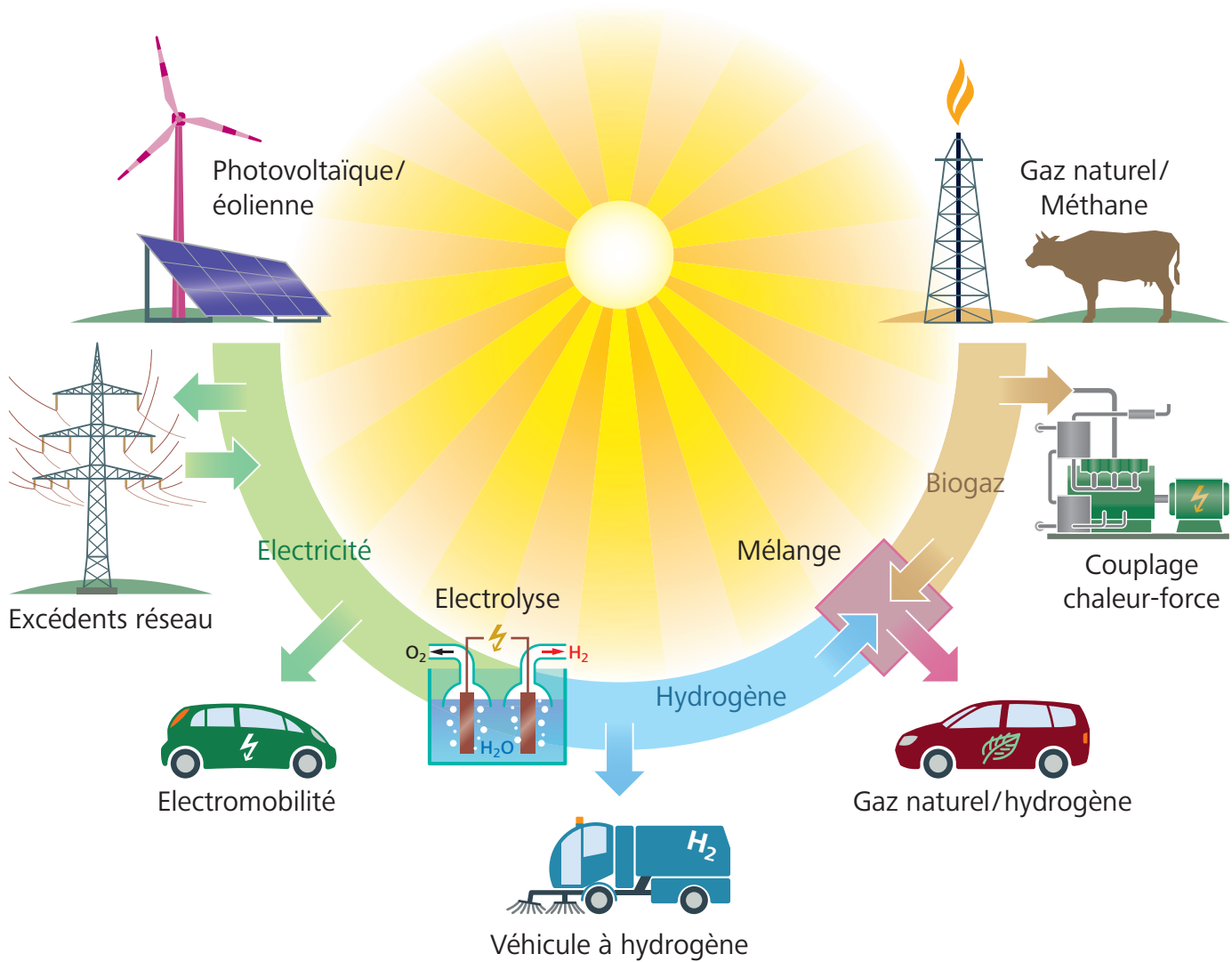
---

### La voiture devient verte

Il en va tout d'abord de savoir à quoi ressemblera le carburant de l'avenir. Ici la recherche de l'Empa s'oriente sur les résultats d'études sur la mobilité, sur les besoins du marché et sur la stratégie énergétique de la Confédération. Des enquêtes sur le comportement de mobilité de Madame et Monsieur Tout-le-Monde montrent que près de la moitié du kilomé-

trage total est dû aux gros conducteurs qui parcourent plus de 20 000 kilomètres par année. Et des analyses de marché montrent que les voitures de classe moyenne représentent environ 50 pour-cent du marché. C'est aussi pourquoi la recherche se concentre sur les moteurs hybrides à gaz naturel/biogaz « adaptés aux kilométrages élevés » avec une autonomie dépassant 600 kilomètres ; ce type de moteur est idéal pour les voitures de classe moyenne car il est notablement plus efficace et émet nettement moins de CO<sub>2</sub>. Car même si les supports éner-

Avec quel carburant ferons-nous le plein à l'avenir ? La voiture « omnivore ».



gétiques fossiles sont encore disponibles en quantités suffisantes, une chose est claire : les énergies renouvelables joueront à l'avenir un rôle de plus en plus important dans la mobilité aussi – cela parce que de plus en plus de consommateurs attendent cela de leur véhicule.

### **Utiliser l'électricité excédentaire**

Une solution prometteuse consiste à transformer les excédents temporaires d'électricité, dont les quantités ne vont pas manquer d'augmenter avec l'accroissement du nombre des grandes installations solaires ou éoliennes, en un support énergétique stockable tel que l'hydrogène pour l'utiliser comme carburant, seul ou en mélange avec le gaz naturel ou le biogaz. C'est ce que propose de faire la plateforme de démonstration « Future Mobility » qui va produire de l'hydrogène avec de l'électricité excédentaire pour l'utiliser dans différents concepts de motorisation. « Future Mobility » combine pour cela trois sources d'énergie qui, selon la charge du réseau électrique, fournissent des contributions différentes à l'exploitation de la flotte de véhicules test :

- Electricité solaire et éolienne ou de centrales de cogénération
- Electricité excédentaire non utilisable du réseau
- Gaz naturel/biogaz

Concrètement cela signifie que « Future Mobility » utilise autant que possible directement l'électricité d'une centrale photovol-

taïque pour charger les batteries de véhicules électriques. Si les véhicules électriques sont en route, l'électricité solaire sert à produire de l'hydrogène. Celui-ci peut être utilisé soit « pur » dans un véhicule à pile à combustible soit en adjonction jusqu'à 25 pour-cent à du gaz naturel/biogaz pour faire le plein de voitures à gaz naturel. Un bel effet secondaire : ceci rend les moteurs à gaz encore plus efficaces et plus propres en réduisant leurs émissions de CO<sub>2</sub> qui sont déjà inférieures de 25 pour-cent à celle d'un moteur à essence.

### **Une solution globale écologique**

« Future Mobility » associe différentes approches en un concept global plus durable. La réalisation de ce démonstrateur, sous forme d'une installation réelle utilisable et transposable à plus grande échelle, génère des connaissances sur le couplage des marchés de l'électricité et du gaz ainsi que sur celui de la production d'électricité renouvelable et de la mobilité. De plus « Future Mobility » montre comment les excédents d'électricité des centrales solaires et éoliennes peuvent être stockés à bas coût et de manière décentralisée et quelle est la voie la plus efficace pour leur valorisation. L'énergie pourrait ainsi à l'avenir être produite « non stop », sans les interruptions aujourd'hui nécessaires dès que menacent des surcapacités. Le stockage de l'électricité excédentaire réduit notre dépendance vis-à-vis des supports énergé-

## Contact

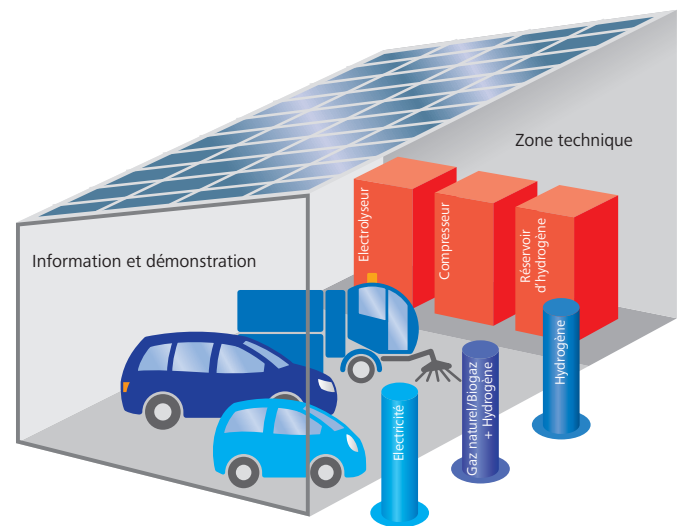
Dr Brigitte Buchmann

[brigitte.buchmann@empa.ch](mailto:brigitte.buchmann@empa.ch)

tiques fossiles et assure à long terme une mobilité efficiente, éco-compatible et qui ménage les ressources.

Les partenaires de «Future Mobility» sont, à côté de l'Empa qui apporte son savoir-faire en matière de photovoltaïque, de synthèse et de stockage de l'hydrogène, de motorisation, de systèmes énergétiques et d'automatisation, l'Institut Paul Scherrer,

l'EPFZ, l'EPFL et la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften ainsi que des partenaires industriels. En plus des aspects techniques et pratiques, ce projet touche aussi la recherche fondamentale sur les catalyseurs électrolytiques et les phénomènes d'allumage dans les moteurs alimentés avec des mélanges de méthane et d'hydrogène.



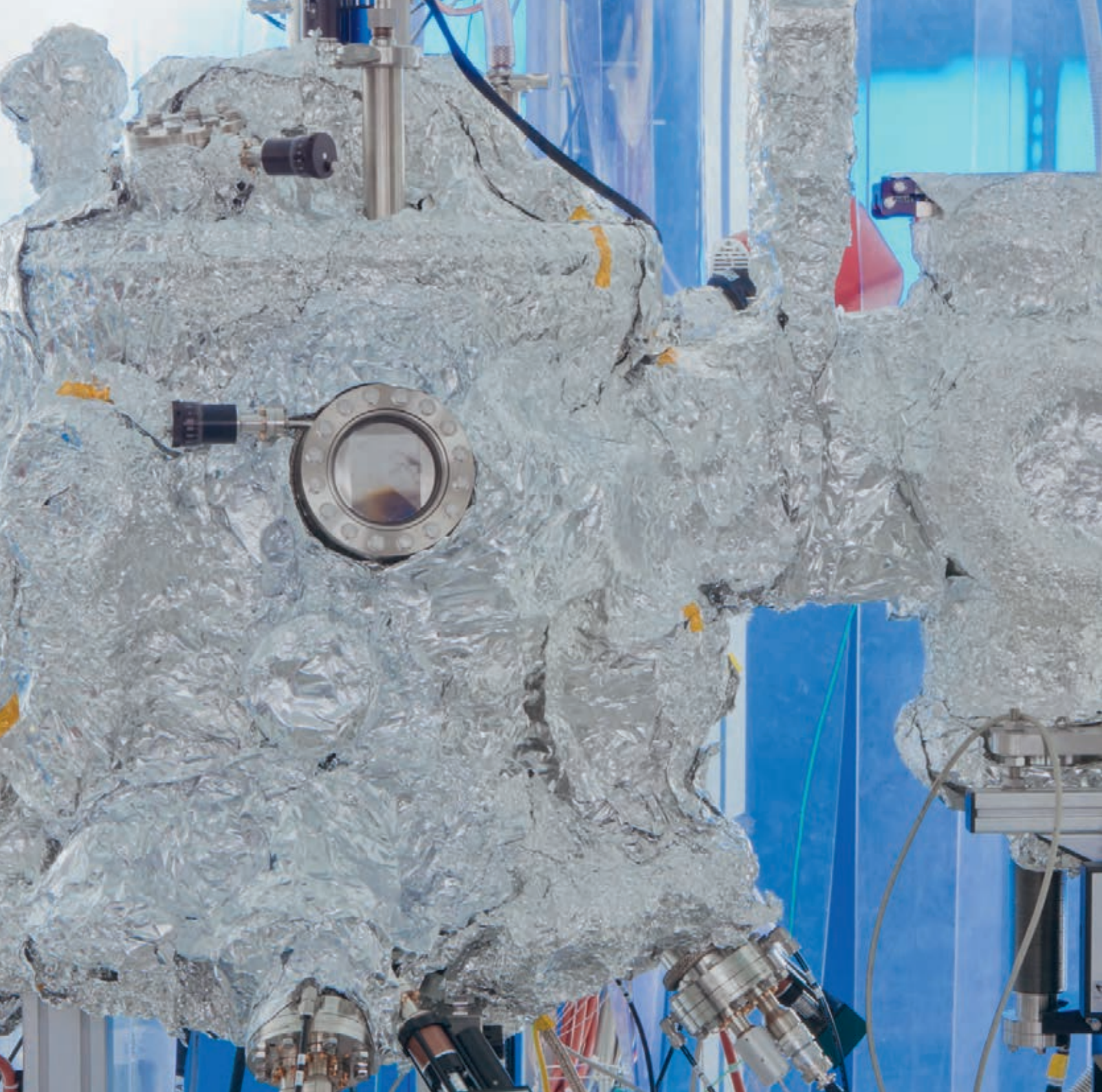
L'électrolyseur transforme le courant solaire ainsi que le courant excédentaire du réseau en hydrogène qui est ensuite comprimé et stocké. A la colonne, l'hydrogène est disponible soit pur pour les véhicules à pile à combustible soit en mélange avec du gaz naturel ou du biogaz pour les véhicules à gaz.



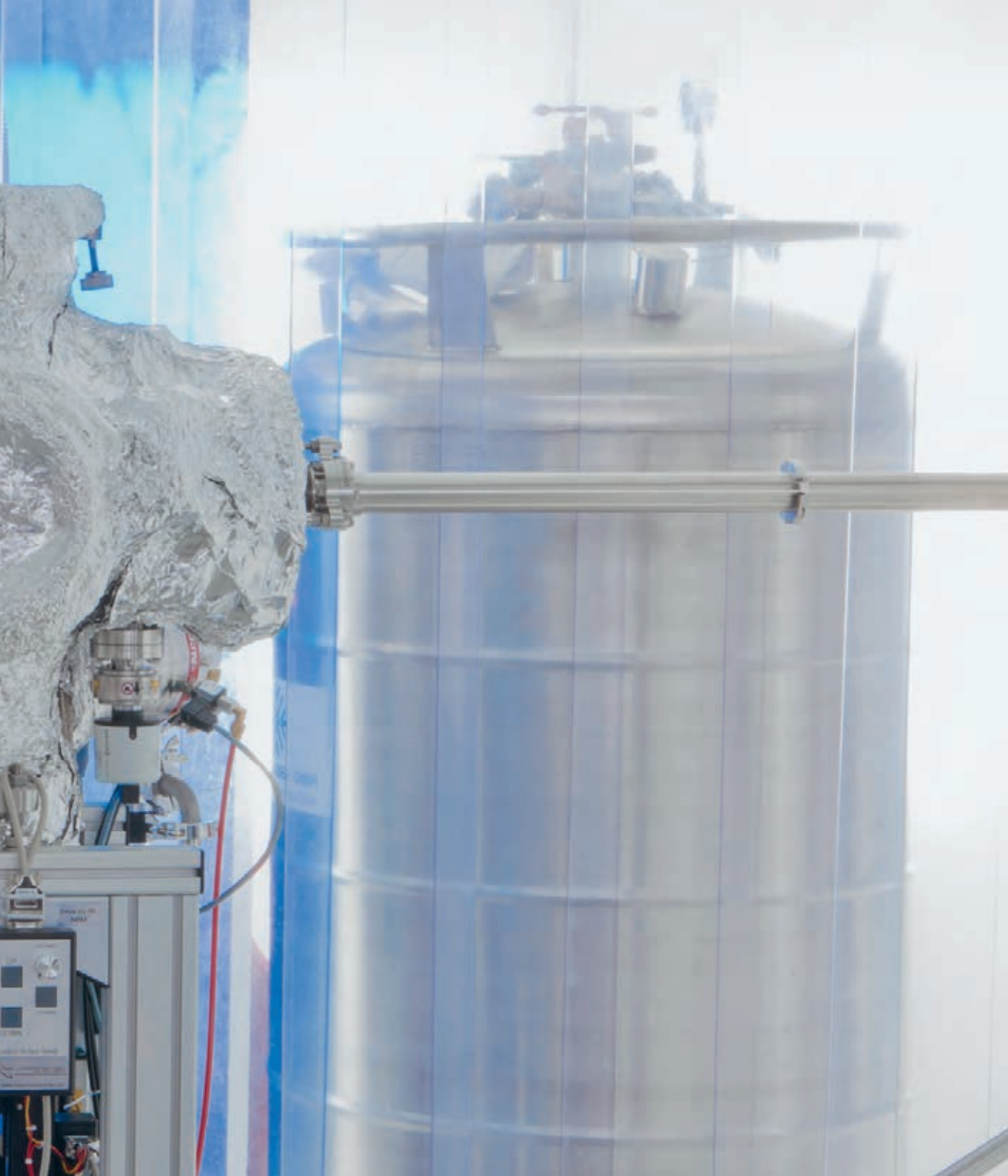
## Axes de recherche

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 30 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, énergie, Sustainable Built Environment et matériaux nanostructurés.













## Les nanomatériaux – un défi pour l'analyse

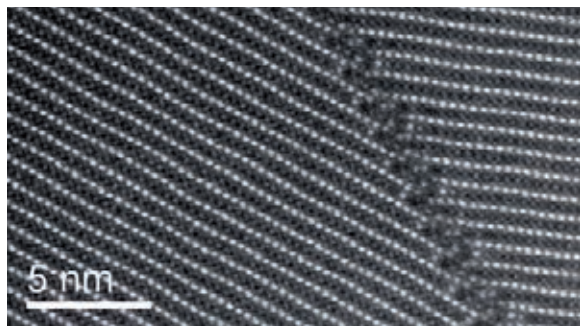
Les nanomatériaux nanostructurés sont des composites formés de plusieurs substances (ou phases) nanométriques sur lesquels l'interface entre deux composants est aussi considérée comme une phase indépendante. Ce sont en effet souvent précisément les phénomènes qui

ont lieu aux interfaces qui sont responsables des propriétés physiques uniques des matériaux nanostructurés. Par exemple de la résistance électrique variable en fonction du champ magnétique des systèmes multicouches composés de couches magnétiques et non magnétiques d'épaisseur nanométrique due à l'effet GMR (« Giant Magnetoresistance ») ou magnétorésistance géante), de la dureté extrême des couches d'usure en nanocomposites extra-durs de silicium et de nitrure de titane ou encore de l'abaissement massif de la température de fusion de la brasure à base de siliciure d'aluminium lorsque celle-ci se présente sous forme de nanocomposites de siliciure d'aluminium et de nitrure d'aluminium;

des systèmes de matériaux sur lesquels l'Empa mène des travaux de recherche et de développement intenses dans son axe de recherche « Matériaux nanostructurés ».

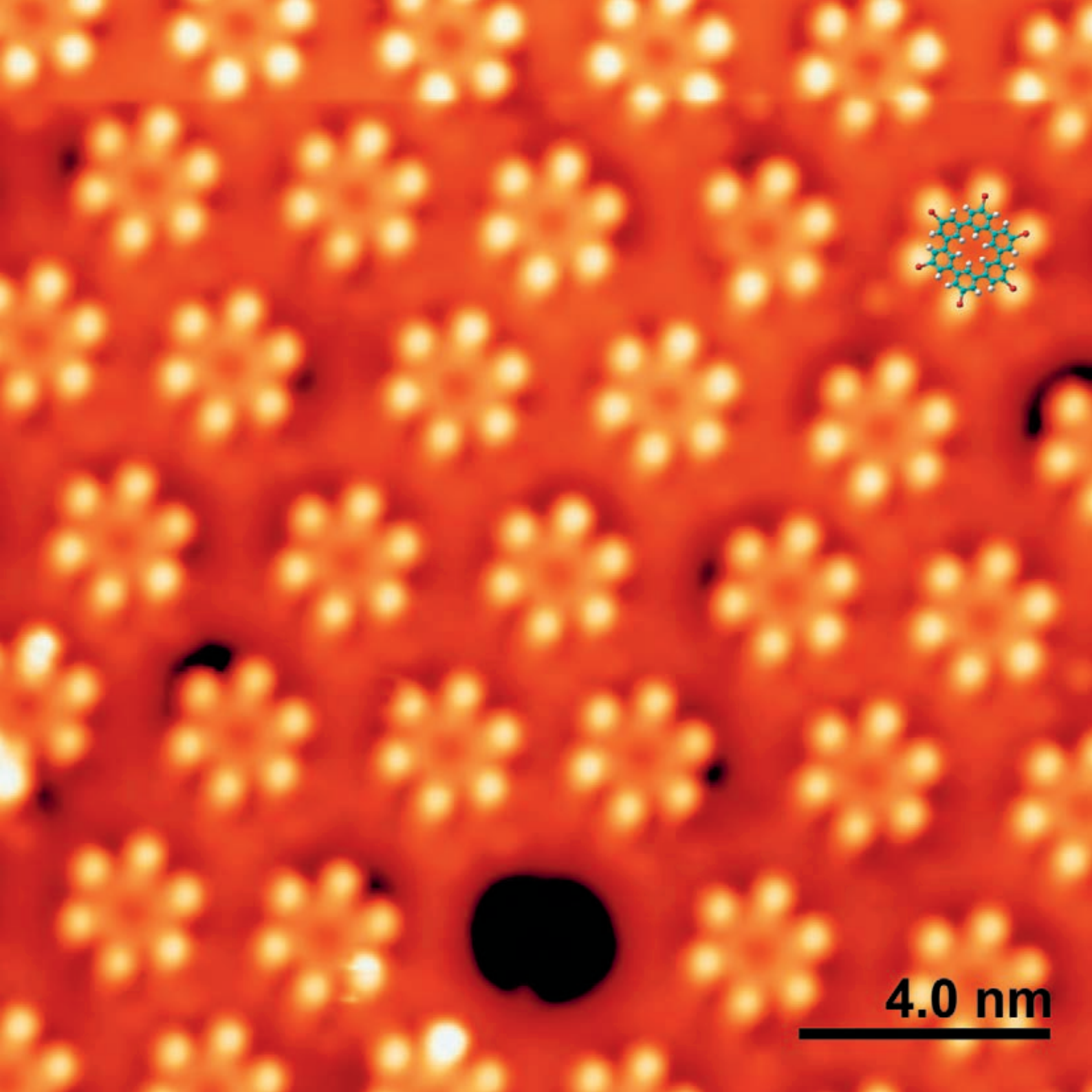
### Des analyses de matériaux jusque dans le domaine (sub)atomique

La caractérisation structurale et chimique des nanomatériaux exige des méthodes d'analyse d'une résolution nanométrique voire même atomique qui ne sont actuellement pas toujours disponibles. Il est donc important pour l'Empa de développer de nouvelles méthodes ou de perfectionner les méthodes existantes. L'année dernière, les chercheurs de l'Empa ont ainsi



Micrographie électronique en transmission à balayage (METB) en résolution atomique des limites de grains d'un composé pérovskite (Li<sub>0.15</sub>Nd<sub>0.617</sub>TiO<sub>3</sub>) du type de ceux utilisés pour les convertisseurs thermoélectriques.

Les nanopores formés par le nitrure de bore hexagonal sur un cristal de rhodium sont un substrat idéal pour l'adsorption de molécules organiques, comme ici le cyclohexa-phénylène (avec sa structure chimique en superposition; micrographie électronique à balayage).



4.0 nm



présenté deux nouveaux systèmes d'analyse développés en collaboration avec des partenaires industriels.

Il s'agit là d'une part du « 3D Chemical Imager », une combinaison d'une sonde à faisceau d'ions focalisé (FIB de l'anglais « Focused Ion Beam ») pour l'ablation homogène du matériau et d'un spectromètre de masse à temps de vol (ToF-MS de l'anglais « Time of Flight Mass Spectrometer ») pour l'analyse chimique de sa surface. Cet instrument permet d'effectuer une caractérisation tridimensionnelle de la composition chimique de n'importe quel matériau – une sorte de profil en profondeur – avec une résolution Voxel de 40x40x10 nanomètres cubiques.

Le second développement, le « 3D NanoChemiscope », est formé d'un spectromètre de masse à temps de vol des ions secondaires (ToF-SIMS) et d'un microscope à force atomique (MFA) qui offre la possibilité unique de pouvoir déterminer simultanément dans le domaine nanométrique la topographie, la composition chimique et les caractéristiques mécaniques telles que la dureté ou l'élasticité de structure superficielles (voir aussi page 12).

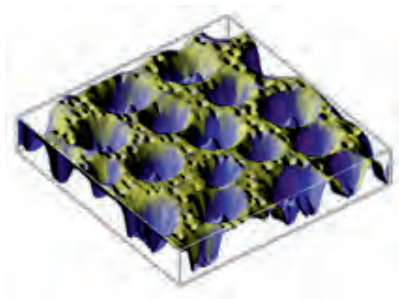
3D Chemical Imager: une combinaison d'une sonde à faisceau d'électrons focalisé et d'un spectromètre de masse à temps de vol (ToF-MS).

### **Guère possible sans l'UE et l'industrie**

Le développement de tels appareils est très coûteux et n'est aujourd'hui pratiquement possible que dans des projets UE et avec une forte participation de l'industrie. Ainsi le 3D NanoChemiscope a été développé dans le projet UE du même nom en coopération avec la firme allemande ION-TOF GmbH un fabricant d'installations ToF-SIM de réputation mondiale. Le 3D Chemical Imager a été développé dans le projet UE « FIBLYS » avec la firme suisse Tofwerk et la firme tchèque Tescan.

### **Collaboration avec IBM en microscopie électronique à transmission**

Le laboratoire de recherche IBM à Rüschlikon et l'Empa ont conclu en 2012 un accord de collaboration qui prévoit l'acquisition et l'exploitation d'un microscope électronique à transmission (MET) à haute résolution. En mars 2013 le MET le plus puissant de Suisse entrera en service au « Binnig and Rohrer Nanotechnology Center » à Rüschlikon. Ce microscope du type « JEM-ARM200F » dont le pouvoir de résolution atteint 0,8 nanomètre devrait permettre de procéder à la caractérisation chimique d'atomes isolés, soit de déterminer leur état de liaison – un pas en avant considérable dans la caractérisation structurale et chimique des nanomatériaux.

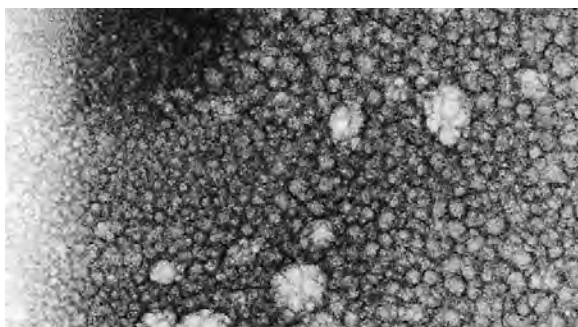


Structure superficielle d'un mélange de polymères PCBM/Cyl:  
la surface examinée ne mesure que 7,5x7,5 nm<sup>2</sup>.



## Sur la voie de l'autarcie énergétique du parc immobilier

Le parc immobilier suisse joue un rôle central dans la stratégie énergétique 2050. A long terme, de plus gros consommateur d'énergie, il doit devenir autosuffisant voire même producteur d'énergie. Ce défi majeur exige un engagement à tous les niveaux, des matériaux en passant par les installations, les bâtiments, les quartiers et jusqu'aux villes entières.



### Mieux isoler les bâtiments existants

La réduction de la conductibilité thermique de l'enveloppe des bâtiments fait l'objet de nombreux projets. Avec le crépi aérogel, testé avec succès et lancé sur le marché début 2013, on dispose d'un produit dont l'excellent pouvoir isolant, même pour les crépis minces, ouvre de nouvelles possibilités pour une rénovation des bâtiments historiques qui ne modifie par leur aspect.

Les vitrages sous vide, pour lesquels l'Empa a développé un nouveau procédé de scellement, vont poursuivre leur voie vers l'industrialisation dans le cadre du projet UE «Winsmart». L'objectif est un vitrage sous vide qui non seulement isole extraordinairement bien mais dont la transparence puisse se moduler grâce à des verres «commutables» et qui puisse par exemple s'obscurcir en actionnant un interrupteur.

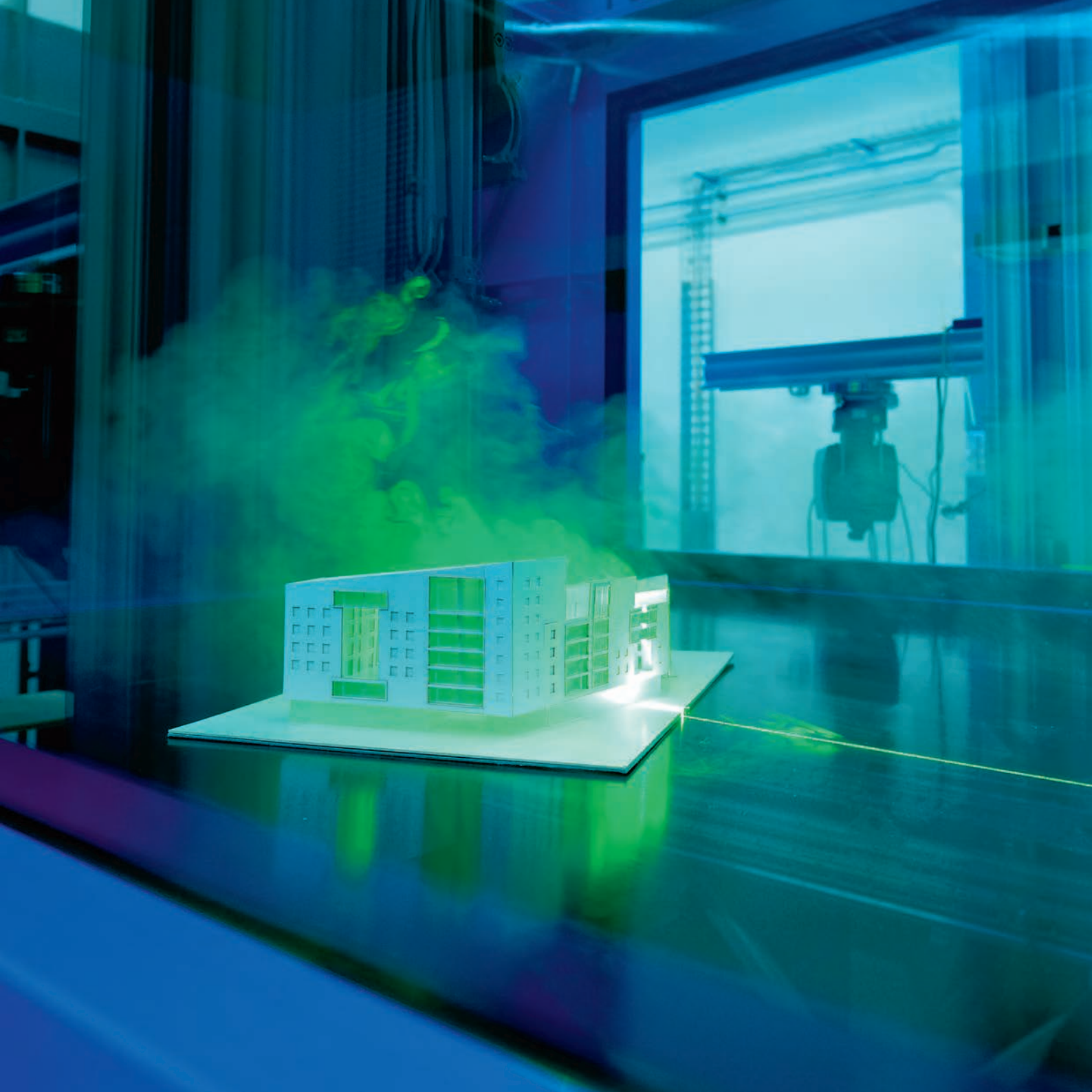
### Ce que peut apporter l'intégration énergétique dans les quartiers

Alors que les projets ci-dessus ont des objectifs bien précis, les projets sur le thème de l'intégration énergétique au niveau de quartiers entiers ont une dimension spéculative. La

Ce à quoi ressemble la mousse de bitume sous le microscope: la mousse renferme environ 1 pour-cent d'eau et se forme lorsqu'on mélange de l'eau au bitume chauffé à 160 °C.

La recherche d'un meilleur climat urbain: modèle en soufflerie.





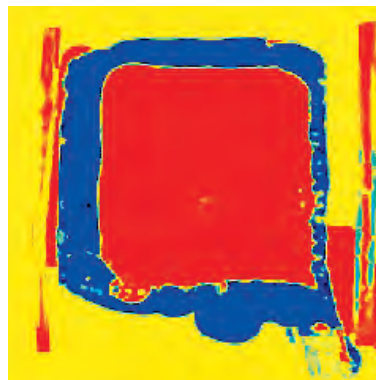
question centrale est de savoir si et combien d'énergie il est possible d'économiser avec la construction d'un réseau local pour la chaleur, le froid, et l'électricité au centre duquel se trouve un carrefour énergétique qui règle la distribution, la transformation et le stockage de l'énergie. Les modèles de simulation constituent ici une base importante mais qui doivent cependant être validés dans l'axe de recherche « Sustainable Built Environment » avec des essais pilotes dans des constellations diverses sur des bâtiments réels.

### Nouveau matériau au potentiel important

Le génie civil et la construction d'infrastructures aussi recèlent un potentiel d'économie d'énergie important. On peut citer ici l'utilisation de mousse de bitume pour les revêtements routiers qui permet d'abaisser la température de pose de 160°C à environ 120°C. Cela à condition toutefois d'obtenir des revêtements de qualité comparable. La mousse de bitume est produite par ad-

jonction d'eau au bitume chauffé à 160–180 °C. La formation de mousse est un processus complexe dans lequel la température, la pression, le rapport de mélange et le type de bitume jouent un rôle. Pour pouvoir produire une mousse aussi stable et homogène que possible, les chercheurs de l'Empa étudient et quantifient ces paramètres. En utilisant par exemple des caméras ultra-rapides pour observer la mousse en cours de formation ou un tomographe pour analyser la distribution de la taille des bulles et leur stabilité. La connaissance des paramètres qui régissent la formation des bulles permet aussi de la modéliser sur ordinateur.

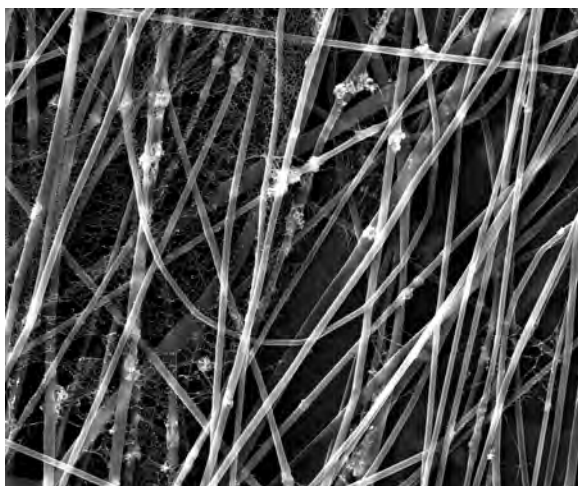
La compréhension des mécanismes de la formation de la mousse permet alors d'établir une formulation optimale d'enrobés qui peuvent être posés à des températures moins élevées et qui consomment ainsi moins d'énergie sans diminution de qualité ni de réduction de la durabilité du revêtement routier.



Les vitrages sous vide offrent une isolation thermique extraordinaire, le vide entre les deux verres doit toutefois demeurer conservé durant des dizaines d'années. L'Empa a développé une méthode qui permet de sceller durablement deux vitres avec un alliage d'étain.

## Analyser, réduire, éviter – pour le bien de l’environnement

Nous consommons trop de ressources naturelles et émettons des quantités considérables de polluants. La réduction de cette consommation et de ces émissions est le but que poursuit l’Empa dans son axe de recherche «Ressources naturelles et polluants». Ceci par l’augmentation de l’efficacité matérielle et énergétique des processus technique, par la substitution des ressources critiques et grâce à une épuration efficace des rejets gazeux et des eaux usées.



### **Analyser les émissions et quantifier les libérations dans l’environnement**

L’industrie a remplacé par d’autres substances les composés dégradant l’ozone interdits par le Protocole de Montréal. Les produits de remplacement, tels que l’agent réfrigérant R-1234yf, sont susceptibles de former de l’acide trifluoroacétique (TFA), un produit de dégradation extrêmement stable. Des estimations de l’Empa montrent qu’en 2020, les émissions annuelles de R-1234yf pourraient atteindre entre 11 000 et 19 000 tonnes. Des simulations sur l’ordinateur de grande puissance de l’Empa ont permis pour la première fois de calculer l’ampleur de la libération attendue de TFA dans l’environnement. Les résultats montrent que les concentra-

tions seront (encore) inférieures au seuil de dommage des algues d’eau douce les plus sensibles.

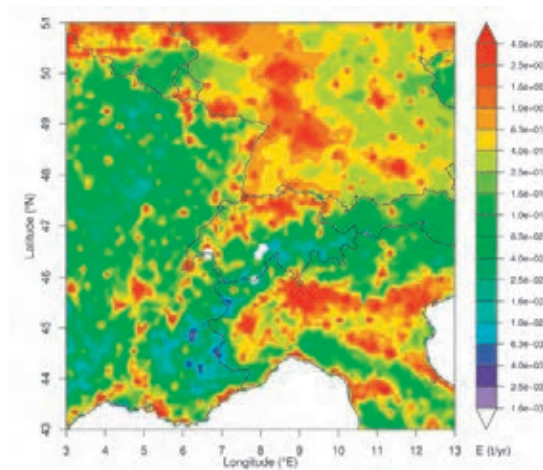
Micrographie électronique à balayage du matériau de filtres en nanofibres imprégnées d’oxyde de titane photocatalytiquement actif qui en plus de la filtration dégrade les polluants par catalyse.

### Des filtres fonctionnalisés pour un air plus pur

Dans la nouvelle soufflerie de l'Empa, des chercheurs ont étudié pour la première fois le comportement des nanoparticules dans l'air évacué dans le but de développer des (nano)filtres plus efficaces. Les filtres comportant une couche de nanofibres imprégnées d'oxyde de titane ( $\text{TiO}_2$ ) photocatalytiquement actif présentent l'avantage considérable de réaliser, en plus de la filtration, une décomposition catalytique qui accroît l'efficacité des filtres. Toutefois, les nanofibres ne doivent pas être trop denses car alors l'efficacité diminue à nouveau. Des modélisations sur ordinateur ont aussi été utilisées pour le développement de ces filtres.

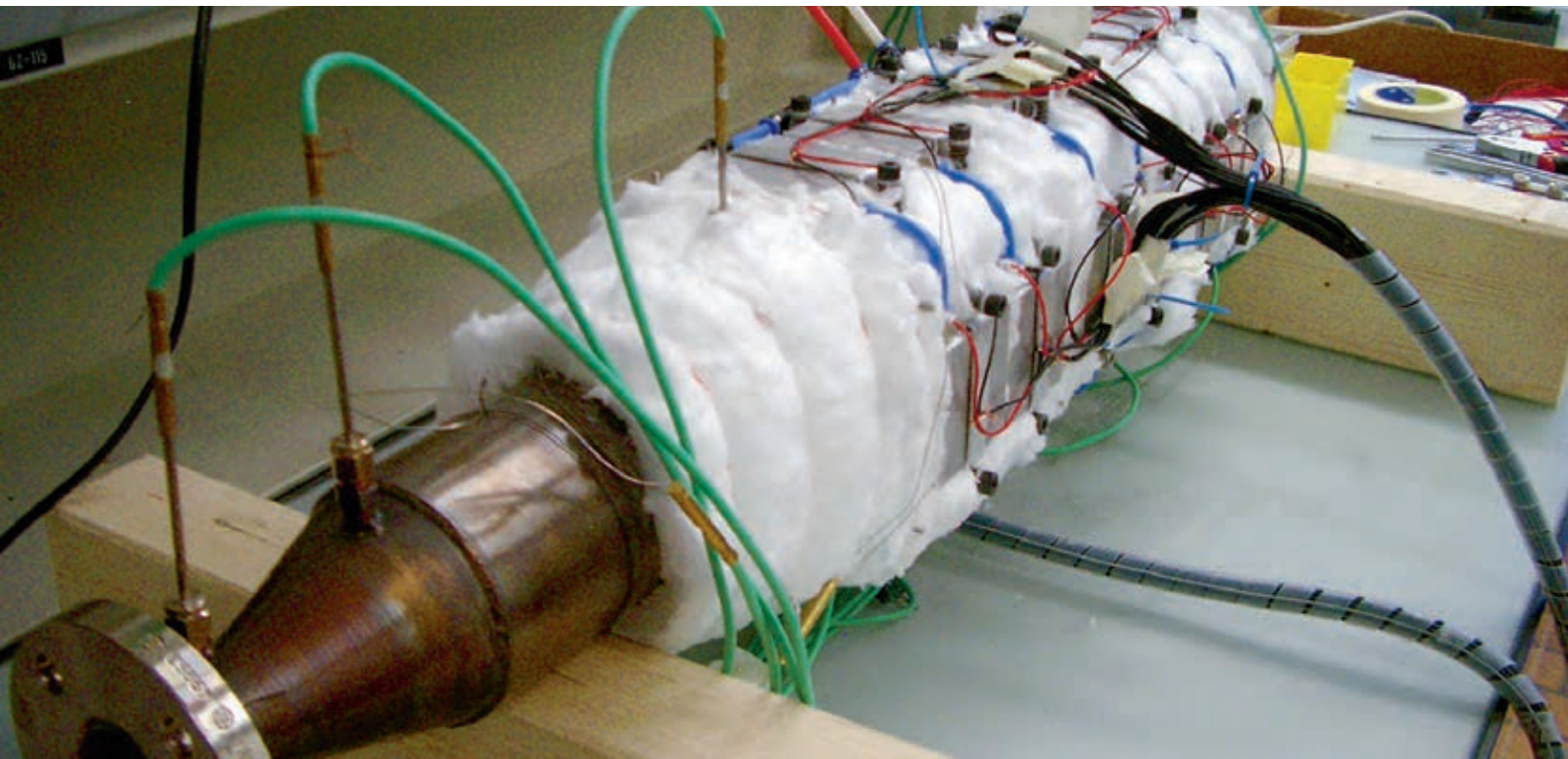
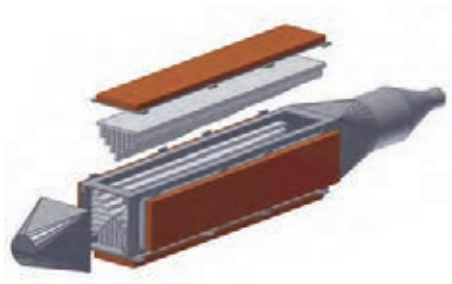
### Epurier les gaz d'échappement – utiliser la chaleur perdue

L'efficacité des voitures gagne en importance du fait de la réduction de leurs émissions de dioxyde de carbone ( $\text{CO}_2$ ) exigée par la loi. À côté de l'accroissement de l'efficacité des moteurs, l'attention porte sur la récupération de la chaleur qu'ils dégagent. Jusqu'ici seule une faible partie était utilisée, pour l'activation du catalyseur ou pour le chauffage de l'habitacle. Avec des convertisseurs thermoélectriques à base d'oxydes métalliques et d'alliages semi-Heusler, des chercheurs de l'Empa sont parvenus à mieux utiliser cette chaleur (voir aussi page 16). Avec une température des gaz d'échappement de  $450^\circ\text{C}$ , on peut récupérer près de 70 Watt, soit deux fois plus qu'avec les modules thermoélectriques courants. Même si cela paraît peu au premier abord, la production thermoélectrique d'électricité peut réduire jusqu'à 5 pour-cent la consommation des voitures car le rendement actuel de la production « on board » d'électricité est très bas. Aux températures plus élevées courantes pour les gaz d'échappement, ces nouveaux matériaux permettent d'utiliser encore mieux cette chaleur perdue.



La simulation sur ordinateur réalisée par l'Empa montre où sont attendues de fortes émissions de l'agent réfrigérant R-1234yf. L'apparition de « points chauds » est prévisible dans les agglomérations de Stuttgart, Zurich, Genève et Milan.



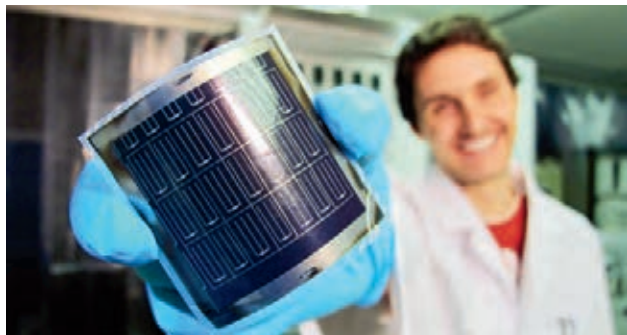


Les convertisseurs thermoélectriques sont capables de transformer en électricité la chaleur dégagée par la combustion du carburant et de réduire ainsi jusqu'à environ 5 pour-cent la consommation d'énergie du véhicule.



## Technologies innovatrices pour le tournant énergétique

Le tournant énergétique décidé par le Conseil fédéral avec la sortie du nucléaire n'est réalisable que si l'on développe des technologies énergétiques durables en association avec de nouveaux matériaux. C'est à cette seule condition qu'il sera possible de réduire tant la consommation d'énergie que les émissions de CO<sub>2</sub>.



### L'avance des cellules solaires au silicium comblée

Dans le monde entier, les chercheurs s'efforcent de développer des cellules solaires à la fois hautement efficaces et simples à produire en grandes quantités et à faible coût. Des chercheurs de l'Empa sont parvenus à développer des cellules solaires à couche mince flexibles présentant un rendement record de 24,4 pourcent. Le semi-conducteur de ces cellules est le diséléniure de cuivre-indium-gallium (CIGS). Ce nouveau record correspond aux rendements atteints par les cellules solaires au silicium polycristallin du commerce. Ces

chercheurs ont entre autres réussi à optimiser le procédé de déposition à basse température de la couche CIGS absorbant la lumière et à améliorer ainsi ses propriétés. La prochaine étape sera le passage de cette technologie à l'échelle industrielle. La production par le procédé roll-to-roll devrait permettre de réduire encore les coûts. Les cellules solaires flexibles CIGS possèdent ainsi un potentiel énorme pour rendre abordable l'électricité solaire.

Des cellules solaires CIGS flexibles hautement efficaces ont été obtenues avec un nouveau processus de fabrication.

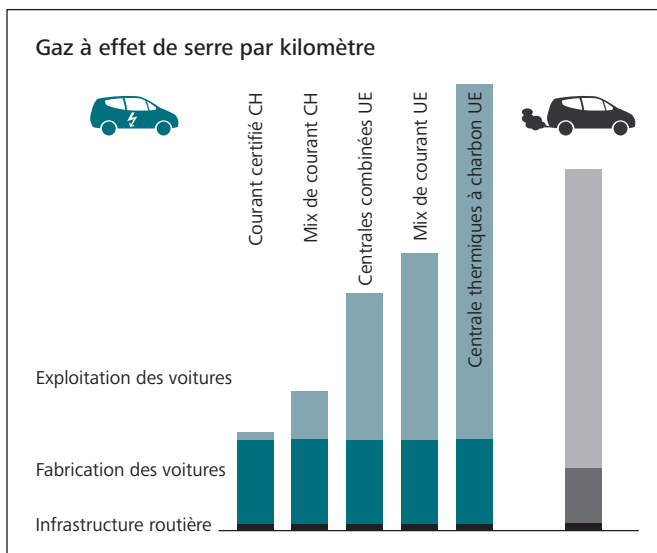
### L'électrolyse solaire de l'eau pour un approvisionnement durable en énergie

L'hydrogène produit par électrolyse de l'eau est depuis longtemps un espoir pour rendre durable notre approvisionnement en énergie. Une équipe internationale de chercheurs placée sous la direction de l'Empa est parvenue à observer les changements moléculaires qui se produisent sur une électrode d'oxyde de fer

au cours de l'électrolyse. L'oxyde de fer est un matériau prometteur pour les électrodes utilisées pour l'électrolyse de l'eau – cela parce qu'il est bon marché, stable, éco-compatible et disponible en grandes quantités. Ce qui ouvre la voie pour une production d'hydrogène à bas coût à partir de l'énergie solaire (voir aussi page 19).

### Les chances et les risques de l'électromobilité

Les voitures électriques sont considérées comme prometteuses pour une mobilité moins polluante. Avec un mix de courant issu d'énergies renouvelables, elles ne dépendent pas des énergies fossiles et aident ainsi réduire la pollution due au trafic routier. Leur autonomie limitée et la faible durée de vie de leurs batteries font encore obstacle à leur diffusion rapide. Une étude réalisée sous la direction de scientifiques de l'Empa a examiné les chances et les risques de l'e-mobilité. Cette étude recommande de favoriser les véhicules énergétiquement efficaces lors de l'homologation des nouvelles voitures. Dans cela il ne faudrait pas uniquement tenir compte de la consommation d'énergie lors de l'utilisation du véhicule mais aussi de la charge sur l'environnement sur tout son cycle de vie. Pour prévenir les rétroactions négatives, il faudrait aussi renchérir la mobilité pour éviter des véhicules moins polluants et moins chers conduisant à une augmentation du trafic global.

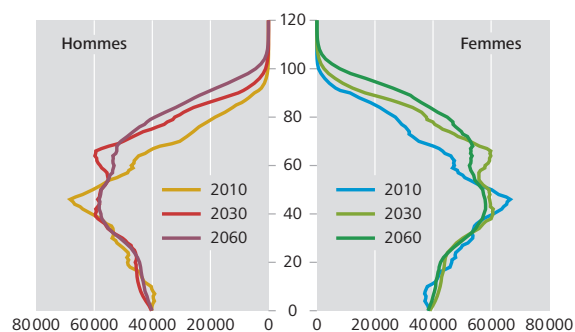


Si les voitures électriques roulent avec de l'électricité produite avec des sources fossiles, elles ne sont pas meilleures que les voitures à moteur à essence (à droite).

## Matériaux innovants pour la médecine et le confort

Chaque jour nous sommes en contact avec les matériaux les plus divers. Dans cela, une attention particulière doit être accordée à ceux qui sont en contact direct avec le corps ou y sont même implantés; ils doivent alors satisfaire des exigences élevées de fonction-

nalité et de durabilité mais aussi de sécurité. La vision de l'Empa dans l'utilisation de matériaux nouveaux pour des applications médicales ou en contact avec le corps, se place sous la devise « Matériaux innovateurs pour un avenir sain ».



### Accroître la qualité de vie des personnes âgées

En Suisse, comme dans d'autres pays européens, les personnes deviennent de plus en plus âgées alors que le nombre des naissances diminue. Le résultat: la pyramide des âges présente pour les dix ans à venir une nette majorité de personnes de plus de 50 ans. Une augmentation de l'âge moyen signifie aussi un accroissement

des pathologies dues l'âge. C'est aussi pourquoi l'Empa concentre davantage sa recherche sur les nouveaux matériaux susceptibles d'être utilisés dans des produits utiles aux personnes âgées, pour les aider à rester en bonne santé ou pour réduire leur souffrance. C'est ainsi que l'Empa a développé avec une partenaire industriel un système de protection contre l'incontinence pratiquement invisible grâce à sa faible épaisseur et qui offre cependant une bonne protection avec une couche absorbante très efficace. Ce système qui améliore grandement la qualité de vie de nombreuses personnes est commercialisé depuis le début 2012.

La pyramide des âges de la Suisse montre que les personnes de plus de 50 ans sont en nette majorité. (OFS).



Le système de protection contre l'incontinence développé à l'Empa demeure pratiquement invisible et offre cependant une protection fiable.

Contact  
Prof. Dr Harald Krug  
[harald.krug@empa.ch](mailto:harald.krug@empa.ch)

### Des fibres pour la régénération tissulaire

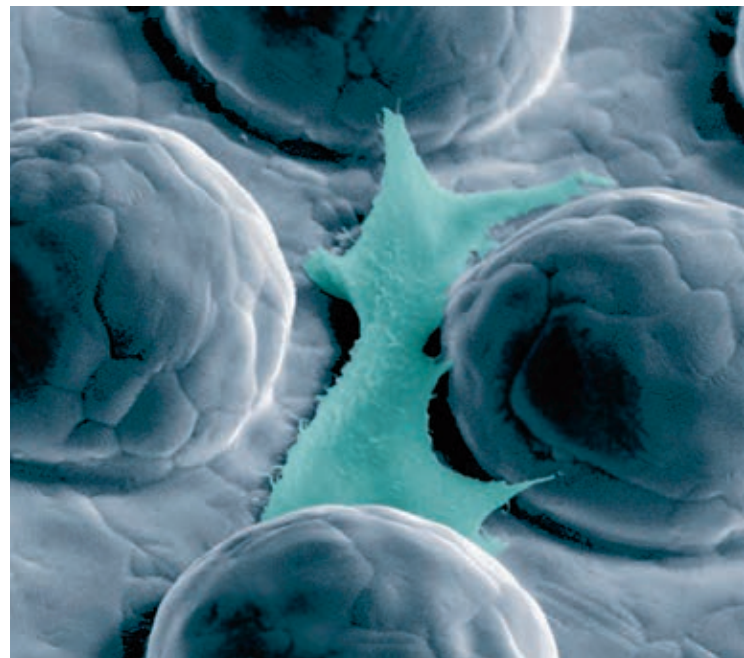
Les textiles et les fibres trouvent aussi de plus en plus d'applications en médecine. Par exemple des fibres biodégradables colonisées avec des cellules humaines pour cultiver des tissus de remplacement utilisables pour régénérer des tissus lésés. Ce principe du génie tissulaire est entre autres utilisé en chirurgie cardiaque. Dans un projet soutenu par le Fonds National Suisse (FNS), l'Empa travaille en collaboration avec la clinique de chirurgie cardiaque et vasculaire de l'Hôpital de l'Île à Berne à un projet sur la régénération du muscle cardiaque après infarctus. Dans ce projet, des fibres de biopolymère nanométriques et micrométriques obtenues par électrofilage sont assemblées en un non-tissé sur lequel les chercheurs cultivent ensuite des cellules musculaires. Le tissu fonctionnel ainsi obtenu est ensuite réimplanté au patient (voir aussi pages 44).

### La sécurité – un impératif pour les nouveaux matériaux

Les nouveaux matériaux destinés à des applications médicales doivent avant tout être « garantis sûrs ». C'est pour cela que l'Empa participe à de nombreux projets, tels que le « Plan d'action national sur les matériaux synthétiques » ainsi qu'à des initiatives européennes sur l'harmonisation des méthodes toxicologiques afin que les études dans ce domaine soient aussi comparables sur le plan international. Une étape marquante a certainement été la

publication par l'Empa dans le cadre du projet UE « Nanommune » d'un manuel de méthodes standardisées pour la recherche en nanosécurité. L'Empa est un des laboratoires de référence dans les essais interlaboratoires actuellement en cours sur ces méthodes. Elle contribue ainsi d'une façon déterminante à garantir à ses clients les standards de sécurité les plus élevés.

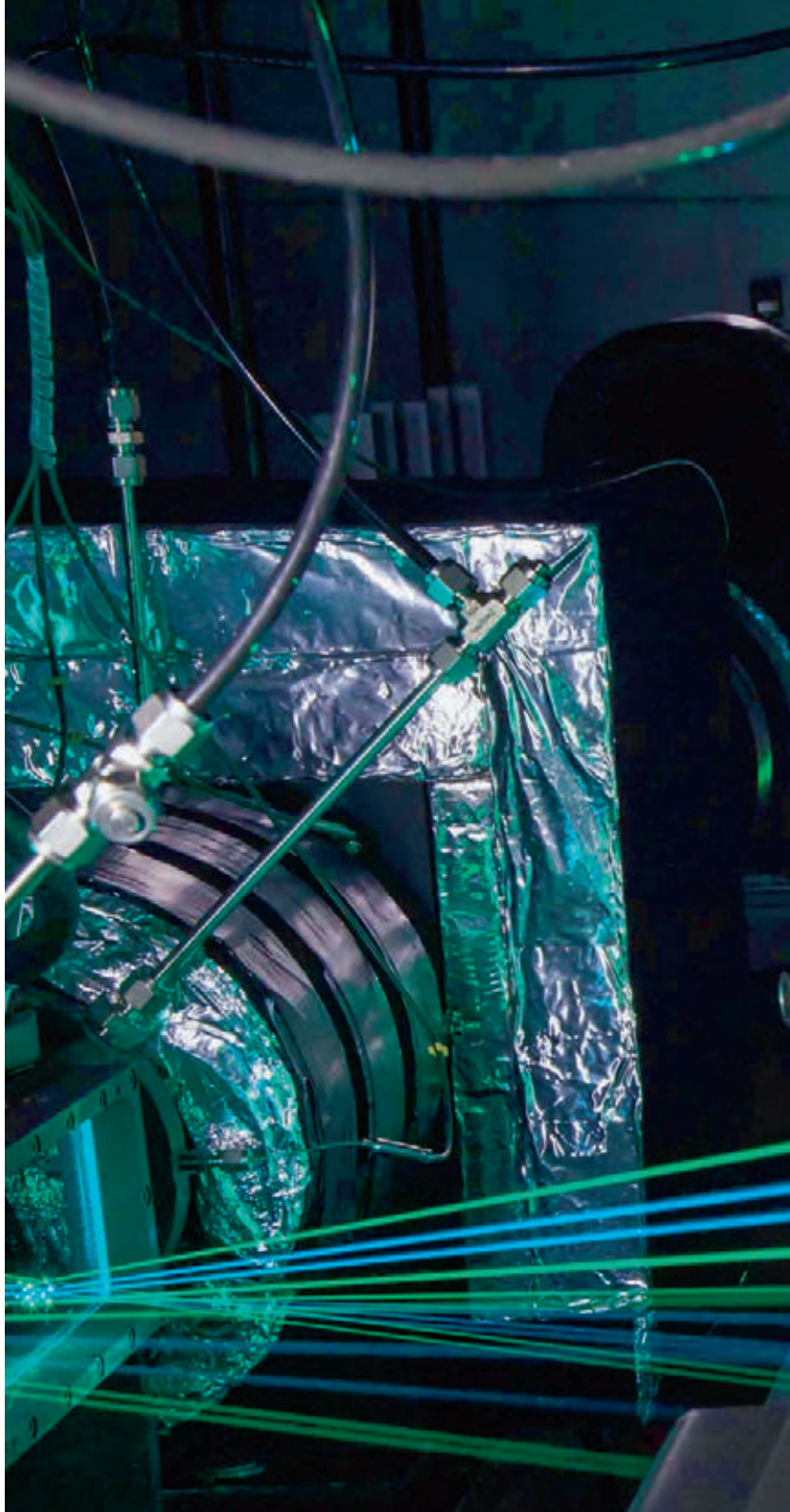
Des surfaces d'implants présentant des structures d'un type nouveau offrent de bonnes conditions de croissance aux cellules humaines. Les cellules adaptent leur forme à cette structure de microaspérités et intègrent ainsi mieux l'implant dans les tissus, ce qui améliore nettement la durabilité de celui-ci.



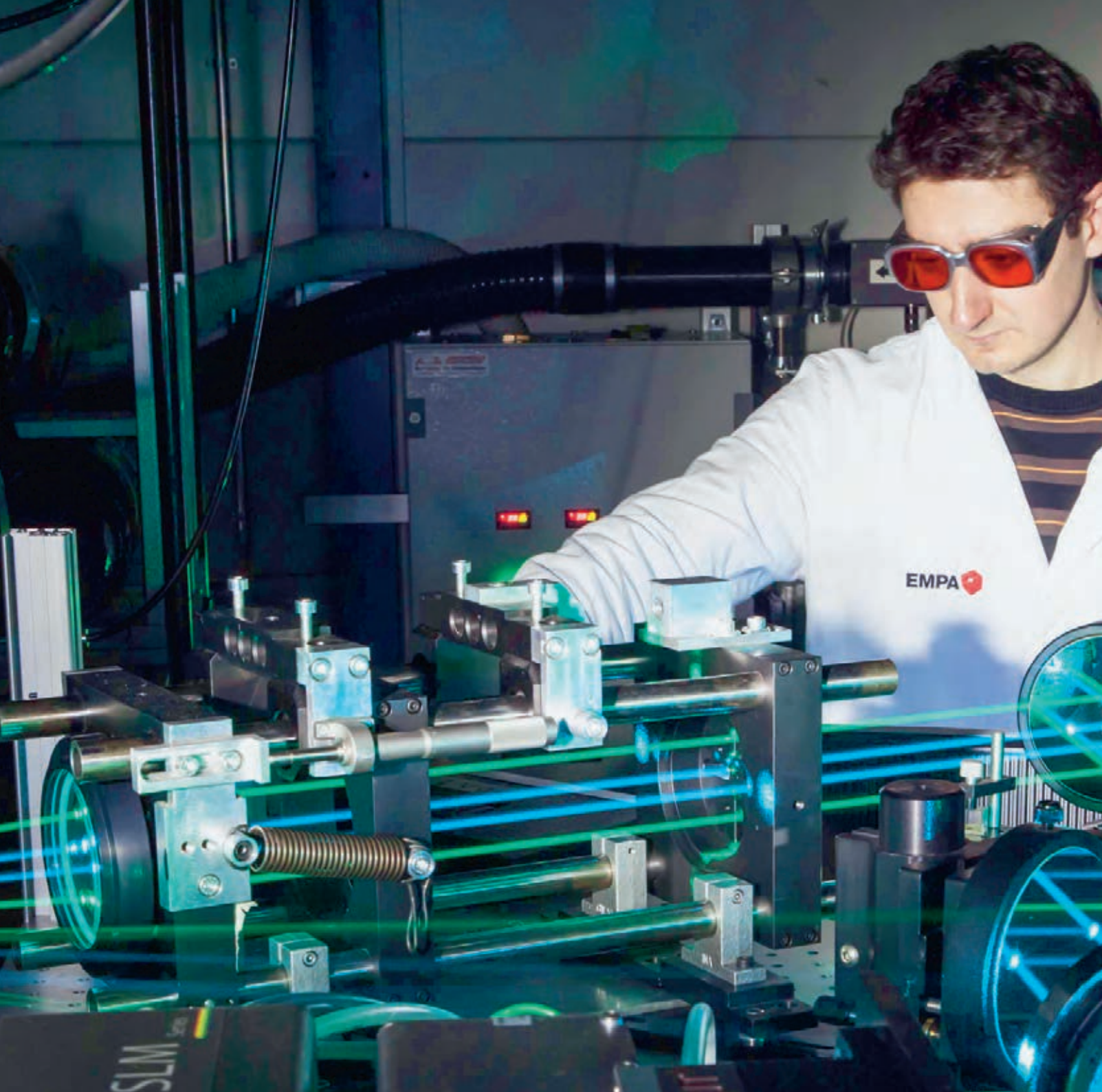
## De la recherche à l'innovation – l'Empa comme partenaire

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 500 scientifiques hautement qualifiés et une infrastructure technique de première classe.

Empa – the place where innovation starts!

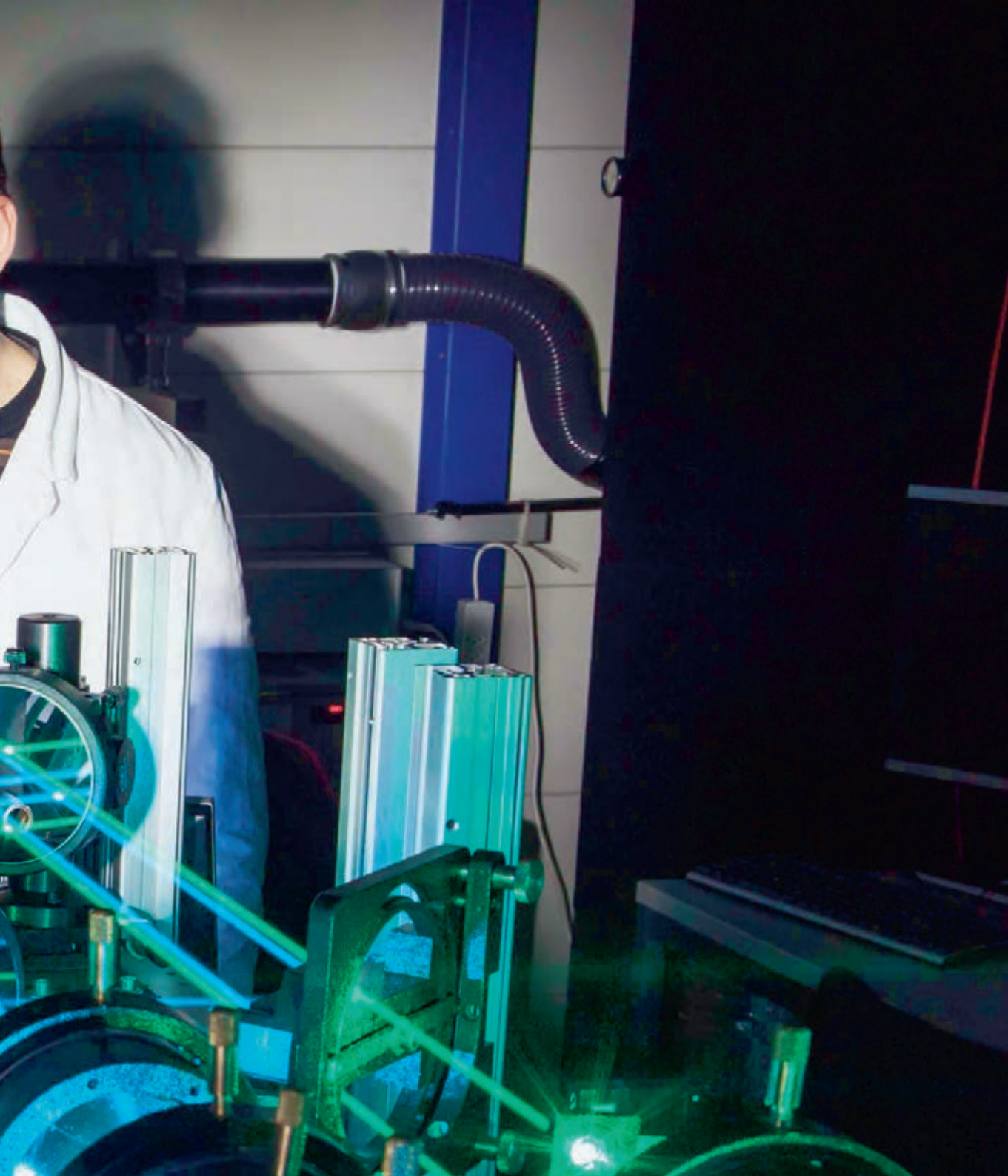






EMPA

SLM







## Le succès du transfert d'innovations

Le service de transfert de technologie est l'interface entre l'Empa et ses partenaires qui est chargé de régler les modalités du transfert des résultats de la recherche de l'Empa dans des innovations commercialisables. Avec les nombreux contacts que l'Empa entretient avec l'industrie, les tâches sont nombreuses – de la rédaction

d'accords de coopération jusqu'à la protection et la valorisation de la propriété intellectuelle. Ainsi, par exemple, le nombre des nouvelles coopérations de recherche avec des institutions publiques et privées s'est accru de 50 pour-cent pour atteindre 150 nouveaux projets. De plus, l'Empa a conclu 33 nouveaux contrats de licence et de transfert de technologie avec des partenaires économiques et déposé 18 nouveaux brevets.



### Chimie «verte» pour la production des arômes et des parfums

Le laboratoire «Biomatériaux» à St-Gall mène des travaux sur les laccases. Ces enzymes sont des biocatalyseurs prometteurs qui, du fait de leur maniement

aisé et de la variété des réactions qu'elles catalysent, s'utilisent dans les processus industriels les plus divers. De plus, elles ne sont pas toxiques, forment moins de produits secondaires indésirables et fonctionnent dans des conditions de réaction «douces» et permettent ainsi une chimie «plus verte». Dans un projet soutenu par la Commission pour la technologie et l'innovation, des chercheurs de l'Empa ont développé avec Givaudan une «boîte à outils» de

Modèle structural 3D d'une laccase bactérienne : les sphères représentent les atomes de cuivre dans le centre actif de l'enzyme où se déroule l'oxydation de la molécule médiatrice. Un exemple de molécule médiatrice est représenté sur le modèle : gris : carbone, jaune : soufre, rouge : oxygène.





Givaudan utilise des enzymes telles que la laccase pour la synthèse de nouveaux arômes et parfums. Un chercheur occupé à la mesure des réactions de la laccase sur un spectrophotomètre.

**EMPA**

Materials Science & Technology

Laser spectroscopy for  
industrial, medical and  
environmental applications

**WILCO**

**LEAK DETECTION  
and Inspection Machines**  
Established and Innovation since 1971



systèmes de laccases qui permet la production de parfums à l'échelle du laboratoire par oxydation de substances précurseurs.

### **Détecteur de fuites pour les bombes aérosols**

Les chercheurs de l'Empa développent depuis des années des spectromètres à laser à cascade quantique capables de détecter les polluants atmosphériques avec une grande précision. Une technique de mesure qui peut aussi s'utiliser à des fins médicales ou industrielle. L'Empa a ainsi développé avec la firme Wilco un appareil qui décèle les fuites de gaz propulseur sur les bombes aérosols; cela avec fiabilité et à un coût inférieur à celui des méthodes conventionnelles. Cette collaboration a débouché sur un produit commercialisable qui remplit toutes les exigences de sécurité pour le contrôle des bombes aérosols (voir page 30).

### **Imagerie chimique 3D en résolution nanométrique**

En réussissant à placer un spectromètre de masse à temps de vol des ions secondaires (ToF-SIMS) dans un microscope électronique à balayage (MEB) avec faisceau d'ions focalisé (FIB), des chercheurs de l'Empa ont développé un instrument innovateur pour l'analyse des surfaces. Cet appareil ne fournit pas seulement des informations sur la structure superficielle tridimensionnelle de l'échantillon et sur sa composition chimique mais son pouvoir de résolution est notablement plus élevé – dans le domaine de nano-

mètre – et il est moins coûteux que les spectromètres de fluorescence X jusqu'ici usuels. Cette nouvelle méthode offre des avantages importants, en particulier pour l'analyse des éléments légers et des matériaux organiques. L'intégration d'un ToF SIMS spécialement conçu à cet effet dans un MEB conventionnel a été réalisée en collaboration avec les partenaires industriels Tescan et Tofwerk dans un projet de l'UE. Deux prototypes sont en utilisation à l'Empa. Les premiers appareils commerciaux, qui utilisent les ToF SIMS de la firme suisse Tofwerk, ont déjà été vendus (voir page 66).

Stand de présentation du détecteur de fuites pour les bombes aérosols lors d'une exposition. Entretemps le premier appareil est déjà en service dans l'industrie.

## Où les bonnes idées d'entreprise prennent leur envol

L'année écoulée, onze spin-offs de l'Empa et onze start-ups étaient hébergées dans les deux incubateurs d'entreprises de l'Empa, le glaTec et le tebo. Ces jeunes entreprises collaborent étroitement avec l'Empa en recherche et en développement et la majorité d'entre elles ont déjà lancé avec succès leurs premiers produits.



### Du prototype au produit commercialisable

Le «Mobility Monitor» de la spin-off compliant concept AG est un tel produit. Il enregistre sans contact avec le corps les mouvements les plus fins des patients alités. Cet appareil contrôle et analyse si le patient bouge suffisamment pour éviter la formation d'escarres et soutient ainsi le personnel soignant. De plus, l'alarme de sortie du lit intégrée déclenche une alarme dès que le patient quitte son lit (voir aussi page 26).

Les pinces de manipulation compliantes pour robots de la spin-off Monolitix sont un autre de ces produits. Ces pinces sont une alternative de plus en plus appréciée aux pinces mécaniques

conventionnelles qui ouvrent de nouveaux champs d'application. Ces pinces élastiques d'une seule pièce se déforment sans articulations mécaniques, ce qui supprime le jeu, les frottements et tout entretien. Elles sont aussi simples à nettoyer et peu coûteuses.

Le «QSorter Explorer» de QualySense AG transporte, analyse et trie les céréales, les semences ou les légumineuses à grande vitesse. Les grains sont triés «pièces par pièce» suivant leurs



propriétés telles que teneur en protéine ou en huile, couleur, humidité ou présence d'une attaque fongique. Cet appareil assure ainsi un contrôle de qualité continu et approfondi qui permet d'optimiser les processus et de minimiser les risques.

La firme « Die Innovationsgesellschaft GmbH » qui a son siège au tebo à St-Gall a développé avec la fondation SimplyScience le coffret d'expériences « SimplyNano 1<sup>®</sup> ». Ce coffret est destiné à promouvoir l'intérêt et la compréhension des élèves du secondaire pour les nanotechnologies. Ce nano-coffret contient du matériel d'enseignement, des produits chimiques inoffensifs et du matériel de laboratoire permettant de réaliser huit expériences captivantes. Les thèmes de la nanodimension et de la réactivité des nanoparticules et des nano-surfaces sont illustrés de manière claire et compréhensible. Plus de 350 enseignants utilisent déjà le coffret « SimplyNano 1<sup>®</sup> ».

### Réussite d'autres lancements

L'extension de Startfeld, la plateforme pour la création d'entreprises innovatrices de la Suisse orientale, se poursuit comme prévu. Le projet de « Polarmond » pour un concept de tente « all in one » ultralégère isolée par air a obtenu une aide de financement de la fondation Startfeld. Le projet de cette jeune entreprise, également soutenu par la Commission pour la technologie



Le QSorter Explorer, un robot pour le contrôle de la qualité des céréales.

## Contact

glaTec  
Mario Jenni  
mario.jenni@empa.ch

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

et l'innovation (CTI), peut ainsi démarrer en collaboration avec l'Empa et la Haute école de Rapperswil.

La start-up de Dübendorf Flisom qui développe des technologies pour la production de cellules solaires flexibles à couche mince CIGS (Copper-Indium-Gallium-[Di-]selenid) a elle aussi remporté un succès. A la fin de l'année, elle a assuré le financement de la construction en Suisse d'une unité de production d'une capacité annuelle de 15 mégawatt. Flisom travaille en étroite collaboration

avec les chercheurs de l'Empa réunis autour de Ayodhya N. Tiwari qui détiennent le record mondial du taux de conversion des cellules solaires flexibles CIGS avec 20,4 pour-cent.

Afin de soutenir de façon encore plus précoce les futurs entrepreneurs, l'Empa participe au nouveau programme «CTI Entrepreneurship», créé par la CTI et placé sous la direction du TECHNO-PARK® Zürich, qui offre des cours sur les thèmes de la création et du développement d'entreprise.



L'élasticité des systèmes compliants assure une préhension douce des objets les plus délicats.



L'installation de production de Flisom: à gauche un rouleau de polyimide qui sert de substrat pour l'application sous vide des cellules solaires à couche mince flexibles (© Flisom AG).

## Excellente collaboration avec l'économie

En 2012, plus de 120 nouveaux contrats de recherche avec des partenaires de l'industrie sont venus témoigner, si cela était encore nécessaire, des excellentes relations que l'Empa entretient avec l'économie. Pour près de 40 pour-cent il s'agissait là de projets de recherche appliquée et de développement soutenus par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI).



### **Les mesures d'accompagnement de la CTI stimulent les coopérations**

Grâce aux mesures d'accompagnement contre le franc fort pour lesquelles la CTI avait libéré un montant de 110 millions de francs, l'Empa a pu lancer l'année dernière au total 27 projets. Avec un montant de 12,5 millions de francs de la CTI pour ses projets, l'Empa vient se placer au troisième rang des bénéficiaires de ces subventions après l'EPFL et le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM). Un fait particulièrement réjouissant est que 40 pour-cent de ces

projets ont été lancés avec des entreprises avec lesquelles l'Empa n'avait pas encore collaboré jusqu'ici. Nombre d'entre elles sont des PME, telles que la firme Douglas Textile, une « micro-entreprise féminine » qui a développé avec l'Empa et la firme Weisbrod des rideaux transparents absorbant le bruit qui sont distribués internationalement avec succès sous le nom de « Silent Space ».

Maison historique à colombages à Kreuzlingen : il est souvent impossible d'utiliser des panneaux isolants pour isoler de tels bâtiment sans modifier leur apparence. La solution : le crépi aérogel hautement isolant.

## Contact

Gabriele Dobenecker  
[gabriele.dobenecker@empa.ch](mailto:gabriele.dobenecker@empa.ch)

---

### **Distinction pour un crépi hautement isolant**

Dans un autre projet CTI, l'Empa a développé avec la firme Fixit AG un crépi hautement isolant qui a été lancé sur le marché au début 2013. Ce crépi innovateur isole trois fois mieux que les crépis isolants usuels grâce à l'utilisation d'un aérogel. Cette innovation permet d'assainir énergétiquement les bâtiments historiques sans modifier leur apparence. Une distribution dans d'autres pays d'Europe est déjà prévue. Son succès à la fois technologique et commercial a valu à ce projet le Prix Innovation 2012 de l'Empa.

### **Montrer ce dont l'Empa est capable**

Ce crépi isolant a été présenté au mois de septembre au « Swiss Energy and Climate Forum » à Berne. A côté de cela, l'Empa a fait connaître lors de manifestations technologiques suisses, telles que la « Cleantec City » à Berne, le « World Medtech Forum » à Lucerne et le « Swiss Innovation Forum » à Bâle, ses projets les plus récents et les résultats de sa recherche à un large public de l'économie et de l'industrie afin de nouer de nouveaux contacts pour des projets de recherche communs.

L'Empa a présenté ses activités variées « Medtech by Empa » lors du « World Medtech Forum » à Lucerne.



Medtech made by Empa



simulation and  
al testing of implants  
medical devices



## Des partenariats innovateurs – le réseau de l’Empa

Pourquoi faire seul ce que l’on peut réaliser ensemble plus rapidement et plus efficacement? C’est selon cette maxime que depuis longtemps déjà l’Empa travaille en étroite collaboration avec de nombreux partenaires nationaux et internationaux de la recherche et de l’industrie. Avec cette évidence que meilleur est le réseau, plus simple devient le travail d’équipe – et plus les partenariats ont de succès.



### Des succès au niveau européen

Un recensement des participations suisses aux projets de recherche de l’UE réalisé en 2012 par le Secrétariat d’Etat à la formation, à la recherche et à l’innovation montre bien la profonde intégration de l’Empa dans le réseau de la recherche international; en Suisse, seule l’EPFL participe à plus de projet UE que l’Empa. Ainsi par exemple, le projet «Winsmart» pour le développement de fenêtres intelligentes, financé pour 4 millions d’euros par l’UE, a été lancé par des chercheurs de l’Empa. Dans le domaine de la photovoltaïque, l’Empa participe même à plusieurs projets: au projet de 10 millions d’euros «SCALE-NANO» et au projet de 7 millions d’euros «R2R-CIGS» pour le développement de cellules solaires efficaces et bon marché ainsi qu’au projet de 14 millions d’euros «TREASORES» consacré à l’électronique organique et placé sous la direction du chercheur de l’Empa Frank Nüesch.

Des nouvelles réjouissantes de Bruxelles sont aussi parvenues avec la déclaration des lauréats des initiatives FET Flagship; à côté du «Human Brain Project» dirigé par l’EPFL, le projet «Graphen», placé sous la direction de la «Chalmers University of Technology» en Suède, auquel participent aussi des scientifiques de l’Empa, a lui aussi été choisi. Ces deux projets

Le Conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann a prononcé l’allocution de bienvenue du congrès annuel de la «European Association of Research and Technology Organisations» (EARTO) organisé par l’Empa et le «Centre Suisse d’Electronique et de Microtechnique» (CSEM).

Un microscope électronique à transmission haute performance va être installé dans un des laboratoires «noise free» du laboratoire de recherche IBM à Rüschlikon.

Photo: IBM Research





bénéficieront d'un financement important de l'UE ces dix prochaines années. Les experts en graphène de l'Empa travaillent aussi, avec le soutien financier de l'«Office of Naval Research» des USA, sur la synthèse, à partir de molécules précurseurs appropriées, de nanorubans de graphène pour des utilisations en nanoélectronique.

En nanosciences, l'année dernière a aussi marqué l'achèvement du «Binnig and Rohrer Nanotechnology Center» sur le site du laboratoire de recherche IBM à Rüschlikon. Ce centre, exploité en

commun par IBM et l'EPFZ, est aussi utilisé par l'Empa pour ses travaux de recherche dans une série de projets qui exigent une structuration très précise de différents substrats. Par exemple pour le développement de nouveaux émetteurs de rayons X à base de nanotubes de carbone qui «croissent» sur des substrats pré-structurés. Pour ces analyses chimiques en localisation précise, un microscope électronique à transmission haute performance est en cours de montage dans un laboratoire «noise free» de ce centre. Des experts de l'Empa ont dirigé l'évaluation de cet appareil et en assumeront l'exploitation.



### **Collaboration au sein de réseaux nationaux et internationaux**

Au début mai, l'Empa et le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) avaient invités des instituts partenaires de toute l'Europe au congrès annuel de l'«European Association of Research and Technology Organisations» (EARTO). Après le discours de bienvenue prononcé par le Conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann, les participants ont discuté du rôle des institutions de la recherche dans les processus d'innovation à une époque marquée par une globalisation et une spécialisation croissantes. L'opinion générale qui s'en dégage est qu'un «impact» véritable et la mise à profits de synergie ne peuvent le plus souvent s'atteindre qu'avec des partenaires forts.

Le journaliste Stephan Klapproth interviewe le directeur de l'Empa Gian-Luca Bona lors de la manifestation d'inauguration de «Rhysearch», le nouveau centre de recherche et d'innovation de la NTB Buchs.  
Photo : Der Rheintaler



La prochaine manifestation de haut niveau s'annonce déjà; l'Empa est en pleine préparation du 5<sup>e</sup> symposium du «World Materials Research Institutes Forum» (WMRIF) qui aura lieu au mois de mai 2013 à Dübendorf et auquel sont attendus près de 50 «instituts frères» du monde entier. Sous la devise «Materials meet Life» cette réunion sera entièrement placée sous le signe des technologies et des matériaux médicaux innovateurs.

2012 a aussi marqué la création d'un autre réseau: Rhysearch, le nouveau centre de recherche et d'innovation de Buchs dans lequel l'Empa collabore avec l'EPFZ, le CSEM, l'Interstaatliche Hochschule für Technik Buchs (NTB) et l'Université du Liechtenstein. Le but de Rhysearch est de renforcer les liens entre la recherche high-tech interdisciplinaire et les applications pratiques et d'accroître la force innovatrice des entreprises suisses.

### **Travailler au «Brain Gain» – avec la promotion de la relève scientifique**

Pour attirer les jeunes talents scientifiques chez elle, l'Empa a lancé en janvier 2013 la deuxième édition de son programme «EMPA-POSTDOC». L'Empa attribuera à nouveau 22 bourses de deux ans cofinancées par l'UE à titre de projet COFUND dans le cadre du programme Marie-Curie.

Et finalement le cursus de master «MNT Micro- & Nanotechnology», que l'Empa organise avec la Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW), la NTB et la Fachhochschule Vorarlberg, s'est à nouveau vu distinguer en Autriche comme le cursus le plus prometteur d'embauche dans le domaine technique.

## Bonnes notes pour l'Académie Empa

En 2012, l'Académie Empa a organisé quelque 100 manifestations. 31 congrès ont réuni près de 2400 experts de l'industrie et des autorités. Plus de 30 conférences scientifiques, cours et séminaires ont fourni l'occasion à 1400 chercheurs de discuter des derniers développements dans leur domaine. Et toutes ces manifestations ont remporté un vif succès auprès de leur public ; avec une moyenne de 5,4 (sur 6), 93 pour-cent des participants ont attribué aux manifestations la note « bon » ou « très bon »



### Excellent accueil pour les « Briefings »

Les cinq manifestations de la série « Technology Briefing » et « Industry Briefing », qui ont réuni plus de 500 spécialistes, ont rencontré un écho très favorable. La manifestation centrale des « Journées de la technique » sur le thème « La ville de l'avenir – l'avenir de la ville » a soulevé un grand intérêt chez ses 265 participants qui s'étaient réunis fin octobre pour en apprendre davantage sur la planification et la construction urbaines intelligentes dans le contexte des impératifs économiques, écologiques, politiques et sociétaux. Les participants ont aussi eu l'occasion de visiter « self », un prototype de cellule d'habitation autosuffisante

en énergie ainsi que le banc d'essai des structures légères et la soufflerie qui permet de simuler les situations de vent et de température dans les villes et de tester les possibilités d'améliorer le climat urbain par des moyens naturels. L'« Industry Briefing » sur la technologie médicale offrait, à côté d'exposés sur les activités medtech de l'Empa, aussi un « speed-dating »

Les manifestations de l'Académie Empa ont rencontré un vif succès auprès de leur public qui leur a attribué en moyenne la note de 5,4 (sur 6).  
Photo : Heidi Hostettler





lors duquel les participants pouvaient discuter directement avec des spécialistes des questions qui les intéressaient et nouer ou approfondir ainsi des contacts. L'évaluation de tous ces briefings montre que l'Empa répond là à un besoin de l'économie et de l'industrie. L'utilité pour leur entreprise a été notée avec un 5,0 par les participants. La possibilité de nouer des contacts s'est même vu attribuer un 5,3 et l'impression générale des briefings un 5,4.

#### **Echange international de savoir-faire technologique**

Après ses éditions à Bursa (Turquie) en 2010 et à Hong Kong en 2011, la « Fiber Society Spring Conference » a eu lieu au mois de mai 2012 à L'Empa à St-Gall. Elle a permis aux spécialistes des

fibres et des textiles d'obtenir une vue d'ensemble des tendances actuelles de la recherche dans ce domaine. Le nombre de propositions d'exposés, deux fois supérieur au nombre d'exposés pouvant être pris en compte, témoigne de l'intérêt considérable qu'a rencontré cette manifestation à laquelle ont participé plus de 200 scientifiques de 20 pays.

C'est aux matériaux de construction durables de l'avenir qu'était consacrée la réunion annuelle du groupe chimie de la construction de la Société allemande de chimie qui s'était réuni pour la première fois en 2012 en Suisse à l'Empa.



Journées de la technique 2012. La manifestation principale sur le thème « La ville de l'avenir – l'avenir de la ville » s'est déroulée à l'Académie Empa. Photo : Heidi Hostettler



Obtenir d'excellents résultats en recherche et développer des technologies innovatrices est fort bien. Faire comprendre leurs effets sur leur vie quotidienne à Madame et Monsieur Tout-le-monde est tout aussi important. Cela parce que dans sa recherche, l'Empa s'est donné pour but de tracer la voie vers un avenir durable.



## Sur des scènes étrangères

Quelques réalisations phares sorties des laboratoires de l'Empa ont pu être vues là où on ne les attendait pas forcément. Par exemple lors de la cérémonie de clôture des Jeux Paralympiques 2012 à Londres lorsque soudainement trois engins volants de 14 mètres de longueur en forme de croissants de lune reproduisant « Agitos », le symbole officiel des Paralympiques, se mirent à planer au-dessus des têtes des quelque 80 000 spectateurs. Ces éléments Tensairity ont été développés par des chercheurs de l'Empa pour fonctionner dans l'avenir comme centrale éolienne volante à des altitudes allant jusqu'à 1000 m.

Ou sur le Jungfraujoch, où depuis l'été dernier à l'occasion des 100 ans du train du Jungfraujoch une exposition permanente illustre avec des panneaux et des installations vidéo le

travail scientifique réalisé dans la station de recherche la plus haute du monde atteignable avec un moyen de transport public. L'Empa procède là depuis 1973 déjà dans l'observatoire Sphinx à la mesure de nombreux polluants atmosphériques et aide ainsi à déterminer et à améliorer la qualité de l'air non seulement à haute altitude mais dans toute l'Europe.



L'EmpaNews-App maintenant disponible pour iPad et Android offre de nombreuses fonctions supplémentaires telles que vidéos, audio-podcast, graphiques animés et liens connexes.



Link à l'EmpaNews-App pour iPad (à droite) et Android (à gauche)

On s'est un peu rapproché du sol au Musée suisse des transports à Lucerne; l'exposition «Soleil moteur» sur le thème de la mobilité durable qui s'est déroulée jusqu'au mois d'octobre présentait entre autres un «mobile» très particulier – une sculpture formée de neuf cellules solaires transparentes multicolores. Ces cellules solaires, dénommées cellules de Grätzel, captent le rayonnement solaire à l'aide de colorants organiques – au développement desquels travaille l'Empa – au lieu de silicium comme sur les cellules

solaires conventionnelles. L'avantage: ces cellules sont transparentes et fonctionnent aussi en lumière diffuse et la production de leurs colorants ne consomme que peu de ressources.

Les gouvernements devraient éviter de conclure des accords bilatéraux sur l'exploitation des ressources – en particulier ceux qui lient des pays en voie de développement et émergents. Il serait préférable de créer une plateforme internationale sur les ressources, sur le modèle de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) – cette recommandation est l'une de celles formulées dans le Chairman's Summary du World Resources Forum qui s'est déroulé du 21 au 23 octobre à Pékin. Cette conférence annuelle sur les ressources est organisée par le secrétariat du WRF, une spin-off de l'Empa créée en avril. Cette année la conférence du WRF avait été organisée en commun avec l'Académie chinoise des sciences et plus de 700 personnes y ont participé. Cette conférence était soutenue par différents gouvernements, entreprises et experts renommés en matière de ressources.

### Nombre record de visiteurs à l'Empa

Après qu'en 2011 l'Empa ait accueilli pour la première fois plus de 2000 visiteurs, l'année dernière leur nombre a encore augmenté pour atteindre 2900. La liste des visiteurs comprenait par exemple les Conseillers d'Etat des cantons de Thurgovie et d'Appenzel Rhodes-Extérieures, les juges des tribunaux administratifs



L'Empa procède depuis 1973 sur le Jungfrauoch à la mesure de nombreux polluants atmosphériques. En 2012, elle a présenté son travail dans cette station de recherche la plus élevée du monde atteignable par un moyen de transport public.

QR-Code: Vidéo: Empa au Jungfrauoch

Pour présenter sous une forme attrayante les résultats de recherche de ses laboratoires, l'Empa a installé sur son site de St-Gall un showroom – magnifiquement situé, avec une vue sur les toits de la ville.



## Contact

Dr Michael Hagmann  
[michael.hagmann@empa.ch](mailto:michael.hagmann@empa.ch)

---

suisse ainsi que les membres de l'association économique Wirtschaft Region St. Gallen (WISG) et différents groupes de l'association Swissmem. Au total l'intérêt fut à ce point grand qu'il n'a pas été possible d'inviter tous ceux qui en avaient manifesté le désir et que l'Empa a décidé d'élaborer un nouveau concept pour ces visites.

Les trois éditions des « Apéros scientifiques » sur des thèmes d'actualité destinés à un large public que l'Empa organise régulièrement ont attirés quelques 200 personnes. Par exemple sur le thème du changement climatique et ses effets en Suisse, avec des exposés sur les méthodes de mesures des polluants et les effets possibles du changement climatique sur l'agriculture.

## La recherche de l'Empa sur tablette

Tous ceux qui n'ont pas pu se déplacer personnellement à l'Empa ont depuis peu la possibilité de se tenir au courant de manière interactive et multimédia de l'actualité de la recherche à l'Empa – avec la nouvelle EmpaNews-App pour iPad et Android. Ce magazine de la recherche devient ainsi encore plus attrayant, disponible en tout lieu, avec de nombreuses fonctions supplémentaires telles que vidéo, audio-podcast, graphiques animés et liens connexes.



Vidéo YouTube « Empa fenêtre solaire  
au Musée des Transports Suisse »

La sculpture réalisée par l'Empa pour l'exposition « Soleil moteur »  
sur la mobilité durable au Musée Suisse des transports à Lucerne.





sonne

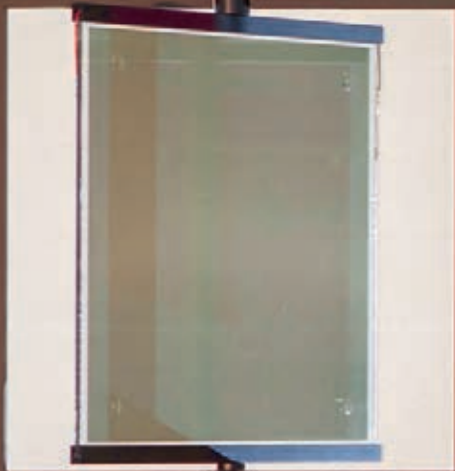


energie

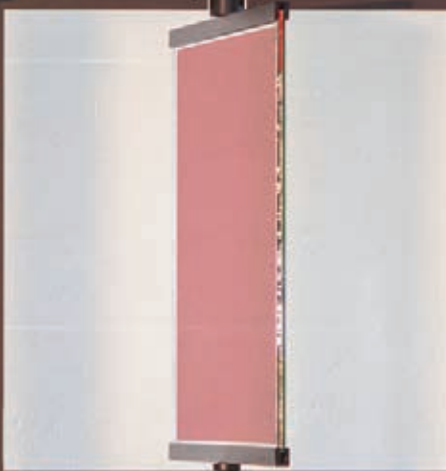


transparenz

farbe



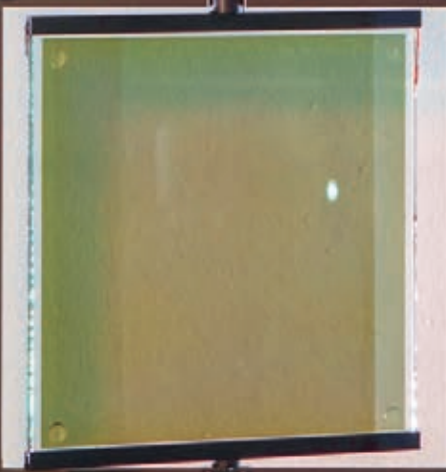
soleil



énergie

transparence

couleur



## Un nouveau toit pour des hôtes du monde entier

Avec des chercheurs de plus de 50 nations, l'Empa est un institut très international. Afin de pouvoir offrir un toit à ces scientifiques du monde entier, l'Empa et l'Eawag ont construit l'année dernière une nouvelle maison d'hôtes.



### Promotion de la relève à tous les niveaux

A côté des échanges internationaux, la promotion de la relève scientifique joue aussi un rôle important à l'Empa. Avec son « Summercamp » organisé depuis de nombreuses années déjà et sa participation à la journée « Futur en tous genres », l'Empa désire éveiller l'intérêt pour les sciences et la technique déjà à l'âge de l'école primaire. Des écoliers un peu plus âgés ont pu se mesurer l'année dernière à l'Empa lors de l'éliminatoire suisse du Tournoi international des jeunes physiciens. Et avec ses programmes « Fix the leaky pipeline! » et « EMPA POSTDOCS COFUND » l'Empa s'engage activement dans la promotion de la carrière des jeunes scientifiques.

### Nouveau départ pour le « Lunch-Femmes »

Après une longue pause, le lunch « Women meet Women » s'est vu donner un nouveau souffle. Cela parce que la nécessité pour les femmes de disposer de leur propre réseau professionnel demeure importante. Avec des exposés sur les sujets les plus divers, cette plateforme offre des possibilités de rencontre, d'échange et de soutien réciproque. La conciliation entre travail et famille ainsi que la planification de carrière sont là des thèmes importants. Avec la nomi-

La maison d'hôtes de l'Empa sur le site de Dübendorf :  
l'Empa offre à ses hôtes académiques un hébergement  
à proximité immédiate de leur lieu de travail.

nation l'année dernière de Brigitte Buchmann à la tête du département « Mobilité, énergie et environnement », une femme a fait son entrée dans la direction de l'Empa.



Lenny Winkel (à droite) expose aux participantes du « Lunch-Femmes » ce que cela implique de travailler à l'étranger.

# Organigramme 2013

## Research Focus Areas (Axes de recherche)

### Matériaux nanostructurés

Dr Pierangelo Gröning

### Sustainable Built Environment

Dr Peter Richner

### La santé et les performances

Prof. Dr Harald Krug

### Ressources naturelles et polluants

Dr Brigitte Buchmann

### Energie

Dr Xavier Edelmann

## DIRECTION

Directeur général	Suppléant	Membres
Prof. Dr Gian-Luca Bona	Dr Peter Richner	Dr Pierangelo Gröning   Dr Brigitte Buchmann   Prof. Dr Harald Krug   Dr Xavier Edelmann   Dr Urs Leemann
<b>Technologies des médias</b>		
Prof. Dr Klaus Simon		

## DÉPARTEMENTS

Matériaux modernes et surfaces	Génie civil et mécanique	Materials meet Life
Dr Pierangelo Gröning	Dr Peter Richner	Prof. Dr Harald Krug
<b>Centre de microscopie électronique</b>	<b>Centre de cinématique et actionneurs à l'état solide</b>	
Dr Rolf Erni	Dr Flavio Campanile	
<b>LABORATOIRES</b>	<b>Construction routière/Etanchéités</b>	<b>Protection et physiologie</b>
<b>Céramiques hautes performances</b>	Prof. Dr Manfred Partl	Dr René Rossi
Prof. Dr. Thomas Graule	<b>Recherche appliquée sur le bois</b>	<b>Advanced Fibers</b>
<b>Technologie des assemblages et corrosion</b>	Dr Tanja Zimmermann	Prof. Dr Manfred Heuberger
Dr Lars Jeurgens	<b>Ingénierie des structures</b>	<b>Materials-Biology Interactions</b>
<b>Nanoscale Materials Science</b>	Prof. Dr Masoud Motavalli	Dr Katharina Maniura/Dr. Peter Wick
Prof. Dr Hans Josef Hug	<b>Mechanical Systems Engineering</b>	<b>Biomaterials</b>
<b>Advanced Materials Processing</b>	Dr Giovanni Terrasi	Prof. Dr Dr h. c. Linda Thöny-Meyer
Prof. Dr Patrik Hoffmann	<b>Technologies du bâtiment</b>	<b>Electronique/Techniques de mesure/Fiabilité</b>
<b>nanotech@surfaces</b>	Prof. Dr Jan Carmeliet	Dr Urs Sennhauser
Prof. Dr Roman Fasel	<b>Mechanics for Modelling and Simulation</b>	
<b>Mécanique des matériaux et nanostructures</b>	Prof. Dr Edoardo Mazza	
Dr Johann Michler	<b>Center for Synergetic Structures</b>	
<b>Films minces et photovoltaïque</b>	Dr Rolf Luchsinger (PPP Empa – Festo)	
Prof. Dr Ayodhya N. Tiwari	<b>Béton/Chimie de la construction</b>	
<b>Polymères fonctionnels</b>	Prof. Dr Pietro Lura	
Prof. Dr Frank Nüesch	<b>Acoustique/Contrôle de bruit</b>	
	Kurt Eggenschwiler	



## Transfert du 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



E-Mail [portal@empa.ch](mailto:portal@empa.ch)

Tél. +41 58 765 44 44

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

### Mobilité, énergie et environnement

Dr Brigitte Buchmann

### Chimie du solide et catalyse

Prof. Dr Anke Weidenkaff

### Chimie analytique

Dr Heinz Vonmont

### Polluants atmosphériques/Techniques de l'environnement

Dr Lukas Emmenegger

### Moteurs à combustion

Christian Bach

### Hydrogène et énergie

Prof. Dr Andreas Züttel

### Technologie et société

Heinz Böni a. i.

### Support

Dr Urs Leemann

### Bibliothèque (Lib4RI)

Dr Lothar Nunnenmacher

### Informatique

Dr Christoph Bucher

### Bureau d'étude/atelier mécanique

Stefan Hösli

### Finances/controllers/achats

Heidi Leutwyler

### Communication

Dr Michael Hagmann

### Facility Management

Peter Wegmann

### Ressources humaines

André Schmid

### Marketing, transfert du savoir et de technologie

Gabriele Dobenecker

### Construction 3 IR/Service technique

Hannes Pichler

# 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 Zurich

Beatrice Fasana Arnaboldi *Dipl. Ing. EPF*, BeFood Consulting, Balerna

Barbara Haering *Dr. Dr h. c.*, Econcept AG, Zurich

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. iur.*, Banque Cantonale Vaudoise (BCV), Lausanne

## Industrial Advisory Board

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

### PRÉSIDENT

Norman Blank *Dr, Sika, Zurich*

### MEMBRES

Kurt Baltensperger *Dr, Conseil des EPF, Zurich*

Peter Chen *Prof. Dr, EPF Zurich*

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*

Henning Fuhrmann *Dr, Siemens, Zug*

## Commissions de la recherche

La commission de la recherche et la commission « International peer review committee » conseillent la direction de l'Empa sur la recherche, sur le choix des activités R+D et dans l'évaluation des projets R+D internes.

### COMMISSION DE LA RECHERCHE

Alex Dommann *Dr, CSEM, Zurich*

Thomas Egli *Prof. Dr, Eawag, Dübendorf*

Karl Knop *Dr, Zürich*

Dimos Poulidakos *Prof. Dr, EPF Zurich*

Marcus Textor *Prof. Dr, EPF Zurich*

Alexander Wokaun *Prof. Dr, PSI, Villigen*

### INTERNATIONAL PEER REVIEW COMMITTEE

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*

Christiane Ziegler *Prof. Dr, Technische Universität Kaiserslautern, Allemagne*

## Faits et chiffres

Excellence en recherche et proximité de l'industrie – en 2012 à nouveau, l'Empa a prouvé que cela n'est pas incompatible. Une étude de l'Université de Leyde sur la production scientifique montre que l'Empa obtient des résultats qui la placeraient parmi les top 20 des meilleures universités du monde. Et un inventaire des projets UE en Suisse dressé par le SEFRI met en évidence l'excellente intégration de l'Empa dans les réseaux internationaux de la recherche; seule l'EPFL participe à plus de projets UE. A côté de cela, le nombre des projets CTI de l'Empa s'est accru de 80 à 108, principalement suite aux mesures d'accompagnement contre le franc fort; les fonds secondaires et de tiers ont ainsi augmenté de 15 pour-cent par rapport à l'année précédente. Simultanément l'Empa a continué à développer le transfert de technologie; ses dépôts de brevets ont augmenté de 50 pour-cent par rapport à 2011 et elle a conclu 150 accords de recherche et développement.

### PRODUCTION SCIENTIFIQUE

	2011	2012
Publications ISI	500	509
Contributions à des conférences	1094	1043
Thèses de doctorat achevées	40	44
Doctorats en cours	146	160
Activités d'enseignement (en heures)	3637	3500
Prix/distinctions	27	37

### ACADÉMIE EMPA

	2011	2012
Manifestations de Empa	91	95
Participants	5000	4000
Congrès scientifiques	11	9
Manifestations spécialisées pour l'industrie	38	31



## TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

	2011	2012
Nouveaux accords de recherche et développement	103	150
Contrats de valorisation actifs (licences/options/ventes)	67	87
Nouveaux contrats de valorisation	15	33
Nouveaux dépôts de brevet	12	18

## EFFECTIFS DE PERSONNEL (AU 31. DÉCEMBRE 2012)

	2011	2012
<b>Personnel scientifique</b>	<b>523</b>	<b>519</b>
Dont professeurs	27	27
Dont doctorants	115	119
Dont personnel scient. sans prof./doctorants	381	376
<b>Personnel technique/administratif</b>	<b>436</b>	<b>446</b>
Dont apprentis	41	42
<b>Total</b>	<b>959</b>	<b>965</b>

## PROJETS EN COURS

	2011	2012
FNS	94	99
CTI	80	108
Projets UE	51	64

## SPIN-OFFS ET START-UPS (tebo et glaTec)

	2011	2012
<b>Entreprises total</b>	<b>32</b>	<b>29</b>
Dont spin-offs	11	15
<b>Collaborateurs total</b>	<b>166</b>	<b>197</b>
Dont Collaborateurs spin-offs	63	87

## PRÉSENCE DANS LES MÉDIAS

	2011	2012
<b>Radio &amp; TV</b>	<b>120</b>	<b>88</b>
<b>Presse écrite</b>	<b>1097</b>	<b>945</b>
<b>Online</b>	<b>1773</b>	<b>1938</b>
<b>Total</b>	<b>2990</b>	<b>2971</b>
<b>Langues</b>	<b>32</b>	<b>34</b>

## COMPTE DE RÉSULTATS (EN M. CHF)

	2011	2012
<b>Recettes</b>		
Contribution de la Confédération	96,9	97,8
Mesures « franc fort »	2,5	0,0
Fonds de tiers	51,7	59,4
Dont recettes des services	13,1	13,3
Divers	5,0	2,6
Recettes financières	0,0	0,0
<b>Total des recettes</b>	<b>156,1</b>	<b>159,8</b>
<b>Charges</b>		
Charges de personnel	103,1	105,8
Charges de matériel	5,6	6,0
Autres charges de fonctionnement	39,0	35,9
Variation des provisions pour prestations promises	3,2	3,3
Formation de provisions pour projets en cours	2,2	3,8
<b>Total des charges pour activités en cours</b>	<b>153,1</b>	<b>154,8</b>
<b>Résultat</b>	<b>3,0</b>	<b>5,0</b>
<b>Investissements</b>		
Biens immobiliers	2,9	3,8
Biens mobiliers	10,1	8,4
Informatique	1,0	0,2
<b>Total des investissements</b>	<b>14,0</b>	<b>12,4</b>



# Empa. Recherche sur les matériaux et technologie.



Materials Science & Technology

**CH- 8600 Dübendorf**  
Überlandstrasse 129

Téléphone +41 58 765 11 11  
Fax +41 58 765 11 22

**CH- 9014 St. Gallen**  
Lerchenfeldstrasse 5

Téléphone +41 58 765 74 74  
Fax +41 58 765 74 99

**CH- 3602 Thun**  
Feuerwerkerstrasse 39

Téléphone +41 58 765 11 33  
Fax +41 33 228 44 90

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

ClimatePartner<sup>®</sup>  
climat neutre

Impression | ID: 53232-1304-1016

