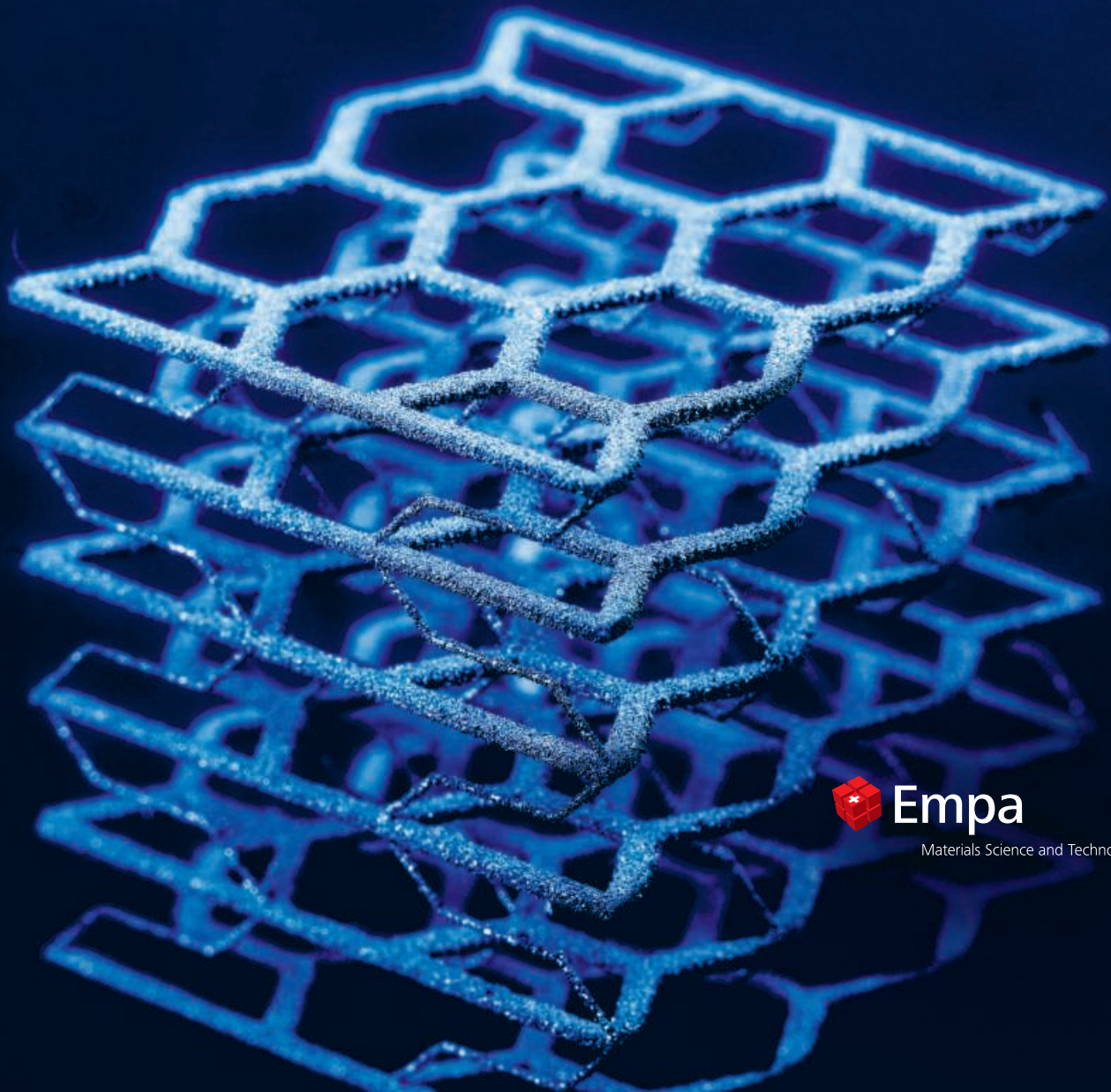


Rapport annuel 2017



Empa

Materials Science and Technology

Notre mission.

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

4

Préface

6

L'année en rétrospective

8

Projets en mire

32

Axes de recherche

44

De la recherche à l'innovation

60

Faits et chiffres

Photo page de titre: Maille de titane imprimée en 3D avec une rigidité variable.
Les implants qui doivent être élastiques dans un sens et rigides dans les autres sont un domaine d'application possible.

Editeur: Empa; Conception/Maquette/Graphique: Empa; Impression: Neidhart+Schön Group AG, Zürich

© Empa 2018 – ISSN 1660-2285 Rapport annuel Empa



Imprimé sur du papier recyclé à 100 %



Forger l'avenir ensemble

Bien des défis sociétaux et économiques actuels ne pourront être relevés que si nous les affrontons ensemble. C'est dans cet esprit que les institutions du Domaine des EPF explorent et développent des solutions innovantes pouvant contribuer à nous forger un avenir responsable et à garantir une bonne qualité de vie aux générations futures. C'est pourquoi le Domaine des EPF a lancé quatre grands axes stratégiques de recherche impliquant ses six institutions. L'Empa y apporte entre autres ses compétences en étude des matériaux et développement de nouvelles technologies.

Le premier de ces axes est la recherche énergétique. C'est depuis des années l'un des domaines d'activité centraux de l'Empa. L'accent y porte sur les énergies renouvelables permettant à la société et à l'économie de se décarboniser, surtout dans le bâtiment et la mobilité. Notre objectif est de poser les bases permettant à la Suisse de concrétiser sa «stratégie énergétique 2050». Les efforts se poursuivent à bon train et je me réjouis que nos chercheurs puissent déjà présenter des solutions innovantes et convaincantes, par exemple pour le stockage de l'énergie électrique dans des batteries d'un type nouveau.

Engagé dans le mouvement général de digitalisation de la société, notre groupe d'institutions a entre autres créé le «Swiss Data Science Center» des deux EPF. L'Empa y apporte ses compétences en modélisation des propriétés des matériaux aux niveaux atomique et moléculaire. La modélisation ne cesse de gagner en importance, et cela à toutes les échelles, du nanomètre aux centaines de kilomètres. Ainsi, l'Empa exploite des réseaux complexes de mesure de l'air couvrant toute la Suisse, y quantifiant avec exactitude la présence de nombreuses substances étrangères, en concentrations souvent infimes. Cela permet, par exemple,

d'en cartographier la répartition et d'en localiser les sources. La gestion des réseaux de distribution d'énergie fait également appel à des algorithmes toujours plus complexes chargés d'optimiser la production, la distribution et la consommation de diverses énergies, comme l'illustrent nos plateformes de recherche en grandeur réelle NEST et «Energy Hub».

Quant à l'axe «Santé personnalisée et technologies associées», l'Empa y travaillait déjà dans son domaine de recherche «La santé et les performances». Les modèles in-vitro développés dans nos laboratoires ainsi que nos recherches sur les surface de contact entre matériaux et matière vivante – entre cellules humaines et tissus ou nouveaux types d'implants – nous permettent, avec nos partenaires, de proposer de nouvelles approches thérapeutiques.

Enfin, les efforts du Domaine des EPF en matière de techniques de fabrication avancées et additives sont regroupés sous l'initiative «Advanced Manufacturing» (AM). La coordination en est assurée par l'Empa, très présent dans le développement des matériaux nouveaux. Il est évident que cet axe de recherche nous intéresse tout particulièrement en tant qu'institut d'étude des matériaux. Parmi ses perspectives, citons la mise au point de nouveaux matériaux en poudre pour l'impression 3D. Il y a là une occasion remarquable de mutation pour notre tissu industriel. Ainsi, l'AM permet l'emploi de nouvelles liaisons oxydiques à la fois ultrarésistantes et légères, ouvrant la voie à de toutes nouvelles applications conçues sur ordinateur et fabriquées par procédés additifs. Des applications simplement inconcevables avec les méthodes actuelles de fabrication. En collaboration avec le Domaine des EPF, l'Empa entend bien saisir ces initiatives pour orienter notre avenir vers la durabilité.



Prof. Dr. Gian-Luca Bona, Directeur général

01

Surfaces nano-structurées

Dans le cadre du réseau «ELENA» soutenu par l'Union européenne, l'EMPA travaille au développement de nouveaux procédés de fabrication à l'échelle nanométrique en collaboration avec 13 universités, trois instituts de recherche et cinq sociétés de 13 pays.

Chaleur estivale pour la période froide

Stocker la chaleur estivale pour l'utiliser en hiver? Un projet de l'UE auquel participe l'EMPA en a trouvé le moyen: une méthode économique et fiable recourant à une solution d'hydroxyde de sodium.

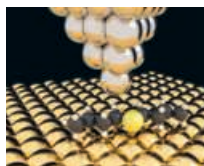


02

Une aubaine pour les jeunes chercheurs

Dans le cadre de son Programme Marie-Sklodowska Curie, l'UE a approuvé la seconde proposition «COFUND» de l'EMPA d'un montant supérieur à 3,5 mios d'euros. Plus de 50 postes de post-docs seront ainsi cofinancées à l'EMPA.

Sur la piste de l'entropie

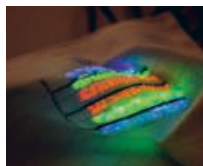


Se servant d'un microscope tunnel à balayage, des chercheurs de l'EMPA ont pu mesurer une grandeur physique très abstraite, l'entropie d'une molécule isolée. C'est une première.

03

Capteurs souples pour tissus intelligents

Des chercheurs de l'EMPA ont réussi à fabriquer des fibres optiques pour capteurs pouvant être intégrées à des textiles. Il serait ainsi possible, par exemple, de déceler l'apparition d'ulcères de pression chez les patients hospitalisés.



Un espion parmi les fruits

Un capteur mis au point à l'EMPA surveille la température de lots de fruits tout au long de leur transport, des plantations à l'étal des commerces. Du fruit, il a l'apparence et le comportement.

Observer des réactions chimiques en temps réel

Un microscope électronique à transmission ouvre des perspectives nouvelles, permettant par exemple d'observer et de filmer en temps réel la croissance de nanocristaux.

04

Mettre les gaz?

La réduction des émissions polluantes des moteurs diesel ou à essence atteint ses limites. Les analyses de l'EMPA en conditions réelles le montrent clairement.

Page 20



Un modèle pour simuler la peau humaine

Des chercheurs de l'EMPA ont développé un modèle de peau artificielle à base de gélatine qui simule remarquablement notre peau et permet de se passer de nombreux tests sur des sujets humains.

05

Encre des bois pour imprimantes 3D

Des chercheurs de l'EMPA ont mis au point une encre à base de nanocristaux de cellulose convenant à l'impression 3D de microstructures pour implants et autres applications biomédicales.



Nouveaux composants pour batteries

Une équipe de l'EMPA a montré que le duo sodium-magnésium se prêtait à la réalisation d'un nouveau type de batterie. L'objectif est de trouver une alternative aux batteries au lithium.

Page 24

06

Utilisation de robots et d'imprimantes 3D dans le bâtiment

Sur le site du bâtiment NEST de l'EMPA et de l'Eawag, des chercheurs de l'EPFZ et leurs partenaires économiques édifient la DFAB HOUSE, haute de trois étages. C'est mondialement la première maison projetée et construite essentiellement par des procédés digitaux.



Nouveaux alliages pour imprimantes 3D

L'EMPA de Thoun a accueilli plus de 100 invités de l'économie et de la politique venus se faire une idée concrète de son savoir-faire dans le domaine de l'impression 3D.



07

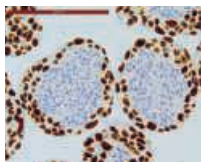
Des capteurs pour aider la guérison des plaies



Un nouveau pansement équipé de capteurs émet des signaux lumineux dès qu'une plaie guérit mal. Point n'est besoin de le défaire. Ce qui permet de surveiller les plaies chroniques également à domicile.

Médicaments pour enfants à naître

Une équipe de l'Empa a élaboré une nouvelle modélisation cellulaire de la barrière placentaire humaine. Cet organe virtuel permet d'évaluer rapidement et de manière fiable l'absorption par le placenta de substances telles que les nanoparticules et d'en étudier les éventuels effets toxiques sur les enfants à naître.



08

Des algues contre l'arthrose

Nouvelle piste pour le traitement de l'arthrose: un alginate chimiquement modifié inhibe lors d'essais en cultures cellulaires les réactions immunitaires ciblées sur les cellules du cartilage, l'une des causes de l'arthrose.

Seite 16



Fitness et Wellness solaires

Le NEST a ouvert en août un centre de fitness et de wellness fonctionnant entièrement à l'énergie solaire et aux efforts physiques des usagers. C'est une première mondiale.



09

Le plus grand véhicule électrique du monde

Des entreprises suisses construisent le plus grand véhicule électrique du monde, le E-Dumper, destiné aux travaux de force en carrière. Des spécialistes de l'Empa se chargent de sa sécurité d'exploitation.



Un laser à la place du fil et de l'aiguille

Après plusieurs années d'étude, des chercheurs de l'Empa ont mis au point un procédé de soudure des tissus synthétiques assurant une parfaite étanchéité de la suture à l'air comme à l'eau.

Page 48

Retardateur de flamme

L'Empa a développé un retardateur de flamme tout indiqué pour les matelas et le rembourrage. A la différence des produits habituels contenant du chlore, cette nouvelle classe de substances est non toxique.

10

Colle miracle contre les saignements

Les plaies profondes ne peuvent être ni suturées, ni pansées. Une colle à base de nanoparticules développée à l'Empa doit aider à refermer les plaies d'accès difficile et à prévenir les saignements parfois mortels.

Un pyjama lumineux



Les nourrissons souffrant de jaunisse sont traités par photothérapie à ondes courtes. Les chercheurs de l'Empa ont conçu un pyjama lumineux qui remplace le traitement en couveuse.

Page 42

Des batteries à partir de déchets de graphite

Les batteries lithium-ions peuvent prendre feu et le prix de leur matière s'envole. Des chercheurs de l'Empa et de l'EPFZ ont trouvé le moyen de produire des batteries à partir de déchets de graphite et de métaux de récupération.

Page 24

11

Une source de courant en caoutchouc



Des chercheurs de l'Empa ont développé un matériau élastique produisant du courant lorsqu'il est déformé. Application possible: alimenter les stimulateurs cardiaques.

Identification précise des couleurs



Des chercheurs de l'Empa et de l'EPFZ ont développé un capteur de couleurs facile à produire absorbant la lumière de façon quasi idéale. Ses éléments sont empilés plutôt que disposés côte à côte.

Page 34

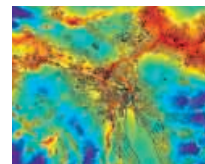
12

Démarrage à chaud



Lorsqu'ils démarrent à froid, les moteurs à essence produisent beaucoup plus de particules fines et autres polluants qu'après quelques minutes de route. En chauffant le catalyseur par micro-ondes, des chercheurs de l'Empa lui assurent une efficacité immédiate.

Le CO₂ suivi sur l'ensemble du territoire



La Suisse dispose d'un réseau de mesure du CO₂ d'une densité unique de 300 capteurs développés par Decentlab, une spin-off de l'Empa. Ils mesurent le CO₂ en continu et transmettent leurs données par voie hertzienne au Swiss Data Science Center où elles sont traitées et visualisées.

Page 38





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 «instantanés» ci-après de ses laboratoires donnent un aperçu de la variété des activités de recherche de l’Empa.

Des transistors à base de nanostructures de carbone? Ce qui naguère semblait relever de la science-fiction est en passe de devenir une réalité. Une équipe internationale de chercheurs à laquelle l'Empa participe a réussi à produire des nanotransistors sur des nanorubans de graphène larges de quelques atomes seulement. Ces nanorubans présentent des caractéristiques électroniques qui en font un candidat prometteur pour l'électronique de demain: Alors que le graphène – couche de carbone épaisse d'un seul atome – est conducteur, il peut se comporter en semi-conducteur lorsqu'il se présente sous forme de nanoruban. Selon la tension électrique à laquelle le nanoruban est exposé, il peut basculer de l'état conducteur à l'état non-conducteur, ce qui peut en faire le composant de base des nanotransistors.

Cependant, les moindres détails de la structure atomique de ces nanorubans de graphène ont de puissants effets sur leurs caractéristiques électroniques. En particulier leur largeur et la configuration de leurs bords. Le graphène étant composé d'un réseau hexagonal équilatéral d'atomes de carbone, ses bordures peuvent prendre la forme d'un zigzag ou d'une série de fauteuils

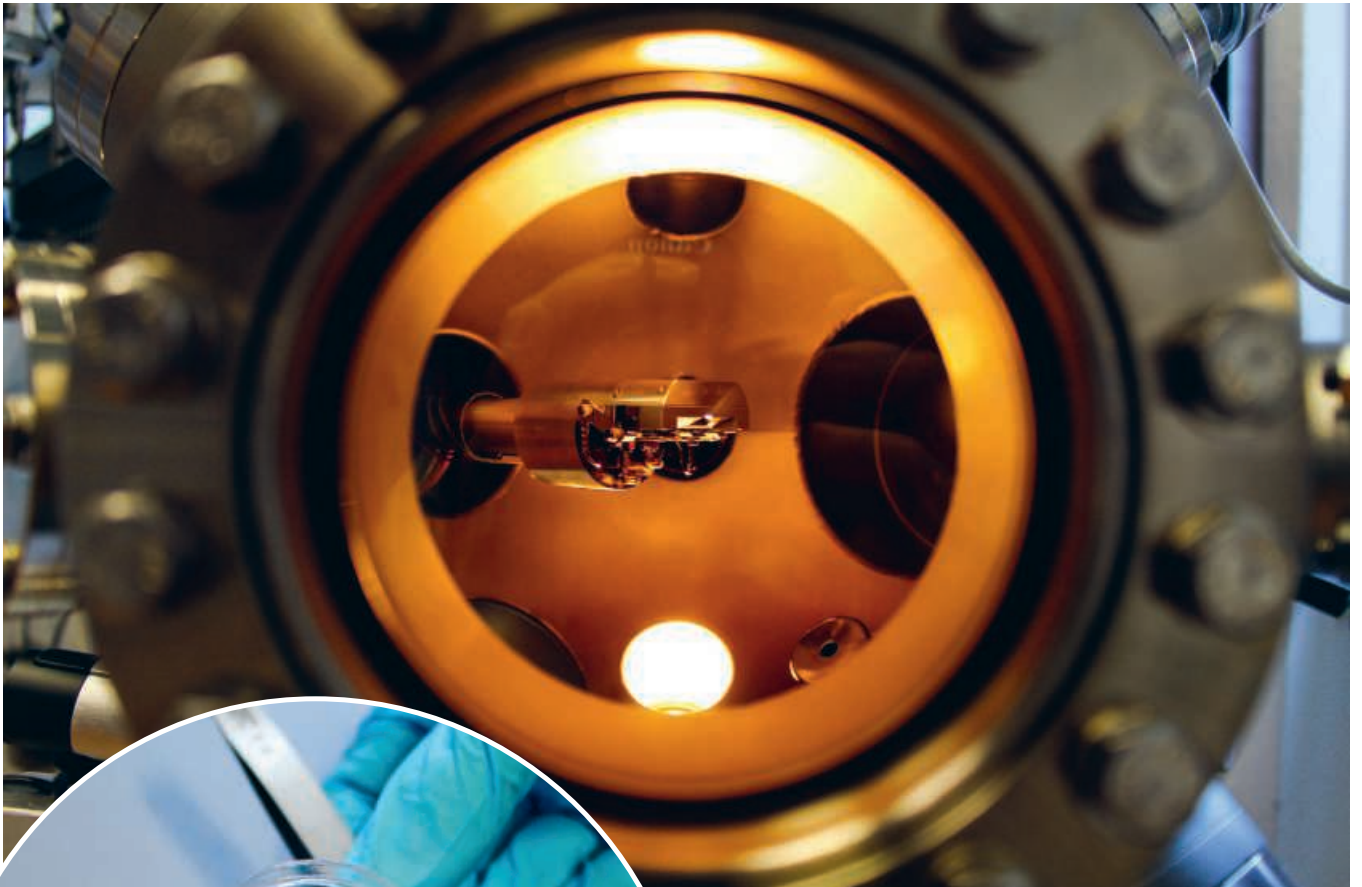
(«armchair»). Les bandes en zigzag se comportent comme des métaux – elles sont conductrices – les bandes en fauteuils sont semi-conductrices.

Un semi-conducteur étroit de neuf atomes

En collaboration avec des collègues de l'Institut Max-Planck de recherche sur les polymères de Mayence et de l'Université de Californie à Berkeley, des chercheurs de l'Empa sont parvenus à faire croître des rubans larges exactement de neuf atomes à bordure régulière en fauteuils à partir de précurseurs moléculaires. Ces derniers sont vaporisés en milieu ultravide. Au terme d'un procédé en plusieurs étapes, ils s'assemblent sur un substrat d'or comme les pièces d'un puzzle jusqu'à former les nanorubans souhaités d'environ 1 nm (nanomètre) de largeur et d'une longueur pouvant atteindre 50 nm. Les chercheurs ont ensuite transféré ces rubans du substrat d'or à un substrat préstructuré de silicium. Enfin, l'adjonction de contacts écartés de 20 nm seulement les a transformés en nanotransistors.

Les premiers essais se sont révélés peu concluants, la différence entre le courant à l'état conducteur (sous tension) et à l'état non-conducteur (sans

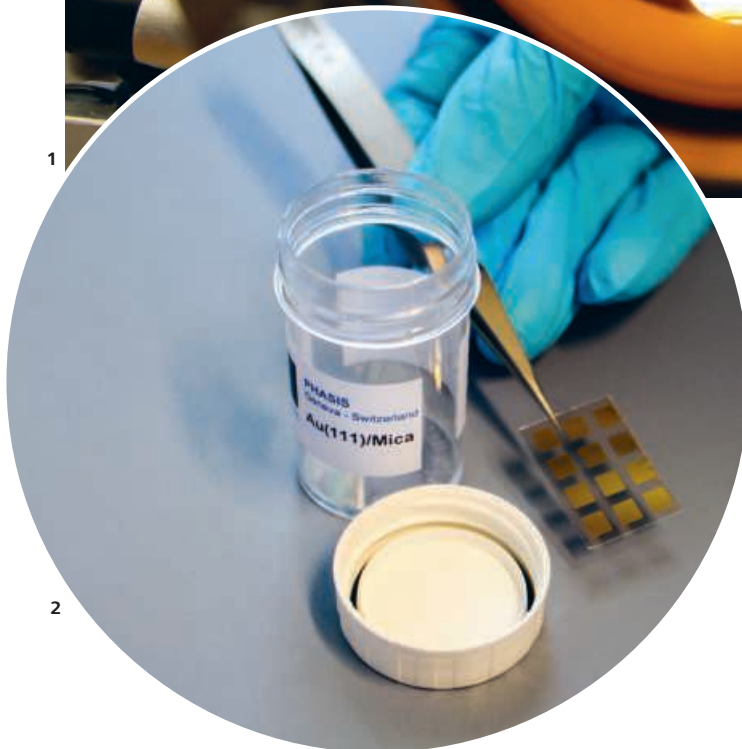
tension) étant beaucoup trop faible. Le problème tenait à la couche diélectrique d'oxyde de silicium raccordant les couches semi-conductrices aux contacts: pour assurer sa tâche, elle devait être épaisse de 50 nm, influençant en retour le comportement des électrons. Les chercheurs ont réussi à réduire cette épaisseur en remplaçant l'oxyde de silicium par de l'oxyde d'hafnium (HfO_2). La couche n'a plus que 1.5 nm et le courant à l'état conducteur est augmenté de plusieurs ordres de grandeur. L'équipe de chercheurs a ainsi réussi à franchir un pas très important vers la nanoélectronique. //



1

1
Les nanorubans de graphène croissent à partir de précurseurs moléculaires.

2
Les nanorubans de graphène sur leur substrat d'or ne sont larges que de 1 nm et peuvent atteindre une longueur allant jusqu'à 50 nm.



2

Nouveaux matériaux en bois

Prof. Dr. Ingo Burgert, ingo.burgert@empa.ch

Les utilisations du bois sont multiples et loin d'avoir été toutes exploitées. Des chercheurs de l'Empa traitent et modifient ce matériau aux mille usages pour lui conférer de nouvelles propriétés. D'où une série d'applications inattendues, allant du remplacement de l'ébène toujours plus rare par un bois traité, à la cellulose nanofibrée pour façades, en passant par le bois traité aux champignons pour la lutherie.

Du bois «tropical» d'origine suisse

Les bois précieux sont menacés de disparition malgré l'adoption de règles commerciales sévères. Il faut leur trouver un substitut. C'est ce que propose «Swiss Wood Solutions», une spin-off de l'Empa. Son produit «Swiss Ebony» est de l'érable sycomore modifié présentant les propriétés similaires à l'ébène tout en étant exploitable de manière légale et durable. Il remplace par exemple l'ébène des touches d'instruments à cordes. Avant même son premier anniversaire, la jeune entreprise s'est déjà assurée une place parmi les 100 premières start-ups suisses.

On reste dans la musique avec le projet «Mycowood» dans le cadre duquel des chercheurs de l'Empa ont traité par un champignon le bois utilisé dans la

fabrication de violons pour le faire sonner comme les chefs d'œuvre anciens de la lutherie. Le laboratoire «Acoustique / Réduction du bruit» étudie le son de ces violons biotech, de sa formation jusqu'à sa perception par les auditeurs. Un premier essai a enthousiasmé le public. Les chercheurs veulent maintenant comprendre scientifiquement comment les auditeurs saisissent l'âme – c'est-à-dire le son – de ces instruments. Ils préparent à cette fin des essais en laboratoire.

Une ressource très prisée

Le Fonds national a consacré un programme national de recherche au bois, le PNR 66 «Ressource bois» qui s'est achevé en 2017. Trois projets Empa y figuraient. L'accent du programme portait sur le bois comme matériau de construction. Les chercheurs de l'Empa ont étudié le comportement des liaisons entre parois préfabriquées soumises à des forces horizontales telles qu'on les observe lors de tremblements de terre ou de forts vents. Le bois est et reste un excellent matériau; son emploi est cependant limité par certaines de ses caractéristiques. L'un des projets de l'Empa était donc d'améliorer le bois et les produits ligneux en modifiant les parois cellulaires et les fibres

superficielles par des procédés relevant de la chimie des polymères et des nanotechnologies. Par ailleurs, un traitement de surface par nanofibrilles de cellulose – également en cours de développement à l'Empa – doit permettre de considérablement améliorer la protection des façades contre les intempéries. //

1
Les violons en bois traité par champignon sonnent-ils comme des instruments de maîtres anciens? Des mesures précises d'acoustique sur les instruments et de psychoacoustique avec des sujets doivent montrer si la «cure de champignons» anoblit les instruments de manière mesurable.

2
Violon à touche de «Swiss Ebony». Source: Wilhelm Geigenbau AG, Suhr



1



2

Lessive et microplastiques

Prof. Dr. Bernd Nowack, bernd.nowack@empa.ch
Dr. Patrick Wäger, patrick.waeger@empa.ch

Des milliards de fragments de plastique flottent dans les océans. Il n'a pas fallu attendre la conférence des Nations-Unies sur la protection des océans pour savoir leur influence désastreuse: les animaux marins les ingèrent ou s'y empêtrent et meurent de cruelle manière. En revanche, on connaît moins les conséquences de la dissémination des minuscules particules de plastique. Des chercheurs de l'Empa ont cherché à en trouver l'origine.

Origines diverses

Les microplastiques des eaux usées proviennent essentiellement de deux sources: d'une part les cosmétiques tels que dentifrices, crèmes, gels de douche et peelings qui contiennent d'infimes particules utilisées pour leur effet mécanique de nettoyage; d'autre part, le lavage à la machine de vêtements en textiles polymères qui rejette des eaux contenant des microplastiques aboutissant dans notre environnement.

De nombreux chercheurs ayant travaillé sur les nanoparticules s'intéressent aujourd'hui aux microplastiques. C'est le cas des chercheuses et chercheurs du «Technology and Society Lab» de l'Empa. Ils étudient par exemple l'effet des produits de lessive, de la température

de l'eau, du nombre et de la durée des cycles de lavage sur la libération des microfibrilles. L'équipe a constaté que la quantité de fibres était plus ou moins constante, indépendamment de la température et quasiment de la durée du cycle. La présence de produits de nettoyage et de tensides augmente la libération de microfibrilles. Ces résultats corrigent l'hypothèse qui voyait la température et la durée augmenter la libération de microfibrilles.

Poursuite de la recherche

Les études se poursuivent. C'est ainsi que la production de microfibrilles dans les machines à laver fait l'objet d'un doctorat en collaboration avec le laboratoire «Advanced Fibers». Il porte sur l'étude systématique de différentes matières afin de clarifier les mécanismes de production de microfibrilles dans les machines à laver.

Recyclage du plastique

Chaque année, 175 000 tonnes de plastique emportées avec les ordures ménagères ne sont pas recyclées. Des chercheurs de l'Empa mandatés par le Service de l'environnement du Canton de Thurgovie ont, deux années durant, suivi scientifiquement le système de récupération KUH-Bag-System (KUH =

Kunststoffe aus Haushalten). Les déchets de plastique sont récupérés dans un sac payant, triés et prétraités. L'étude a porté sur la quantité, la qualité et le traitement des produits récoltés. Conclusion: le sac KUH-Bag est écologiquement utile. Le système dispose encore d'une marge d'optimisation; l'augmentation du nombre de points de collecte par exemple permettrait de réduire le coût de l'opération. Si la qualité du traitement pouvait être maintenue avec l'augmentation des quantités récoltées, la Suisse pourrait alors prendre un rôle de précurseur dans la valorisation des plastiques. Vu l'importance de la demande et les bons résultats de l'étude, le système KUH-Bag est maintenu. //



1

1 Bernd Nowack étudie l'effet des produits, de la température, du nombre et de la durée des cycles de lavage sur la libération de microfibres.

2

2 Microscopie numérique de microfibres libérées par des textiles en polyester.

2

Des algues pour soigner l'arthrose

Prof. Dr. Katharina Maniura, katharina.maniura@empa.ch
Dr. Markus Rottmar, markus.rottmar@empa.ch

L'arthrose est la maladie articulaire la plus fréquente: environ 90 pourcent des personnes de plus de 65 ans en souffrent, mais aussi beaucoup de sujets moins âgés. Dans cette affection dégénérative, le cartilage des articulations se dégrade, privant les os de leur couche protectrice et lubrifiante. Il peut en résulter de très fortes douleurs car le phénomène s'accompagne d'inflammations. A un stade avancé, les os ne sont plus convenablement protégés et, à chaque mouvement, frottent les uns contre les autres.

Toutes nos articulations peuvent être frappées d'arthrose mais les plus touchées sont celles du genou, de la hanche et des doigts. A ce jour, la maladie est incurable. On peut seulement en traiter les symptômes par des analgésiques et des anti-inflammatoires. En dernier recours, on opère et remplace l'articulation par une prothèse.

L'alginate ressemble à une molécule humaine

Des chercheurs de l'Empa explorent en collaboration avec l'EPFZ et l'institut norvégien SINTEF une nouvelle piste de traitement de l'arthrose. Ils ont identifié une substance susceptible d'arrêter la dégradation du cartilage articulaire.

Elle est tirée d'algues brunes, les laminaires (*Laminaria hyperborea*), et contient un polysaccharide, l'alginate, similaire à certaines molécules humaines. Après avoir modifié chimiquement l'alginate par des groupes sulfates, les chercheurs en ont testé l'effet sur différents types de cellules. Ils ont observé que ce polysaccharide modifié pouvait considérablement réduire le stress oxydatif – cause fréquente de dommages cellulaires – et d'autant mieux que l'alginate comptait plus de groupes sulfates.

Freiner l'inflammation

L'alginate offre d'autres perspectives: il peut bloquer les réactions inflammatoires initiées en cultures cellulaires, ici aussi en fonction du nombre de ses groupes sulfates. Que ce soit sur des cellules humaines de types chondrocyte ou macrophage (les phagocytes de notre système immunitaire), le sulfate d'alginate a pu réduire l'expression de gènes impliqués dans la réaction inflammatoire. Serait-il possible de freiner la dégradation du cartilage articulaire? Les chercheurs espèrent que cette nouvelle substance pourra même la stopper.

Les sulfates d'alginate n'ont pour le moment été étudiés qu'en laboratoire,

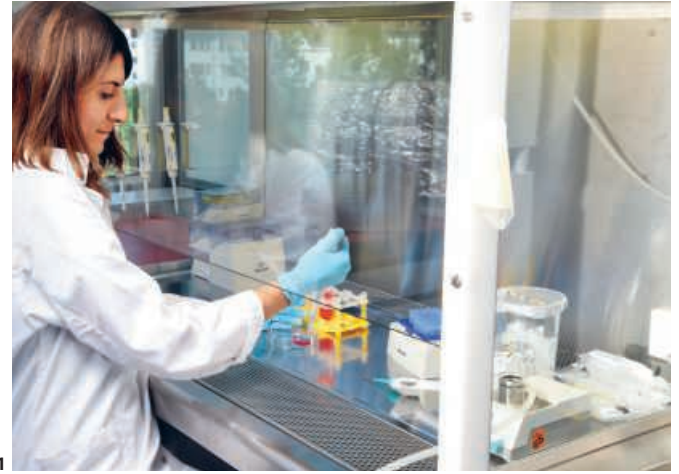
sur des cultures cellulaires. Au vu des résultats encourageants, la recherche va se poursuivre. La prochaine étape serait de démontrer l'efficacité de cette substance par des essais cliniques. Ce qui est long et coûteux. Si tout se passe bien, il faudra encore attendre plusieurs années avant que les personnes souffrant d'arthrose puissent bénéficier d'un traitement au sulfate d'alginate.

1

Le sulfate d'alginate a démontré son efficacité sur des cultures cellulaires.

2

Algues brunes, à la base du nouveau traitement. Image: istockphoto



1



2

Camouflage bio pour les pompes cardiaques artificielles

Dr. Giuseppino Fortunato, giuseppino.fortunato@empa.ch

L'avenir de nombreux patients souffrant d'insuffisances cardiaques dépend de leur chance à obtenir un cœur compatible de la part de donateurs. Une alternative intéressante aux dons serait de disposer d'un cœur artificiel qui, après implantation, ne provoquerait aucun phénomène de rejet. Le projet «Zurich Heart» du groupement de chercheurs «Hoch-schulmedizin Zürich» dont l'Empa est partenaire, y travaille activement.

Un beau problème d'ingénierie tissulaire

Un des enjeux de la pompe d'assistance cardiaque est qu'elle ne provoque aucun rejet chez les patients: les cellules doivent pouvoir y adhérer, y former de nouveaux tissus, et cela tout en évitant le risque de thrombose.

Cependant, la culture de tissus fonctionnels multicouches reste un vrai défi pour cette discipline en plein essor qu'est l'ingénierie tissulaire. Des chercheurs de l'Empa sont parvenus à faire croître des cellules sur plusieurs couches formant ainsi un réseau dans une structure tridimensionnelle de matière synthétique. Ce modèle reproduit parfaitement le milieu interne du corps humain. Cette disposition multi-

couche des cellules s'est avérée être importante, entre autres pour prévenir la formation de caillots sanguins.

Bien que le but soit de produire un endothélium artificiel, les chercheurs de l'Empa ont utilisé dans un premier temps un modèle plus simple.

Pour leurs expériences, ils ont eu recours à des cellules musculaires d'une lignée cellulaire d'origine animale (souris). Ces cellules progénitrices permettent de s'assurer que le tissu se développe en formant des couches musculaires typiques et permettent d'évaluer des paramètres importants dans le cadre expérimental.

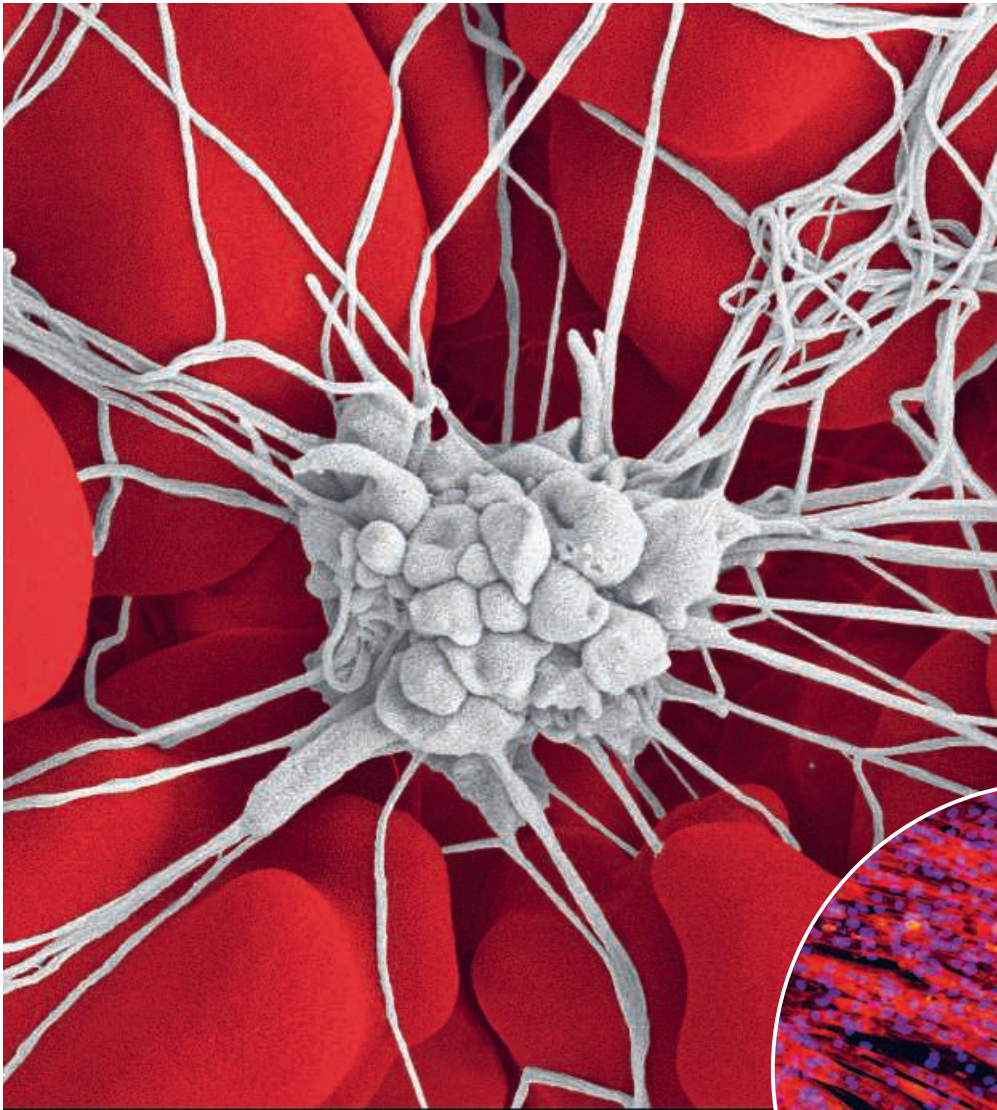
Lors de la culture de tissus musculaires tridimensionnels, la difficulté réside dans le fait que les cellules doivent s'insérer dans un substrat spatial leur servant d'échafaudage. On dispose déjà de structures synthétiques fibreuses qui parviennent à imiter certains tissus humains. Toutefois, leur fabrication par électrofilage nécessite l'emploi de solvants pouvant être nuisibles pour les cellules. Les chercheurs de l'Empa ont donc eu l'idée de loger les précieuses cellules dans des capsules de gélatine qui les protègent des solvants. L'électropulvérisation ou electro-spraying, permet d'implanter les cellules encapsulées

dans les pores d'un substrat polymérique fibreux tissé, sans les endommager. Leurs capsules gélatineuses s'y dissolvent en quelques minutes à une température de 37°C.

Se dérober au regard des anticorps

On voit au microscope électronique à balayage que les cellules se plaisent dans leur nid synthétique: aussitôt les capsules dissoutes, les cellules se fixent à l'échafaudage, se multiplient et forment de longues fibres musculaires. Dans un second temps l'objectif sera d'aboutir à une structure aussi semblable que possible aux surfaces internes de l'appareil circulatoire humain.

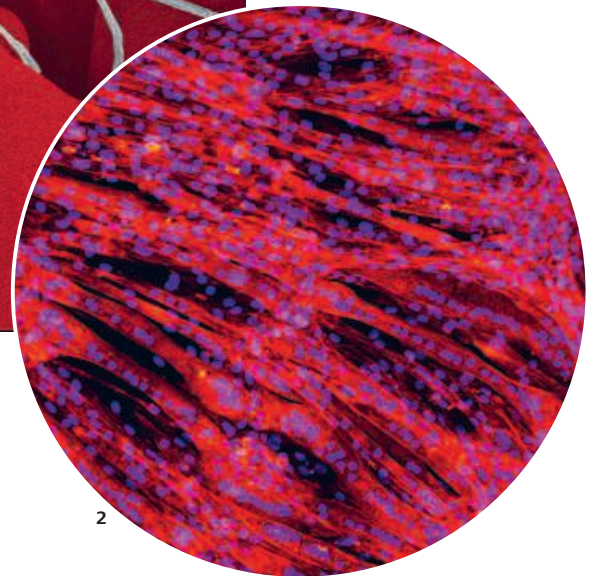
Les cœurs artificiels devront alors être inséminés par des cellules provenant du patient lui-même, ce qui permettra de préparer les membranes internes d'une pompe cardiaque ne provoquant aucune formation de caillots sanguins. //



1

1
L'armature en polymère ne doit pas être perçue comme un intrus dans le corps du patient. Sa colonisation par les cellules provenant du patient doit la rendre invisible aux anticorps de celui-ci. Faute de quoi, il pourrait y avoir formation d'un réseau de fibrine (blanc) qui provoquerait de dangereux caillots.

2
Comme on peut parfois l'observer dans le corps humain, un tissu de cellules musculaires se développe en réseau sur une armature synthétique. Le microscope confocal à balayage laser montre les cellules (en rouge) et leurs noyaux (en bleu).



2

Dans ses études sur les gaz d'échappement de véhicules diesel Euro 6b, l'Empa a, comme d'autres instituts, constaté que les émissions de dioxydes d'azote (NO_x) étaient bien moindres en laboratoire que sur la route. Six voitures ont été testées dans les deux conditions. La fourchette des valeurs mesurées sur route s'est révélée étonnement large. Alors que certaines voitures n'y rejetaient «que» 3 fois plus de NO_x qu'en laboratoire, d'autres en rejetaient au-delà de 10 fois plus. Dès octobre 2019, la valeur des émissions de ces véhicules sur la route rapportée aux valeurs de laboratoire ne devra plus dépasser 2,1.

Des exigences irréalistes

Comment se fait-il que, sur la route, une voiture moderne présente des émissions aussi élevées? Les normes antipollution y sont pour quelque chose. A ce jour, elles permettaient de fixer la masse à vide des véhicules et leur résistance au roulement de manière peu réaliste, et prévoyaient des régimes élevés de changements de rapports et des profils de conduite ne correspondant à aucune réalité. A quoi s'ajoute que les voitures n'étaient pas soumises à des mesures en essai routier. Les fabricants ont donc mis au point des

procédés de traitement des gaz d'échappement optimisant les tests en laboratoire, et qui se relâchaient ou se débranchaient purement et simplement lors de la conduite sur route. Des méthodes illégales ou seulement douteuses? La question est actuellement à l'examen. Les normes antipollution ayant permis ces abus ont été remplacées à l'automne 2017 par de nouvelles normes améliorant en bien des points les protocoles de mesure en laboratoire et leur ajoutant des mesures de NO_x en essai sur route.

Des moteurs diesel propre, c'est possible

Avec ces nouvelles normes, les véhicules diesel devront être beaucoup plus propres. Pour que les systèmes d'épuration des gaz d'échappement puissent être utilisés de manière continue et efficace par basses températures et autres circonstances défavorables, ils doivent avoir été réfléchis jusque dans les moindres détails, correctement dimensionnés et doivent de surcroît être bien exploités. Le scandale des diesels le montre clairement: il reste beaucoup à faire! Dans son laboratoire d'étude des flux à haute température, l'Empa contribue à cet effort en analysant de près l'injection d'AdBlue, une solution aqueuse d'urée injectée dans les gaz

d'échappement de nouveaux véhicules diesel. Le cône d'injection d'AdBlue est scruté par laser jusque dans ses moindres gouttelettes, la formation et la vaporisation de la pellicule d'AdBlue dans le tuyau d'échappement étudiée, et sa décomposition mesurée. Ces recherches contribuent à l'optimisation des systèmes de traitement des gaz d'échappement de type AdBlue.

A remarquer: Outre quelques voitures diesel Euro-6 qui ont toutes présenté des émissions d'oxydes d'azote excessives, l'Empa a également étudié six véhicules de livraison diesel Euro-6. Surprise: Malgré une charge atteignant parfois 90% de la limite autorisée, les chiffres obtenus en essais sur route sont plusieurs fois restés dans la limite des valeurs qui s'appliqueront en 2019. Cela montre que le terme de «diesel propre» n'est pas antinomique. //



Une Opel ASTRA 1.6 CDTI sur le banc d'essai de l'Empa. Les tuyaux relient l'échappement à un appareil de mesure embarqué PEMS (Portable Emission Measuring System). Le test sur route est ensuite mené dans la même configuration.

Advanced Manufacturing – Des pièces par impression numérique

Dr. Christian Leinenbach, christian.leinenbach@empa.ch

Prof. Dr. Patrik Hoffmann, patrik.hoffmann@empa.ch

La digitalisation pose jour après jour de nouveaux défis aux milieux industriels et scientifiques. Afin que la Suisse dispose du savoir-faire nécessaire pour y répondre, le domaine des EPF a lancé l'axe de recherche «Advanced Manufacturing» sous la responsabilité de l'Empa. L'objectif est d'épauler l'industrie dans le développement de techniques de fabrication de pointe permettant d'exploiter toutes les possibilités de la numérisation. Le coup d'envoi de ce projet a été donné le 13 novembre 2017, à Berne. Étaient présents outre le Conseiller fédéral Johann Schneider-Amman: le Président du Conseil des EPF Fritz Schiesser, le Président de l'EPFZ Lino Guzzella, le Président de l'EPFL Martin Vetterli, le Directeur de l'Empa Gian-Luca Bona ainsi que des représentants de l'industrie.

Vif intérêt de la recherche et de l'industrie

En matière d'«Advanced Manufacturing», le rôle de l'Empa est central. Il y a des années qu'elle s'est lancée avec succès dans ce domaine, en étroite collaboration avec l'industrie. Ainsi, le 18 janvier 2017, plus de 150 professionnels de l'industrie et de la recherche se sont réunis à l'Académie de l'Empa pour une journée intitulée

«Additive Manufacturing – Quo vadis» afin d'échanger sur les futurs développements de l'impression 3D industrielle et sur la nouvelle donne en matière de design.

Le 10 mai 2017, à Thounne, la question de la fabrication additive était de nouveau au cœur des préoccupations lors de la journée «Laser – Outil idéal». Plusieurs présentations y ont clarifié le lien entre la soudure au laser et l'impression métallique 3D. On y a également présenté une méthode de contrôle de la qualité de fabrication des pièces 3D en temps réel. Développée à l'Empa, cette méthode se base sur le suivi acoustique du processus de production.

La quête de l'alliage parfait

Mentionnons également que le Prix 2017 de la recherche de l'Empa a été décerné pour un projet de fabrication additive à Christoph Kenel, chercheur de l'Empa (actuellement à la «Northwestern University de Chicago») qui a fait œuvre de pionnier dans un procédé 3D par laser. Les alliages titane-aluminium présentent plusieurs propriétés recherchées par l'aéronautique et l'aérospatial: la légèreté, une très grande solidité et une bonne résistance à l'oxydation, même à hautes températures. La thèse lauréate porte sur l'inclusion de nanoparticules d'oxydes

minéraux dans ces alliages, et sur la manière d'en assurer une distribution régulière. Cela permet d'améliorer nettement les propriétés mécaniques et la résistance à l'oxydation de ces alliages à haute température. Christoph Kenel a employé pour cela l'impression par laser 3D qui réalise des pièces complexes à partir d'une poudre métallique. Ces alliages ne se prêtent pas pour le moment à la fabrication par moulage; en effet, dès que le mélange fond, les particules d'oxyde s'agglomèrent et/ou migrent à la surface de l'alliage pour y former du laitier. Le procédé de fusion par laser permet de contourner la difficulté. Le laser ne chauffe que brièvement le mélange de poudre; lors du cycle fusion-solidification, les particules d'oxydes restent prises entre les composantes métalliques de l'alliage sans changer de position. Il en résulte un alliage homogène renforcé d'oxydes.

Cet axe de recherche spécifiquement sélectionné par l'Empa a été présenté pour la première fois publiquement lors du symposium «Alloys for Additive Manufacturing Symposium 2017» (AAMS 17), en septembre 2017 à l'Académie de l'Empa, organisé en partenariat avec l'Institut Max-Planck pour la recherche sidérurgique. //



Sphère ajourée en alliage AlSi10Mg, réalisée en fabrication additive par ProtoShape GmbH, puis sablée. Design de George W. Hart.

Cinq concepts pour les batteries de demain

Dr. Corsin Battaglia, corsin.battaglia@empa.ch

Prof. Dr. Maksym Kovalenko, maksym.kovalenko@empa.ch

Dr. Stephan Bücheler, stephan.buecheler@empa.ch

Les batteries lithium-ions ont conquis le marché mondial des portables, des smartphones et des tablettes. La demande croît de manière continue. Cependant, ces batteries contiennent des éléments combustibles, ce qui présente un risque de sécurité lors d'une fausse manipulation. Par ailleurs, ces batteries sont produites surtout en Asie et les marchés ne sont pas l'abri de pénuries. Pour répondre à cette situation, la Commission Européenne a lancé la «European Battery Alliance», pour rétablir une base de production de batterie en Europe. Néanmoins il faut trouver de nouvelles technologies venant compléter ou remplacer les batteries lithium-ion. Plusieurs équipes de l'Empa y travaillent, afin de développer de nouveaux concepts pour les batteries.

Stephan Bücheler a développé des cellules solaires en couche mince pendant plusieurs années. Riche de ce savoir-faire, il aborde maintenant le domaine des batteries. Sa recherche porte sur l'électrolyte assurant la conduction ionique entre les deux pôles d'une batterie, l'anode et la cathode. Il doit être stable et ne présenter aucun trou afin de prévenir les courts-circuits. D'autre part, les ions doivent pouvoir s'y déplacer le plus rapidement possible lors de la charge

et de la décharge. Plus court est leur trajet, le plus performantes sont les batteries. Un beau défi pour le spécialiste des couches minces. Le matériau solide ultramince auquel il travaille actuellement doit être mécaniquement stable, résister à de fortes tensions électriques et, en même temps, laisser passer les ions lithium le plus aisément possible.

L'équipe de chercheurs de Maksym Kovalenko travaille à une batterie utilisant des éléments très communs: l'aluminium pour l'anode, le graphite pour la cathode. Potentiellement bon marché, elle conviendrait bien au stockage stationnaire temporaire de l'énergie solaire et éolienne. Des nouveaux concepts pour le stockage d'électricité et de chaleur sont également élaborés par des chercheurs de l'Empa dans le cadre du Centre Suisse de Recherche d'Énergie (SCCER) «Stockage de Chaleur et d'Électricité».

L'équipe menée par Corsin Battaglia étudie la question suivante: l'eau conviendrait-elle comme électrolyte? Elle est bon marché, se trouve partout, ne brûle pas et conduit les ions. Un inconvénient, toutefois: elle n'est chimiquement stable que sous des tensions inférieures à 1,23 volt. Pour pallier à ce problème, les chercheurs de l'Empa utilisent un sel spécial, le sodium-bis(fluorosulfonyl)

imide d'une excellente solubilité dans l'eau. La stabilité électrochimique d'une telle solution saline est assurée jusqu'à 2,6 volt, soit le double des autres électrolytes aqueux. L'équipe de Battaglia s'intéresse également aux batteries solides. Soutenu par le Fond National Suisse, les chercheurs ont développé un prototype basé sur le sodium. Les batteries au sodium ont le potentiel de pouvoir répondre à la demande croissante du marché et de permettre une recharge plus rapide. Comme électrolyte, les chercheurs utilisent un composé du bore, le closo-borate qui offre une grande mobilité aux ions sodium. Le closo-borate est en outre inorganique et, à l'inverse des électrolytes organiques des batteries lithium-ions, non combustible.

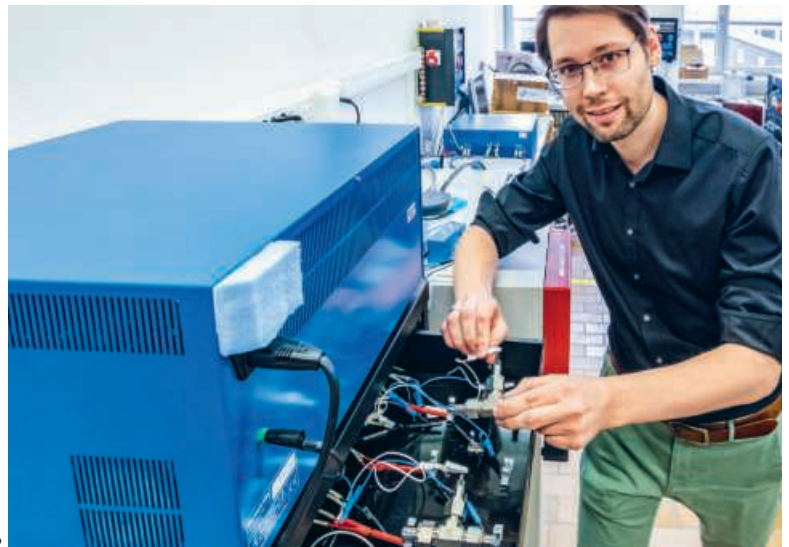
Dans le cadre d'un projet CTI, des chercheurs de l'Empa collaborent avec la maison FZSonick à l'amélioration des électrolytes céramiques pour les batteries au chlorure de nickel. Ces batteries offrent un niveau de sécurité très élevé et utilisent le chlorure de sodium (sel de table) et nickel comme matériaux actifs. Elles n'ont donc besoin de lithium ni de cobalt, ce dernier étant déjà classé comme élément critique au vu de sa grande importance économique et de son approvisionnement difficile. //



1

1
C'est dans cette boîte à gants qu'un prototype de nouvelle batterie voit le jour. Marie-Claude Bay et Corsin Battaglia doivent éviter tout contact entre ses composants et l'air.

2
L'eau comme électrolyte? Ruben-Simon Kühnel raccorde un chargeur à une cellule test contenant une solution saline concentrée. La stabilité du système est mise à l'épreuve par une série de cycles décharge-recharge.



2

NEST: Premiers habitants et nouvelles unités

Reto Largo, reto.largo@empa.ch

NEST évolue conformément à sa vocation: servir de base et de terreau à l'innovation. Dans ce bâtiment modulaire de recherche édifié sur le Campus de l'Empa à Dübendorf, des chercheurs, des entreprises et les pouvoirs publics peuvent valider de nouveaux matériaux ou de nouvelles technologies en grandeur réelle. Ces innovations des domaines du bâtiment et de l'énergie sont intégrées à des unités modulaires habitées ou utilisées comme bureaux qui viennent se loger dans la structure.

NEST a été officiellement mis en service à la mi-2016. Les premiers habitants ont emménagé au début 2017 dans l'unité «Vision Wood» conçue comme communauté d'habitation. Plusieurs innovations de l'Empa dans le domaine du bois y sont soumises aux conditions d'utilisation de la vie quotidienne. Après «Vision Wood» et «Meet2Create», la troisième unité a été ouverte en août 2017. Il s'agit d'un Fitness & Wellness qui s'est fixé pour objectif de n'utiliser dans son exploitation que de l'énergie solaire ou dérivée de l'activité physique de ses utilisateurs. De nouvelles technologies de wellness doivent également permettre une réduction drastique de la consommation énergétique.

Construction robotisée

Deux nouvelles unités ont été mises en chantier en 2017: La «DFAB HOUSE», qui s'étendra sur trois niveaux. Dans le cadre du Pôle de recherche national PRN Fabrication numérique, des chercheurs y travailleront en collaboration avec leurs partenaires de l'économie au transfert de nouvelles techniques de construction du laboratoire à la pratique. Concrètement: l'unité sera construite de manière largement robotisée et par impression 3D.

Vers une économie circulaire

L'unité «Urban Mining & Recycling» a rejoint NEST à la fin 2017. Sa vocation: penser la circulation des ressources de manière circulaire. Sa thèse: toutes les ressources nécessaires à la construction d'un bâtiment doivent être réutilisables, valorisables ou compostables. Son inauguration en février 2018 s'est déroulée dans une ambiance festive.

Une nouvelle unité, «SolAce», développée par l'EPFL, est également dans les plots de départ. Son principal objectif: la production d'énergie par les façades.

La plateforme de recherches sur l'énergie «ehub» qui utilise NEST comme un quartier vertical, a lancé ses premiers

projets en 2017. Objectif: optimiser les flux d'énergie au niveau des quartiers (voir en page 30). Quant au «Water Hub», l'unité de recherche d'Eawag intégrée à NEST, il a été agrandi en 2017 et peut maintenant traiter des flux d'eaux usées plus importants.

C'est également l'année dernière qu'ont été entrepris les premiers efforts pour relier sur le plan virtuel l'infrastructure des trois démonstrateurs NEST, move et ehub et d'en faire un quatrième démonstrateur: le «Digital Hub» ou «dhub». Il a fait l'objet d'une première présentation à Swissbau, en janvier 2018, devant un public de professionnels. Sur fond de numérisation, le couplage des secteurs du Campus de l'Empa offre une occasion unique de développer et de tester un méta-produit reliant plusieurs applications de grande envergure.

NEST a de nouveau éveillé l'attention des professionnels et des médias en se voyant décerner la distinction «Umsicht – Regards – Sguardi 2017» de la SIA, la Société suisse des ingénieurs et des architectes. Le réseau de NEST s'étend actuellement à plus de 120 partenaires; environ 12000 personnes ont vu les installations en 2017 lors de visites guidées ou d'événements. //



Vue Est de NEST avec sa nouvelle unité «Fitness & Wellness solaires» (3ème étage à droite) et «Urban Mining & Recycling» (2ème étage). Photo: Zooney Braun, Stuttgart

La recherche et l'exploitation prennent leurs quartiers

Urs Cabalzar, urs.cabalzar@empa.ch

Après plusieurs années de construction et d'aménagement, le démonstrateur de mobilité «move» a pris ses nouveaux quartiers, même si ce n'est que pour un temps. En effet, cette année déjà, move s'agrandira en se dotant d'une installation de méthanisation. Move dispose depuis novembre 2015 d'une station de recharge électrique, d'une colonne de distribution de gaz ainsi que d'une colonne délivrant de l'hydrogène à 350 bar. Une seconde colonne de ravitaillement en hydrogène à 700 bar est en service depuis octobre 2016. Au cours de l'été 2017, une colonne délivrant le mélange de méthane et d'hydrogène HGNC pour véhicule à gaz est venue compléter l'offre.

L'adjonction d'hydrogène – jusqu'à 30% en volume – permet de réduire assez simplement et efficacement les émissions de CO₂ des moteurs à gaz.

Ainsi, depuis 2017, move propose une offre variée en énergie pour les véhicules électriques, à gaz et à pile à combustible. L'exploitation de cette station a permis d'étudier les avantages et les inconvénients des différentes filières d'approvisionnement dans les conditions d'utilisation de la vie de tous les jours. Les études ont porté en premier lieu sur les analyses nécessaires au calcul du rendement des installations.

La chaîne complète puits-réservoir a été prise en compte. Il en ressort que lors d'un plein d'hydrogène, environ 57 pourcent de l'énergie électrique initiale aboutit au réservoir. Les installations industrielles de taille modeste peuvent atteindre 70 pourcent. Ces pourcent se réfèrent au pouvoir calorifique de l'hydrogène.

En 2017, le cercle des utilisateurs de la colonne d'hydrogène à 700 bar est passé de 11 à 13 véhicules à piles à combustible. Elle a été utilisée en moyenne une à deux fois par jour, distribuant en 2017 un total de 1,1 tonne d'hydrogène (à 700 bar).

Des véhicules de livraison au HGNC pour la poste

Souhaitant tester l'utilisation du carburant HGNC, la Poste suisse a intégré à son service de livraison des colis un véhicule au réservoir et à la tuyauterie adaptés. La colonne d'HGNC – complexe et conçue, comme son algorithme de commande, par l'Empa – était au rendez-vous. Résultat très concluant: durant les essais, aucun effet négatif n'a été constaté sur le véhicule postal, qu'il ait fonctionné purement au gaz ou au mélange HGNC, alors même que le moteur et sa commande n'avaient fait l'objet d'aucune adaptation. Pour ce qui concerne la colonne de HGNC, son

usage n'a nécessité de la part des utilisateurs d'aucun changement par rapport aux colonnes conventionnelles.

Une communication tant numérique qu'analogique

Souhaitant informer le public de ses objectifs, move a produit une visualisation 3D à disposition tant sur place (écran tactile) qu'en ligne sur move.empa.ch. Par ailleurs, move est depuis 2017 l'un des postes du parcours Vélo-Environnement reliant Saint-Gall à Zurich. Un grand livre d'images devant son entrée invite les familles à s'arrêter et à s'informer sur la mobilité sans combustible fossile. //



La Poste suisse teste le véhicule HGNC de l'Empa pour ses livraisons de colis. On le voit ici faisant le plein d'un mélange de méthane et d'hydrogène.

ehub: optimiser les flux d'énergie de demain

Philipp Heer, philipp.heer@empa.ch

Le démonstrateur «ehub» (Energy Hub) est la plateforme d'étude de gestion de l'énergie du Quartier de l'Avenir. Il assure l'approvisionnement en énergie du bâtiment de recherche NEST comme du démonstrateur de mobilité move, et permet aux chercheurs de tester sur un réseau de l'échelle d'un quartier les solutions qu'ils proposent aux questions suivantes: Est-il raisonnable de prévoir des bâtiments ou des quartiers dont l'alimentation en énergie est découplée du réseau public? Comme lisser une production locale très fluctuante? Comment stocker efficacement la chaleur estivale? Les chercheurs disposent avec ehub d'une infrastructure thermique et électrique très flexible regroupant des installations photovoltaïques, des réservoirs de chaleur et de froid, un réseau d'hydrogène, des pompes à chaleur ainsi que des supercondensateurs et des batteries, le tout pouvant être mis en réseaux dans différentes configurations. Les unités NEST – logements, bureaux et installations de loisir – figurent dans ce schéma les unités indépendantes d'un «quartier vertical».

Équilibrer les pics et les creux de consommation

C'est en novembre 2016 que les premiers

projets de recherche de ehub ont été lancés. Deux d'entre eux ont bouclé leurs travaux avec succès en 2017 déjà: «HeatReserves» qui a livré de précieux enseignements sur la manière d'optimiser les charges thermiques afin d'équilibrer les pics et les creux de la demande auxquels le réseau électrique doit répondre. Ainsi, le chauffage d'un immeuble peut stocker de la chaleur sur une longue période et ne va donc pas consommer constamment la même quantité d'énergie. Si le réseau de distribution électrique dispose à un moment donné d'un excédent de courant – par exemple lorsque toutes les installations photovoltaïques fonctionnent sous un Soleil éclatant – ce courant peut alimenter des pompes à chaleur pour chauffer l'eau du chauffage. Par contre, lors de pics de consommation, les pompes seront désactivées sans que les habitants ne le remarquent ou prennent froid.

Le réseau énergétique comme place du marché

Le projet «ideas4cities» franchit un pas supplémentaire. On y étudie la manière de réguler et optimiser en temps réel les flux d'énergie dans les réseaux intelligents de l'avenir. La tâche est complexe: il ne s'agit pas d'équilibrer quelques grandes installations mais une multiplicité de

producteurs décentralisés d'énergies renouvelables telles que le solaire ou l'éolien, avec des réservoirs d'énergie et des consommateurs irréguliers. Les chercheurs de l'EPFL ont interprété le réseau comme une place du marché. Chaque participant y offre ou y demande de l'énergie avec ses propres courbes de prix. Un poste de commande coiffant le tout dirige les flux de manière que le coût total des échanges soit maintenu le plus bas possible. La plateforme ehub est le cadre idéal où tester cette approche en conditions réelles.

Ehub grandit au rythme des nouveaux projets puisque les nouvelles unités de NEST y sont automatiquement intégrées. Ainsi, les installations photovoltaïques et la pompe à CO₂ de l'unité Fitness & Wellness peuvent maintenant être intégrées à des méta-projets de recherche sur l'énergie. //

1

Une part de l'énergie nécessaire à l'unité Fitness & Wellness solaires provient des capteurs photovoltaïques intégrés à sa façade vitrée.

2

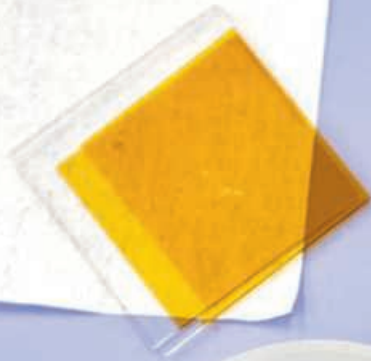
Poste de commande du démonstrateur ehub.



2

1





Axes de recherche

Où se situent les grands défis de notre époque? Certainement dans les domaines de la santé et du bien-être des personnes, de l'environnement et du climat, de l'épuisement des matières premières, des ressources énergétiques sûres et durables et du renouvellement de nos infrastructures. Dans ses cinq axes de recherche, l'Empa conjugue le savoir-faire de ses plus de 30 laboratoires et centres pour offrir à la société et à l'industrie des solutions adaptées à la pratique.

Dr. Pierangelo Gröning, pierangelo.groening@empa.ch

L' introduction de nouveaux matériaux a toujours précédé les grands progrès technologiques, économiques et sociaux. Aujourd'hui, les matériaux nanostructurés apparaissent comme les plus prometteurs, ceux dont on attend des performances accrues, voire des propriétés entièrement nouvelles. La conquête du nanocosmos ouvre des perspectives inouïes à l'étude et au développement des matériaux, frisant parfois les limites du physiquement réalisable.

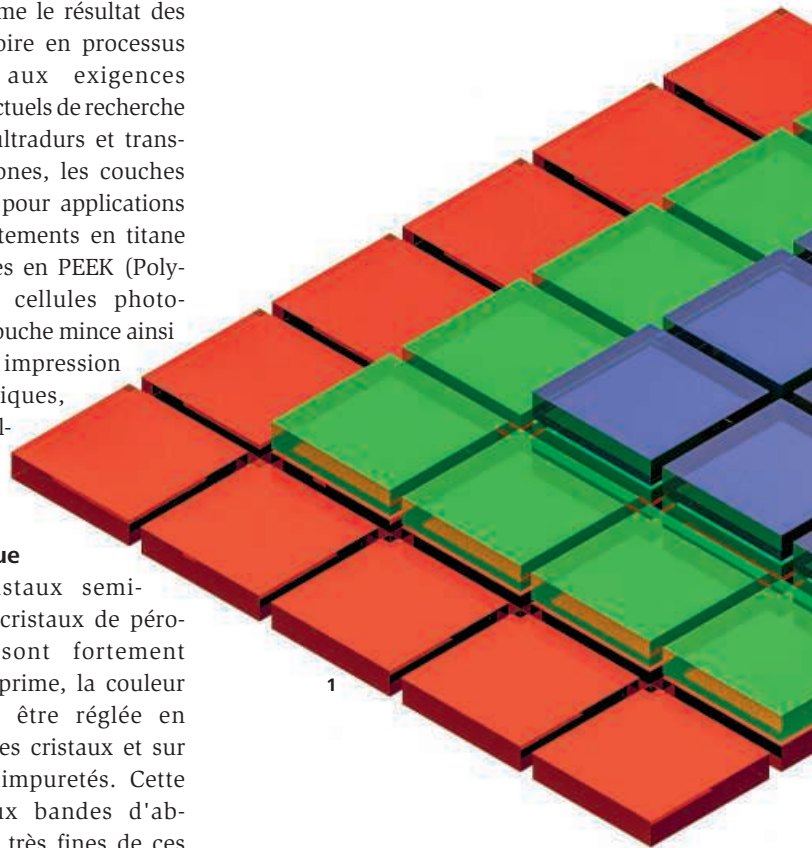
Le terme de matériau s'applique à une matière pouvant être utilisée pour un usage spécifique et qui se laisse donc façonner. En l'absence de techniques et de procédés appropriés permettant ce travail, le terme de matériau perd son sens. La question se pose clairement avec les nanomatériaux et les matériaux nanostructurés qui, en raison de leur complexité et de leurs marges de tolérance, ne peuvent être travaillés que dans des conditions très restrictives. C'est pourquoi il est essentiel que la recherche et le développement des nanomatériaux et des matériaux nanostructurés prennent en compte la question de leurs procédés de fabrication.

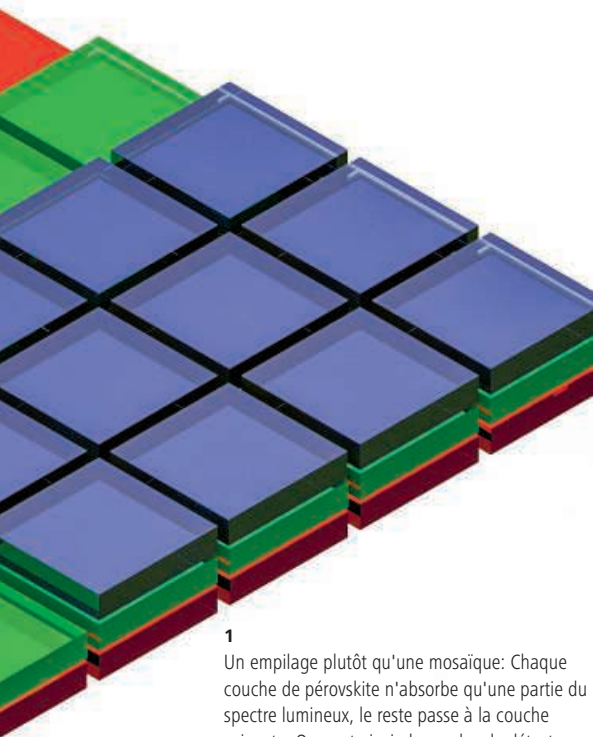
L'Empa s'y est attaqué dans le domaine des revêtements nanostructurés

en ouvrant son «Coating Competence Center». On y transforme le résultat des recherches en laboratoire en processus pouvant répondre aux exigences industrielles. Les axes actuels de recherche sont les revêtements ultradurs et transparents pour smartphones, les couches adamantines amorphes pour applications tribologiques, les revêtements en titane pour prothèses osseuses en PEEK (Polyetheretherketon), les cellules photovoltaïques tandem en couche mince ainsi que l'électronique par impression de matériaux inorganiques, pour n'en citer que quelques-uns.

Coût réduit grâce à la précision nanométrique

Comme d'autres cristaux semi-conducteurs, les nanocristaux de pérovskite halogénure sont fortement fluorescents. Mais en prime, la couleur qu'ils émettent peut être réglée en agissant sur la taille des cristaux et sur leur dopage par des impuretés. Cette particularité tient aux bandes d'absorption et d'émission très fines de ces nanocristaux et à leur coefficient d'absorption extrêmement élevé. Il est ainsi possible d'en produire qui n'absorbent que la lumière d'une des trois couleurs





1
Un empilage plutôt qu'une mosaïque: Chaque couche de pérovskite n'absorbe qu'une partie du spectre lumineux, le reste passe à la couche suivante. On peut ainsi placer plus de détecteurs de couleurs sur une surface donnée, ce qui augmente la résolution de la puce.

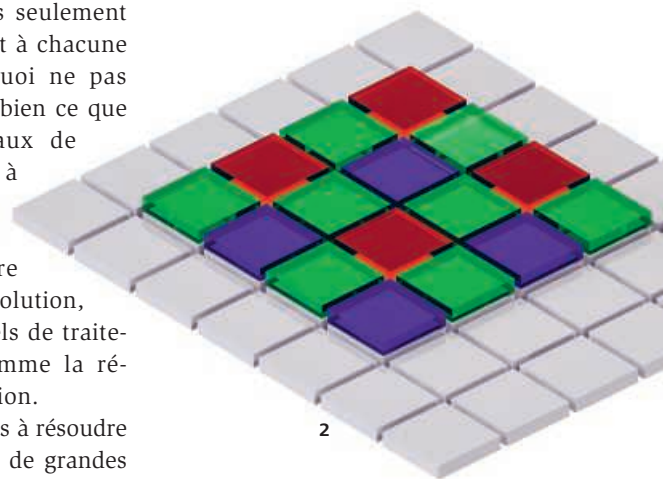
2
Un capteur actuel: les pixels de chaque couleur sont rangés les uns à côté des autres. La surface de la puce s'en trouve nettement augmentée et la résolution amoindrie.

fondamentales (rouge, vert ou bleu) et restent complètement transparents aux deux autres. Cela ouvre des perspectives entièrement nouvelles par exemple dans la fabrication de capteurs d'image.

Les capteurs d'image des caméras actuelles sont composés d'une mosaïque de capteurs de couleur rouge, verte et bleue. A partir des données provenant de chacun de ces capteurs, un logiciel calcule une image colorée de haute définition. L'inconvénient de cette architecture est qu'un tiers seulement de la surface exposée réagit à chacune des trois couleurs. Pourquoi ne pas empiler les capteurs? C'est bien ce que permettent les nanocristaux de pérovskite halogénure grâce à leur bandes d'absorption très fines. On attend de cette architecture une meilleure sensibilité, une meilleure résolution, la simplification des logiciels de traitement de l'image, tout comme la réduction du coût de fabrication.

Les difficultés techniques à résoudre sont d'une part la synthèse de grandes quantités de nanocristaux mono-dispersés de précision sub-nanométrique, et d'autre part les techniques de dépôt en couche mince nécessaires à la fabrication des capteurs. A cette fin, il pourrait

s'avérer utile de disposer de nanocristaux parfaitement monodispersés. En solution, ils présentent en effet la propriété de former des micro-cristaux parfaits. C'est une piste à explorer pour la fabrication de couches cristallines homogènes pour capteurs de couleurs... élevant ainsi ces nanocristaux au statut de matériau. //



2

Flux de matériaux et charge environnementale du «Chantier Suisse»

Dr. Tanja Zimmermann, tanja.zimmermann@empa.ch
Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

Le «Chantier Suisse» – l'ensemble de nos ouvrages et travaux d'infrastructure – est à l'origine des plus importants flux de matières du pays. La construction et l'entretien de cette infrastructure consomme d'énormes quantités de matériaux de base – béton, gravier, sable – ainsi que de matériaux spéciaux pour maçonnerie, du plâtre, du verre, des métaux et du bois. Par ailleurs, la production et la mise en œuvre de ces matériaux et l'exploitation des infrastructures englobent des quantités considérables de carburant et d'électricité. Pour évaluer l'efficacité de l'usage de ces ressources dans le secteur de la construction et fournir des prévisions fondées sur des scénarios, il faut d'abord chiffrer ces flots de matières. Plusieurs études test ont été réalisées ces 15 dernières années mais on manque encore d'un tableau général des ressources matérielles et énergétiques mobilisées par les infrastructures de notre pays.

Le Département fédéral de l'environnement (OFEV) a demandé à l'Empa de s'en occuper. L'étude «MatCH – Bau» issue de ce mandat s'était fixée pour objectif de saisir l'ensemble des flux de matières et d'énergie impliqués, réserves en stock comprises. Le calcul des matières actuellement engagées dans le chantier

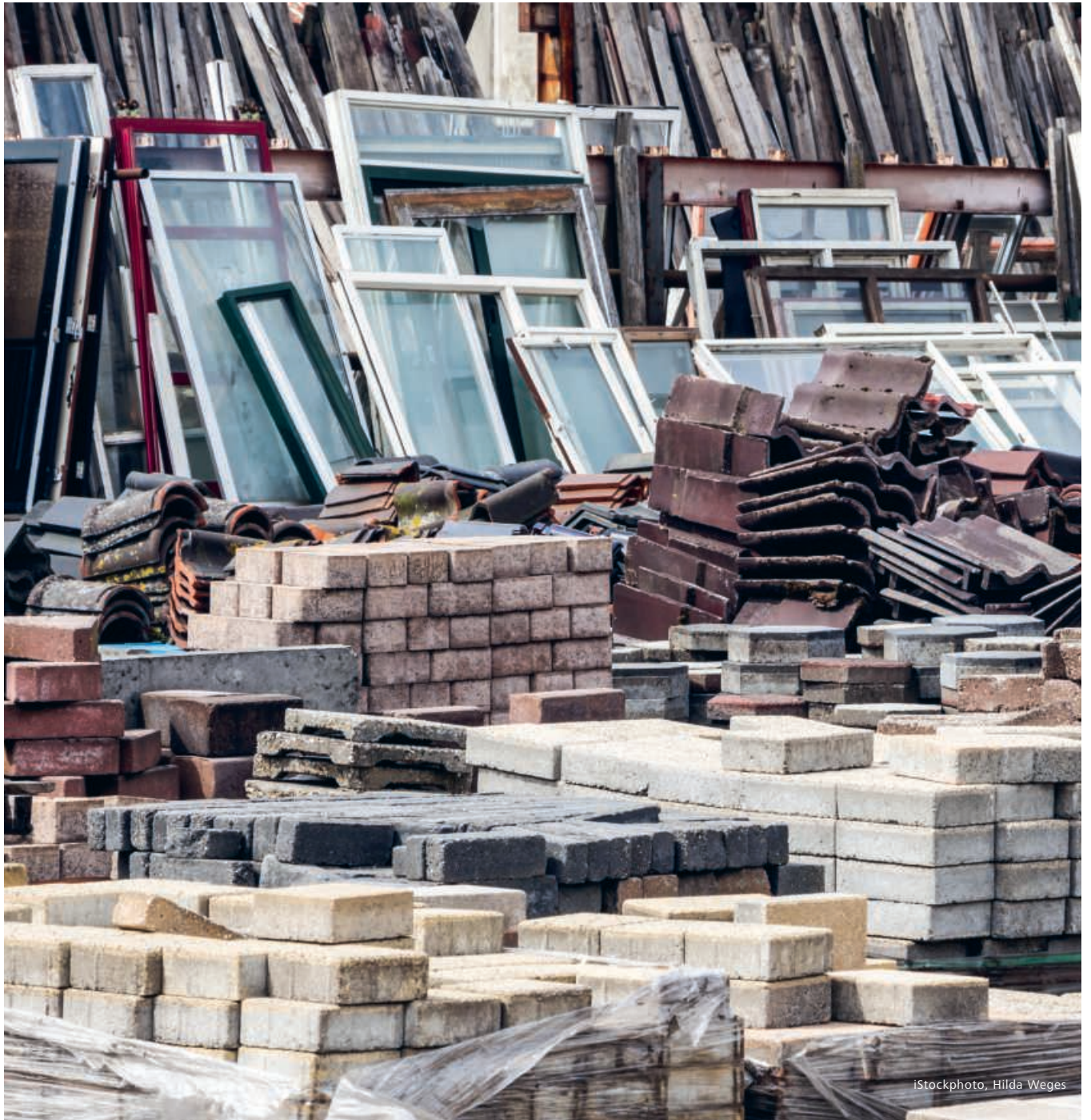
Suisse se fonde sur les études préalables des travaux en cours. Le calcul de l'évolution de l'ensemble de ces travaux dans les années à venir inclut la croissance des surfaces bâties (statistique de la superficie de la Suisse), l'augmentation de la hauteur des bâtiments (densification) et les évolutions prévisibles dans l'usage des matériaux de construction. Lorsqu'on a calculé le taux de croissance de chaque catégorie de matériaux, il est possible d'extrapoler le volume et la composition du chantier Suisse des prochaines années.

Outre le volume de ces flux de matières et d'énergie, l'étude en précise aussi les répercussions sur l'environnement. Le cycle de vie complet des matériaux y est alors pris en compte, «du berceau au cercueil». Cela doit permettre de comprendre quels matériaux sont dommageables pour l'environnement, et à quelle étape de leur cycle de vie.

En tout, le chantier Suisse consomme annuellement 68 millions de tonnes de matériaux et environ 7,5 millions de tonnes d'énergie (mesurée en équivalent pétrole). Avec quelque 40 millions de tonnes, le béton est de loin le matériau le plus utilisé. Il n'est toutefois pas le premier producteur de gaz à effet de serre. Les combustibles utilisés pour le

chauffage l'emportent à cet égard sur le béton et tous les autres matériaux cumulés.

L'étude montre que la modernisation du chantier Suisse serait favorable à l'environnement. Les économies d'exploitation à en attendre devraient permettre de compenser l'impact sur l'environnement de la production des matériaux impliquée par cette modernisation. //



iStockphoto, Hilda Weges

Digitaliser – un objectif de durabilité

Dr. Brigitte Buchmann, brigitte.buchmann@empa.ch

Le développement galopant de notre société est inévitablement tributaire de notre environnement et des ressources de la Nature. Les défis que cela nous pose sont variés et pèsent sur la durabilité de notre approvisionnement en matières premières et en énergie. L'Empa s'est donc fixé parmi ses principaux objectifs de développer différentes idées et méthodes novatrices pouvant aider la Suisse à appliquer l'Agenda 2030 des Nations-Unies, avec ses 17 «Sustainable Development Goals». L'accent est placé sur le bouclage des cycles et l'innovation numérique.

De nouvelles idées pour l'homme et l'environnement

Répartis en réseau sur l'ensemble du pays, 300 capteurs simples et peu coûteux envoient leurs données à une centrale, en temps réel, par l'Internet des objets, en l'occurrence le «Low Power Network» de Swisscom. Ces données sont combinées aux résultats un peu moins précis de quelques stations de mesure classiques disséminées dans le pays, puis traitées et validées par des algorithmes statistiques et des modèles de transport atmosphérique. Le projet est exemplaire tant par son concept de transmission des données que par son mode de traitement

d'informations environnementales permettant une résolution spatiale et temporelle encore jamais atteinte. Il ouvre de nouvelles possibilités de mesure directe des émissions de CO₂ et des risques sanitaires auxquels sont exposés les habitants de zones urbaines.

Boucler le cycle – des carburants synthétiques pour la mobilité

La durabilité en mobilité passe par la réduction massive de l'usage de carburants fossiles, par la réduction des rejets de CO₂ ainsi que, à long terme, par le bouclage du cycle du carbone. Le démonstrateur «move» de l'Empa valorise l'électricité renouvelable temporairement excédentaire, soit en rechargeant des voitures électriques, soit en produisant de l'hydrogène pour véhicules à pile à combustible, ou encore du méthane pour les véhicules à gaz, et ce à partir d'hydrogène et de CO₂ puisé dans l'air ambiant. L'Empa et ses partenaires de la recherche, de l'économie et des pouvoirs publics montrent ainsi comment la mobilité de l'avenir pourrait entièrement se passer d'énergies fossiles.

Le processus ci-dessus est optimisé et largement automatisé au moyen de nombreux capteurs et effecteurs sous contrôle d'algorithmes et de modèles





Les capteurs «low-cost» de Decentlab, une spin-off de l'Empa, sont testés avant leur installation sur l'ensemble du pays. (Source: Decentlab)



intelligents. La prise en compte des prévisions météo permet, par exemple, de produire et de stocker à l'avance l'hydrogène d'origine électrolytique nécessaire pour traverser une période de mauvais temps. «move» contribue ainsi significativement à la production de carburant par électricité renouvelable et à la réduction de la consommation de carburants fossiles, l'un des grands objectifs de la stratégie énergétique 2050.

Tout comme le bâtiment démonstrateur «NEST» et le démonstrateur d'énergie «ehub», «move» est intégré au «Digital Hub» (dhub) de l'Empa qui permet de gérer globalement tous les échanges d'énergie du Campus et facilite la validation et la commercialisation de nouvelles techniques numériques dans les domaines du bâtiment, de l'énergie et de la mobilité. //

Le couplage sectoriel – vieille connaissance de l'Empa

Urs Elber, urs.elber@empa.ch

Dans le secteur de l'énergie, un concept fait aujourd'hui le buzz, celui de «couplage sectoriel», soit la mise en rapport de secteurs tels que l'énergie et la mobilité dans un esprit d'interopérabilité de différents vecteurs énergétiques. Le regroupement des prestations de différentes entreprises permet au client final de se procurer toute la gamme des énergies nécessaires auprès d'un même fournisseur. Cette approche facilite l'établissement de stratégies énergétiques et la fixation d'objectifs dans une perspective de durabilité.

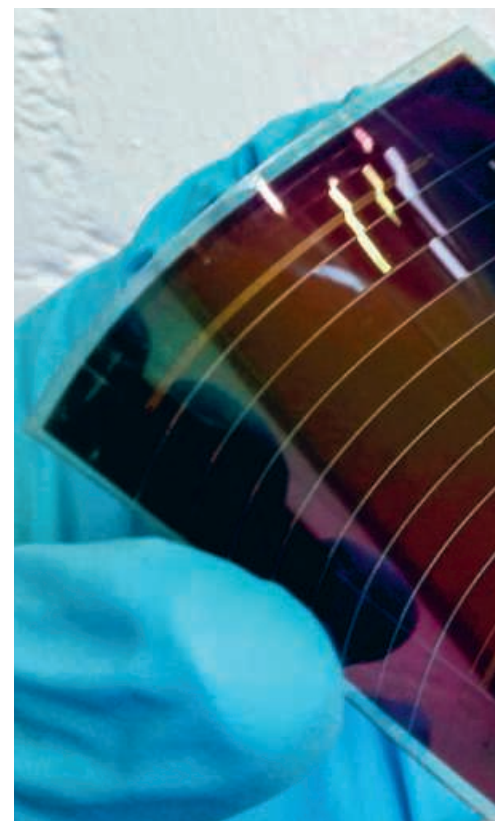
Ce que l'industrie appelle le couplage sectoriel correspond à ce que la recherche appelle transdisciplinarité et que l'Empa pratique depuis longtemps. Environ 40 pourcent des collaborateurs de l'Empa travaillent dans leurs centres et laboratoires à des questions touchant à l'énergie. Ils y développent de nouveaux matériaux pour batteries, de nouveaux matériaux isolants à hautes performances, de nouveaux capteurs photovoltaïques et bien d'autres applications. L'Empa travaille aussi à l'étude systémique des questions urbaines, au raccordement énergétique des bâtiments et à l'intégration de différentes infrastructures en plaques tournantes énergétiques.

L'axe de recherche «Energie» de l'Empa encourage cette démarche en reliant des projets d'étude et en y travaillant avec d'autres centres de recherche – généralement du Domaine des EPF – et de nombreux partenaires industriels. Il y a donc des années que l'Empa pratique le couplage sectoriel, et avec succès.

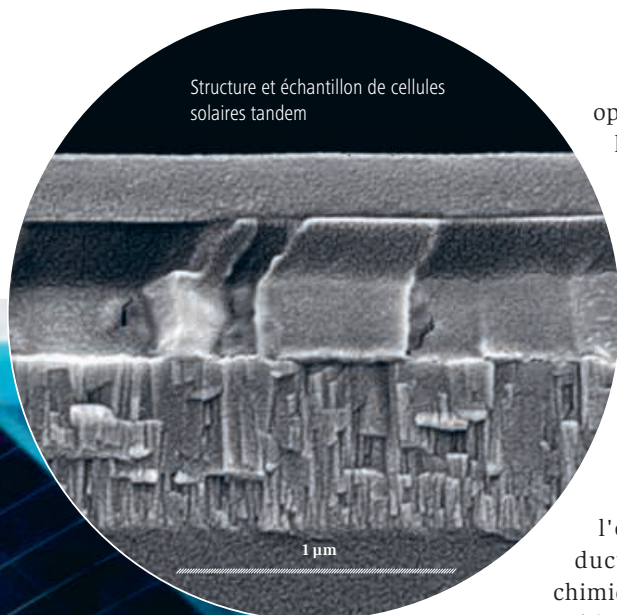
Le marché suisse comme principale préoccupation

Le projet CCEM «Electricity-based Mobility – Impacts on CO₂ and Grids», lancé en 2017 sous le pilotage de l'Empa, en partenariat avec l'EPFZ, l'EPFL et le PSI (Institut Paul Scherrer) est un exemple de projet de recherche transdisciplinaire sur le couplage sectoriel. Sa problématique: Quelles seraient les conséquences d'une mobilité essentiellement électrique sur notre approvisionnement en courant et nos émissions de CO₂?

Deux projets CCEM placés sous le pilotage de l'Empa ont en outre conclu leurs travaux avec succès l'an dernier: «SECURE» et «RENERG2». Les connaissances acquises permettront de concevoir des systèmes efficaces de production et distribution de l'énergie en zone urbaine et ont dégagé différentes



Structure et échantillon de cellules solaires tandem



options sur la manière de transformer l'énergie solaire en d'autres vecteurs destinés à d'autres marchés, comme le prévoit la stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral.

Dans une étude encore inédite, des chercheurs de l'Empa et du PSI ont analysé le potentiel dans notre pays de la technologie PtG du «Power-to-Gas», c'est-à-dire l'utilisation d'énergies renouvelables comme l'électricité solaire dans la production de vecteurs énergétiques chimiques tels que l'hydrogène ou le méthane biogène. L'étude a pris en compte les ressources et réseaux de vente locaux, prévu l'exploitation dynamique des installations PtG alimentées par du courant renouvelable ainsi que les répercussions économiques des installations Power-to-Gaz. Des recherches annexes sur l'analyse des cycles de vie, la mobilité hydrogène, les nouvelles technologies pour batteries, l'approvisionnement des bâtiments et d'autres encore illustrent l'importance et la diversité des recherches de l'Empa sur les questions d'énergie.

Nombre de ces projets ont permis à l'Empa de participer activement au

«Swiss Competence Centers for Energy Research» (SCCER), à divers programmes nationaux de recherche (PNR) comme à des projets internationaux. L'esprit qui prédomine dans ces efforts est celui de coopération et de complémentarité avec d'autres centres de recherche du Domaine des EPF, comme avec les universités et les hautes écoles spécialisées suisses.

La synergie entre étude des matériaux et énergie est manifeste dans les nouveaux types de batteries à l'étude (voir en page 24) et dans le développement des cellules solaires tandem dont le rendement pourrait approcher 30 pourcent et qui peuvent être fabriquées par un procédé de revêtement bon marché exploitable à grande échelle. //

Recherche interdisciplinaire sur le maintien de la santé

Prof. Dr. Alex Dommann, alex.dommann@empa.ch

La prolongation de la durée de vie pose une série de défis à notre société. L'axe de recherche «Santé et performance» a pour objectif de trouver de nouveaux moyens de protéger la santé de nos aînés. Les systèmes de prévention, de suivi, ou de délivrance personnalisée de médicaments font partie des projets dont on peut espérer qu'ils amélioreront leur qualité de vie et leur mobilité.

Les avancées enregistrées dans les sciences de la vie, les technologies de l'information et les nouveaux matériaux offrent de nombreuses possibilités d'orienter la médecine vers la «santé personnalisée» et de poursuivre l'amélioration des techniques y contribuant. Citons en exemple le monitoring non invasif des marqueurs vitaux, c'est-à-dire de variables qui, lorsque l'état d'un patient se dégrade, lui indiquent qu'il doit consulter. Il est également possible de suivre de manière spécifique et personnelle la convalescence de sujets se relevant d'une opération.

Les thérapies peuvent compter sur un nombre croissant de nouveaux matériaux. L'encapsulation de substances actives dans des systèmes de transport intelligents permet de diriger une substance de composition et de dosage calibrés pour un patient donné sur une

cible précise de son organisme. La quantité de ladite substance peut ainsi être diminuée, tout comme ses éventuels effets secondaires. Ce qui contribue au succès des thérapies personnalisées.

Quand on développe une nouvelle technologie, il est tout aussi important d'en évaluer attentivement les risques et effets secondaires indésirables que d'en mesurer l'efficacité fonctionnelle souhaitée. La description précise des matériaux et de leurs interactions avec le corps humain est l'un des éléments fondamentaux de toute politique durable de la santé. Pour y parvenir, l'Empa mise sur la recherche interdisciplinaire entre science des matériaux, sciences de la vie et sciences médicales. //

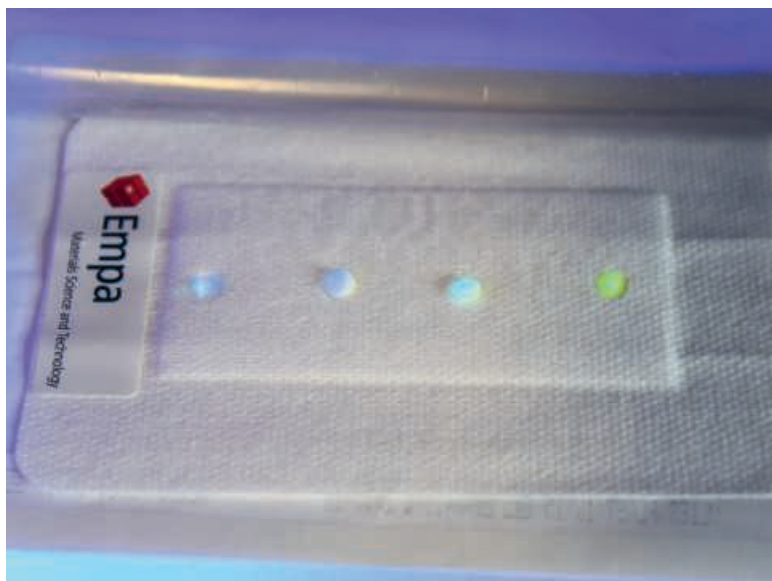
1

Les nouveaux-nés souffrant de jaunisse sont traités par photothérapie à ondes courtes. Les chercheurs de l'Empa ont conçu un pyjama lumineux qui remplace le traitement en couveuse. (Dans son usage clinique, le pyjama diffuse sa lumière bleue directement sur la peau du bébé.)

2

Un nouveau pansement alerte le personnel soignant dès qu'une plaie guérit mal, sans qu'il soit nécessaire de le défaire. Des capteurs y sont intégrés qui émettent une fluorescence dont l'intensité augmente lorsque le pH de la plaie change.





2



SERVICE X-RAYS ON

De la recherche à l'innovation

La recherche de haut niveau et la proximité de l'industrie – tels sont les deux «pôles» entre lesquels l'Empa se meut. Grâce à des formes de collaboration individuelles et efficaces et à une offre de services étendue, l'Empa est en mesure d'offrir des solutions sur mesure à ses partenaires. Qu'il s'agisse du développement de nouveaux produits et applications, de l'optimisation de technologies, de la résolution de problèmes concrets ou encore de la remise au niveau des connaissances les plus récentes de personnel technique, l'Empa est la bonne adresse avec ses quelque 550 scientifiques hautement qualifiés et son infrastructure technique de haut niveau.

Du laboratoire à la production industrielle

Marlen Müller, marlen.mueller@empa.ch

Les petites et moyennes entreprises (PME) jouent un rôle central dans l'économie suisse. Ne serait-ce que pour cela, l'Empa tient particulièrement à la collaboration qu'elle entretient avec elles et se propose de les épauler dans leurs efforts d'innovation. Ce peut être le moyen de s'imposer sur le marché par de nouveaux produits et de renforcer la place économique suisse.

L'année dernière, l'Empa a lancé plus de 170 nouveaux projets de recherche avec plus de 200 partenaires industriels. Elle a déposé – seule ou avec ses partenaires de recherche – 14 nouvelles demandes de brevet et conclu avec ses partenaires commerciaux 13 nouveaux accords de licence et de transfert de technologie.

Nouveau retardateur de flamme: non toxique même en cas d'incendie

Les retardateurs de flamme habituels contiennent des halogènes formant des gaz toxiques en cas d'incendie. Développé à l'Empa et dérivé de l'agent ignifuge bien connu DOPO (9,10-dihydro-10-oxa-phosphaphenanthrene-oxyde), l'EDA-DOPO ne présente pas ce défaut. Son succès doit beaucoup à un procédé de synthèse particulièrement économique et écologique qui simplifie aussi la production d'autres dérivés du DOPO.

L'EPA-DOPO sera produit par la société Metadynea Austria GmbH. Le Groupe FoamPartner, actif dans le monde entier et qui exploite un site de production en Suisse, projette de l'utiliser dans ses mousses polyuréthane (PU) de rembourrage et pour matelas. La certification des retardateurs de flamme est réglée par l'ordonnance européenne sur les produits chimiques «REACH». D'autres applications, par exemple dans le textile, font actuellement l'objet d'évaluations avec de nouveaux partenaires.

La mesure des traces de gaz est cruciale dans de nombreux domaines tels que les processus de commande industrielle, les relevés de l'air ambiant ou les installations de détection des gaz toxiques. Le «MultipassCell» est un capteur par spectroscopie infrarouge d'absorption destiné à la détection de traces de divers gaz. Compact et léger, il présente un long chemin optique. Monolithique, le «MultipassCell» est remarquablement insensible aux changements de température ou aux vibrations. Son miroir n'a pas besoin d'être ajusté.

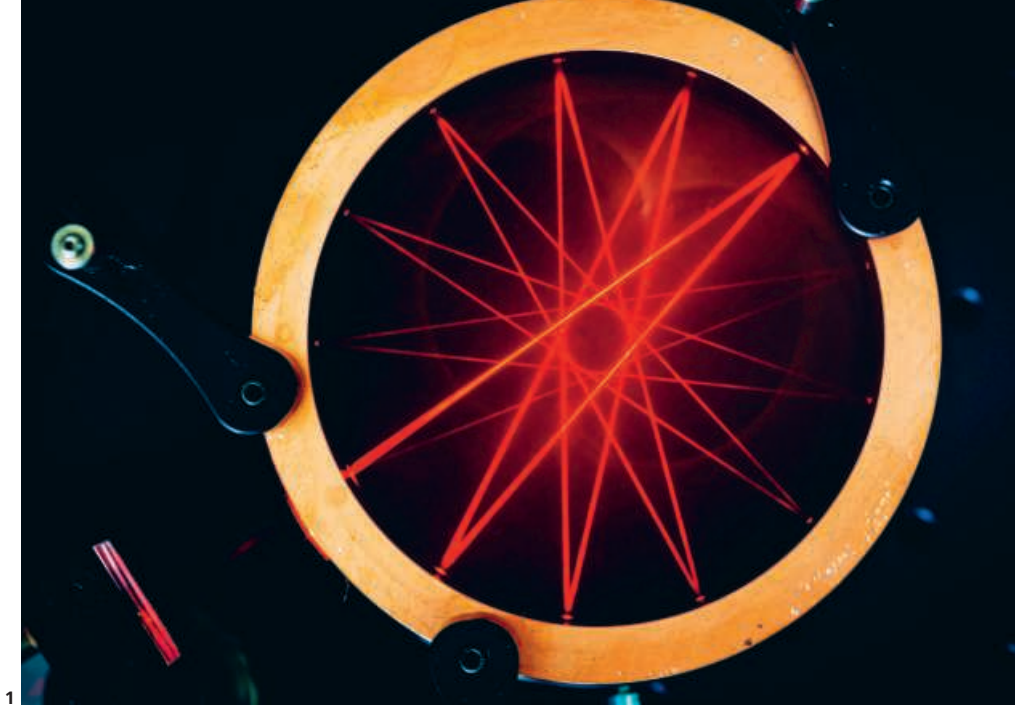
Cette cellule a été initialement développée à l'Empa pour mesurer la qualité de l'air et la composition isotopique du CO₂ dans le cadre d'un projet NanoTera du Fonds national suisse (FNS). Vu

son succès et sa robustesse, certains de ses détails ont fait l'objet d'une demande de brevet. L'IRsweep – une spin-off de l'Empa et de l'EPFZ – en détient la licence et commercialise la cellule en Suisse et à l'étranger avec succès.

Des pigments luminescents plus puissants et actifs plus longtemps

Ce n'est qu'au début des années 90 que les produits luminescents radioactifs employés en horlogerie ont été remplacés par des produits sans danger de luminosité comparable. Le principal fournisseur de pigments luminescents à base d'aluminate de strontium pour l'industrie horlogère suisse, LumiNova Schweiz AG, cherche naturellement à améliorer la puissance et la durée de luminescence de ses produits.

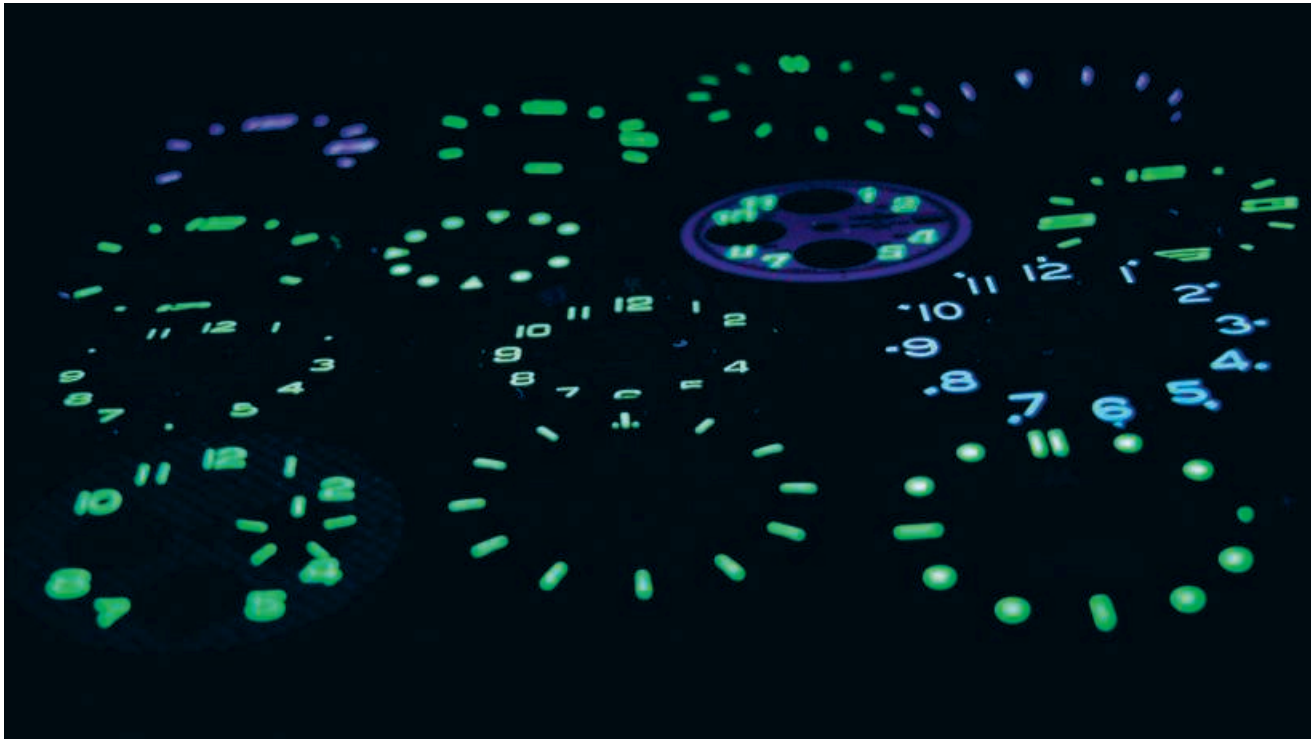
Deux des projets soutenus par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI), concurrentement avec LumiNova Schweiz AG et l'Université de Genève, ont permis à des chercheurs de l'Empa d'améliorer de 60 pourcent la durée de luminescence des meilleurs pigments. LumiNova Schweiz AG bénéficie d'une licence exclusive pour cette technologie et ses produits sont commercialisés dans le pays et sur les marchés internationaux. //



1

1
Le «MultipassCell» de mesure des traces de gaz. Ses atouts: la longueur du chemin optique, la compacité, la légèreté.

2
La durée et l'intensité de la luminescence des pigments pour cadrans de montres ont été sensiblement augmentées.



2

L'entrepreneuriat, moteur du transfert technologique

Mario Jenni, mario.jenni@empa.ch

Peter Frischknecht, peter.frischknecht@empa.ch

En 2017, les incubateurs de l'Empa ont accompagné 55 start-ups totalisant plus de 300 collaborateurs, de leur projet commercial initial jusqu'à leur entrée sur le marché.

Un appareil compact pour la protection de l'environnement

La pollution aérienne et le changement climatique sont des problèmes globaux. Les réseaux de suivi de la qualité de l'air mis en place par les autorités ont pour tâche de déterminer avec précision les niveaux de pollution de l'air et de signaler tout dépassement des valeurs limites. Leur appareillage est complexe (et donc coûteux) car chaque type de gaz monitoré recourt à un instrument spécifique. Par ailleurs, certains polluants tel que le dioxyde d'azote (NO₂) ne peuvent être mesurés qu'indirectement, ce qui peut conduire à des résultats erronés.

La société «MIRO Analytical Technologies» est une spin-off de l'Empa créée pour commercialiser une technique de pointe, la mesure des gaz à l'aide de lasers à cascade quantique (QCL) en infrarouge moyen. Cette technologie permet de réaliser des appareils compacts pouvant mesurer simultanément la concentration des principaux gaz à effet de serre et polluants – y compris le NO₂ – avec

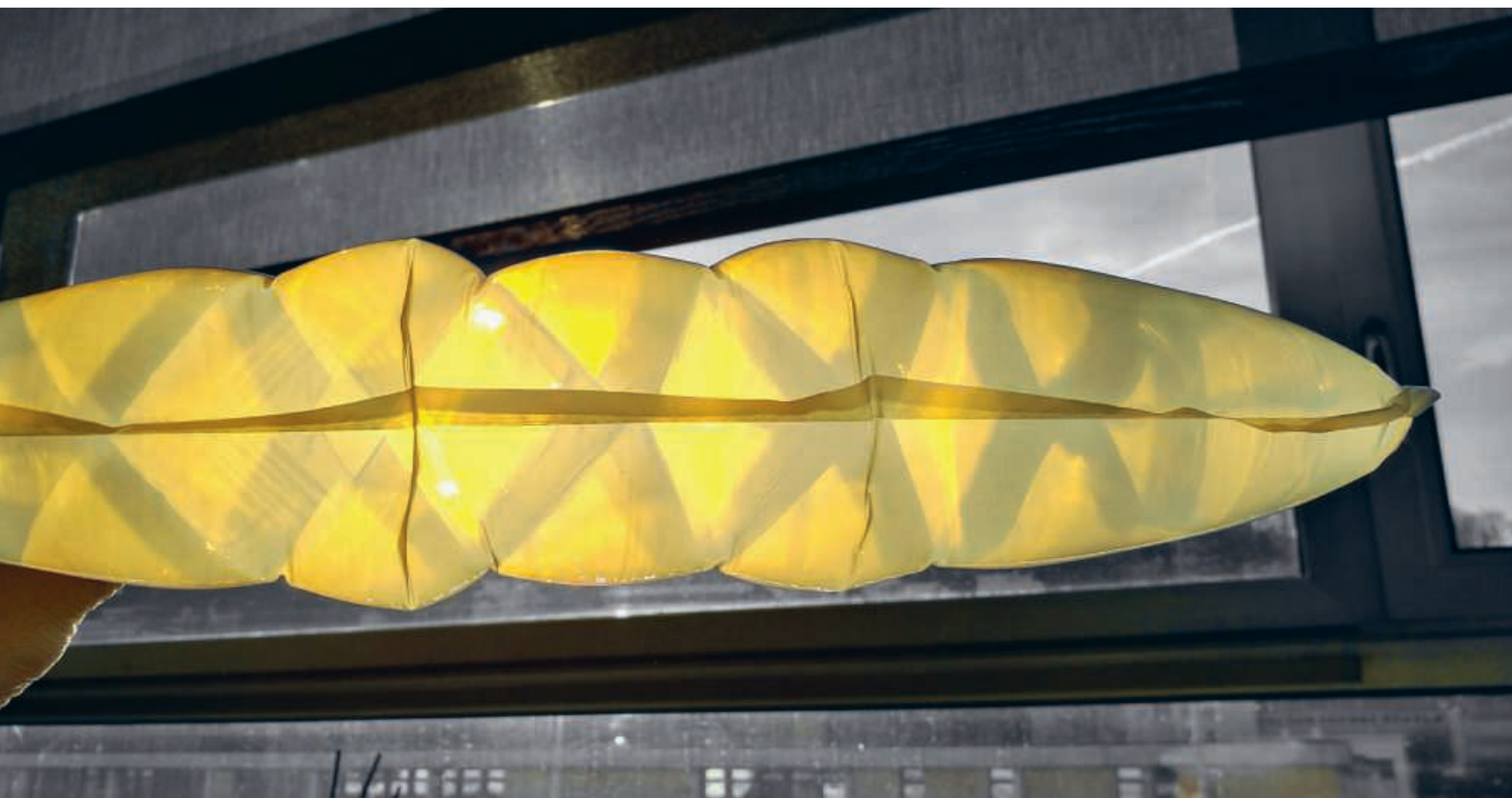
une rapidité et une précision sans précédent.

Soudures étanches par laser

Après plusieurs années d'études, des chercheurs de l'Empa ont mis au point un procédé novateur de soudure des tissus synthétiques assurant une parfaite étanchéité de la suture à l'air comme à l'eau. Pour le commercialiser, deux chercheurs de l'Empa, Alexandre Haag et Michel Schmid, ont créé au début de l'année 2017 la spin-off «Nahtlos» dont le siège se trouve au centre d'innovation «Startfeld», voisin immédiat de l'Empa de Saint-Gall.

Cette nouvelle technologie ouvre des possibilités de structuration des surfaces entièrement nouvelles, ce qui veut dire nouvelles fonctionnalités et nouveau design. Parmi les champs d'application possibles: la confection, l'équipement automobile et le matériel médical. A quoi on peut ajouter l'aménagement intérieur, et plus particulièrement le design des luminaires. Cette technologie pourrait remplacer plusieurs techniques actuellement en usage dans l'industrie. //





Un laser permet à la jeune entreprise Nahtlos de souder les tissus synthétiques en assurant l'étanchéité des sutures à l'air comme à l'eau.

Hâter le passage de la recherche à ses applications

Gabriele Dobenecker, gabriele.dobenecker@empa.ch

L'Empa se voit comme un pont entre la recherche et la pratique. C'est pourquoi elle se consacre prioritairement à la solution de problèmes qui se posent à l'industrie et la société. Son savoir-faire dans le transfert des technologies lui permet, en collaboration avec ses partenaires industriels, de transformer le résultat de ses recherches en produits innovants prêts pour le marché. L'Empa contribue donc puissamment à la capacité d'innovation et à la compétitivité de l'économie suisse, conformément à sa devise: «Empa – The Place where Innovation Starts».

Nouveaux partenariats stratégiques

En 2017, outre les quelque 170 nouveaux projets de recherche lancés en collaboration avec plus de 200 partenaires industriels, l'Empa a conclu plusieurs nouveaux partenariats stratégiques. Parmi ceux-ci, un partenariat avec BASF (Suisse) et d'autres institutions du domaine des EPF. Objectifs: innover dans les domaines de l'économie circulaire, de la production numérique, des nouvelles techniques de structuration des surfaces, ainsi que des matériaux et systèmes destinés au bâtiment. Une équipe de l'Empa s'est installée à cette fin au centre technologique «glatec» à Dübendorf.

D'autre part, les démonstrateurs et installations pilotes telles que NEST, move et ehub, ont permis à l'Empa et à ses partenaires économiques d'établir la faisabilité de nouvelles technologies et de lancer sous forme de partenariats privés-publics des projets phares dans quelques domaines prioritaires.

L'Empa de Thoune se renforce

C'est le cas du Centre de compétence en techniques de fabrication additive du site de Thoune de l'Empa, qui se penchera sur les nouveaux matériaux métalliques et leurs procédés de fabrication. Le Canton de Berne et la Ville de Thoune ont décidé en 2017 d'accorder un soutien de l'ordre de 12 millions de francs au projet. Les deux prochaines années verront pousser non loin du site actuel de l'Empa un nouveau complexe de bâtiments qui pourra également accueillir des start-ups qui profiteront de cette proximité. Le fruit des recherches entreprises dans ce domaine est d'une importance capitale pour plusieurs secteurs d'activité du Canton de Berne, dont les technologies médicales, l'industrie de précision et l'horlogerie. Ce nouveau centre de compétence permettra aux entreprises engagées dans ces secteurs de renforcer leur collaboration avec l'Empa dans le

domaine des processus de fabrication 3D. A Thoune comme sur ses deux autres sites, l'Empa est pour les entreprises régionales un partenaire local de première importance. Il représente en outre le domaine des EPF dans le Canton de Berne. Ses compétences reconnues en matière de recherche appliquée sur les matériaux sont très précieuses pour la fabrication additive et l'impression 3D. L'Empa compte poursuivre assidûment ses recherches sur les procédés additifs de travail des alliages métalliques et des céramiques. //



L'Empa de Thoune – actuellement installé dans la General Herzog Haus – est un important partenaire de l'économie. Il représente en outre le domaine de EPF dans le Canton de Berne.

Du Japon au Canada – le réseau global de l'Empa

Prof. Dr. Gian-Luca Bona, gian-luca.bona@empa.ch

La recherche de pointe est chose interdisciplinaire et ignore depuis longtemps les frontières. Cet aspect de la globalisation se lit dans la liste de nos chercheurs qui compte actuellement plus de 50 nationalités. Il se lit également dans le large réseau de nos partenaires, s'étendant du Japon à de nombreux pays d'Europe en passant par la Russie et se poursuivant au Canada et aux États-Unis.

Coopération renforcée avec le Japon et la Chine

L'accord de partenariat (MoU, Memorandum of Understanding) signé en 2016 avec le «National Institute of Advanced Industrial Science and Technology» (AIST) japonais est venu conclure d'intenses échanges engagés l'année précédente, entre autres lors de deux ateliers, l'un sur les nanomatériaux en mai à l'Empa, l'autre sur la recherche dans le domaine de l'énergie en automne à Osaka. L'AIST est, comme l'Empa, un institut de recherche public entretenant des rapports étroits avec l'industrie. Il se concentre aussi sur la mise en œuvre de nouvelles technologies et s'efforce de traduire en produits commerciaux les résultats acquis en laboratoire. Le directeur de l'Empa, Gian-Luca Bona, a profité de son voyage au Japon pour rencontrer différents

représentants de l'industrie lors d'une réunion organisée à notre ambassade à Tokyo. D'autres échanges avec notre «institut frère», le «National Institute for Materials Science» (NIMS) ont eu lieu, en particulier à l'occasion de la visite de son président Kzuhito Hashimoto à Dübendorf, à la fin novembre 2017.

Une délégation chinoise sous la direction du ministre de l'énergie Nur Bekri est venue rendre visite à l'Empa, fin janvier, dans la foulée du «World Economic Forum» (WEF), en même temps que des représentants de l'Office fédéral de l'énergie (OFE). Ils ont pu visiter entre autres NEST (bâtiment expérimental modulaire) et move (démonstrateur de mobilité) et ont été impressionnés par le nombre des innovations présentées.

Nombreux partenariats dans toute l'Europe

Depuis plusieurs années déjà, l'Empa entretient des liens étroits avec le «Spanish Research Council» (CSIC), un institut de recherche rattaché à l'Université de Séville. En automne 2017, l'Empa a lancé avec l'Université de Séville un programme de formation qui, chaque année, permettra à une demi-douzaine d'étudiants de Séville d'ef-



1

Le directeur adjoint de l'Empa, Peter Richner, lors d'un podium avec des représentants du secteur de l'énergie du Canada et de la Suisse à l'occasion du «Smart Grid and Energy Storage Road Show».



2

L'ambassadrice du Canada à Berne, Susan Bincoletto, avec le directeur adjoint de l'Empa, Peter Richner.

3

Le président de l'Institut fédéral d'étude et de contrôle des matériaux (BAM) de Berlin Ulrich Panne (2ème de la droite), la responsable de la gestion de la recherche Claudia Eggert, ainsi que le dirigeant du département Technique des matériaux Pedro Dolabella Portella (extr. gauche) lors de leur visite à l'Empa en juillet 2017.

fectuer leur travail de master à l'Empa. Les premiers étudiants sont attendus en été 2018.

L'Empa a également conclu un accord de recherche avec l'Université du Luxembourg. Il porte sur les nouvelles techniques du bâtiment. Le secteur du bâtiment émet beaucoup de CO₂, consomme d'énormes ressources et produits des montagnes de déchets. L'objectif est de développer ensemble de nouvelles méthodes de construction et de design des bâtiments plus respectueuses de l'environnement, moins voraces en ressources et en énergie.

En vue d'étudier les possibilités de partenariat dans le domaine des nanotechnologies, plusieurs rencontres ont eu lieu en 2017 avec de hauts représentants de la «National University of Science and Technology» (NUST MISIS) de Moscou.

Délégation canadienne à l'Empa

La nouvelle ambassadrice du Canada, Susan Bincoletto, a accepté une invitation de l'Empa, nous faisant l'honneur d'une de ses premières apparitions officielles. En fonction à Berne depuis septembre 2017, la diplomate a rencontré début octobre à Dübendorf des représentants du secteur de l'énergie du Canada et de

la Suisse à l'occasion du «Smart Grid and Energy Storage Road Show». Pour tous les participants, la collaboration internationale dans le domaine de la production et de la distribution d'énergie ne fera que gagner en importance.

Vingt années de coopération technique

La collaboration avec des pays d'Amérique latine, en particulier la Colombie et le Pérou, célèbre cette année ses vingt ans. Une collaboration qui a permis de lancer et d'accompagner des projets industriels portant sur des méthodes de production peu polluantes d'appareils électriques et sur les systèmes de recyclage de ce type de matériel. Elle a également permis de conduire des études et des projets de recherche avec diverses universités telles que celles de Lima (Pontificia Universidad Católica), de Bogota (Universidad de Antioquia) et de Medellin (Universidad Javeriana), entre autres sur la réduction des déchets industriels et la création de places de travail. //



3

La recherche à l'Empa et les médias

Dr. Michael Hagmann, michael.hagmann@empa.ch

Après l'entrée en service des grandes plateformes de recherche NEST, move, ehub ainsi que du «Coating Competence Center» – accompagnée chaque fois d'événements festifs et d'une belle affluence populaire – l'année 2017 s'est montrée plutôt tranquille. Du moins sur le papier. Car, même sans événement de taille, l'intérêt général pour la recherche à l'Empa est resté soutenu. En 2017, 3200 personnes ont participé aux visites guidées, plus de 2200 ont assisté aux quelque 40 manifestations professionnelles et 10500 ont suivi sur place la présentation des innovations en matière de bâtiment et d'énergie que NEST héberge. Soit environ 16000 visiteurs sur l'année, ou plus de 300 par semaine, un nouveau record. Parmi eux, quelques hôtes de marque dont les membres des gouvernements des Cantons de Zurich, Saint-Gall et Thurgovie réunis à l'Empa de Saint-Gall pour leur rencontre annuelle.

Point focal: les nouvelles techniques de fabrication

Le domaine «Advanced / Additive Manufacturing» (AM), en français les techniques de fabrication avancées et additives, est d'une importance cruciale pour l'Empa. En témoigne la manifestation de lancement du nouvel axe de recherche stratégique

«Advanced Manufacturing» (SFA-AM) du domaine des EPF et piloté par l'Empa, le 13 novembre 2017 à Berne. Y ont participé outre le Conseiller fédéral en charge du Département de l'économie Johann Schneider-Amman: le Président du Conseil des EPF Fritz Schiesser, le Président de l'EPFZ Lino Guzzella, le Président de l'EPFL Martin Vetterli, le Directeur de l'Empa Gian-Luca Bona ainsi que de nombreux représentants de l'industrie.

Dans son allocution d'ouverture, le Conseiller fédéral Schneider-Amman s'est félicité de la solide position de l'économie suisse au niveau international. Il a également souligné l'importance de suivre attentivement la mutation industrielle en cours, dite «Industrie 4.0», car «les emplois qui filent à l'étranger ne reviennent jamais.» Et c'est là tout le sens de l'alliance nouée autour de la recherche sur l'AM: comprendre les défis de la numérisation de la production industrielle, y répondre et s'assurer ainsi que l'industrie suisse, grâce à l'innovation, continue d'être concurrentielle au niveau international.

Qui ne risque rien n'a rien

L'«Advanced Manufacturing» fut également traité lors de différentes

manifestations spécialisées, dont deux «Technology Briefings» – l'un à Dübendorf, l'autre pour la première fois à Thoune, attirant près de 150 participants, principalement du secteur de l'industrie – ainsi que lors de la cérémonie d'ouverture des «Journées de la technique» sur le thème «La fabrique de demain – Un défi humain et technique» qui, début octobre 2017, a réuni quelque 200 personnes à l'Empa. Des présentations passionnantes – dont celle de Thomas Mayer, ancien CEO du Team Lotus-Formule1 – et des visites de laboratoires ont permis aux participants de se faire une idée concrète des recherches poursuivies à l'Empa.

Autre aspect de l'innovation: la prise de risque qu'elle représente. Ce fut le thème du sixième «Forum de la Technologie et de l'innovation» de l'Empa, en partenariat cette année avec Swiss Life Asset Managers. La direction de l'Empa a créé cette rencontre annuelle pour discuter de la vitalité de l'innovation et de la concurrence internationale avec des représentants de l'industrie et de l'économie suisse du niveau des directions. Ces questions ne concernent pas uniquement la recherche et l'industrie, comme l'ont démontré à leur manière le cabarettiste et slameur bernois Christoph Simon et le vigneron Mathias Bechel

1

Quelque 10 500 personnes se sont intéressées aux dernières innovations des domaines du bâtiment et de l'énergie, telles que les panneaux solaires adaptatifs intégrés aux façades et la construction robotisée des parois.

2

Plus de 2 200 personnes ont participé à la quarantaine d'événements professionnels de l'Académie de l'Empa.



1

d'Eglisau consacré il y a deux ans «Etoile montante de l'année» par la revue spécialisée Vinum.

Intérêt soutenu des médias

La recherche à l'Empa et ses résultats ont su passionner le public, mais également les médias. Plus de 6000 articles en 34 langues y ont été consacrés, à quoi s'ajoutent plus de 150 sujets de radio et de télévision. Un record. //



2

Plus de femmes aux postes dirigeants

Marianne Senn, marianne.senn@empa.ch

Au cours de cet exercice, la nomination de plusieurs femmes à des postes directeur est venue confirmer l'évolution en cours. A la direction, Tanja Zimmermann, qui a dirigé naguère le département «Recherche appliquée sur le bois», a repris la tête du département «Functional Materials». La part des femmes dans la direction est maintenant de 30%. On observe la même tendance au département «Sciences de l'ingénierie»: le laboratoire «Multiscale Studies in Building Physics» est dirigé depuis avril 2017 par Dominique Derome et «Urban Energy Systems» depuis février 2018 par Kristina Orehounig. La proportion de femmes à la tête de laboratoires passe dans ce département de zéro à un tiers. Les femmes occupent maintenant des postes de direction dans cinq des six départements.

Le renforcement de cette tendance est l'un des objectifs du groupe de travail Egalité du Domaine des EPF. Dans un appel à contributions, swissuniversities, l'organe de coordination des hautes écoles suisses, a invité l'ensemble des universités et instituts de recherche du Domaine des EPF à présenter un projet innovant de promotion des femmes. La proposition du Domaine des EPF est de

permettre à de jeunes femmes de formation scientifique ayant bouclé un doctorat ou un post-doc de se préparer à une carrière hors du monde de la recherche. Tant il est vrai que l'Université propose beaucoup moins de postes qu'elle ne crée de chercheurs et chercheuses. Le projet doit permettre à des femmes d'horizons différents – science, industrie, administration publique, ONG – de réseauter pour mieux saisir les perspectives professionnelles qui s'offrent à elles. Le projet a été retenu et sera mis en œuvre dès 2018. Parallèlement, le groupe de travail a préparé un nouveau document stratégique concernant l'égalité des chances 2017 – 2020 pour le Domaine des EPF.

«Women in Science»

Outre ces séances de réseautage pour femmes, nous avons lancé une série de manifestations «Women in Science» en collaboration avec notre voisin, l'Eawag. Dans la première de ces manifestations, la déléguée à l'égalité de chances du Fonds national suisse (FNS) Simona Isler a décrit les efforts du Fonds National pour l'égalité. Elle a présenté quelques nouveaux outils, dont le «Flexibility Grant» permettant de financer une garde

extérieure des enfants et de réduire la charge de travail non professionnel, la «contribution à l'égalité» permettant un mentorat et le réseautage dans les milieux professionnels, «Mobility Grant» pour financer le coût de la vie et des déplacements liés à une activité scientifique à l'étranger, ainsi que le programme «PRIMA» pour les femmes souhaitant entreprendre une carrière universitaire en Suisse, et qui soutient leur propre projet de recherche sur une durée maximale de cinq ans.

Enthousiasmer la jeunesse

L'Empa a également organisé différentes activités dont un camp d'été pour les petits enfants de ses collaborateurs, ainsi que la journée «Futur en tous genres» pour les jeunes à la veille d'un choix professionnel.

Plus de cent enfants ont de nouveau pris part à ces activités déployées sur les trois sites. Partenaire du projet «Mädchen Technik los» s'adressant aux jeunes filles, l'Empa s'est efforcée de proposer aux jeunes filles comme aux garçons un événement leur permettant de se faire une juste idée du monde passionnant de la recherche et de l'innovation. //



1



2

1
La déléguée à l'égalité du Fonds national suisse (FNS) Simona Isler lors d'un atelier de la série d'événements «Women in Science».

2
L'Université offre malheureusement beaucoup moins de postes qu'elle ne forme de chercheurs et de chercheuses.

3
«Futur en tous genres», occasion unique de conduire un véhicule fonctionnant à l'hydrogène.



3

Part nettement croissante des énergies renouvelables

Marcel Gauch, marcel.gauch@empa.ch

Le concept énergétique du périmètre Empa-Eawag de Dübendorf prévoit de transformer l'infrastructure d'approvisionnement en vue d'en réduire fortement les émissions de CO₂. Première préoccupation: baisser la consommation en améliorant l'isolation des bâtiments. En effet, la majeure partie des gaz à effet de serre produits par le Campus de l'Empa est causée par le chauffage. Les améliorations en cours doivent permettre de diminuer ces émissions de près de 3 500 tonnes d'équivalent CO₂ par année.

Meilleure exploitation des rejets thermiques

Les besoins en énergie du site vont baisser et leur couverture ne nécessitera plus de caloporteurs à haute température (obtenus jusqu'alors par la combustion de gaz naturel). Le passage au chauffage à basse température (caloporteur à 38°C) permet de renoncer largement aux combustibles fossiles en exploitant les rejets thermiques des installations techniques et des machines à froid. Il est prévu de construire ces prochaines années des réservoirs de chaleur saisonniers. Le concept énergétique de l'Empa prend ainsi un tour pionnier et un caractère exemplaire en vue de la transition énergétique.

Développement du photovoltaïque

Notre production propre en électricité photovoltaïque a pu être augmentée de 90 kWp (kilowatt peak). Nous avons en effet ajouté à nos installations de panneaux solaires classiques l'installation de 30 kWp de la spin-off Flisom de l'Empa. Vers 2010, nous devrions disposer en tout de 5 000 mètres carrés de photovoltaïque, avec une production d'électricité renouvelable de l'ordre de 600 MWh.

L'établissement des nouvelles catégories «mobilité» et «déchets» nous permet dorénavant d'assurer le suivi général de notre consommation et de son impact sur l'environnement. La part des énergies renouvelables a fortement augmenté, passant de 21 pourcent en 2016 à 59 pourcent en 2017. Il apparaît donc que l'objectif de 75 pourcent en 2020 fixé par l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) dans le cadre de son programme «Exemplarité énergétique de la Confédération» est parfaitement réaliste. //



1



2

1

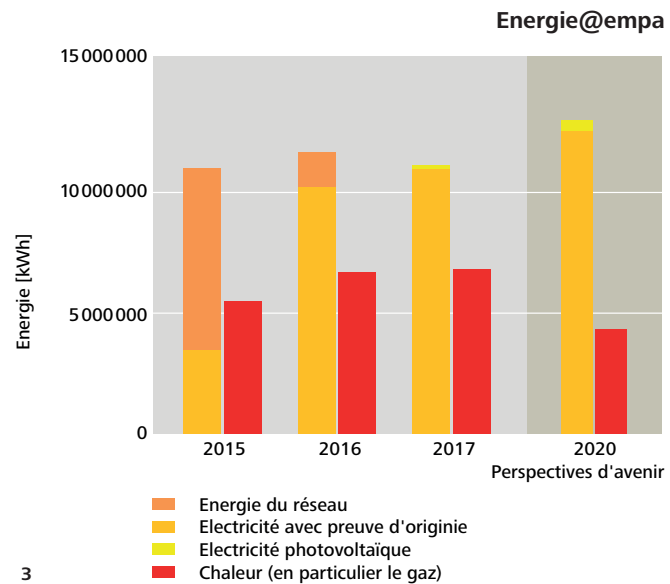
La centrale au fil de l'eau de Rheinfelden fournit de l'électricité à l'Empa. Un certificat d'origine garantit le respect de critères écologiques tels que la quantité d'eau résiduelle et la bonne adaptation aux poissons.

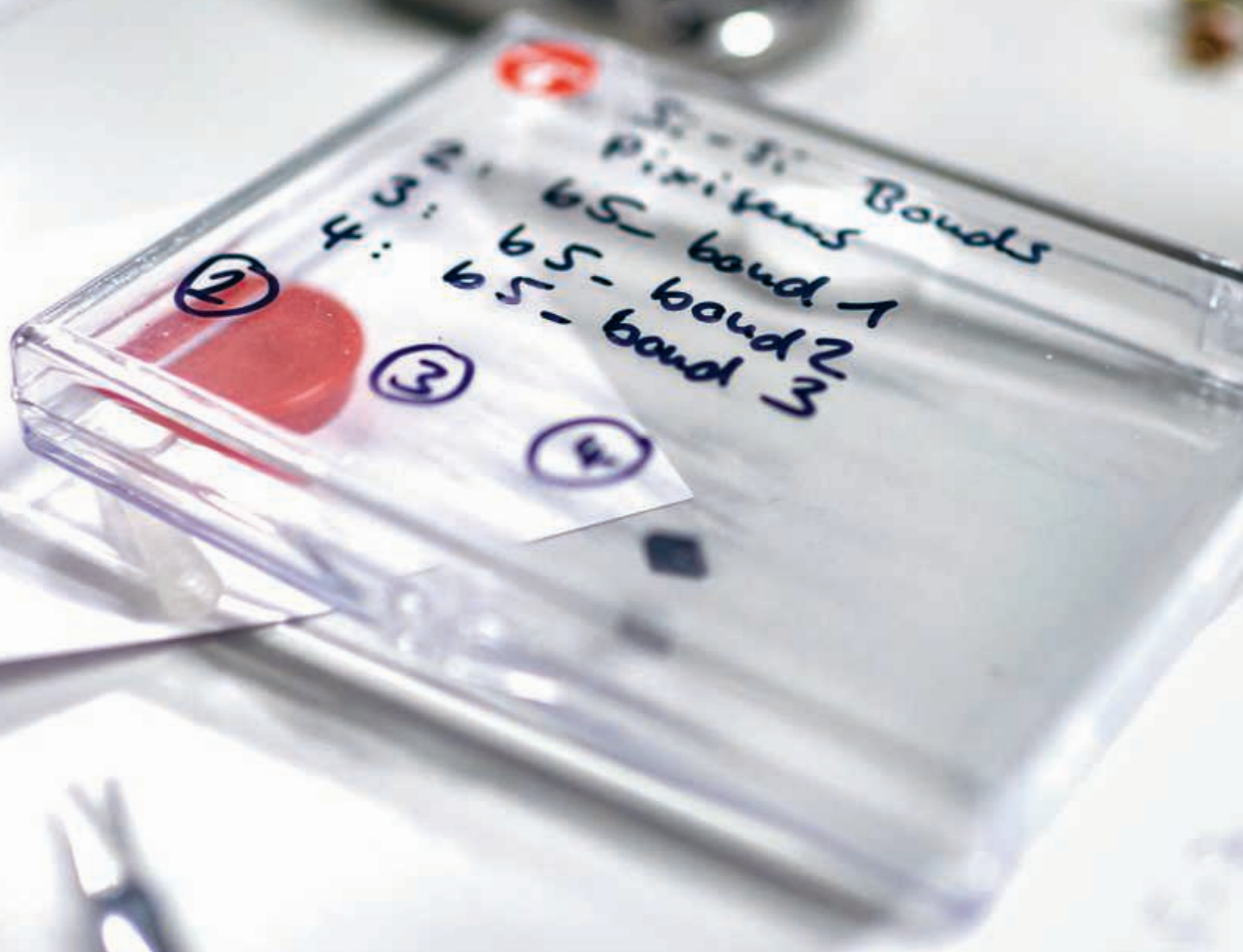
2

L'installation photoélectrique de la spin-off Flisom de l'Empa est entrée en service en septembre 2017 à Dübendorf.

3

Evolution de la consommation d'énergie de l'Empa. L'électricité avec preuve de l'origine (HKN, hydroélectricité) et la production propre à partir de l'énergie photovoltaïque (PV) couvrent la totalité de la demande. La demande de chaleur est restée plus ou moins constante.





5-8: Bould
Piripens

- 2: 65-bond 1
- 3: 65-bond 2
- 4: 65-bond 3

②

③

④

Faits et chiffres

Les chercheurs aiment bien mesurer, y compris leurs propres performances: en 2017 les chercheuses, chercheurs, ingénieures et ingénieurs de l'Empa ont publié près de 700 articles dans des revues scientifiques et déposé 14 brevets pour leurs développements. A la fin de l'année, 120 projets financés par le Fonds national suisse (FNS), 103 projets soutenus par la Commission pour la technologie et l'innovation (CTI) et près de 70 projets UE étaient en cours à l'Empa. Ses 24 spin-offs occupaient avec les autres start-ups de ses deux incubateurs d'entreprises au total 580 collaborateurs.

Depuis le 1er janvier 2015, les comptes annuels de l'Empa, tout comme ceux de toutes les institutions du domaine des EPF, sont établis sur le modèle de l'IPSAS (International Public Sector Accounting Standards). Ces comptes peuvent être consultés sous www.empa.ch/web/s604/annual-reports.

Stefan Hösli, stefan.hoesli@empa.ch

La gestion des risques à l'Empa a pour tâche d'identifier à l'avance les risques pour l'entreprise et ses collaborateurs, de les analyser et de déterminer les mesures à prendre, puis de s'assurer de l'efficacité de ces mesures. Ce système permet de se familiariser avec les risques et de développer une culture vivante de la sécurité et ainsi d'améliorer en continu la sécurité à l'Empa.

Les bases de la gestion des risques

L'Empa fait partie du Domaine des EPF et, à ce titre, règle sa politique de sécurité sur les directives de gestion des risques émanant du Domaine des EPF et de la Confédération. Sa politique rigoureuse de sécurité et de gestion des risques procède d'une approche cohérente et systématique des divers risques encourus par et à l'Empa. La première priorité de l'ensemble des mesures est la protection de la vie et de l'intégrité corporelle de ses collaborateurs, de ses hôtes et de toute personne exposée à ses activités. Ses autres objectifs sont la protection de l'environnement contre les atteintes dont elle pourrait être la cause, la protection du savoir-faire, de la propriété intellectuelle ainsi que de la réputation de l'établissement. L'accent porte avant tout sur la prévention.

Pratiquement, la gestion des risques suit un processus standard qui commence par l'inventaire périodique des

risques. Chaque risque est évalué quant à sa probabilité d'occurrence et ses conséquences possibles, tout au moins sur les plans financier et de la réputation. Finalement, les mesures nécessaires à leur maîtrise sont précisées et mises en œuvre. La gestion des risques est périodiquement soumise au contrôle et, si nécessaire, adaptée.

Extension de la gestion des risques

La gestion des risques a connu un nouveau développement en 2017. Une réorganisation et le renforcement de ses effectifs lui ont permis de mieux répondre aux exigences toujours croissantes et aux nombreuses demandes qui lui sont adressées. Les questions de sécurité ont gagné en visibilité et les collaborateurs y sont encore mieux sensibilisés. En témoignent le nombre croissant de demandes et la nette augmentation du temps nécessaire au traitement des cas. Parmi les questions qui se sont posées: l'exploitation sûre et environnementalement responsable d'un local de nettoyage des articles en verre, la bonne exploitation des installations laser, le montage et l'exploitation d'un robot, l'étude des tests auxquels soumettre les véhicules sans chauffeur circulant dans le périmètre de l'Empa, une collaboration à l'analyse des besoins et à la conception de laboratoires facilement adaptables convenant à un futur bâtiment de

laboratoires. En outre, une nouvelle procédure de protection des femmes enceintes et des futurs bébés a été mise en place. L'ensemble du personnel est informé de ces démarches par Internet.

Le nombre élevé de nouveaux collaborateurs sur les différents sites a également des répercussions. Les formations y ont été renforcées et sont signalées par le calendrier des cours sur Internet. La collaboration avec l'Eawag, voisin de l'Empa à Dübendorf, a aussi été resserrée; ses collaborateurs suivent une formation sur la sécurité chimie/nano à l'Empa et participent aux cours d'intervention en cas d'incendie.

La réorganisation de la garde de nuit et durant les jours fériés du Campus Empa-Eawag s'est très bien déroulée. Le périmètre concerné présente toutefois de nombreux obstacles visuels, d'où l'idée de recourir à une surveillance vidéo partielle. Le projet élaboré en collaboration avec des spécialistes est actuellement examiné par le délégué fédéral à la protection des données puis sera mis en œuvre.

Deux exercices d'évacuation ont été conduits avec succès, l'un à Dübendorf, l'autre à Saint-Gall. L'indispensable feedback des participants et des responsables a permis de poursuivre l'amélioration des systèmes d'évacuation. //

Evolution du personnel

(les chiffres de l'année précédente entre parenthèse)

André Schmid, andre.schmid@empa.ch

A la fin 2017, l'Empa occupait 966 (936) personnes, apprentis compris. Du fait des différentes possibilités de temps partiel, cela équivaut à 895,4 (860,9) postes à plein temps.

Le personnel scientifique s'élevait à 530 (507) personnes, dont 116 (116) senior scientists. 392 (387) personnes travaillaient dans le domaine technique et administratif. Avec 28,1 (28,5) pourcent, la proportion des femmes reflétait celle des diplômées de facultés des universités et des EPF représentées à l'Empa.

Le nombre des étrangers s'élevait à 399 (380), soit 41,3 (41) pourcent des effectifs totaux. 262 (259) de ces personnes provenaient de l'Union européenne, soit 65,7 (68) pourcent des collaborateurs étrangers. L'Empa, qui offre une large palette d'apprentissages, occupait 44 (42) apprentis. En 2017, tous les apprentis en fin de formation ont passé avec succès leurs examens de fin d'apprentissage. //

EFFECTIFS DU PERSONNEL (AU 31. DÉCEMBRE 2017)

	2016	2017
Personnel scientifique	507	530
Personnel technique/administratif	387	392
apprentis	42	44
Total	936	966

Chiffres clés

PRODUCTION SCIENTIFIQUE

	2016	2017
Publications ISI	586	695
Contributions à des conférences	1131	1328
Thèses de doctorat achevées	31	33
Doctorats en cours	168	177
Activités d'enseignement (en heures)	3815	3987
Prix/distinctions	56	65

PRÉSENCE DANS LES MÉDIAS

	2016	2017
Radio & TV	93	155
Presse écrite	1110	1200
Online	3030	4850
Total	4233	6205
Langues	29	34

ACADÉMIE EMPA

	2016	2017
Manifestations de l'Empa	86	55
Participants	9000	3400
Congrès scientifiques	3	10
Manifestations spécialisées pour l'industrie	40	36

TRANSFERT DE SAVOIR ET TECHNOLOGIE

	2016	2017
Nouveaux accords de recherche et développement	177	175
Contrats de valorisation actifs (licences/options/ventes)	79	68
Nouveaux contrats de valorisation	13	13
Nouveaux dépôts de brevet	14	14

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

	2016	2017
Entreprises total	69	72
dont spin-offs	22	24
Collaborateurs total	531	580
dont collaborateurs spin-offs	112	118

PROJETS EN COURS

	2016	2017
FNS	100	120
CTI	85	103
Projets UE	57	69

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

Beth Krasna **Dipl. Ing.** ETH, membre du conseil d'administration indépendante

MEMBRES

Kristin Becker van Slooten **Dr.**, EPF Lausanne

Marc Bürki **Dipl. El.-Ing.**, Swissquote

Beatrice Fasana **Dipl. Ing. Lm**, Sandro Vanini SA, Rivera

Susan Gasser **Prof. Dr.**, **Dr. h.c.mult.**, Universität Basel

Lino Guzzella **Prof. Dr.**, EPF Zurich

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

Christiane Leister **Leister AG**, Kägiswil

Joël Mesot **Prof. Dr.**, PSI, Villingen

Martin Vetterli **Prof. Dr.**, EPF Lausanne

Industrial Advisory Board

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

PRÉSIDENT

Henning Fuhrmann **Dr.**, Siemens, Zug

MEMBRES

Kurt Baltensperger **Dr.**, Conseil des EPF, Zurich

Burkhard Böckem **Dr.**, Hexagon, Heerbrugg

Robert Frigg **Prof. Dr. mult. h.c.**, 41 medical, Bettlach

Andreas Hafner **Dr.**, BASF, Bâle

Markus Hofer **Dr.**, Bühler, Uzwil

Peter Kupferschmid **Dr.**, Meggitt Sensing Systems, Fribourg

Urs Mäder **Dr.**, SATW, Zurich

Andreas Schreiner **Dr.**, Novartis, Bâle

Commission 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.

MEMBRES

Urs Dürig **Dr.**, IBM, Rüschlikon

Rik Eggen **Prof. Dr.**, Eawag, Dübendorf

Thomas Egli **Prof. em. Dr.**, Feldmeilen

Alexander Wokaun **Prof. em. Dr.**, Endingen

Organigramme

Etat mai 2018

RESEARCH FOCUS AREAS

(Axes de recherche)

Matériaux nanostructurés

Dr. Pierangelo Gröning

Sustainable Built Environment

Dr. Tanja Zimmermann
Prof. Dr. Giovanni Terrasi

Santé et performances

Prof. Dr. Alex Dommann

Ressources naturelles et polluants

Dr. Brigitte Buchmann

Energie

Dr. Peter Richner
Urs Elber

DIRECTION

Directeur général	Suppléant	Membres
Prof. Dr. Gian-Luca Bona	Dr. Peter Richner	Dr. Brigitte Buchmann, Prof. Dr. Alex Dommann, Dr. Pierangelo Gröning, Dr. Urs Leemann, Dr. Tanja Zimmermann

DÉPARTEMENTS

Matériaux modernes et surfaces	Science de l'ingénierie	Materials Meet Life
Dr. Pierangelo Gröning	Dr. Peter Richner	Prof. Dr. Alex Dommann
Centre de microscopie électronique Dr. Rolf Erni		Center for X-ray Analytics Prof. Dr. Antonia Neels
		Electronics & Reliability Center Prof. Dr. Alex Dommann
LABORATOIRES		Nanoscale Materials Science Prof. Dr. Hans Josef Hug
Technologie des assemblages et corrosion Dr. Lars Jeurgens	Construction routière/Etanchéités Prof. Dr. Manfred Partl	Biomimetic Membranes and Textiles Prof. Dr. René Rossi
Advanced Materials Processing Prof. Dr. Patrik Hoffmann	Ingénierie des structures Prof. Dr. Masoud Motavalli	Particles-Biology Interactions Dr. Peter Wick
nanotech@surfaces Prof. Dr. Roman Fasel	Mechanical Systems Engineering Prof. Dr. Giovanni Terrasi	Biointerfaces Prof. Dr. Katharina Maniura
Mécanique des matériaux et nanostructures Dr. Johann Michler	Multiscale Studies in Building Physics Prof. Dr. Dominique Derome	Transport at Nanoscale Interfaces Prof. Dr. Michel Calame
Films minces et photovoltaïque Prof. Dr. Ayodhya N. Tiwari	Mechanical Integrity of Energy Systems Prof. Dr. Edoardo Mazza	
Polymères fonctionnels Prof. Dr. Frank Nüesch	Center for Synergetic Structures Dr. Rolf Luchsinger (PPP Empa – Festo)	
	Urban Energy Systems Dr. Kristina Orehoung	

PLATEFORMES DE RECHERCHE ET DE TRANSFERT DU SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

NEST Reto Largo	move Dr. Brigitte Buchmann	ehub Philipp Heer	Coating Competence Center Dr. Lars Sommerhäuser	Académie Empa Dr. Michael Hagmann	Business Incubators glaTec Mario Jenni STARTFELD Peter Frischknecht	International Research Cooperations Prof. Dr. Gian-Luca Bona
---------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---	---	--	--

Empa-Portal portal@empa.ch / Tél. +41 58 765 44 44 / www.empa.ch/web/empa/empa-portal

Mobilité, énergie et environnement	Functional Materials	Support
Dr. Brigitte Buchmann	Dr. Tanja Zimmermann	Dr. Urs Leemann
Materials for Energy Conversion Dr. Corsin Battaglia	Céramiques hautes performances Prof. Dr. Thomas Graule	Bibliothèque (Lib4RI) Dr. Lothar Nunnenmacher
Advanced Analytical Technologies PD Dr. Davide Bleiner	Recherche appliquée sur le bois Dr. Gustav Nyström	Service Informatiques Stephans Koch
Polluants atmosphériques/ Techniques de l'environnement Dr. Lukas Emmenegger	Béton / Chimie de la construction Prof. Dr. Pietro Lura	Bureau d'étude / Atelier mécanique Stefan Hösli
Technologies de propulsion automobile Christian Bach	Building Energy Materials and Components Dr. Matthias Koebel	Finances / Controlling / Achats Heidi Leutwyler
Materials for Renewable Energy Prof. Dr. Andreas Züttel (Antenne Sion)	Advanced Fibers Prof. Dr. Manfred Heuberger	Communication Dr. Michael Hagmann
Technologie et société Dr. Patrick Wäger		Ressources humaines André Schmid
Acoustique / Contrôle de bruit Kurt Eggenschwiler		Marketing, transfert du savoir et de technologie Gabriele Dobenecker
		Real Estate Management Hannes Pichler

PLATEFORMES DE RECHERCHE ET DE TRANSFERT DU SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

NEST Reto Largo	move Dr. Brigitte Buchmann	ehub Philipp Heer	Coating Competence Center Dr. Lars Sommerhäuser	Académie Empa Dr. Michael Hagmann	Business Incubators glaTec Mario Jenni STARTFELD Peter Frischknecht	International Research Cooperations Prof. Dr. Gian-Luca Bona
---------------------------	--------------------------------------	-----------------------------	---	---	--	--

Empa-Portal portal@empa.ch / Tél. +41 58 765 44 44 / www.empa.ch/web/empa/empa-portal

Mobilité, énergie et environnement	Functional Materials	Support
Dr. Brigitte Buchmann	Dr. Tanja Zimmermann	Dr. Urs Leemann
		Bibliothèque (Lib4RI) Dr. Lothar Nunnenmacher
Materials for Energy Conversion Dr. Corsin Battaglia	Céramiques hautes performances Prof. Dr. Thomas Graule	Service Informatiques Stephans Koch
Advanced Analytical Technologies Prof. Dr. Davide Bleiner	Recherche appliquée sur le bois Dr. Gustav Nyström	Bureau d'étude / Atelier mécanique Stefan Hösli
Polluants atmosphériques/ Techniques de l'environnement Dr. Lukas Emmenegger	Béton / Chimie de la construction Prof. Dr. Pietro Lura	Finances / Controlling / Achats Heidi Leutwyler
Technologies de propulsion automobile Christian Bach	Building Energy Materials and Components Dr. Matthias Koebel	Communication Dr. Michael Hagmann
Materials for Renewable Energy Prof. Dr. Andreas Züttel (Antenne Sion)	Advanced Fibers Prof. Dr. Manfred Heuberger	Ressources humaines André Schmid
Technologie et société Dr. Patrick Wäger		Marketing, transfert du savoir et de technologie Gabriele Dobenecker
Acoustique / Contrôle de bruit Kurt Eggenschwiler		Real Estate Management Hannes Pichler

Empa – The Place where Innovation Starts

Empa
www.empa.ch

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

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

CH-3602 Thoune
Feuerwerkerstrasse 39
Téléphone +41 58 765 11 33
Fax +41 58 765 69 90



Empa

Materials Science and Technology