

# Empa Quarterly

RECHERCHE & INNOVATION II #80 II JUILLET 2023

FOCUS: ACCÉLÉRER LA RECHERCHE

## FAÇONNEURS DE TALENTS



ASPHALTE RECYCLÉ  
POLYMÈRES-SERPENTS  
MICROPLASTIQUES



# [ CONTENT ]

[ FOCUS : ACCÉLÉRER LA RECHERCHE ]



[ FOCUS ]

**11** ACCÉLÉRER LA RECHERCHE

En route vers le sommet

**12** ÉCONOMIE CIRCULAIRE

Les enfants créent des cycles créatifs

**16** STOCKAGE D'ÉNERGIE

Comment conserver l'énergie?

**18** CONSTRUCTION DURABLE

Une bataille de boue propre

**20** PORTRAIT

Jusqu'à ce que la chimie soit bonne

**24** SCIENCE ET JEUNESSE

Sur des rayons térahertz vers le Mexique

**26** FUTURS PROFESSIONNELS

Nos as de l'apprentissage

**27** SPIN-OFF

Révolution rechargeable

**30** ZUKUNFTSFONDS

Cellules anticancéreuses

[ THÈMES ]

**08** RECYCLAGE

Encore plus de recyclage d'asphalte

**32** MICROPLASTIQUE

Quelle quantité de microplastiques se trouve dans les eaux suisses?

[ RUBRIQUES ]

**04** LA PHOTO

**06** BRIÈVEMENT

**34** EN ROUTE

[ COUVERTURE ]



La chimiste Dorina Opris étudie à l'Empa comment synthétiser des polymères électroactifs complexes. Elle encourage les jeunes chercheurs à relever les défis d'une carrière scientifique – et s'efforce de créer un environnement inspirant dans son propre groupe de recherche. (Voir p. 20.)  
Image: Marion Nitsch

[ IMPRESSUM ]

**ÉDITEUR** Empa

Überlandstrasse 129

8600 Dübendorf, Schweiz

www.empa.ch

**RÉDACTION** Empa Kommunikation

**DIRECTION ARTISTIQUE** PAUL AND

CAT. www.paul-and-cat.com

**CONTACT** Tél. +41 58 765 47 33

redaktion@empa.ch

www.empaquarterly.ch

**PUBLICATION**

Publié de quatre fois par an

**PRODUCTION**

anna.ettlin@empa.ch



ISSN 2673-1746

Empa Quarterly (édition française)

## CONDITIO SINE QUA NON POUR L'INNOVATION

Chère lectrice, cher lecteur



Ce que je veux dire par là?

C'est simple: des esprits brillants! C'est précisément de cela qu'il s'agit

dans ce numéro de Quarterly. Nous vous présentons régulièrement des idées innovantes, parfois révolutionnaires, qui suscitent souvent un tel enthousiasme que leurs auteurs passent presque à l'arrière-plan.

Pourtant, ce sont précisément ces talents qui font de la Suisse l'un des pays les plus innovants au monde depuis des années. Et il faut les encourager et les soutenir de toutes nos forces. Car la « guerre des talents » mondiale – pardonnez-moi cette métaphore martiale – devient de plus en plus rude. Il est donc clairvoyant (et, dans une certaine mesure, égoïste) de prendre soin de la seule ressource naturelle de notre pays. Car les jeunes chercheurs, les étudiants et les apprentis d'aujourd'hui sont les décideurs de demain. Qu'il s'agisse d'un « échange d'idées » créatifs avec de jeunes élèves esquissant un monde durable de demain (p. 12), d'un projet de « master » très actuel sur le stockage de l'énergie (p. 16) ou du concours national « La Science appelle les jeunes », lors duquel deux de nos apprentis ont brillé avec leur trieur de déchets plastiques basé sur le térahertz (p. 24) – l'encouragement des talents à l'Empa est extrêmement diversifié.

Nos « esprits brillants » sont d'ailleurs les vedettes d'une nouvelle série de vidéos avec laquelle nous souhaitons vous présenter régulièrement nos chercheurs et leurs idées intelligentes. Alors: « tune in »!

Et bonne lecture!

Votre MICHAEL HAGMANN



**LA MACHINE QUI APPREND**

Du hardware de jeu vidéo au service de la science: des réseaux neuronaux sont entraînés sur ces processeurs graphiques pour la classification rapide de nanotubes de carbone. Les chercheurs de l'Empa mesurent de grandes quantités de tubes par spectroscopie Raman et le réseau neuronal évalue les spectres – une méthode qui permet un enregistrement nettement plus rapide des spectres Raman. Cela simplifie l'utilisation future des nanotubes. Le projet commun de l'Empa, de l'ETH Zurich et de l'EPFL, dirigé par le laboratoire de l'Empa «Transport at Nanoscale Interfaces», fait partie des grands axes stratégiques «Advanced Manufacturing» du Domaine des EPF.

Plus d'informations:  
[www.empa.ch/web/s405/high-speed-raman-imaging](http://www.empa.ch/web/s405/high-speed-raman-imaging)



Photo: Empa



## NOUVELLE DIRECTRICE DU DÉPARTEMENT : NATHALIE CASAS SUCCÈDE À BRIGITTE BUCHMANN



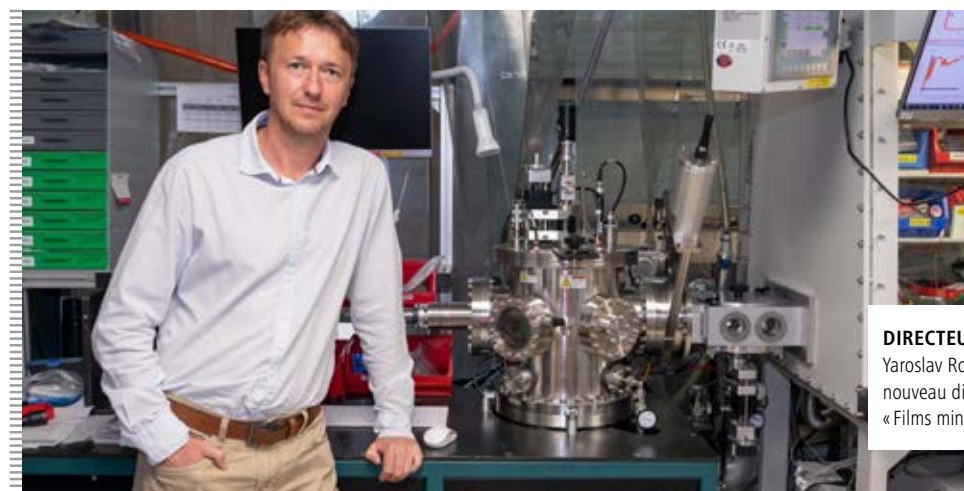
### NOUVELLE DIRECTRICE

Nathalie Casas prendra la direction du département « Énergie, mobilité et environnement » à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2023.

La direction de l'Empa a nommé Nathalie Casas pour succéder à Brigitte Buchmann. L'ingénieure chimiste et bio-ingénieure, experte en captage de CO<sub>2</sub>, reprendra la direction du département « Énergie, mobilité et environnement » à partir du 1<sup>er</sup> octobre 2023 de Brigitte Buchmann, qui prendra sa retraite en juillet. Outre sa carrière académique avec des recherches pionnières, Nathalie Casas apporte une diverse expérience dans les domaines des start-up, de l'industrie et de l'agence gouvernementale pour l'innovation. Dernièrement, elle a dirigé le département « Recherche et développement » de l'entreprise cleantech et spin-off de l'EPFZ « Climeworks » et a été membre du Conseil d'innovation d'Innosuisse.

[www.empa.ch/web/empa/mobility-energy-environment](http://www.empa.ch/web/empa/mobility-energy-environment)

## YAROSLAV ROMANYUK PREND LA DIRECTION DU LABORATOIRE



### DIRECTEUR DU LABORATOIRE

Yaroslav Romanyuk devient le nouveau directeur du laboratoire « Films minces et photovoltaïque ».

Le 1<sup>er</sup> juillet, Yaroslav Romanyuk prendra la direction du laboratoire « Films minces et photovoltaïque » de l'Empa, succédant à Ayodhya Tiwari qui prend sa retraite après plus de 14 ans passés à la tête du laboratoire. Yaroslav Romanyuk travaille à l'Empa depuis 2008 et était déjà chef de groupe depuis 2012 dans le laboratoire dont il prend désormais la direction. Outre son travail à l'Empa, il est chargé de cours à l'ETH Zurich, à l'EPFL et à l'Université de Zurich. Après avoir obtenu son master à la « Volyn State University » en Ukraine, Yaroslav Romanyuk a fait son doctorat à l'EPFL et a travaillé comme postdoctorant à l'« University of California » à Berkeley.

[www.empa.ch/web/s207](http://www.empa.ch/web/s207)

Photos : mad, Empa

Photos : Julian Charrière, Empa

## UNE ŒUVRE D'ART POUR LE CAMPUS

### « NOT TO GET LOST »

Sur le nouveau campus de recherche « co-operate », l'artiste Julian Charrière créera son groupe de sculptures.



Le nouveau campus de recherche « co-operate » de l'Empa et de l'Eawag est en voie d'achèvement. Pour son ouverture l'année prochaine, une nouvelle œuvre d'art devrait donner un « visage » au campus. L'artiste originaire de Lausanne Julian Charrière a remporté le concours d'art avec son groupe de sculptures « Not to Get Lost ». La composition de blocs erratiques de différentes tailles et de cales en pierre a également convaincu le jury parce qu'elle exprime un point commun entre l'art et la science : les deux disciplines se sont penchées sur ce qui n'avait pas encore été exploré. Le travail de la pierre, l'une des premières techniques culturelles de l'humanité, a permis aux hommes de se familiariser avec la divisibilité des matériaux, même les plus solides. La recherche actuelle et sa quête de « l'intérieur » de la matière portent cet héritage culturel plus loin et dans de nouvelles dimensions.

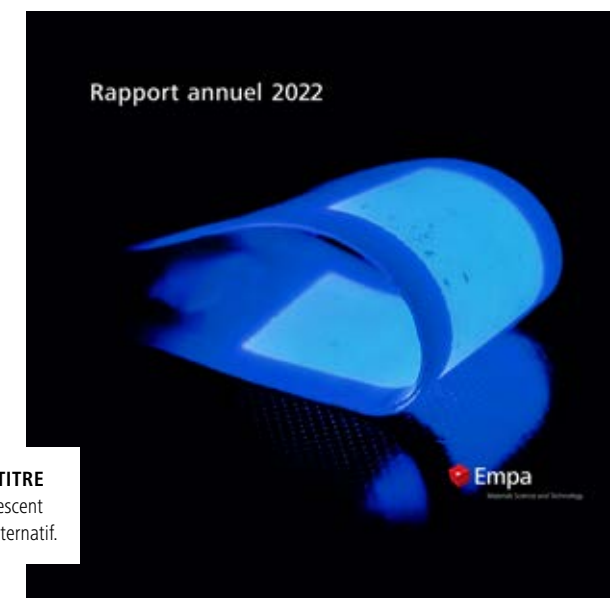
[www.empa.ch/web/s608/campus](http://www.empa.ch/web/s608/campus)

## RAPPORT ANNUEL DE L'EMPA 2022 PUBLIÉ

L'an 2022 aura été une année pleine de changements partout dans le monde, en Suisse et à l'Empa. Dans le rapport annuel, nous jetons un regard rétrospectif sur notre recherche et nos coopérations et fixons le cap pour l'avenir. Plongez dans le monde captivant de la recherche et de l'innovation et découvrez le large éventail des sciences des matériaux et du développement technologique à l'Empa.

[www.empa.ch/web/s604/empa-jahresbericht-2022](http://www.empa.ch/web/s604/empa-jahresbericht-2022)

**PHOTO PAGE DE TITRE**  
Ruban électroluminescent étirable à courant alternatif.





# ENCORE PLUS DE RECYCLAGE D'ASPHALTE

La Suisse est construite, du moins en ce qui concerne le réseau routier. C'est pourquoi, malgré le recyclage, il y a aujourd'hui nettement plus de déchets d'asphalte qu'il n'est possible d'en remettre dans les nouvelles routes. Martins Zaumanis, chercheur à l'Empa, s'est fixé pour objectif d'augmenter la part de recyclage dans l'asphalte – avec des méthodes de fabrication adaptées et des instructions simples. Deux pistes d'essai avec de l'asphalte recyclé à Uster et au col du Lukmanier sont prometteuses.

Texte : Stephan Kälin

**A**u printemps, il n'y a pas que les perce-neige et les crocus qui poussent, mais aussi les chantiers sur les routes suisses.

Partout, on répare, on rafistole et on rénove. Une partie de l'ancien asphalte du réseau routier suisse est recyclée, mais environ 750 000 tonnes finissent chaque année dans les décharges, où elles s'amoncellent en montagnes noires de plus en plus hautes. En principe, la Confédération et les cantons, les grands propriétaires de routes, sont d'accord : ces montagnes d'asphalte doivent retourner dans le réseau routier suisse. Mais la Suisse est si bien desservie que l'on ne construit pratiquement plus de nouvelles routes.

Il est donc d'autant plus important que la part d'asphalte recyclé soit la plus élevée possible là où l'on répare et rénove. « Mais pour cela, il faut une meilleure compréhension de l'interaction entre l'asphalte de recyclage et le nouveau matériau, des processus de production adaptés et – surtout – des instructions et des instruments pratiques pour l'industrie », explique Martins Zaumanis, chercheur à l'Empa. Ce sont précisément les objectifs que s'est

fixé le projet de recherche « HighRAP », que Martins Zaumanis a mené de 2019 à début 2023 en collaboration avec l'Office fédéral des routes (OFROU), l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), les cantons de Zurich et des Grisons et plusieurs partenaires industriels.

## PAS DE MATÉRIEL HOMOGÈNE

L'asphalte est composé d'un mélange de roches et d'un liant, le bitume, qui est parfois modifié avec des polymères pour les routes à forte sollicitation. Les restrictions actuelles concernant l'utilisation de l'asphalte recyclé (RAP – « Reclaimed Asphalt Pavement ») pour la construction de nouvelles routes sont principalement dues au fait que le liant de l'asphalte vieillit avec le temps et devient donc rigide. Cela entraîne une vulnérabilité aux fissures. De plus, il se peut que l'ancien matériau ne se mélange pas bien avec le nouveau pendant le processus de mélange. Un autre problème est le manque fréquent d'homogénéité du RAP : des matériaux provenant de différentes couches routières et d'âges différents se côtoient, des granulats de tailles différentes se rencontrent. Or, la fabrication d'un asphalte à haute performance exige de l'homogénéité. Il existe des méthodes de conception

éprouvées pour le développement des enrobés et des tests standardisés pour le contrôle de la qualité. Seulement voilà : lorsqu'il s'agit d'ajouter de l'asphalte amélioré aux processus de production existants, ces méthodes éprouvées atteignent leurs limites.

Pour augmenter la teneur en RAP de manière générale, il faut donc innover à plusieurs niveaux – notamment lors de l'enlèvement de l'ancien asphalte et de son traitement. En règle générale, l'asphalte est fraisé ou concassé sur la route, puis broyé. « Dans le meilleur des cas, les granulats d'origine restent intacts et il y a le moins de poussière possible, ce que l'on appelle le matériau de remplissage », explique Martins Zaumanis. Ces deux facteurs rendent en effet la réutilisation difficile. Dans son étude, il présente, sur la base de tests pratiques, de nouveaux critères qui devraient permettre d'uniformiser la caractérisation du traitement du RAP et donc de simplifier la réutilisation. Outre la granulométrie et la teneur en poussière, c'est surtout la teneur initiale en bitume et ses propriétés qui sont déterminantes et peuvent varier fortement selon la source. C'est pourquoi Martins Zaumanis fournit un modèle de calcul simple pour les praticiens,



**DES MONTAGNES D'ASPHALTE NOIR**  
L'asphalte suisse doit être réintroduit dans les routes dans sa totalité si possible.



**PISTE D'ESSAI AU COL DU LUKMANIER**  
Les routes en altitude sont particulièrement exposées aux fissures.





**PISTE D'ESSAI À USTER**  
Les routes très fréquentées exigent un asphalte modifié par des polymères.

polymères. « Pour augmenter encore plus la teneur en RAP, on pourrait utiliser un liant à haute teneur en polymères modifiés. Cela permettrait de compenser le manque de polymères dans le liant RAP », estime Martins Zaumanis. Contrairement à la route d'Uster, le trajet par le col du Lukmanier n'est certes pas soumis à un trafic intense, mais à des conditions climatiques plus rudes. « À cette altitude de 1900 mètres, les fortes variations de température peuvent provoquer des fissures dans le revêtement routier », explique Martins Zaumanis. Dans son projet, il a démontré qu'un asphalte à forte teneur en RAP pouvait également résister à ces conditions. Un asphalte avec une teneur en RAP de 85 % a été posé dans la couche de fondation et un asphalte avec une teneur en RAP de 70 % dans les couches de base et de liaison situées au-dessus : sans aucun problème ! Après des tests en laboratoire, les revêtements se sont notamment montrés très résistants à la formation de fissures redoutées en raison des variations de température.

#### OBSERVATIONS À LONG TERME

Les deux pistes d'essai à Uster et au col du Lukmanier continueront à être surveillées dans les années à venir et serviront à étudier le comportement à long terme des asphaltes RAP mis en place. Mais Martins Zaumanis est d'ores et déjà optimiste quant au fait que les montagnes noires des décharges ne devraient plus trop s'étendre dans les années à venir. D'une part en raison de projets comme le sien, qui démontre les possibilités technologiques, mais d'autre part aussi parce que des appels à l'interdiction de la mise en décharge de l'asphalte bitumineux ont déjà été lancés au niveau politique. L'objectif est d'encourager le recyclage complet de l'asphalte. ■

Plus d'informations et vidéos : [www.empa.ch/web/s308/highrap](http://www.empa.ch/web/s308/highrap)

Photos : Empa

# EN ROUTE VERS LE SOMMET

La pénurie de personnel qualifié est particulièrement marquée dans les professions techniques. L'Empa soutient les talents à tous les niveaux, que ce soit au cours de leur apprentissage, de leurs études, de leur carrière académique ou de la création de leur entreprise. Cette promotion (interne et externe) profite non seulement aux personnes soutenues et à l'Empa, mais aussi à l'économie suisse.

Texte : Anna Ettlin

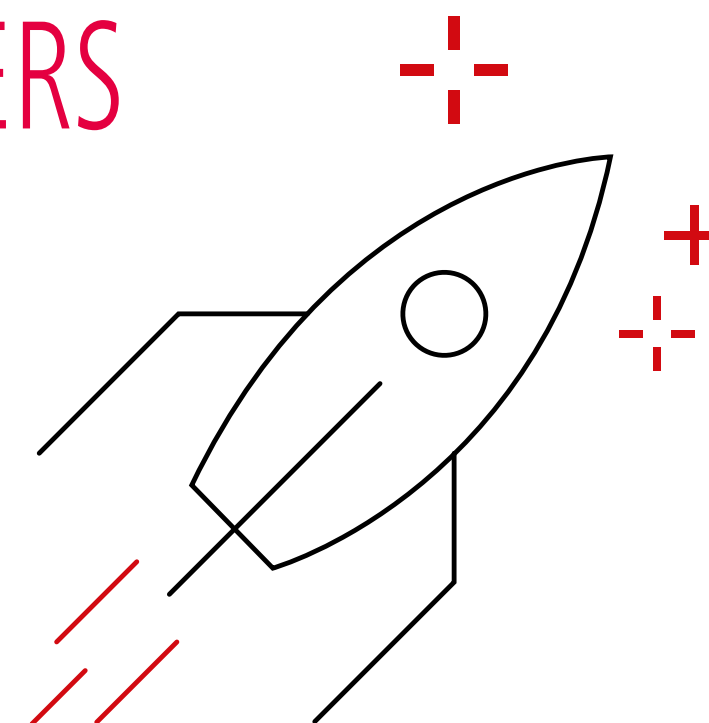
La Suisse manque de personnel qualifié ; de nombreux secteurs peinent à recruter du personnel hautement qualifié et aucune amélioration n'est en vue. Ce que beaucoup ignorent, c'est que bien que l'Empa ne soit pas une université, l'institut de recherche fournit à l'économie suisse des spécialistes de premier ordre.

Ce numéro met l'accent sur des personnes talentueuses de tous les niveaux académiques qui bénéficient de mesures d'encouragement particulières : financières ou organisationnelles, à court ou à long terme, portées par l'Empa ou financées de l'extérieur. Ces mesures ont un point commun : elles garantissent que les apprentis et les étudiants, les chercheurs et les créateurs d'entreprise puissent exploiter pleinement leur potentiel. Cela commence déjà à l'école : différents programmes et manifestations

visent à enthousiasmer les enfants et les jeunes pour le monde des mathématiques, des sciences naturelles et de la technique (MINT). De nombreux chercheurs de l'Empa s'engagent dans diverses mesures de sensibilisation ou lancent leurs propres projets de promotion de la relève (p. 12). En outre, l'Empa souhaite se positionner auprès des jeunes comme un lieu de travail et d'apprentissage attractif, afin d'attirer de nouveaux apprentis pour les plus de 40 places d'apprentissage proposées dans dix professions (p. 24).

#### LA RECHERCHE AUSSI A BESOIN DE SPÉCIALISTES

De nombreux chercheurs de l'Empa enseignent dans les hautes écoles suisses, encadrent des étudiants ou occupent même des chaires. Les stages et les travaux de bachelor et de master à l'Empa permettent aux étudiants de se familiariser avec le monde de la recherche (p. 16). S'ils se décident



qui détermine la variabilité autorisée en fonction de l'application future.

Il présente également un modèle de calcul pragmatique similaire pour le dosage du « produit de rajeunissement ». Il s'agit de substances huileuses qui ramollissent l'ancien liant de l'asphalte et le rendent ainsi à nouveau utilisable. Ces agents de rajeunissement sont par exemple à base de tall oil, un sous-produit biologique issu de la fabrication du papier. En raison de cette multitude de matériaux et de substances différents qui sont mélangés entre eux, la production d'asphalte avec RAP est nettement plus complexe que la production d'asphalte neuf. À cela s'ajoute l'incertitude quant aux propriétés réelles des matériaux et à leur interaction. « Procéder selon un livre de recettes, comme c'est le cas pour la conception traditionnelle des enrobés, n'est donc pas suffisant », explique Martins Zaumanis. Il propose plutôt d'intégrer dans le processus des méthodes d'essai axées sur les performances, afin d'examiner le matériau en termes de formation de fissures ou de déformation plastique.

#### TESTS RÉELS SUR ROUTE

« En fin de compte, ce sont surtout des projets pilotes réussis et des tronçons d'essai réels qui peuvent donner confiance aux propriétaires de routes et aux constructeurs routiers dans l'asphalte à haute teneur en RAP », explique le chercheur de l'Empa. C'est pourquoi, dans le cadre de son projet, de l'« asphalte HighRAP » a été posé sur deux tronçons routiers – d'une part sur la très fréquentée Aathalstrasse à Uster et d'autre part sur la route du col du Lukmanier, où les exigences posées au revêtement routier sont à nouveau nettement différentes en raison de l'altitude.

À Uster, il a été possible d'introduire sans problème 30 % de RAP dans la couche de roulement sans perte de performance. « Aujourd'hui, il est courant de renoncer complètement au RAP dans la couche de roulement d'une route aussi fréquentée », explique Martins Zaumanis. Pour la couche de liaison sous-jacente, il s'est avéré à Uster qu'entre 40 et 50 % de RAP étaient possibles. Dans les deux cas, on utilise de manière standard de l'asphalte avec un liant modifié par des

pour une carrière académique, leur développement personnel est encouragé à l'Empa par différentes mesures, que ce soit par le Fonds d'avenir de l'Empa (p. 30) ou par des instruments de promotion externes pour les jeunes chercheurs (p. 18) ainsi que pour les chercheurs confirmés (p. 20). Dans ce contexte, l'Empa accorde une attention particulière à l'égalité des chances et à la diversité, afin d'augmenter par exemple la part des femmes dans les postes de direction, qui reste (trop) faible dans les professions MINT – et donc aussi à l'Empa. Si des chercheurs de l'Empa développent un nouveau matériau ou une technologie disruptive, cela peut aussi donner naissance à une nouvelle entreprise. L'Empa a déjà soutenu plus de 100 start-up et spin-off dans ses incubateurs, qui offrent entre autres un mentorat, un soutien financier et des contacts de réseau (p. 27). ■



# LES ENFANTS CRÉENT DES CYCLES CRÉATIFS

Lorsque la créativité des enfants rencontre le savoir-faire des scientifiques, de nouvelles idées voient le jour – par exemple sur ce à quoi pourrait ressembler le monde durable de demain. En collaboration avec des écoliers et la Haute école pédagogique de Saint-Gall, des chercheurs de l’Empa développent un livre pour enfants sur l’économie circulaire, qui devrait inciter petits et grands à la réflexion.

Texte: Anna Ettlin

Comment voyagerons-nous à l’avenir? Selon Samuel, 10 ans, nous utiliserons des dirigeables à énergie solaire à la place des avions. Lara, 10 ans, envisage la circulation sur trois niveaux souterrains pour les voitures, le métro et les trains. D’autres enfants imaginent des voitures alimentées par du compost ou de l’énergie éolienne. Et peut-être, ajoute Lars, 9 ans, que nous passerons des vacances dans le simulateur ou dans la serre confortablement chauffée d’à côté et que nous n’aurons pas besoin de voyager si souvent.

Les 13 enfants de la troisième à la sixième classe, réunis un mercredi matin dans une salle de classe de la Haute école pédagogique de Saint-Gall (PHSG), débordent d’idées. Tout au long du semestre, ils ont étudié en classe des thèmes liés à l’environnement, à l’énergie et aux cycles durables et ont réfléchi en petits groupes à la manière dont les gens pourraient à l’avenir manger, habiter, voyager et apprendre de manière plus durable.

Aujourd’hui, les discussions dans les groupes sont particulièrement animées car les enfants ont de la visite: à chaque table sont également assis des chercheurs du laboratoire « Technologie et société » de l’Empa. Les scientifiques posent des questions, expliquent les relations de cause à effet et fournissent la base scientifique aux idées créatives des enfants. Il s’agit ici de bien plus qu’un simple échange: les enfants et les chercheurs travaillent ensemble à l’élaboration d’un livre pour enfants sur l’économie circulaire.

## UNE VISION D’AVENIR

Le projet, dont le titre officiel est « Co-creating Circular Futures », est soutenu par le Fonds national suisse (FNS) dans le cadre du programme Agora, en collaboration avec le fabricant d’appareils ménagers V-Zug et l’association économique SWICO. L’idée de ce projet est venue à l’initiateur du projet, Harald Desing, pendant le lockdown lié au COVID-19. « J’ai remarqué que les livres pour enfants de mes deux fils représentaient presque exclusivement le monde





**INSPIRER LA PROCHAINE GÉNÉRATION**



Ce sont surtout les professions scientifiques et techniques qui ont actuellement des problèmes de relève. Afin d'enthousiasmer les écoliers pour les sciences naturelles et la technique, différentes initiatives sont en cours à l'Empa. Ainsi, l'Empa accueille chaque année une centaine d'enfants de la 5<sup>e</sup> à la 7<sup>e</sup> classe lors de la journée nationale Futur en tous genres et propose régulièrement des visites guidées pour les classes. Dans le laboratoire de formation Smartfeld à Saint-Gall, auquel l'Empa participe, les enfants et les jeunes associent technologie et créativité dans des cours et des salles d'expérimentation. Un camp d'été a lieu chaque année à Dübendorf, au cours duquel les enfants peuvent se familiariser avec le monde de la recherche. En outre, de nombreux chercheurs de l'Empa s'engagent en tant qu'ambassadeurs, par exemple lors des Olympiades internationales des sciences et des « TecDays » / « TecNights » de la SATW.

d'hier», raconte le chercheur de l'Empa. Dans son travail, Harald Desing s'intéresse à des thèmes d'avenir comme justement l'économie circulaire. « Lorsque nous parlons, en tant que scientifiques, d'un avenir circulaire et durable, c'est très abstrait », dit-il. « Nous montrons des chiffres, des formules et des diagrammes parfois difficiles à comprendre. » Pour inciter la société à agir, le chercheur est convaincu qu'il faut plus que des faits : il faut une vision. C'est précisément une telle vision que les chercheurs de l'Empa sont en train d'élaborer avec les enfants des écoles ainsi qu'avec les enseignants et les étudiants de la PHSG. Les enfants apportent leur créativité et leur impartialité, les scientifiques créent le lien avec la réalité. « Les adultes ont déjà des idées bien arrêtées sur le fonctionnement de

notre système », explique Harald Desing. « Si on leur demande des solutions pour notre avenir, on obtient mille raisons pour lesquelles telle ou telle chose ne fonctionnera pas. Mais si on demande aux enfants, on obtient mille idées. »

Pour ce projet, Harald Desing collabore avec le programme pour les enfants à haut potentiel de la PHSG. « Ces thèmes peuvent être abordés avec tous les enfants, pas seulement ceux à haut potentiel », souligne Marion Rogalla, directrice du programme pour les enfants à haut potentiel de Rorschach et Rorschacherberg et spécialiste en sciences de l'éducation à la PHSG. Le programme se prête à un tel projet avant tout pour des raisons d'organisation. « Les enfants viennent chez nous une matinée par semaine pendant tout le semestre, et nous avons le temps de nous plonger avec eux dans un thème, par exemple avec des jeux, des expériences, des apports professionnels, des scènes de théâtre et des journaux intimes esquissés. »

**ARBRES À VIANDE ET TRAINS SOLAIRES**

Bien que de nombreux adultes n'abordent pas les thèmes de la durabilité uniquement avec des sentiments positifs, les enfants fonctionnent différemment, sait Harald Desing. « Les enfants sont ouverts. Ils se laissent volontiers convaincre par de nouvelles idées et ont beaucoup de plaisir à apprendre », dit-il. Les enfants le confirment : « C'est amusant d'avoir besoin de sa propre imagination pour imaginer des choses pour l'avenir », dit Lars, 9 ans. « Ce qui me plaît le plus, c'est notre idée de train qui produit sa propre électricité grâce à des panneaux solaires et qui alimente également la gare en électricité via la caténaire. »

Les enfants plus âgés sont également enthousiastes. « J'ai beaucoup appris



Photos: Empa



sur l'environnement et la durabilité. C'était très intéressant », raconte Loreleyn, 13 ans. Arjan, 12 ans, ajoute : « Je ne savais pas qu'il fallait plusieurs millions d'années pour qu'une bouteille en verre jetée se décompose ! » Alors qu'Arjan parle de manière très pragmatique des voitures électriques et des appareils efficaces, Loreleyn s'enthousiasme pour « l'arbre à viande ». « Il y a beaucoup de gens qui aiment manger de la viande. Si nous pouvions cultiver la viande comme une plante, ce serait beaucoup plus durable », dit-elle. « Bien sûr, l'arbre à viande n'est qu'une idée – mais il existe déjà aujourd'hui des laboratoires où l'on produit de la viande sans tuer d'animaux », sait la jeune fille.

Et les chercheurs prennent eux aussi plaisir à travailler avec les enfants. « Les enfants ont eu beaucoup d'idées et nous avons également posé beaucoup de questions », se réjouit Harald Desing. Lors d'un premier atelier commun, les enfants et les chercheurs ont développé des visions pour les villes durables du futur. Dans un deuxième atelier, il s'agira de raconter une histoire qui se déroule dans ce monde. Sur la base de ces deux ateliers, la designer et artiste Maya Ivanova conçoit le livre illustré pour enfants, qui devrait être publié début 2024. Grâce au matériel d'accompagnement supplémentaire développé par la PHSG, le livre pourra également être utilisé en classe.

Le projet de livre pour enfants n'a pas pour but de prédire l'avenir et de montrer la seule bonne voie vers un monde durable. « Nous voulons donner des pistes de réflexion », explique Harald Desing. Et qui sait – peut-être l'une ou l'autre idée des enfants donnera-t-elle une impulsion à la recherche. ■

Plus d'informations : [www.empa.ch/web/s506](http://www.empa.ch/web/s506)



# COMMENT CONSERVER L'ÉNERGIE ?

Transformer l'électricité en hydrogène afin de pouvoir stocker de l'énergie durable sur une longue période est un sujet d'actualité. Une étudiante en master de l'ETH Zurich a étudié, à l'aide de l'expertise et des outils des chercheurs de l'Empa, si l'utilisation d'un système dit « Power-to-Hydrogen-to-Power » dans un immeuble d'habitation était judicieuse.

Texte: Loris Pandiani

Comment faire passer l'énergie excédentaire de l'été à l'hiver? C'est l'une des questions centrales en ce qui concerne la manière dont nous voulons garantir à l'avenir notre approvisionnement en énergie de manière à la fois durable et sûre – d'autant plus que nous voulons nous passer des énergies fossiles à l'avenir. Ce sujet préoccupe également l'étudiante en master Josien de Koning: « Le réseau électrique suisse présente actuellement une surproduction en été, alors que nous sommes tributaires des importations en hiver. Ce déséquilibre va encore s'accroître avec l'électrification et le remplacement des centrales nucléaires par des sources d'énergie renouvelables comme l'énergie solaire. Il est important de trouver des solutions pour y remédier ». Dans le cadre de ses études de master dans le domaine des « Integrated Building Systems » à l'ETH Zurich, elle a donc voulu



## UNE POSSIBILITÉ

Le stockage à plus long terme de l'électricité issue de sources renouvelables prend de plus en plus d'importance. Une possibilité: la transformation en hydrogène.

examiner de plus près l'une des solutions possibles dans un travail semestriel début 2022. Elle a été soutenue dans sa démarche par les experts de l'« Urban Energy Systems Lab » de l'Empa.

## DE L'ÉLECTRICITÉ À L'HYDROGÈNE – ET INVERSEMENT

Josien de Koning s'est concentrée sur l'intégration d'un système dit « Power-to-Hydrogen-to-Power » (P2H2P). Ce système sert à transformer l'électricité – idéalement l'électricité excédentaire – en hydrogène, à la stocker et à en tirer à nouveau de l'électricité

en cas de besoin. Il comprend donc différents composants, tels que des installations photovoltaïques, un électrolyseur, des réservoirs d'hydrogène et des piles à combustible. Le grand avantage est que, contrairement à d'autres méthodes de stockage comme les batteries, l'énergie peut être stockée sans perte pendant des mois. « Dans mon travail, je voulais savoir s'il était judicieux d'intégrer une telle solution dans un système énergétique. J'ai choisi comme objet d'étude un immeuble d'habitation à Obersiggenthal », explique Josien de Koning.

Photo: Adobe Stock Images

## SOUTIEN AUX ÉTUDIANTS

Chaque année, l'Empa soutient une centaine d'étudiants de bachelor et de master issus des domaines les plus divers pour leurs travaux de semestre et de fin d'études. Le savoir-faire et les outils des différents laboratoires sont à leur disposition. Dans le domaine de l'énergie, les étudiants ont la possibilité d'utiliser, outre l'« outil ehub », la « plateforme ehub » pour répondre à leurs questions sur l'énergie. Sur celle-ci, des milliers de données historiques et en direct des bâtiments de l'Empa sont collectées et mises à disposition.



La première étape a été de modéliser le système à l'aide d'un logiciel. L'étudiante en master a utilisé pour cela l'outil « ehub », que les chercheurs de l'Empa ont développé ces dernières années et qui a finalement donné naissance à la spin-off « Symphony ». Cet outil reproduit des systèmes énergétiques et effectue des calculs à leur sujet. Dans un premier temps, Josien de Koning a défini dans le logiciel quels composants devaient être installés, quelles sources d'énergie étaient disponibles et quels étaient les besoins énergétiques du bâtiment. Après cette modélisation, le système devait être optimisé. Pour ce faire, l'étudiante a alimenté le logiciel avec des données provenant de différentes bases de données. Il s'agissait par exemple du rayonnement solaire, des émissions de CO<sub>2</sub> ainsi que des prix de l'électricité du réseau électrique suisse et de différentes données techniques des différents composants.

## LA SOLUTION OPTIMALE

Le logiciel a ensuite calculé, à l'aide des données d'entrée, les coûts et les émissions d'un système P2H2P et d'un système conventionnel sans les composants d'hydrogène – une fois pour le présent et une fois pour l'année 2040. L'objectif était de déterminer si la solution présentait un potentiel pour l'avenir, au cas où ce ne serait pas le cas aujourd'hui.

D'une part, il s'est avéré que l'installation P2H2P était en mesure de compenser le déséquilibre énergétique comme souhaité. Les batteries et le stockage thermique ont pu absorber les variations quotidiennes, le stockage d'hydrogène les variations saisonnières. D'autre part, le système P2H2P n'a cependant été reconnu comme la solution optimale dans aucun des scénarios – son intégration était donc plus coûteuse et présentait des émissions plus élevées

que le système conventionnel, tant en 2020 qu'en 2040. Le principal problème était le réservoir de stockage de l'hydrogène, dont la taille avait une forte influence sur les coûts et les émissions.

Josien de Koning est néanmoins convaincue que le système pourrait avoir du potentiel à l'avenir: « Il est tout à fait possible qu'en 2040, le système P2H2P se situe dans une fourchette acceptable en termes de prix et d'émissions de CO<sub>2</sub>. Mais pour cela, nous devons réussir à réduire considérablement la taille du réservoir d'hydrogène. Les facteurs décisifs à cet égard sont les améliorations technologiques et les baisses de prix du système lui-même, ainsi que la réduction de la consommation en général. »

Un point important: l'analyse a été effectuée dans le contexte du réseau électrique suisse, qui est déjà très propre. Josien de Koning part du principe que dans d'autres réseaux électriques européens, où les émissions de CO<sub>2</sub> sont plus élevées, le système P2H2P obtiendrait de meilleurs résultats. Un couplage avec des industries qui pourraient utiliser l'hydrogène à l'avenir – par exemple en remplacement du gaz naturel pour des applications à haute température – pourrait également rendre la technologie plus lucrative.

Si certaines conditions changent à l'avenir, le « Power-to-Hydrogen-to-Power » pourrait donc bien aider à transférer l'énergie excédentaire de l'été à l'hiver. Il est en tout cas certain que ce thème continuera d'accompagner Josien de Koning dans ses futurs travaux: « De mon travail à l'Empa, je retire de nombreuses connaissances précieuses et des questions de suivi pour la suite de mon parcours académiques. » ■

Plus d'informations: [www.empa.ch/web/s313](http://www.empa.ch/web/s313)



# UNE BATAILLE DE BOUE PROPRE

Écologique, disponible partout et recyclable : l'argile séduit comme alternative propre parmi les matériaux de construction. Ellina Bernard, chercheuse de l'Empa, découvre aujourd'hui comment cette terre très convoitée peut effectivement être utilisée de manière durable et stable dans la construction. Son projet est soutenu par le Fonds national suisse (FNS) avec une « Ambizione-Grant ».

Texte : Andrea Six



**L'ARGILE, UN MATÉRIAU DE CONSTRUCTION ALTERNATIF**  
Ellina Bernhard avec un échantillon de laboratoire.

L'environnement construit est à la fois le fondement architectural d'une société et l'un de ses plus grands pollueurs. La production de ciment à elle seule génère environ 7 % des émissions de gaz à effet de serre dans le monde. Les chercheurs de l'Empa travaillent donc sur différents moyens de réduire ces émissions grâce à des matériaux et des technologies de construction innovants. L'une de ces voies vers une construction propre est boueuse : Ellina Bernard du laboratoire « Béton & Asphalte » de l'Empa à Dübendorf et de la chaire de construction durable de l'ETH Zurich étudie actuellement le potentiel de l'argile en tant que matériau de construction durable. En effet, par rapport à la terre cuite, l'argile devrait dégager nettement moins de CO<sub>2</sub>. De plus, il est disponible presque indéfiniment, recyclable et facile à travailler – tout à fait en association avec d'autres « hipsters » de la culture moderne de la construction, comme les déchets organiques issus du traitement du chanvre.

## PÂTE TERREUSE POUR HABITATIONS

Le potentiel de cette alternative au béton serait énorme. Certes, le béton ne pourrait pas être remplacé par l'argile pour tous les types de construction. Mais, en plus d'une multitude de constructions non porteuses, des murs porteurs de maisons d'habitation sont possibles. Et après tout, plus de la moitié de tous les permis de construire, par exemple en Suisse, sont justement attribués à des bâtiments d'habitation. Il est possible d'utiliser de la terre coulée dans un moule ou de l'argile comprimée sous forme de blocs de construction préfabriqués. Et ces briques d'argile séchées à l'air ont un bilan énergétique plus favorable que leurs congénères cuites, les briques de terre cuite.

Photos : Empa

Un véritable remède miracle ? « Pas encore », répond la chercheuse de l'Empa Ellina Bernard. En effet, bien que l'argile soit utilisée depuis environ 10 000 ans et fasse donc partie des matériaux de construction les plus primitifs de l'histoire de l'humanité, cette pâte terreuse n'est pas encore vraiment maîtrisée à ce jour. D'une part, la composition géologique de ce matériau naturel varie d'un pays à l'autre, ce qui rend difficile une production et une utilisation standardisées. D'autre part, du ciment traditionnel est actuellement ajouté à l'argile afin d'obtenir un matériau de construction stable et durable. Or, cet ajout fait à nouveau passer l'empreinte écologique de l'argile dans la zone rouge. Ellina Bernard et son équipe veulent donc étudier le matériau terreux, définir des normes pour la composition et la résistance mécanique et développer ainsi un matériau de construction alternatif propre pour l'utilisation industrielle. Pour ce projet ambitieux, la chercheuse de l'Empa est soutenue par l'un des « Ambizione Grants » très convoités du FNS.

## SUBVENTION « AMBIZIONE » DU FNS

Le projet d'Ellina Bernard intitulé « Décrypter le rôle du magnésium dans les matériaux terrestres pour une construction durable » a été soutenu par le Fonds national suisse (FNS) au moyen d'une subvention « Ambizione ». Cette subvention est destinée aux jeunes chercheuses qui ont un projet personnel et qui ont déjà obtenu leur doctorat.



## LA FORCE DOUCE DU MAGNÉSIMUM

La transformation d'une pâte boueuse d'eau et de terre en un produit solide comme le roc a quelque chose de mystérieux. Pour l'élucider et finalement la contrôler, Ellina Bernard plonge au cœur de la matière. Contrairement au

ciment, dont la cohésion est assurée par des liaisons chimiques, les fins minéraux composants l'argile forment des liaisons physiques lors du séchage à l'air. Une stabilité comme celle du béton ne peut pas être obtenue de cette manière. C'est pourquoi la chercheuse est à la recherche d'un liant stabilisant approprié.

Elle est aidée dans sa tâche par le géologue Raphael Kuhn, qui prépare actuellement sa thèse sur les additifs pour argile. L'oxyde de magnésium est un candidat prometteur. S'il est extrait de manière durable, il présente un excellent bilan climatique par rapport au ciment contenant du calcium, dont la réaction chimique libère de grandes quantités de CO<sub>2</sub>. De plus, l'oxyde de magnésium réduit le temps de séchage, agit contre la formation redoutée de grumeaux dans l'argile grâce à la formation de nanocristaux et n'intervient pourtant que peu dans la microstructure et la nanostructure avantageuses des particules élémentaires d'argile.

Lors des premières expériences en laboratoire, l'équipe a déjà atteint une résistance à la compression allant jusqu'à 15 mégapascals avec différentes formules d'argile – un multiple de l'argile non traitée. À titre de comparaison, l'argile additionnée de ciment atteint jusqu'à 20 mégapascals.

« Mais ce n'est que le début », explique Ellina Bernard. Comme elle souhaite évaluer la durabilité des matériaux de construction de manière globale, les expériences en laboratoire doivent également être accompagnées d'analyses de cycle de vie qui englobent la durabilité, la déconstruction et le recyclage des matériaux. ■

Plus d'informations : [www.empa.ch/web/s308](http://www.empa.ch/web/s308)



**UN OUTIL IMPORTANT**

Le « gabarit » entre les mains de Dorina Opris sert à fabriquer des électrodes pour les actionneurs utilisés dans les condensateurs empilés.



# JUSQU'À CE QUE LA CHIMIE SOIT BONNE

Dorina Opris étudie à l'Empa comment synthétiser des polymères électroactifs complexes pour des composants de robots, des capteurs ou des batteries – un projet prometteur que le Conseil européen de la recherche soutient actuellement avec l'un de ses prestigieux « ERC Consolidator Grants ». Ce n'est pas le premier succès de la chimiste de l'Empa – mais le chemin pour y parvenir n'a pas été facile.

Texte : Norbert Raabe

**A** première vue, la carrière de Dorina Opris, née en 1974, ressemble à un livre d'images: des études de chimie à l'Université Babeş-Bolyai de Cluj en Roumanie, en passant par la Freie Universität de Berlin, jusqu'à devenir professeure titulaire à l'EPF de Zurich et directrice du groupe de recherche « Functional Polymeric Materials » à l'Empa – soutenue par un « ERC Consolidator Grant » d'environ 2 millions d'euros. Tout cela en menant une vie privée avec une famille et les joies, les soucis et les obligations liés à deux enfants.

Comment cela se fait-il? Avec du talent, qui a été reconnu et encouragé très tôt – déjà en tant qu'étudiante en Transylvanie. Grâce à une formation variée – non seulement en théorie, mais aussi en pratique de laboratoire, ce que regrette Dorina Opris chez certains étudiants en Suisse. Et grâce à un domaine de recherche à fort

potentiel: de nouveaux polymères diélectriques s'allongent sous l'effet d'une tension électrique et peuvent être utilisés comme couches ultrafines dans des actionneurs ou d'autres composants – par exemple pour des muscles artificiels, sur lesquels des recherches sont menées depuis des années, pour la production d'électricité et pour bien d'autres choses encore.

Le chemin vers cette discipline passionnante n'a certes pas été une promenade de santé, mais plutôt une pente raide et des détours. La recherche d'emploi de Dorina Opris, après la naissance de sa fille, a duré presque deux ans avant qu'elle ne réussisse à entrer à l'Empa. Et pour ses débuts dans la recherche sur les matériaux, la chimiste organique de formation a dû trouver son domaine, voire même l'inventer – avec des échecs initiaux. Les idées ont échoué, les fonds de recherche n'ont pas été accordés. Comment se sent-on? « Miser... », dit Opris en riant.

Que fait-on alors? Continuer. Les encouragements du Fonds national suisse (FNS) et le programme de bourses Sciex pour trois bourses postdoctorales, toutes attribuées à des femmes, ont apporté un soutien. Et enfin, en 2020, le « ERC Consolidator Grant » pour le projet « TRANS » (voir infobox), pour lequel la chercheuse a eu des sueurs froides: deux semaines de préparation méticuleuse pour une présentation zoom de deux minutes et 18 minutes de questions-réponses avec des spécialistes. « J'ai dû être capable de répondre très rapidement à de nombreuses questions », raconte-t-elle, « mais cela m'a convenu parce que je suis une personne qui va vite à l'essentiel et qui ne fait pas beaucoup de discours. »

Si elle maîtrise son domaine de A à Z, elle le doit, comme elle le souligne, au savoir-faire que ses collègues de l'Empa ont développé – comme l'ingénieur Gabor Kovac. Il a fait avancer la fabrication d'actionneurs empilés



avec des disques de silicone extensibles pendant de nombreuses années et les a développés avec son partenaire Lukas Düring jusqu'à ce que leur spin-off «CTsystems» soit récemment reprise par le groupe Daetwyler.

**LE PROJET «TRANS»**



Avec le projet de recherche «Synthesis of novel stimuli responsive dielectric polymers and their use in powerful transducers» (TRANS), Dorina Opris met en place une équipe multidisciplinaire qui développe des polymères diélectriques imprimables. Ils peuvent convertir une forme d'énergie en une autre, qu'il s'agisse de tension électrique en dilatation ou de mouvements et de changements de température en électricité. Les applications possibles vont des actionneurs et des capteurs à la «robotique douce», en passant par le stockage de l'énergie et le refroidissement des solides. Le projet est prévu pour une durée de cinq ans et durera jusqu'en avril 2026. Lors de l'attribution d'un «ERC Consolidator Grant», le projet TRANS a été sélectionné parmi plus de 2500 candidatures. La chercheuse de l'Empa est l'une des quelque 120 femmes qui ont été récompensées en 2020 – avec 37 %, c'est la proportion de femmes la plus élevée depuis l'introduction des «Consolidator Grants».

« Ils ont développé les appareils permettant de mesurer la manière dont les actionneurs s'allongent en présence de différents champs électriques », raconte Dorina Opris, « nous étions très en avance sur ce sujet, et cela m'a énormément aidé. » Contrairement à ses collègues, la chimiste travaille certes moins sur la technologie d'impression de tels composants qu'un « étage en dessous » – sur la synthèse de nouveaux polymères qui conviennent comme couches non conductrices pour des transistors

empilés, des films élastiques pour la production d'électricité et d'autres éléments. Le profil souhaité : le plus fin possible, avec l'objectif lointain de nombreuses couches de seulement 10 micromètres d'épaisseur ; bien extensible, sensible à une faible tension de courant et en même temps robuste. Et surtout : imprimable, donc sans solvant pour les couches conductrices entre lesquelles se trouvent les polymères. « Les solvants peuvent endommager la couche de polymère. En outre, le matériau devrait sécher longtemps pour ne pas émettre de vapeurs nocives », explique Opris, « c'est pourquoi nous essayons de nous en passer – avec la chimie appropriée. »

Des exigences multiples auxquelles s'intéressent les chercheurs du monde entier. Les composés appropriés qui suscitent des espoirs sont les polysiloxanes, sur lesquels travaille également la spécialiste de l'Empa. Un avantage important de ces polymères : ils sont relativement faciles à synthétiser ; la « colonne vertébrale » de leurs brins est très mobile – et ils peuvent être manipulés de manière ciblée avec des groupes polaires, c'est-à-dire des molécules chargées en plus ou en moins.

**DES MOLÉCULES QUI RESSEMBLENT À DES SERPENTS**

Ce qui est difficile à comprendre pour les profanes, Dorina Opris l'explique par une image parlante : « On peut se représenter ces polysiloxanes comme un pot rempli de serpents qui veulent toujours bouger. » Les groupes polaires ont un double effet sur eux. D'une part, ils rendent les serpents moléculaires plus sensibles aux champs électriques afin qu'ils réagissent à de faibles tensions. D'autre part, ils agissent comme une sorte de colle entre les molécules ; cela les « raidit » et diminue ainsi leur importante élasticité.

**DORINA OPRIS**

**CARRIÈRE :** La chercheuse a étudié la chimie à l'Université Babeş-Bolyai en Roumanie et a obtenu plus tard son doctorat dans cette université ainsi qu'à l'Université libre de Berlin en chimie inorganique. En 2006, elle a rejoint le département Polymères fonctionnels de l'Empa pour un post-doctorat. Depuis 2014, elle dirige le groupe de recherche « Functional Polymeric Materials » ; depuis 2023, elle est professeure titulaire à l'ETH Zurich. Outre de multiples travaux sur les polymères tels que les polysiloxanes, elle effectue des activités de peer reviewing auprès de maisons d'édition renommées. Depuis 2016, Dorina Opris est en outre membre de la commission de recherche de l'Empa.

Il s'agit d'ajuster finement ces deux effets afin d'obtenir un succès maximal. Pour une utilisation dans la pratique, il est important de passer de l'état solide à l'état élastique à basse température, afin que la technologie puisse ensuite être utilisée à température ambiante.

De plus, de telles formations polymères doivent encore être « réticulées » chimiquement pour pouvoir devenir des couches élastiques – par exemple par la lumière UV et à l'aide de ce que l'on appelle des groupes terminaux : des « chapeaux » quasi moléculaires qui portent les serpents à leurs extrémités. Mais dans la pratique de laboratoire, il s'avère jusqu'à présent délicat de doter ces polymères de manière fiable de groupes terminaux définis. « Cela m'énerve », avoue Opris avec un sourire.

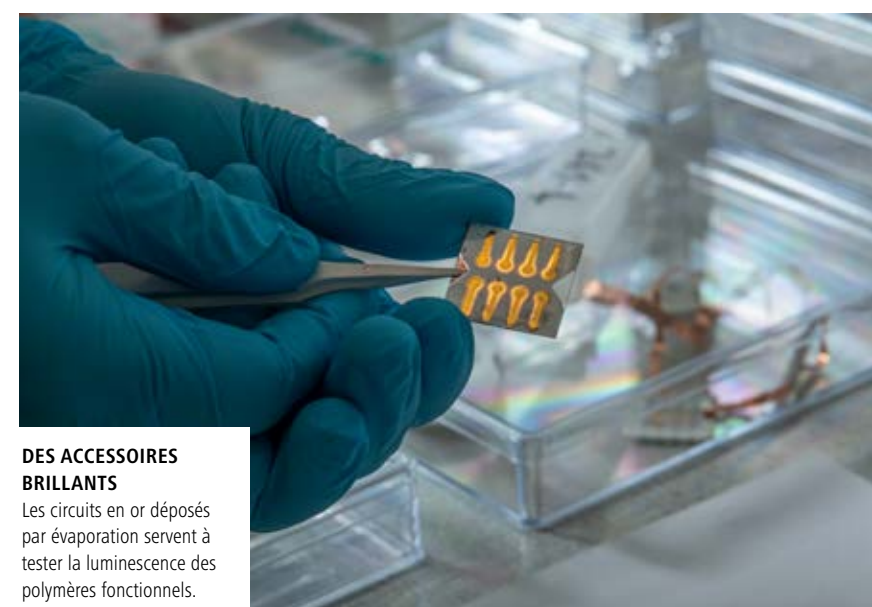
Il faut une saine ambition pour le projet TRANS, que la chimiste qualifie elle-même de « très, très ambitieux ». L'équipe est optimiste car des tra-



**CONTRÔLE À LA LUMIÈRE UV**  
Dorina Opris et le doctorant Malte Beccard observent la décoloration de l'eau dans laquelle l'adjuvant spiropyranne est dissous.



**LA HAUTE TECHNOLOGIE À PETITE ÉCHELLE**  
Le capteur de contrainte imprimé ne fait que 500 micromètres d'épaisseur et dispose de capacités « d'autoguérison ». S'il est endommagé par une coupure, sa fonction reste intacte.



**DES ACCESSOIRES BRILLANTS**  
Les circuits en or déposés par évaporation servent à tester la luminescence des polymères fonctionnels.

Photos : Marion Nitsch

vaux antérieurs ont déjà donné des résultats encourageants ; comme par exemple un composé de polysiloxane qui a réagi à une tension de seulement 300 volts et s'est fortement déformé – une valeur extrêmement faible. L'impression de couches de condensateurs sans solvant a également déjà été réalisée. Et un doctorant a récemment mis au point un élastomère piézoélectrique qui, lorsqu'il est étiré, présente une réponse électrique nettement plus élevée que d'autres composés actuellement utilisés.

**CRÉATIVITÉ ET ESPRIT D'ÉQUIPE POUR RÉUSSIR**

Pour obtenir des résultats exploitables, de nombreuses autres étapes sont nécessaires – et les qualités qui ont amené Dorina Opris à l'Empa et à l'ETH Zurich. Non seulement la persévérance et la capacité à transformer les essais infructueux en progrès, mais aussi la création d'un environnement inspirant pour les collaborateurs, qui permette des débats ouverts et aussi des erreurs, afin que de bonnes idées voient le jour.

Et surtout, de l'optimisme. Selon la cheffe, il faut donner aux jeunes chercheurs des projets passionnants et exigeants, puis les laisser travailler de manière autonome pour qu'ils restent motivés. Son conseil aux femmes talentueuses, basé sur sa propre biographie : « N'attends pas que quelqu'un te pousse à faire de la recherche. Il faut que tu sois motivée et forte et que tu ailles jusqu'au bout ! Et prends aussi des risques de temps en temps ». Des enfants et une famille ? Pas un problème insurmontable ; selon la chercheuse, les défis privés peuvent presque toujours être surmontés grâce à une bonne planification et un partenaire qui les soutient. ■

Plus d'informations : [www.empa.ch/web/s209](http://www.empa.ch/web/s209)



# SUR DES RAYONS TÉRAHERTZ VERS LE MEXIQUE

Une performance exceptionnelle au concours national « Science et Jeunesse » ouvre de nouvelles portes. C'est exactement ce qu'ont démontré Sofie Gnannt et Nick Cáceres, apprentis laborantins en physique au laboratoire « Transport at Nanoscale Interfaces » de l'Empa. Avec leur projet « Séparation des matières plastiques par rayonnement Téraherz », qui a obtenu la note « exceptionnel », ils représenteront la Suisse en octobre au MILSET, la conférence internationale des jeunes chercheurs, qui se tient au Mexique.

Texte : Amanda Caracas



**EXCEPTIONNELS**  
Sofie Gnannt et Nick Cáceres, apprentis laborantins en physique, ont présenté leur projet sur la séparation des matières plastiques par rayonnement téraherz lors de la finale du 57<sup>e</sup> concours « Science et Jeunesse ».

D'Uster à Saint-Gall, puis au Mexique ! Un voyage que les apprentis laborantins en physique Sofie Gnannt et Nick Cáceres, dans leur quatrième année d'apprentissage, ont entrepris en novembre 2022 lorsqu'ils ont remporté le prix du jury et le prix des participants pour leur projet « Séparation des matières plastiques par rayonnement Téraherz » lors du concours des apprentis de l'Oberland zürichoïse – une exposition qui a accueilli 34 projets et un nombre de visiteurs à quatre chiffres.

Après leur succès à Uster, ils se sont rendus à Saint-Gall en avril 2023 pour la finale du 57<sup>e</sup> concours national « Science et Jeunesse » (Schweizer Jugend forscht, SJF), où Sofie et Nick ont eu l'occasion de se mesurer à d'autres jeunes – principalement des lycéens – de toute la Suisse. Après les éliminatoires en janvier 2023 à Berne, les deux jeunes ont été soutenus par un expert « Science et Jeunesse » et ont pu approfondir leurs recherches. Ce travail a abouti à un projet qui a été présenté à un jury d'experts ainsi qu'au grand

public et qui a finalement reçu la note « exceptionnel » ainsi que le prix spécial MILSET Expo-Sciences International (ESI), parrainé par la Fondation Metrohm.

## PROBLÈMES QUOTIDIENS – SOLUTIONS INTELLIGENTES

Le projet des deux jeunes chercheurs était axé sur le développement de méthodes efficaces de recyclage des matières plastiques – un sujet considéré comme particulièrement important à l'ère actuelle de la réutilisation et du recyclage. C'est aussi ce qui a motivé Nick :

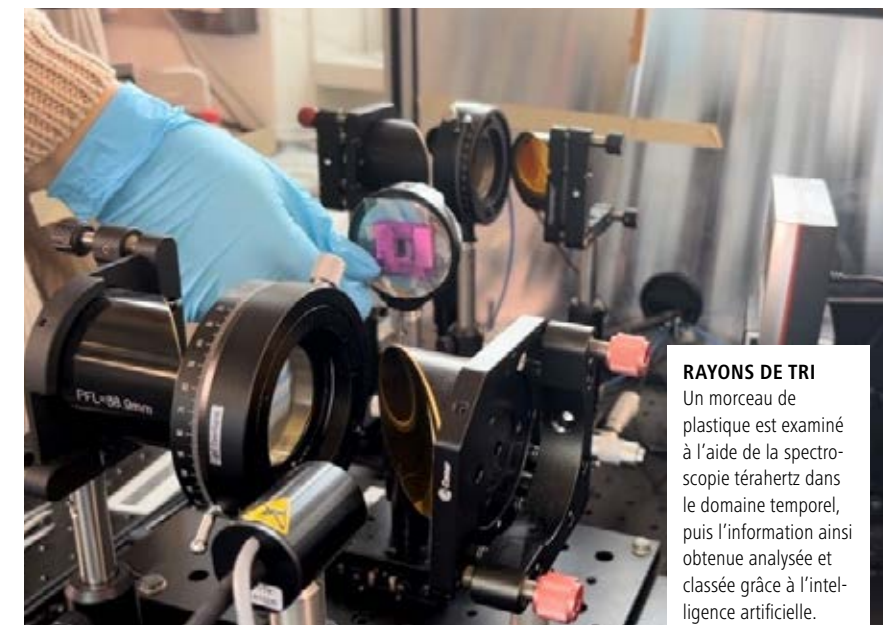
« Dans le monde d'aujourd'hui, il y a beaucoup de problèmes, et l'un d'entre eux est la pollution par les déchets plastiques. C'est ce qui nous a incités à explorer une solution possible dans le cadre de notre projet. » Pour parvenir à une classification fiable des plastiques à recycler, les deux apprentis ont étudié la spectroscopie téraherz dans le domaine temporel (THz-TDS) comme méthode d'extraction d'informations macromoléculaires à partir de polymères inconnus. Cette approche est rendue possible en raison de la transparence relativement élevée des plastiques au rayonnement téraherz tout en permettant d'obtenir des informations importantes sur la manière dont un matériau polymère particulier interagit avec le rayonnement téraherz. Le rayonnement téraherz

## PROMOTION DES MÉTIERS D'APPRENTISSAGE



L'Empa est une entreprise formatrice pour les professionnels engagée et plusieurs fois récompensée. Une quarantaine d'apprentis sont formés dans dix métiers différents à Dübendorf, Saint-Gall et Thoune : Polymécanicien(ne), Installateur(trice) électricien(ne), Laborantin(e) spécialisé(e) en chimie, biologie, physique et textile, Informaticien(ne) technique des systèmes, Employé(e) de commerce, Constructeur(trice), Agent(e) d'entretien. Des formateurs et formatrices compétents transmettent leur savoir avec passion. L'Empa offre la possibilité d'effectuer des stages parallèles à la formation auprès de différents partenaires industriels ainsi que de fréquenter l'école de maturité professionnelle. Les séjours linguistiques et les semaines de projet sont soutenus financièrement et les bonnes performances en entreprise et à l'école sont récompensées. Un tel engagement porte ses fruits : le taux de réussite aux examens de fin d'apprentissage à l'Empa est proche de 100 %.

Photos : « Science et Jeunesse »



**RAYONS DE TRI**  
Un morceau de plastique est examiné à l'aide de la spectroscopie téraherz dans le domaine temporel, puis l'information ainsi obtenue analysée et classée grâce à l'intelligence artificielle.

est composé d'ondes électromagnétiques non ionisantes dont les longueurs d'onde se situent entre les micro-ondes et l'infrarouge. Cette technique a été choisie pour le projet de recherche parce que les deux apprentis l'avaient découverte lors de leur première année d'apprentissage et qu'elle convenait à l'expérience. L'apprentissage automatique a été utilisé pour entraîner le modèle avec des données provenant de plastiques courants afin de les distinguer les uns des autres et de les classer dans quatre des principales classes recyclables.

## LE SUCCÈS GRÂCE AU TRAVAIL D'ÉQUIPE ET AU MENTORAT

Grâce à leurs nouvelles expériences Sofie et Nick peuvent confirmer, que la recherche ne se limite pas à l'étude approfondie d'un domaine. Elle exige également de la persévérance, de l'assiduité et le soutien de personnes partageant les mêmes idées. Un défi particulier, a été par exemple la compilation de la documentation écrite et les recherches bibliographiques approfondies qu'elle a nécessitée. « Ce travail nous a montré comment nous pouvions combiner nos connaissances avec la pratique », explique Sofie. Ce

faisant, les deux apprentis ont procédé de manière très déterminée et structurée, comme l'a souligné l'expert du SJF Gregory Gäumann dans ses félicitations.

En outre, les deux apprentis ont démontré, par leur approche solide, comment des solutions possibles à un problème social existant peuvent être élaborées et mises en œuvre avec succès. Le formateur professionnel des deux apprentis à l'Empa, Dominik Bachmann, a été impressionné par la manière dont les deux apprentis se sont familiarisés avec le sujet, se sont procurés la littérature nécessaire et, lorsqu'ils avaient des questions, par leur motivation à s'adresser non seulement à lui, mais aussi aux experts de l'Empa. Il déclare : « J'ai trouvé Sofie et Nick très motivés et j'ai vu comment ils se stimulaient mutuellement pour améliorer leurs performances grâce à un travail d'équipe engagé. Je pense que c'est ce qui a fait leur succès. » Le parcours de Sofie et Nick en témoigne : en travaillant ensemble, de nouvelles opportunités naissent et les portes s'ouvrent. ■

Plus d'informations :  
[www.empa.ch/web/s606/lehreanderempa](http://www.empa.ch/web/s606/lehreanderempa)





**Emma Trivellin** Laborantine en chimie CFC

OCCUPATION	Laborantine en chimie CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	3
MISSION	Analyses environnementales
COMPÉTENCES	Sciences naturelles
CHALLENGE	Rester assise tranquillement
SUPER POUVOIR	DJ (techno)

Emma Trivellin analyse des échantillons environnementaux pour y détecter des substances toxiques telles que les dioxines ou les polychlorobiphényles. Après son apprentissage, elle souhaite d'abord acquérir de l'expérience professionnelle avant de passer la maturité professionnelle. Pendant son temps libre, elle est à la table du DJ et aime produire de la musique et danser.



**Kay Krämer** Polymécanicien CFC

OCCUPATION	Polymécanicien CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	4
MISSION	Fabriquer des pièces détachées
COMPÉTENCES	Technique, précision, logique
CHALLENGE	Algèbre
SUPER POUVOIR	Tuner les voitures

Kay Krämer apprécie la diversité des machines et des techniques de fabrication utilisées à l'Empa, car les projets de recherche nécessitent généralement des pièces uniques sur mesure. Ce qui lui plaît aussi à l'Empa, c'est l'équipe cool de l'atelier. Pendant son temps libre, il aime bricoler sur sa voiture.



**Marika Jodice** Laborantine textile CFC

OCCUPATION	Laborantine textile CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	3
MISSION	Des médicaments à porter
COMPÉTENCES	Chimie, flexibilité
CHALLENGE	Equations mathématiques
SUPER POUVOIR	Karaté

Dans le cadre de son apprentissage de laborantine textile, Marika Jodice analyse des masques Covid, des vêtements de protection pour pompiers et des ballons de foot de la FIFA. Elle participe à des projets de recherche qui développent par exemple des capteurs médicaux avec des fibres optiques. Marika apprécie l'environnement international dans lequel elle peut mettre en pratique ses connaissances en langues étrangères.



**Josua Roduner** Laborantin en biologie CFC

OCCUPATION	Laborantin en biologie CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	2
MISSION	Chasseur de virus
COMPÉTENCES	Curiosité, talent pour la nature & la technique
CHALLENGE	Consigner des données
SUPER POUVOIR	Entraînement physique

Josua Roduner travaille avec des bactéries et des virus afin d'étudier les effets des nanoparticules. Ses «ani-maux de compagnie» sont des cellules en culture cellulaire, avec lesquelles il étudie la biocompatibilité de nouvelles substances. Ce qu'il apprécie à l'Empa, c'est la diversité des expériences et le fait de pouvoir apporter ses propres idées.



**Angelina Isufi** Employée de commerce CFC

OCCUPATION	Employée de commerce CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	3
MISSION	Gérer des processus sans heurts
COMPÉTENCES	Informatique, langues, communication
CHALLENGE	Règles de la virgule
SUPER POUVOIR	Le football

Footballeuse talentueuse au FC Zurich, Angelina Isufi suit une formation d'employée de commerce CFC à la Sport Academy de Zurich et à l'Empa. Après son apprentissage, Angelina Isufi veut passer la maturité professionnelle et commencer des études. Mais pour l'instant, elle donne tout ce qu'elle a pour devenir footballeuse professionnelle.



**Tobias Bättig** Dessinateur-constructeur CFC

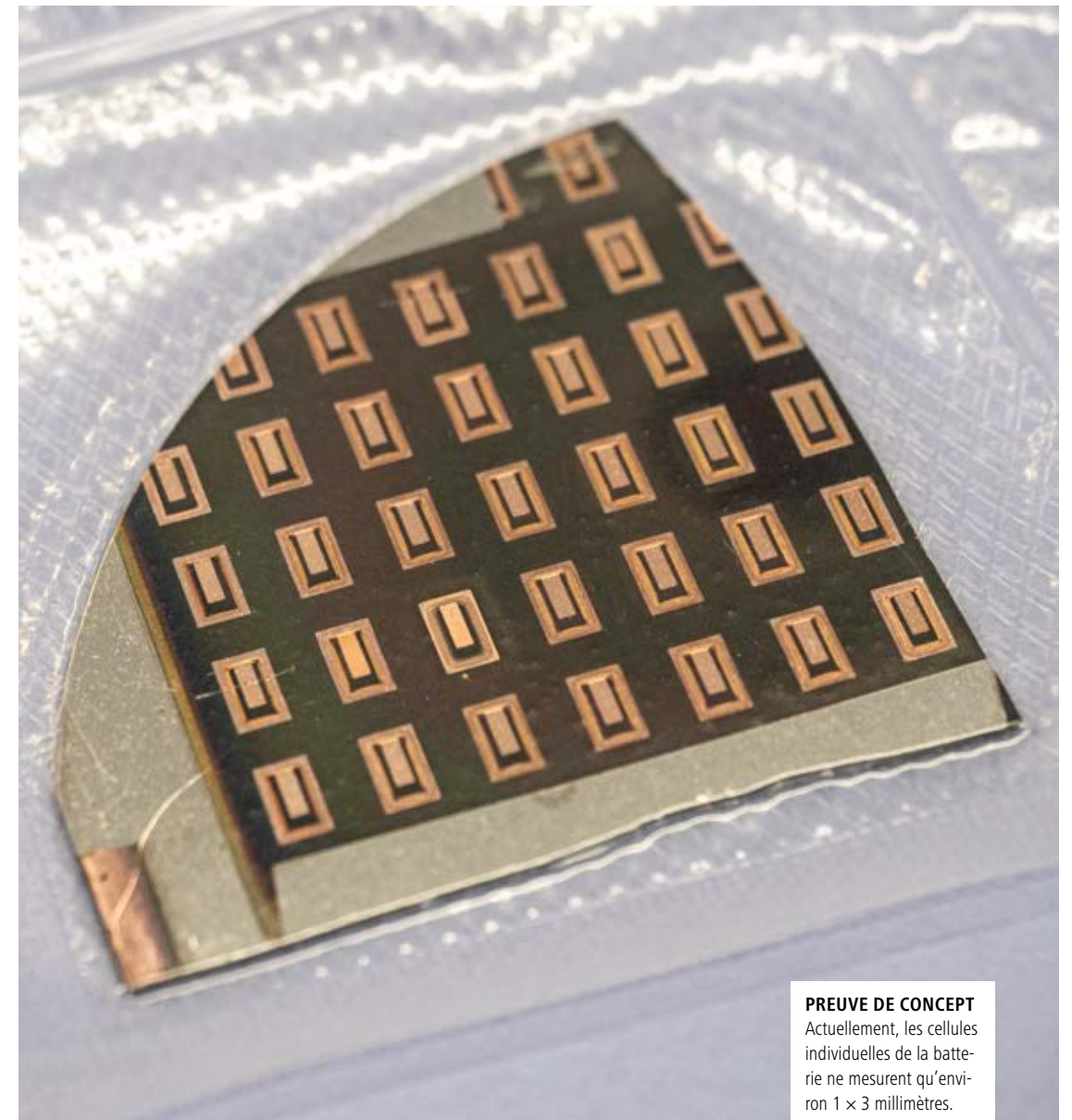
OCCUPATION	Dessinateur-constructeur CFC
ANNÉE D'APPRENTISSAGE	4
MISSION	Prototypes pour la recherche
COMPÉTENCES	Informatique, passion pour la technique
CHALLENGE	Français
SUPER POUVOIR	La moto

Tobias Bättig travaille en étroite collaboration avec des chercheurs qui ont besoin de prototypes pour leurs projets. La construction 3D sur ordinateur et le travail technique lui plaisent. Lors d'un stage en atelier, il a pu suivre ses constructions jusqu'à la fabrication mécanique et l'usinage.

# RÉVOLUTION RECHARGEABLE

Le spin-off de l'Empa « BTRY » veut révolutionner les accumulateurs : leurs batteries à couches minces ne sont pas seulement plus sûres et plus durables que les batteries lithium-ion traditionnelles, elles sont aussi beaucoup plus écologiques à produire et peuvent être chargées et déchargées en une minute seulement. La batterie est encore petite, mais les fondateurs ont de grands projets.

Texte : Anna Ettlén



**PREUVE DE CONCEPT**  
Actuellement, les cellules individuelles de la batterie ne mesurent qu'environ 1 x 3 millimètres.

## NOS AS DE L'APPRENTISSAGE

Un apprentissage à l'Empa vaut la peine. Chaque année, des apprentis terminent avec succès leur formation dans les dix métiers d'apprentissage à Dübendorf, Saint-Gall et Thoune. Qu'ils soient informaticiens, installateurs-électriciens ou laborantins en physique, tous sont des as dans leur métier. Et tous disposent en outre de super-pouvoirs.

Photos et illustration : Empa

Photo : Empa



Les batteries lithium-ion sont partout : des smartphones et des ordinateurs portables aux voitures et aux satellites en orbite autour de la Terre. C'est actuellement notre technologie de batterie la plus sophistiquée. Pourtant, elle n'est pas idéale pour toutes les applications. Les batteries lithium-ion perdent de la capacité à chaque cycle de charge et de décharge, se rechargent relativement lentement et ne fonctionnent vraiment bien que dans une plage de température étroite.

Du point de vue des chercheurs de l'Empa Abdessalem Aribia et Moritz Futscher du laboratoire « Thin Films and Photovoltaics » de l'Empa, il est temps de repenser la technologie des batteries. Par rapport à d'autres technologies existantes ou en cours de développement, leur batterie à l'état solide à base de lithium métal présente plusieurs avantages majeurs. Par exemple, elle peut être chargée et déchargée en une minute, dure environ dix fois plus longtemps qu'une batterie lithium-ion et est insensible aux variations de température.

De plus, contrairement aux batteries lithium-ion, elle n'est pas inflammable – un grand avantage, car les batteries actuelles sont considérées comme des matières dangereuses. Une mauvaise manipulation ou l'endommagement d'une pile lithium-ion traditionnelle peut provoquer un incendie qui libère des gaz toxiques et elle est extrêmement difficile à éteindre. « En revanche, si vous coupez notre batterie avec des ciseaux », explique Abdessalem Aribia, « vous avez simplement deux batteries deux fois moins bonnes. »

Abdessalem Aribia et Moritz Futscher veulent maintenant commercialiser

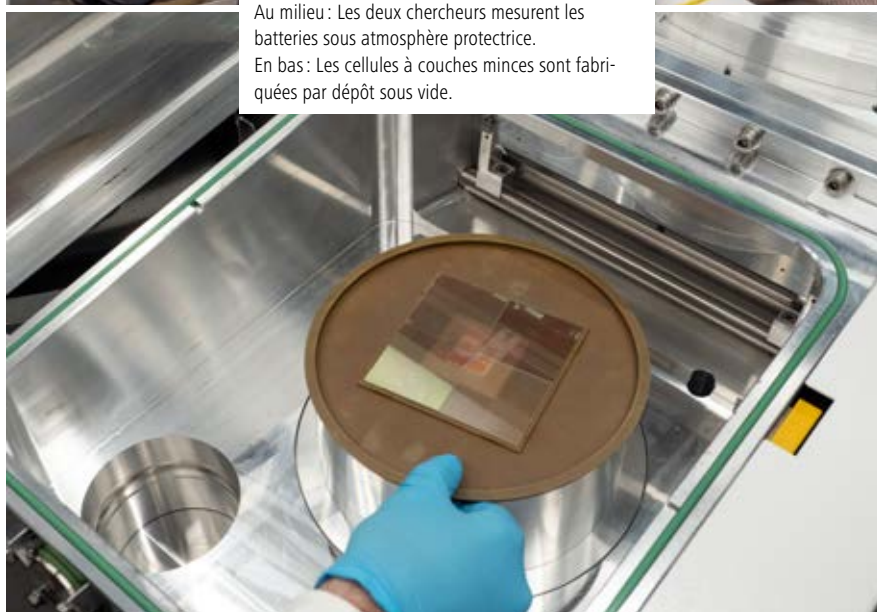


#### L'INNOVATION EN MARCHÉ

En haut : CEO Moritz Futscher et CTO Abdessalem Aribia au Coating Competence Center de l'Empa.

Au milieu : Les deux chercheurs mesurent les batteries sous atmosphère protectrice.

En bas : Les cellules à couches minces sont fabriquées par dépôt sous vide.



cette technologie prometteuse. Avec le directeur du laboratoire Yaroslav Romanyuk, ils ont créé une spin-off appelée « BTRY » (prononcé « batterie »). Abdessalem Aribia, qui assume le rôle de CTO chez BTRY, n'avait jamais envisagé auparavant de créer sa propre entreprise. En revanche, le CEO Moritz Moritz Futscher s'intéresse aux start-up depuis ses années d'études. Les deux chercheurs travaillent ensemble depuis des années sur le projet de batterie et forment une équipe bien rodée. « Nous sommes convaincus que notre produit peut apporter une réelle valeur ajoutée », déclare Moritz Futscher.

#### FABRICATION DE HAUTE PRÉCISION

Cette batterie d'un nouveau genre est ce qu'on appelle une batterie à l'état solide en couches minces. La technologie en soi n'est pas nouvelle : de telles batteries sont déjà connues depuis les années 1980. Mais en raison de la très

« Si vous coupez notre batterie avec des ciseaux, vous avez simplement deux batteries deux fois moins bonnes. »

faible masse de leurs composants à couche mince – la cellule entière n'a que quelques micromètres d'épaisseur – elles ne pouvaient jusqu'à présent stocker que très peu d'énergie. Moritz Futscher et Abdessalem Aribia ont réussi à empiler les cellules à couches minces les unes sur les autres et à augmenter ainsi leur capacité.

La pile devient ainsi intéressante pour des applications commerciales. La fabrication des cellules à couches minces se fait par dépôt sous vide : les matériaux souhaités sont pulvérisés en atomes individuels dans une chambre à vide, qui se déposent ensuite en une

#### SOUTIEN POUR LES CRÉATEURS D'ENTREPRISE



L'« Empa Entrepreneur Fellowship » est attribué à des chercheurs de l'Empa qui souhaitent créer une start-up sur la base de leurs recherches. Les fellowships sont attribués dans le cadre d'un concours et comprennent un soutien financier pour douze mois. Les spin-off de l'Empa bénéficient d'un soutien supplémentaire dans les deux incubateurs d'entreprises « glatec » à Dübendorf et « Startfeld » à Saint-Gall.

couche contrôlée avec précision sur le substrat cible. « De telles méthodes de fabrication sont aujourd'hui utilisées à grande échelle pour la production de puces semi-conductrices et de revêtements en verre », explique Moritz Futscher. « C'est un avantage pour nous, car les machines et le savoir-faire pour la fabrication de notre batterie sont largement disponibles. »

La méthode de fabrication de haute précision présente un autre avantage : « Contrairement à la méthode traditionnelle de fabrication des batteries à la casserole, notre production ne génère pas de solvants toxiques », explique Abdessalem Aribia. Cependant, la batterie à couche mince est également plus chère. C'est pourquoi les chercheurs voient leur application surtout dans les produits pour lesquels le prix de la batterie ne représente qu'une petite partie du coût total de l'appareil, comme les smartphones et les montres intelligentes ou les satellites. « Dans ce cas, les avantages de notre technologie font plus que compenser le prix plus élevé », affirme Abdessalem Aribia avec conviction.

#### RECHERCHE D'INVESTISSEURS

Les chercheurs ne sont pas les seuls à

considérer le potentiel de leur produit comme élevé. BTRY a été soutenu par Innosuisse et a réussi à intégrer le « Business Incubator » de l'Agence spatiale européenne (ESA). En outre, Abdessalem Aribia a reçu une « Empa Entrepreneur Fellowship », qui soutient les jeunes chercheurs pendant un an lors de la création de leur entreprise.

Mais avant que les premières batteries à couches minces ne s'envolent dans l'espace ou n'alimentent les téléphones portables en électricité, il reste encore beaucoup à faire, tant sur le plan administratif que technique. En attendant, les deux fondateurs utilisent les machines du « Coating Competence Center » de l'Empa pour rendre leurs prototypes de batteries plus grands et plus performants et pour montrer aux bailleurs de fonds potentiels que l'investissement en vaut la peine.

Au cours des deux prochaines années, les chercheurs veulent augmenter à la fois la surface et le nombre de couches. « Actuellement, nos batteries ne sont composées que de deux couches de seulement 1 x 3 millimètres environ », explique Abdessalem Aribia. « Nous voulons ensuite fabriquer une batterie d'environ 1 centimètre carré avec deux ou trois couches. Cela ne nous permet pas encore de faire fonctionner un satellite – mais nous pouvons très bien montrer que notre technologie est évolutive. »



# CELLULES ANTICANCÉREUSES



La biophysicienne Katharina Hast développe à l'Empa de Saint-Gall un hydrogel qui prépare les cellules immunitaires de l'organisme au traitement du cancer ou des plaies chroniques. La fondation Uniscientia à Vaduz soutient ce projet récemment lancé.

Texte : Andrea Six

## PROMOTION DES TALENTS



Le Fonds d'avenir de l'Empa recherche des bailleurs de fonds privés pour des jeunes talents exceptionnellement doués et des projets de recherche remarquables qui ne sont pas (encore) soutenus par ailleurs. Pour le présent projet, il a été possible de convaincre la fondation Uniscientia de Vaduz de le financer entièrement.

macrophages et les « reprogramme » de manière appropriée. La biophysicienne Katharina Hast a récemment entamé sa thèse de doctorat dans le cadre de ce projet. La chercheuse de l'Empa est convaincue que la stratégie consistant à introduire des substances actives sous forme de nanoparticules dans le corps par le biais d'un matériau intelligent présente plusieurs avantages : « L'hydrogel devrait permettre d'influencer les macrophages de manière précise et efficace. » Selon la chercheuse, cela devrait en outre permettre de réduire les effets secondaires des traitements. ■

Plus d'informations :  
[www.empa.ch/web/s401](http://www.empa.ch/web/s401) / [www.empa.ch/web/s403](http://www.empa.ch/web/s403)  
[www.empa.ch/web/s404](http://www.empa.ch/web/s404)

Photo: Empa

# Aide au démarrage pour les talents de demain.



Faites la différence!  
Soutenez le Zukunftsfonds  
«Talents» de l'Empa.  
[empa.ch/zukunftsfonds](http://empa.ch/zukunftsfonds)

 **Empa**  
Zukunftsfonds



# QUELLE QUANTITÉ DE MICROPLASTIQUES SE TROUVE DANS LES EAUX SUISSES ?

Les particules de plastique de moins de 5 millimètres, également connues sous le nom de « microplastiques », se déposent souvent loin de leur lieu d'origine. Des chercheurs de l'Empa ont développé un modèle qui permet de calculer la concentration de microplastiques dans les eaux suisses.

Texte : Anna Ettl



## GRAND À PETIT

Les microplastiques résultent notamment de la décomposition et de l'abrasion de gros morceaux de plastique.

Chaque année, 14 000 tonnes de plastique sont déversées dans les sols et les eaux suisses. Une partie se trouve sous forme de microplastiques : particules de l'ordre du micron ou du millimètre. Les microplastiques ont de nombreuses sources, comme les cosmétiques ou les vêtements en fibres synthétiques. L'abrasion et la décomposition

de morceaux de plastique plus gros, appelés macroplastiques, produisent également des microparticules de plastique.

En raison de leur petite taille, les microplastiques se retrouvent particulièrement facilement dans les eaux. Environ 15 tonnes de ces petites particules finissent chaque année dans les rivières et les lacs suisses. Mesurer la

Photo : Empa

concentration de microplastiques dans l'eau n'est pas une tâche facile, car les minuscules morceaux de plastique sont souvent difficiles à distinguer des particules d'origine naturelle et leur quantité varie fortement en fonction du moment et du lieu de la mesure ainsi que de la méthode de mesure utilisée.

## SEPT MATIÈRES PLASTIQUES LES PLUS COURANTES

Si l'on veut se faire une idée globale de la pollution par les microplastiques dans les rivières et les lacs d'une grande région, par exemple de toute la Suisse, les mesures seules ne suffisent pas. C'est pourquoi les chercheurs de l'Empa David Menekes et Bernd Nowack ont développé, sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), un modèle qui permet de prédire la concentration de microplastiques dans les eaux à l'échelle nationale.

Les chercheurs se sont basés sur un modèle développé en 2020, qui montre où et en quelles quantités les sept plastiques les plus courants sont libérés dans l'environnement sous forme de macro et microplastiques : polyéthylène (LD-PE et HD-PE), polypropylène, polystyrène et polystyrène expansé, PVC et PET, tels qu'ils sont utilisés dans les emballages, les textiles, les matériaux d'isolation et les films agricoles. «Après avoir pu montrer où et combien de plastique se retrouve dans l'environnement, l'étape suivante logique était de montrer leur concentration», explique Bernd Nowack.

## LES GRANDES VILLES POLLUENT LES EAUX

Selon le nouveau modèle, environ la moitié des microplastiques qui parviennent dans les eaux suisses restent dans le pays. Environ un tiers de la quantité totale se dépose dans les lacs, le reste dans les rivières. La répartition exacte des microplastiques est toute-

Photo : Empa

fois parfois complexe : une rivière plus longue ne retient pas automatiquement plus de particules qu'une rivière plus courte. C'est plutôt le bassin versant, les barrages et les lacs qui déterminent la quantité de microplastiques qui reste dans la rivière et la quantité qui est transportée plus loin.

## RÉPANDU

Des morceaux de plastique de moins de 5 millimètres se retrouvent facilement dans les eaux.



Sans surprise, la pollution est particulièrement élevée en aval des grandes villes. C'est le Rhin, près de Bâle, qui contient le plus de microplastiques : le fleuve en transporte environ 4,5 tonnes et demie par an en direction de l'Allemagne. Cela est également dû à l'Aar qui, avec ses affluents Reuss et Limmat, draine trois des plus grandes villes de Suisse avant de se jeter dans le Rhin : Berne, Zurich et Lucerne.

« Les mesures ne sont possibles que ponctuellement. En revanche, notre modèle nous permet de calculer la pollution par les microplastiques dans

tout le pays », résume Bernd Nowack. « Il permet en outre d'évaluer l'effet qu'auraient des changements de comportement ou des mesures gouvernementales sur les concentrations de microplastiques. » Les scientifiques ont récemment publié leurs résultats dans la nouvelle revue « Nature Water ».

Le modèle peut également être appliqué à d'autres pays et territoires. En attendant, Bernd Nowack et David Menekes se concentrent sur la Suisse. Ils travaillent déjà sur un modèle comparable afin de pouvoir prédire la quantité de macroplastiques – comme les bouteilles en PET et les sacs en plastique – dans les eaux. Dans une prochaine étape, les concentrations de plastique modélisées pourraient également être utilisées pour évaluer le risque pour l'environnement dans les différentes régions. ■

Plus d'informations : [www.empa.ch/web/s506](http://www.empa.ch/web/s506)





## VIOLON BIOTECH « CONFONDU » AVEC UN VIOLON DE MAÎTRE

Dans le cadre d'un projet de recherche de longue haleine, des chercheurs de l'Empa emmenés par Francis Schwarze ont mis au point un procédé permettant d'amener un champignon de la pourriture blanche à dégrader de manière ciblée des cellules de bois. On obtient ainsi un « mycowood » aux propriétés acoustiques améliorées. Une réplique d'un ancien violon Guarneri del Gesù en « mycowood » a pu se mesurer à d'autres violons lors d'un test à l'aveugle à l'EPFL, à l'occasion de la manifestation « musique et matériau », devant des experts en musique, en sciences des matériaux et en lutherie. Le public de spécialistes a attribué le son du violon biotech de l'Empa à un ancien violon de Gagliano datant de 1774. Une confusion louable pour le violon de laboratoire, a également estimé le mécène du projet de recherche de l'Empa, Walter Fischli.

[www.empa.ch/web/s302](http://www.empa.ch/web/s302)

**CHERCHEUR ACCOMPLI**  
Francis Schwarze avec le violon « mycowood ».

## LA MEDTECH RENCONTRE LA CLEANTECH

### DISCUSSION ANIMÉE

La directrice de l'Empa Tanja Zimmermann (à gauche) en discussion avec des spécialistes de l'industrie.

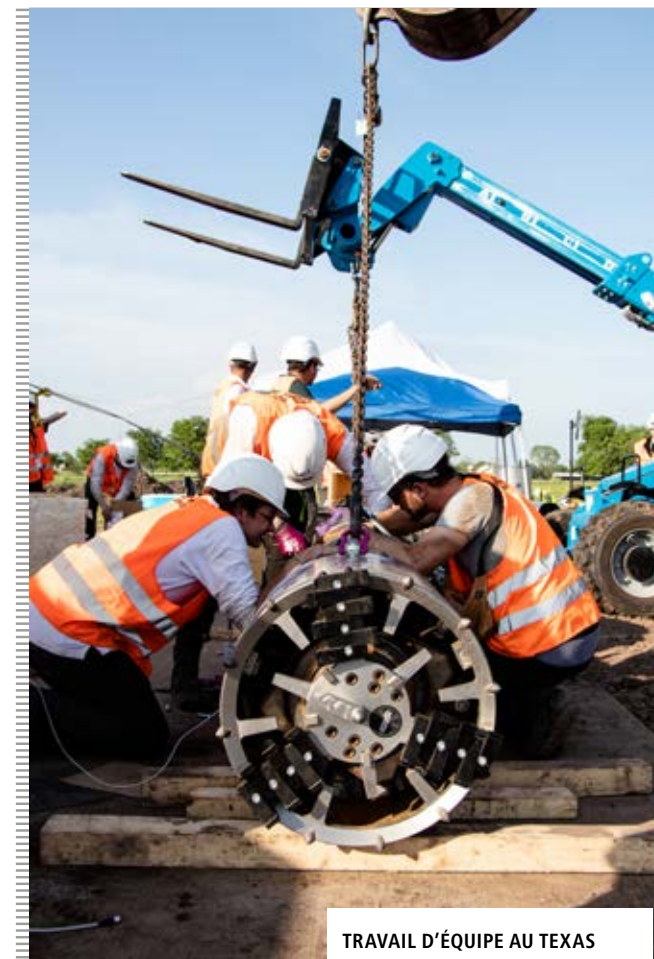


Tout comme dans la science, l'interdisciplinarité peut permettre des percées dans l'économie et ouvrir la voie à l'innovation. C'est pourquoi la manifestation « Innovation Zurich » du 20 avril était entièrement placée sous la devise de l'innovation interindustrielle, avec un accent particulier sur les thèmes medtech et cleantech. La directrice de l'Empa Tanja Zimmermann a présenté la recette du succès de l'Empa en matière d'innovation et a ensuite discuté avec des représentants de la branche des défis et des chances de l'innovation interindustrielle.

[innovation.zuerich](http://innovation.zuerich)

Photos: Empa; Amt für Wirtschaft und Arbeit, Kanton Zürich

## SUCCÈS POUR « SWISSLOOP TUNNELING »



**TRAVAIL D'ÉQUIPE AU TEXAS**  
Les techniciens de Swissloop Tunneling lors des préparatifs du concours.

L'équipe d'étudiants suisses de « Swissloop Tunneling », qui développe sa technologie sur le campus de l'Empa à Dübendorf, a remporté un nouveau succès : lors de la compétition « Not-A-Boring-Competition » à Bastrop, Texas, l'équipe a atteint la deuxième place le 1<sup>er</sup> avril. De plus, le jury de ce concours, créé par Elon Musk, le fondateur de Tesla, lui a décerné le prix de l'innovation pour la construction de la perceuse « Groundhog Beta ». Parmi les cinq finalistes, seuls les Suisses et l'équipe gagnante de l'Université technique de Munich ont réussi à percer un tunnel avec leurs prototypes. Le concours encourage les concepts innovants dans la perspective des futurs systèmes Hyperloop : des transports à grande vitesse dans des tubes sous vide, sur lesquels on travaille dans le monde entier.

[swisslooptunneling.ch](http://swisslooptunneling.ch)

Photo: Swissloop Tunneling

## SÉMINAIRES DE L'ACADÉMIE DE L'EMPA

(en allemand et en anglais)

15.–17. AUGUST 2023

**Konferenz:** International Symposium on Non-destructive Characterization of Materials (ISNDCM)

**Zielpublikum:** Wissenschaft  
[www.empa-akademie.ch/isndcm23](http://www.empa-akademie.ch/isndcm23)  
Empa, Dübendorf

6. UND 7. SEPTEMBER 2023

**Kurs:** 3D-Drucken in der Medizintechnik  
**Zielpublikum:** Industrie und Wirtschaft  
[www.empa-akademie.ch/medizintech](http://www.empa-akademie.ch/medizintech)  
Swiss m4m Center, Bettlach

28. SEPTEMBER 2023

**Tage der Technik 2023 – Die Ressourcenknappheit als Innovationstreiberin**  
**Zielpublikum:** Öffentlichkeit  
[www.tage-der-technik.ch](http://www.tage-der-technik.ch)  
Empa, Dübendorf

5. OKTOBER 2023

**Kurs:** Energy Harvesting  
**Zielpublikum:** Industrie und Wirtschaft  
[www.empa-akademie.ch/harvesting](http://www.empa-akademie.ch/harvesting)  
Empa, Dübendorf

Vous trouverez la liste complète des événements sur:  
[www.empa-akademie.ch](http://www.empa-akademie.ch).



THE PLACE WHERE INNOVATION STARTS.



**Empa**

Materials Science and Technology