

Empa Quarterly

RECHERCHE & INNOVATION II #74 II DÉCEMBRE 2021

FOCUS

LES TRANSPORTS DE DEMAIN

DES TUNNELS LONGS
DES MOTEURS CHAUDS
DES STRATÈGES FROIDS

[CONTENT]

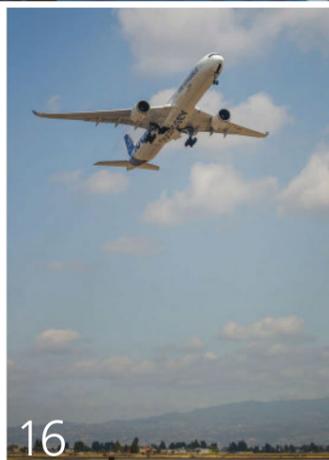
[FOCUS: LES TRANSPORTS DE DEMAIN]



32



08



16



28



24

[FOCUS]

08 TUNNEL
Deuxième place pour les forêts Swissloop

12 MOTEUR
Dernier tour de piste pour le moteur thermique

16 AVION
Surveiller les fissures dans les jets

18 TRAIN
Des rails plus silencieux

20 ROUTE
Qu'apporte la limitation de vitesse à 30 km/h?

[THÈMES]

21 MEDTECH
Un patch dose les remèdes

24 EMBALLAGES
Un couché cellulosique durable pour les fruits

26 ISOLATION
L'aérogel amincit les bâtiments

28 CLIMAT
Un jeu de cartes entraîne les décideurs

32 ENVIRONNEMENT
Des nanoplastiques dans la neige

[RUBRIQUES]

04 LA PHOTO

06 BRIÈVEMENT

31 ZUKUNFTSFONDS

34 EN ROUTE

L'HOMME EN MOUVEMENT

Chère lectrice, cher lecteur,



Nous vivons une époque mouvementée. La mobilité, tant des personnes que des biens, n'a jamais été aussi grande qu'à l'heure de la mondialisation, abstraction faite des restrictions imposées par corona. Et cela ne devrait guère changer à l'avenir.

Il s'agit donc de développer de nouveaux concepts et de nouvelles idées sur la manière dont nous pouvons gérer ce flux accru de personnes et de marchandises de manière rapide et efficace, mais aussi écologique et sûre. Le fondateur de Tesla, Elon Musk, mise par exemple sur l'Hyperloop, un système de tunnels sans air dans lesquels des capsules – des «pods» – transportent des personnes et des marchandises de A à B, plus rapidement que par avion. Mais pour cela, il faut d'abord fabriquer les tubes sous vide pour les pods. «Swissloop Tunneling», une équipe de l'ETH Zurich basée à l'Empa, a convaincu lors de la «Not-A-Boring-Competition» à Las Vegas avec son appareil de forage innovant «Groundhog Alpha» (p. 8). Et leurs collègues de l'équipe «Swissloop» ont présenté presque simultanément leur pod flottant flambant neuf «Simon Ammann», en présence du «parrain» (p. 11).

Mais les chercheurs de l'Empa veulent aussi continuer à améliorer des technologies bien connues; que ce soit le moteur à combustion, dont on ne peut pas encore se passer dans certaines applications (p. 12), ou le trafic ferroviaire, pour lequel ils développent une traverse ferroviaire qui permet aux trains de rouler nettement plus silencieusement (p. 18).

Bonne lecture et bon début d'année!

Votre MICHAEL HAGMANN

[COUVERCLE]



Des voitures électriques comme métro bon marché? Une Tesla autopropulsée roule dans le tunnel Hawthorne, construit en 2018 par la «Boring Company» d'Elon Musk. En avril 2021, Musk a inauguré la première installation commerciale : le LVCC Loop sous Las Vegas se compose de 2,7 km de tubes de tunnel et de trois arrêts.
Photo : KEYSTONE/EPA AFP POOL /Robyn Beck

[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
empaquarterly@empa.ch
www.empaquarterly.ch
PUBLICATION:
publié quatre fois par an
ISSN 2673-1746
Empa Quarterly (édition française)





APPRENDRE AUX CHAMPIGNONS À ÉCRIRE

Le bois échauffé est un matériau très recherché dans l'industrie du meuble haut de gamme. Grâce à un nouveau procédé, les scientifiques de l'Empa sous la direction de Francis Schwarze ont réussi à contrôler la propagation des champignons dans les essences de bois indigènes pour créer des tableaux de bois marbré très élaborés. Récemment, ils ont créé une horloge d'un mètre de diamètre fabriquée en bois de frêne, de hêtre et d'érable échauffé à l'aide du champignon de pourriture à chair molle *Kretzschmaria deusta*. Ils ont même appris aux champignons à écrire quelques mots: tout comme les élèves de première année, le champignon est encore un peu hésitant lorsqu'il s'agit d'écrire certaines lettres.

Plus d'informations ici:
www.empa.ch/web/s302/bio-wood

L'APPLICATION PERMET DES VISITES VIRTUELLES

C'est ainsi que fonctionne la «réalité augmentée» (RA): l'application «co-operate AR» permet de découvrir virtuellement «co-operate», le nouveau campus de l'Empa et de l'Eawag à Dübendorf. Sur place, des points d'ancrage ont été installés sur le sol, qui peuvent être ciblés à l'aide d'un téléphone portable. Cela permet de visualiser des modèles virtuels des bâtiments dans un environnement réel et de visualiser chaque étage. En même temps, vous pouvez vérifier l'avancement de la construction dans la réalité. L'application est disponible sur l'Apple Store et le Google Play Store.

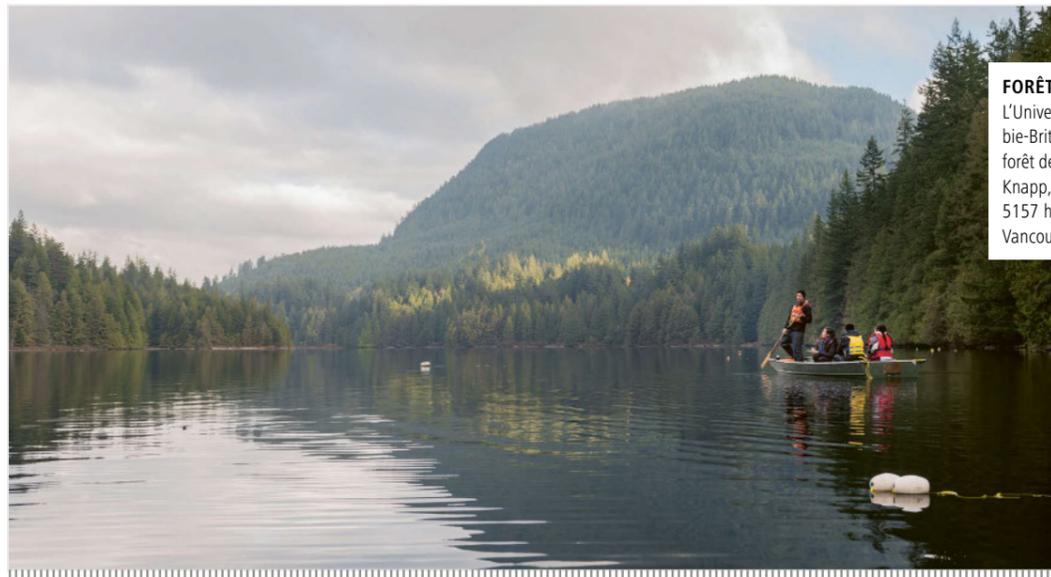
www.empa.ch/web/s604/co-operate-grundsteinlegung



AVANT-PROPOS

Dans le monde réel, une excavation, mais le nouveau campus de l'Empa est déjà visible virtuellement sur l'application.

COLLABORATION DE RECHERCHE SUR LES BIOMATÉRIAUX DURABLES



FORÊT DE RECHERCHE

L'Université de Colombie-Britannique gère la forêt de recherche Malcolm Knapp, qui s'étend sur 5157 hectares près de Vancouver.

Avec la signature d'une déclaration de coopération, le BioProducts Institute de l'Université de Colombie britannique (BPI) et l'Empa célèbrent un nouveau partenariat visant à promouvoir l'innovation et la collaboration. Le BioProducts Institute, situé à Vancouver (Canada), travaille sur quatre thèmes de recherche qui peuvent être complémentaires aux activités de recherche de l'Empa:

1. la transformation biocatalytique et l'ingénierie de la biomasse,
2. les matériaux à base de bio-nanoparticules,
3. les polymères et les matériaux en carbone biosourcés et
4. les systèmes de bioraffinage et de biocarburants.

Avec ce nouvel accord de coopération, l'Empa et le BPI chercheront à partager les meilleures pratiques par l'échange de connaissances, la participation conjointe à des réunions, forums et conférences scientifiques, l'accès réciproque aux infrastructures de recherche et le développement de possibilités de financement bilatérales.

www.empa.ch/web/s604/cooperation-bpi

Photos: Empa, Paul H. Joseph / UBC Brand & Marketing



L'EMBARRAS DU CHOIX

Du diesel pour tout? C'est du passé. Aujourd'hui, les logisticiens de Migros peuvent choisir entre des camions à hydrogène, au biogaz ou électriques

QUEL CAMION POUR QUELLE TOURNÉE DE LIVRAISON?

Migros exploite 11 camions à hydrogène, 78 camions au biodiesel et au biogaz et 13 camions électriques. La flotte doit encore être élargie, car la coopérative prévoit de réduire de 70% ses émissions de CO₂ dans le trafic routier d'ici 2030. Le logiciel «M Opex Towers» a été développé en collaboration avec l'Empa. Il évalue les données de plus de 1000 itinéraires de transport différents de Migros, entre autres la distance de l'itinéraire, les différences d'altitude sur le trajet, le poids du chargement ou la consommation de carburant. Ce trésor de données permet de calculer quel type de propulsion de camion est le plus écologique pour quel trajet.

www.empa.ch/web/s504

UNE CHERCHEUSE DE L'EMPA CONSEILLE UN RÉSEAU POUR UNE SANTÉ PERSONNALISÉE

Marija Buljan est le tout dernier membre du conseil consultatif du «Swiss Personalized Health Network» (SPHN). Le Conseil d'administration a approuvé la nomination de ce scientifique, qui dirige un groupe de recherche sur la «Science et Technologie des Matériaux» à l'Empa. Ses recherches visent principalement à déchiffrer les signaux liés à la maladie que les cellules du corps utilisent pour activer le système immunitaire. Ces travaux sont particulièrement pertinents pour le développement de thérapies personnalisées contre le cancer. Le SPHN est une initiative de l'Académie Suisse des Sciences Médicales et de l'Institut Suisse de Bioinformatique. L'objectif de cette initiative de recherche financée par le gouvernement fédéral est de promouvoir les échanges et la collaboration autour de la santé personnalisée. À cette fin, le SPHN veut utiliser le potentiel des données de santé. Pour les années 2021 à 2024, 67 millions de francs de fonds de recherche sont disponibles.

www.empa.ch/web/s403



SPÉCIALISTE EN IMMUNOLOGIE

Marija Buljan fait de la recherche à l'Empa sur les signaux des cellules du corps.

Photos: Empa, Migros

PERCÉE À LAS VEGAS

Capsules à haute vitesse dans des tubes à vide: Dans le monde entier, des entreprises et des chercheurs travaillent sur des concepts «Hyperloop». L'association d'étudiants «Swissloop Tunneling» développe une machine de forage pour les tubes de transport souterrains.

Interview: Norbert Raabe



HAUTE TECHNOLOGIE
Deux tonnes et demie de haute technologie à Las Vegas : Transport du tunnelier «Groundhog Alpha» lors du concours des «Digging Dozen».

Environ 400 équipes d'étudiants du monde entier avaient posé leur candidature; seules une douzaine d'entre elles se sont qualifiées pour la «Not-A-Boring-Competition» à Las Vegas en septembre dernier: le concours de construction de tunnels que l'entrepreneur et promoteur de l'Hyperloop Elon Musk avait lancé. Un jury d'experts a passé des jours à inspecter la foreuse «Groundhog Alpha» (voir infobox); puis l'équipe «Swissloop Tunneling» de l'ETH Zurich et d'autres universités s'est qualifiée pour la finale: la tentative de forer un tunnel de 30 mètres de long et d'un demi-mètre de diamètre. Un test d'endurance pour les personnes et le matériel, comme nous le racontent Eugenio Valli et Lukas Heller de l'équipe de direction de l'association étudiante.

Eugenio Valli, Lukas Heller, la deuxième place à Las Vegas – était-ce une victoire ou une défaite?

Lukas Heller: Pour nous, c'est une énorme victoire! Malheureusement, nous n'avons pas pu creuser dans le sol avec notre foreuse lors de la finale ...

Quelle en était la raison?

Heller: Il y avait de nombreux facteurs. Une tempête dans le désert a endommagé la foreuse: divers systèmes, notamment l'électronique, ont été endommagés par la foudre et la pluie. Nous avons également reçu des messages d'erreur que nous n'avons pas pu corriger à temps: Lorsque nous étions sur le point de pouvoir commencer, le délai avait expiré.

Eugenio Valli: Mais nous étions l'une des deux seules équipes à avoir obtenu la permission de commencer ...

Heller: ... et nous avons obtenu ce que nous voulions. Nous avons voulu innover et nous avons remporté le prix du système le plus innovant et celui du meilleur design.

C'était la première compétition de ce type. Qu'en retirez-vous pour l'avenir?

Valli: Au début, vous imaginez que c'est presque trop facile de percer un tunnel.

Mais plus vous gagnez en expérience, plus les problèmes potentiels deviennent clairs. C'est pourquoi nous avons pris une résolution pour cette année: Nous allons tester beaucoup, beaucoup, beaucoup plus!

Heller: Nous avons appris énormément de choses. Notre motivation actuelle est de pouvoir améliorer certaines choses.

De nombreuses tâches qui doivent encore être résolues. Des tests de forage réels sont-ils déjà prévus?

Heller: Nous avons déjà envisagé de faire un essai sur le chantier de l'Empa, ici à Dübendorf, en été avant le concours. Mais il a ensuite plu abondamment; c'était trop risqué pour nous. Mais cela doit se produire et se produira au printemps; seul le lieu n'est pas encore défini.

D'après votre site web, vous avez non seulement les tunnels Hyperloop en ligne de mire, mais aussi la construction de tunnels conventionnels. Au lieu d'un demi-mètre de diamètre, des échelles bien plus grandes – une vision audacieuse ...

Heller: Exactement. Mais pour l'instant, le plus important pour nous est d'innover. À l'avenir, nous pourrions peut-être

collaborer avec des fabricants afin de mettre à l'échelle des systèmes individuels de notre «marmotte Alpha» pour des machines qui existent déjà.

Valli: Les coûts et les infrastructures nécessaires deviendraient alors également beaucoup plus importants.

Mais vous restez fidèle à cette ambition?

Heller: Absolument! (Les deux rient.)

Vous étiez récemment à l'importante foire technologique «Gitex» à Dubaï pour présenter votre concept. Quelles ont été les réactions?

Valli: De nombreuses personnes sont fascinées par la technologie Hyperloop, notamment par les vitesses élevées pouvant atteindre 1200 kilomètres par heure. Et une connexion entre Dubaï et Abu Dhabi : il y a beaucoup d'intérêt.

Heller: Quelque chose se passe également en Suisse. Les CFF collaborent avec notre nouveau partenaire Eurotube, qui fait des recherches sur le développement des tubes à vide, pour un tube de test à Collombey-Muraz en Valais.

Vous avez récemment formé une alliance avec Eurotube et Swissloop pour faire progresser l'Hyperloop plus rapidement. Que prévoyez-vous concrètement?

Heller: Pour notre système de «revêtement», c'est-à-dire l'enveloppe du tunnel avec impression 3D, Eurotube nous aidera avec des conseillers experts, car notre travail touche à ce domaine. Eurotube a également déjà beaucoup aidé notre équipe dans la sélection des polymères pour l'impression.

Vous bénéficiez également de l'aide des entreprises. Combien de partenaires avez-vous maintenant?

Valli: Environ 80. Certains aident financièrement, d'autres apportent surtout leurs connaissances. Ou bien ils produisent même des systèmes pour



INTERVIEW DE JEUNES EXPERTS

Eugenio Valli (à gauche) étudie le génie mécanique à l'EPF de Zurich et est président du comité de direction de «Swissloop Tunneling». Auparavant, il était responsable de la construction de la machine de forage en tant que «Head Mechanical». Cette tâche revient désormais à Lukas Heller, qui étudie la géotechnique / la construction de tunnels à l'EPF.

nous, comme le mécanisme de contrôle unique de la société Hagenbuch à Ebi-kon. Six vérins hydrauliques mobiles qui permettent à la machine de se déplacer librement à l'avant ou de rétracter la tête de forage – par exemple, lorsqu'elle rencontre un obstacle dans le sol.

Auriez-vous pu le faire sans partenaire?

Valli: Non, pas dans ce court laps de temps. Quelque chose comme ça est vraiment d'une grande aide!

Heller: Et vous ne pouvez pas oublier l'Empa en tant que partenaire fondateur. Notre espace de travail dans les locaux est inestimable, avec la grue dans l'atelier. La machine de forage pèse deux tonnes et demie – sans cela: aucune chance!

Valli: L'Empa est notre maison.

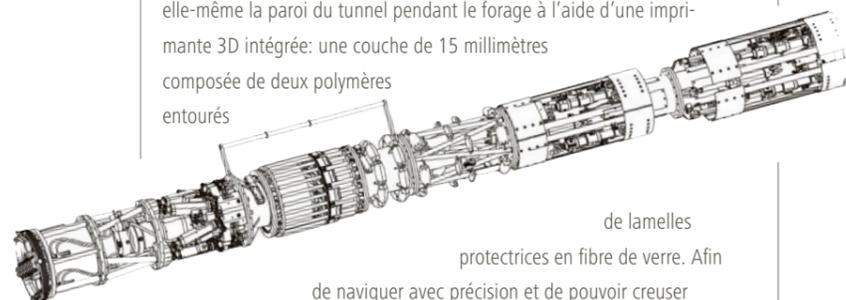
Et comment envisagez-vous l'avenir après la première année?

Heller: Nous avons deux objectifs. Bien sûr, la vision passionnante, la technologie et l'innovation. Mais ce qui nous tient tout autant à cœur, c'est de faire sortir les brillants esprits de l'ETH Zurich des cours et de leur donner un lieu de travail, afin qu'ils puissent se salir les mains et produire quelque chose de A à Z.

Pour de nombreux contemporains, les tunnels Hyperloop semblent relever d'un avenir lointain, voire de la science-fiction, mais des travaux en ce sens sont en cours depuis longtemps dans de nombreux endroits, et pas seulement dans des universités comme l'ETH Zurich ou l'EPFL. Des entreprises comme Virgin Hyperloop aux États-Unis et d'autres investissent depuis longtemps dans cette technologie, bien que de nombreuses questions techniques restent encore sans réponse. L'argument le plus important est la protection de l'environnement: flotter dans le vide pourrait réduire considérablement la consommation d'énergie et les émissions de CO₂.

«GROUNDHOG ALPHA»: UN TUNNELIER INNOVANT

Le prototype de la perceuse portant le nom de la marmotte suisse a été créé à partir de l'été 2020 – pour le «Not-a-Boring-Competition». L'exigence: de nouvelles solutions pour accélérer la construction de tunnels pour les tubes de transport. «Swissloop Tunneling» se fixe l'objectif d'un centimètre par seconde – grâce à de nouvelles idées. La machine produit elle-même la paroi du tunnel pendant le forage à l'aide d'une imprimante 3D intégrée: une couche de 15 millimètres composée de deux polymères entourés



de lamelles protectrices en fibre de verre. Afin de naviguer avec précision et de pouvoir creuser des courbes si nécessaire, la tête de forage est montée sur six cylindres hydrauliques mobiles. En outre, une «plate-forme de lancement» inclinée élimine la nécessité d'une fosse d'excavation verticale, ce qui permet de gagner du temps. Le prototype mesure environ 7 mètres de long et pèse 2,5 tonnes. Outre l'ETH Zurich, l'Université de Saint-Gall et l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) participent à son développement.

Alors que «Groundhog Alpha» est toujours sur le chemin du retour à Dübendorf, l'équipe commence à se préparer pour l'année à venir – avec l'arrivée d'une trentaine d'étudiants. L'accent sera mis sur les parties particulièrement importantes de la machine. Par exemple, sur le segment «revêtement», qui produit la paroi du tunnel pendant le creusement par impression 3D à partir de polymères, lesquels enveloppent à leur tour des feuilles de fibre de verre résistantes à la déchirure. Les concepteurs veulent retravailler cette nouvelle technologie pour qu'elle fonctionne de manière fiable. ■

Plus d'informations ici: <https://swisslooptunneling.ch>

Photos: Swissloop Tunneling

LE «POD DE SIMON AMMANN»

Mi-juillet, des étudiants de l'ETH Zurich se sont rendus à Valence avec leur dernier pod développé à l'Empa pour discuter avec des chercheurs et des représentants de l'industrie d'une possible mise en œuvre du concept Hyperloop.

Texte: Stephan Kälin



SWISSLOOP-POD

En juillet 2021, lors de la cérémonie de lancement, en compagnie de l'éminent parrain du nom, Simon Ammann (à droite).

En 2013, Elon Musk, fondateur de Tesla et SpaceX, a présenté pour la première fois son concept Hyperloop. Depuis lors, des équipes d'étudiants du monde entier se sont affrontées lors des «Hyperloop Pod Competitions» annuelles afin de mettre au point des véhicules à grande vitesse – appelés pods ou capsules en français – pour voyager dans des tubes sous vide.

Parmi les participants qui ont réussi, on compte des équipes de l'ETH Zurich, qui ont participé chaque année jusqu'en

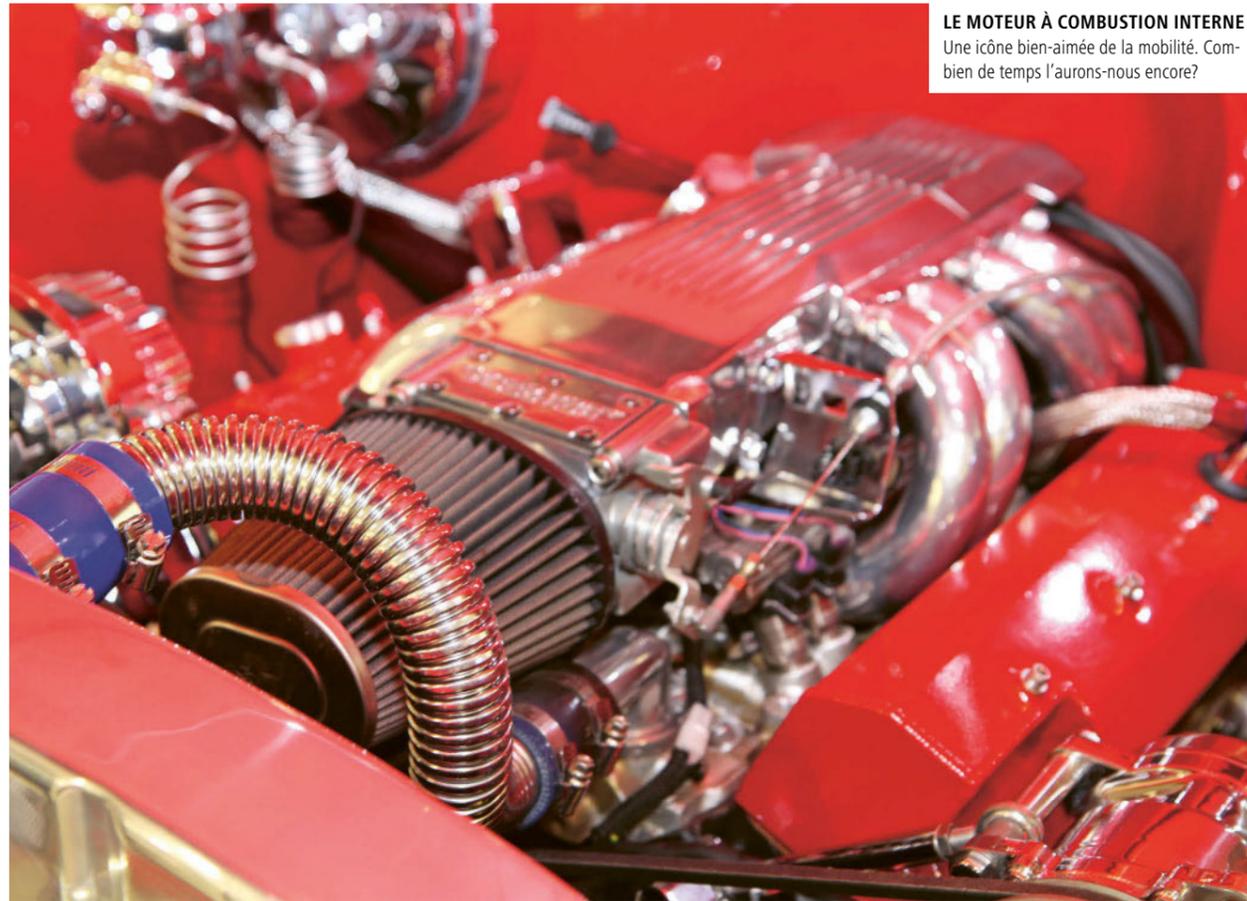
2019 avec de nouveaux prototypes. En 2020, année du corona, l'événement a été annulé, et en 2021, le concours «Not-a-Boring-Competition» a eu lieu pour la première fois à la place. Néanmoins, Swissloop continue à se consacrer au développement de véhicules.

À la mi-2021, l'équipe de l'ETH Zurich a présenté le dernier prototype. Fidèle à son homonyme «Simon Ammann», la capsule a la capacité de flotter – et peut ainsi réduire considérablement les pertes par frottement. Toutefois, contrairement aux années précédentes,

l'équipe n'a pas fait le voyage jusqu'en Californie, mais a concouru avec d'autres équipes européennes lors de la «European Hyperloop Week» à Valence – avec un grand succès: le jury d'experts a récompensé Swissloop avec quatre des cinq prix techniques. L'équipe travaille actuellement sur un nouveau prototype pour 2022, date à laquelle la prochaine compétition aura lieu à Delft. ■

Plus d'informations ici: <https://swissloop.ch>

Photos: Swissloop



LE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE
Une icône bien-aimée de la mobilité. Combien de temps l'aurons-nous encore?

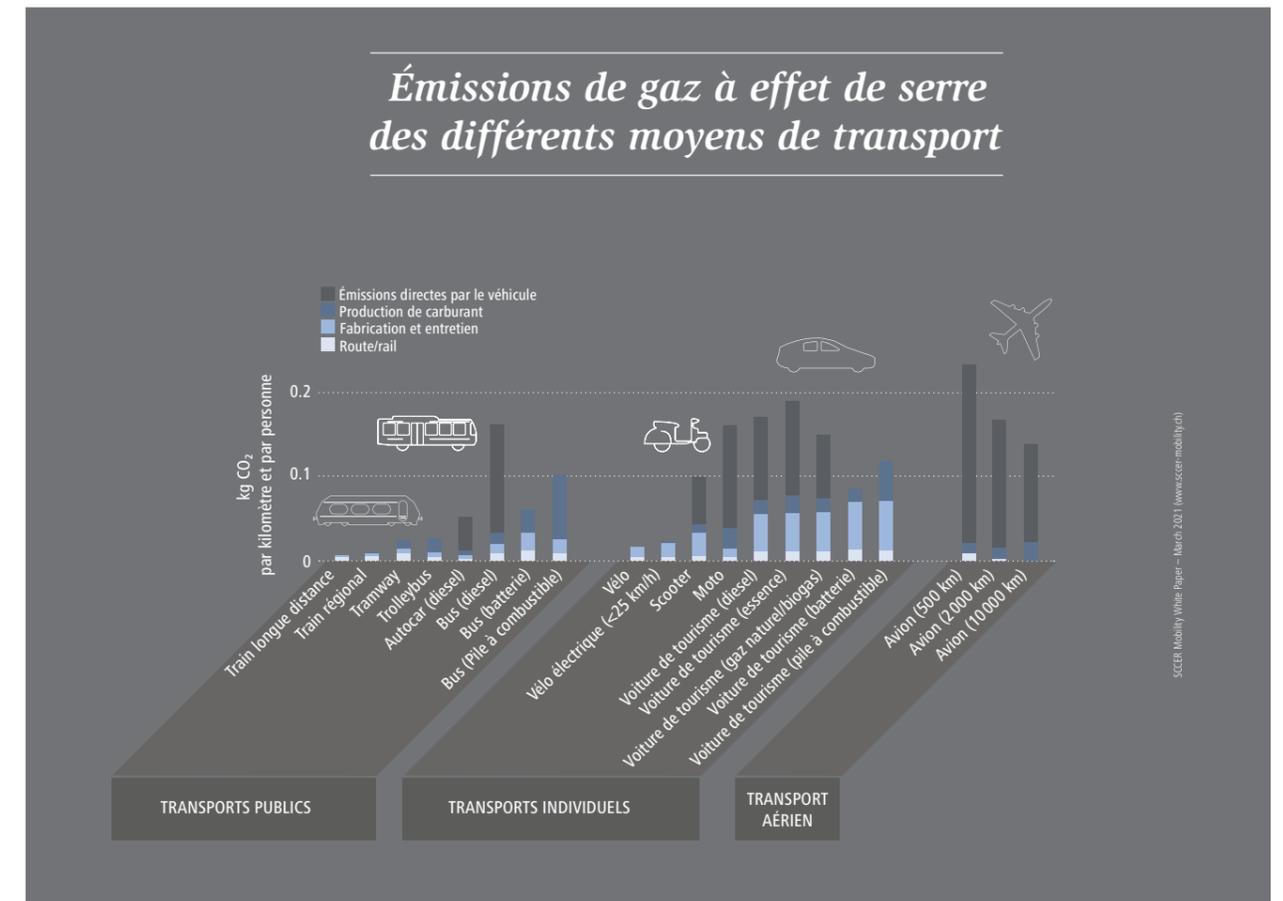
IL N'APPARTIENT PAS ENCORE AU PASSÉ

En 2021, il s'est passé beaucoup de choses: En janvier, le Conseil fédéral suisse adopte la «Stratégie climatique à long terme de la Suisse» avec un objectif de zéro net d'ici 2050. Et au cours de la même année, l'Empa publie une série de travaux de recherche sur le moteur à combustion. Mais comment tout cela s'accorde-t-il? Les moteurs à combustion ne sont-ils pas une technologie d'hier?

Texte: Rainer Klose

Photo: Stockfoto

Graphique: Empa



Le ronronnement familier des moteurs du 20^e siècle disparaîtra peu à peu dans les années à venir. «Le passage à la propulsion électrique se fera progressivement», déclare Christian Bach, directeur du laboratoire Automotive Powertrain Technologies à l'Empa. «Mais pour certaines applications, il sera difficile, voire impossible, de se passer des moteurs à combustion.»

Même la société Deutz AG de Cologne, riche en traditions, fait ses adieux au moteur à combustion comme modèle commercial porteur. L'entreprise a été fondée en 1872 par Nikolaus August Otto, a compté Gottlieb Daimler et Wilhelm Maybach parmi ses employés et a construit le premier moteur à quatre temps du monde en 1876. Frank Hiller,

le PDG de Deutz AG, prévoit désormais de réaliser la moitié du chiffre d'affaires de l'entreprise avec des moteurs à hydrogène et des systèmes à propulsion électrique dès 2031, comme le rapporte le magazine allemand Manager Magazin. L'argent nécessaire à la transformation doit être généré à l'aide des moteurs à combustion traditionnels. Hiller s'attend à ce que les moteurs à combustion soient encore utilisés plus longtemps, par exemple pour les machines de construction et de récolte, écrit le magazine. Le groupe disposerait ainsi d'un peu de temps pour la transition.

La recherche sur le moteur à combustion se concentre donc sur les deux à trois prochaines décennies. L'objectif est d'émettre le moins possible de gaz à effet de serre. Il s'agit d'une part des émissions

de CO₂ des moteurs et d'autre part du méthane, un gaz à effet de serre particulièrement puissant. Le méthane produit à partir d'électricité verte, également appelé syngaz, est l'un des produits clés de la mobilité de demain. Mais ce méthane produit de manière neutre pour le climat ne doit pas non plus s'échapper du pot d'échappement sans avoir été brûlé, sinon on n'aurait pas gagné grand-chose en termes d'effet de serre.

Nous avons donc besoin d'une nouvelle génération de moteurs économiques et devons en même temps surveiller de près la composition des gaz d'échappement, afin que là où les moteurs à combustion sont irremplaçables, il y ait le moins de dégâts possibles sur le climat. Les deux pages suivantes vous expliquent comment l'Empa aborde cette tâche. ▶

RECHERCHE ACTUELLE SUR LE MOTEUR À COMBUSTION INTERNE

MESURE DES GAZ D'ÉCHAPPEMENT DEPUIS LE BORD DE LA ROUTE

Les émissions en conditions réelles de conduite peuvent être mesurées à l'aide d'une technique appelée télédétection. Le système de mesure saisit sans contact les concentrations de polluants dans les gaz d'échappement des véhicules qui passent. Lors d'une mesure, les véhicules traversent une barrière lumineuse générée par des sources



d'ultraviolets et d'infrarouges. L'absorption de la lumière de différentes longueurs d'onde permet de déterminer la concentration de polluants à l'aide d'un spectromètre. Le système de mesure est donc fixe sur place et attend les émissions des véhicules qui passent pour déterminer les émissions réelles dans les conditions qui prévalent instantanément à l'endroit de la mesure.

défectueux dans le trafic fluide, de faire vérifier les valeurs des gaz d'échappement en laboratoire et d'exiger du propriétaire d'éventuelles réparations.

PARTICULES DE SUIE PROVENANT DE CARBURANTS NON FOSSILES

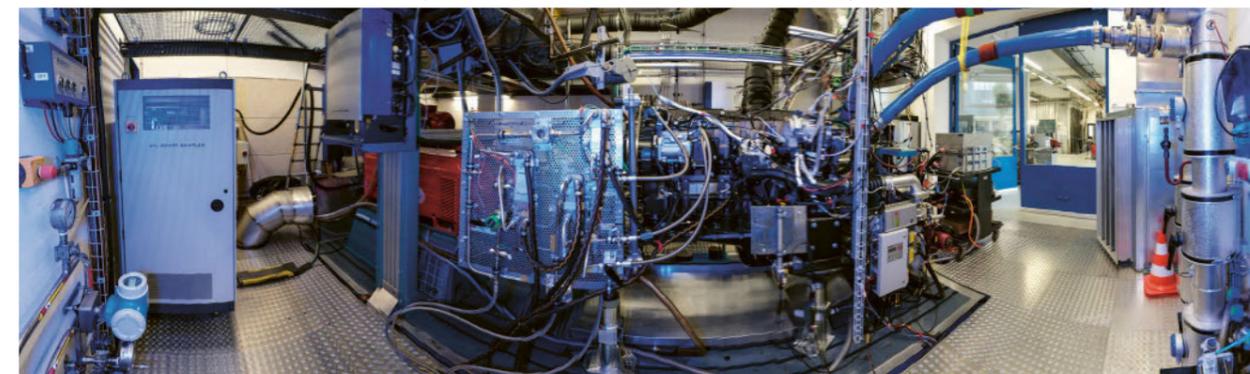
Pour réduire les gaz à effet de serre, les moteurs à combustion pourraient à l'avenir fonctionner avec des biocarburants comme l'huile végétale ou des synfuels comme le polyoxyméthylène diméthyléther (OME). L'OME peut par exemple être produit à partir d'hydrogène vert et de CO₂ de l'air. Il peut être utilisé dans les moteurs à allumage par compression (moteurs diesel).

Mais jusqu'à présent, on ne sait pas quelles particules de suie sont produites par ces carburants alternatifs et de quelle manière on peut les éliminer des gaz d'échappement. Dans le laboratoire de l'ETH Zurich, un moteur monocylindre a été utilisé avec de l'huile végétale et de l'OME, ainsi qu'avec différents mélanges de carburants. L'Empa a collecté la suie produite dans des filtres à particules et a brûlé le filtre dans des conditions contrôlées.



MOTEURS À GAZ SANS ÉMISSION DE MÉTHANE

Le méthane peut lui aussi être produit à partir d'hydrogène vert et de CO₂ de l'air et convient donc comme synfuel climatiquement neutre pour les camions pour le transport longue distance. Mais il y a un problème: le méthane non brûlé s'oxyde difficilement dans un catalyseur. Il se glisse alors dans l'atmosphère par le tuyau d'échappement et provoque un effet de serre qui, selon les considérations, est 30 à 80 fois plus



En collaboration avec l'Office fédéral des routes (OFROU), l'Empa a évalué deux appareils de mesure qui sont déjà sur le marché. L'objectif à long terme est de détecter les véhicules dont le système d'échappement ou la commande du moteur sont

Résultat: l'OME a produit beaucoup moins de particules de suie, mais celles-ci étaient difficilement inflammables et ne pouvaient donc être éliminées du filtre à particules qu'à une température plus élevée.

important que celui du CO₂. Le gain écologique des camions fonctionnant au méthane serait donc réduit. L'Empa a entrepris des tests au banc d'essai avec des moteurs de camions fonctionnant avec un mélange «riche» (avec un excédent

de carburant), un mélange «pauvre» (avec un excédent d'air) et un mélange «lambda un» (méthane et oxygène dans un rapport de combustion approprié). Cela correspond à un camion qui doit monter ou descendre une côte à vitesse constante.

Un essai sur modèle a permis d'étudier les processus chimiques qui doivent avoir lieu dans le catalyseur pour que le méthane non brûlé soit détruit dans la plus grande mesure possible – et ne produise pas d'effet de serre indésirable. Il a ainsi été possible de proposer un concept de catalyseur qui réduit considérablement les émissions de méthane. Il est ainsi possible pour les moteurs à gaz de satisfaire aux normes d'émission prévues pour la prochaine étape (Euro-7).

COMPRESSEUR COMPLEX POUR MOTEURS À GAZ

Le compresseur Complex est, comme le turbocompresseur, une invention suisse. Le Complex utilise des ondes de pression en contact direct entre les gaz d'échappement et l'air frais pour la suralimentation, alors qu'un turbocompresseur couple deux machines fluidiques (turbine et compresseur).

Dans les années 1980, les surcompresseurs Complex ont été utilisés dans les voitures de tourisme diesel d'Opel et de Mazda. Mais le compresseur présentait des inconvénients: lors du démarrage à froid du moteur, la mise en place du processus d'onde de pression était difficile et les effets liés à la température lors des changements de charge entraînaient des problèmes d'émissions et d'efficacité.

Entre-temps, les ingénieurs de l'entreprise suisse Antrova AG ont perfectionné le compresseur Complex: Soutenu par un moteur électrique, il fonctionne sans problème dans toutes les conditions et un nouveau design de ce que l'on appelle le rotor cellulaire résout complètement les difficultés rencontrées auparavant lors des changements de température. Les chercheurs de l'Empa, en collaboration avec un constructeur de véhicules utilitaires et le fabricant du Complex, ont construit un moteur à gaz naturel équipé d'un tel compresseur «Complex 2.0» et ont pu démontrer le très bon fonctionnement

du nouveau design du Complex, aussi bien en démarrage à froid qu'en fonctionnement à chaud et en dynamique. Contrairement à son équivalent turbo, le moteur fournit un couple extrêmement élevé pratiquement dès le régime de ralenti, ce qui améliore d'une part l'aptitude à la conduite et permet, en combinaison avec le fonctionnement Miller et une adaptation du rapport de transmission, de réaliser des économies de carburant.

Parallèlement, le catalyseur chauffe six fois plus vite qu'avec un moteur turbo, ce qui garantit de meilleures valeurs d'émission. Enfin, le Complex permet un freinage moteur important – le conducteur d'un véhicule utilitaire devrait utiliser beaucoup moins souvent les freins mécaniques.



DOUZE TEMPS AU LIEU DE QUATRE

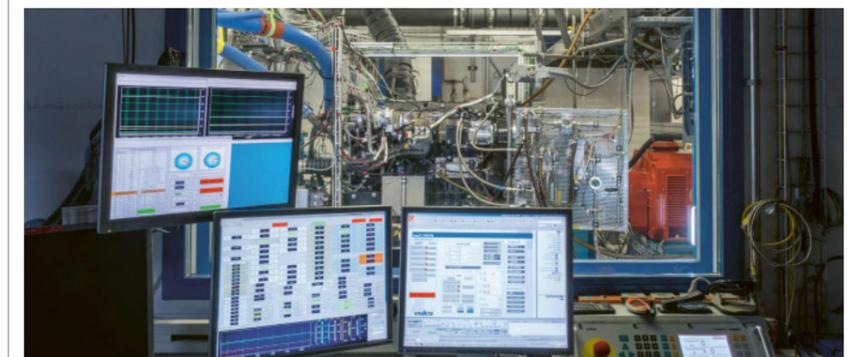
Ces dernières années, l'Empa a développé une commande de soupapes électrohydraulique entièrement variable appelée FlexWork, qui peut être utilisée pour les moteurs à combustion et autres machines thermiques/pneumatiques. Entièrement variable signifie que la levée des soupapes ainsi que le moment de l'ouverture et de la fermeture peuvent être réglés librement, et ce même d'un cycle à l'autre. Utilisée sur un moteur à combustion, cette flexibilité totale offre de nouveaux degrés de liberté pour

l'optimisation. Par exemple, la charge des moteurs à essence peut être réglée sans clapet d'étranglement et d'un cycle à l'autre, la pleine charge peut être optimisée et le moteur peut être adapté à différents carburants «par logiciel».

L'Empa a mis en place la commande des soupapes sur un moteur à allumage commandé et explore maintenant les possibilités offertes par cette nouvelle technologie. Une variante de la commande de charge est la désactivation des cylindres. Cela signifie que certains cylindres fonctionnent à charge élevée dans la plage de charge partielle, d'autres sont en même temps complètement désactivés en laissant toutes les soupapes fermées. Le passage soudain du fonctionnement avec tous les cylindres au fonctionnement avec des cylindres désactivés entraînerait toutefois des pics de couple indésirables, de sorte que la transition doit être réalisée en douceur. Dans les systèmes actuellement sur le marché sans commandes de soupapes entièrement variables, de telles déconnexions de cylindres sont déclenchées par des interventions d'allumage qui réduisent fortement l'efficacité. Avec la commande de soupapes entièrement variable de l'Empa, il est en revanche possible de désactiver certains cylindres sans perte d'efficacité.

Tout comme la désactivation complète de cylindres, il est également possible de les allumer moins souvent. Ainsi, un fonctionnement à quatre temps devient un fonctionnement à huit ou douze temps. Comparé à un moteur à quatre temps étranglé, un tel moteur fonctionne de manière nettement plus efficace. ■

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s504





AVIS D'EXPERT
Silvain Michel et Erwin Hack
(à droite) examinent le panneau
de fuselage d'un Airbus A350.

DIAGNOSTIC EN VOL

En collaboration avec des équipes anglaises et allemandes, des chercheurs de l'Empa ont mis au point un système de surveillance des composants des avions. A l'avenir, les petits dommages pourraient être détectés et surveillés pendant le vol, sans que l'avion doive rentrer au hangar pour l'entretien. Cela permettrait de réduire les coûts d'exploitation tout en améliorant la sécurité.

Texte: Rainer Klose

Les cabines pressurisées des avions de ligne, tout comme leurs ailes et leur empennage, sont inspectées à intervalles réguliers pour détecter les fissures et les dommages. Tous les six à dix ans, chaque jet doit passer un à deux mois dans un hangar pour le «D-Check». Là, il est en grande partie démonté, même la peinture est enlevée. Si l'on ajoute à cela le temps de vol perdu, un tel D-Check peut facilement coûter plusieurs millions de francs.

Ne pourrait-on pas faire plus simple? Ne pourrait-on pas surveiller en permanence, c'est-à-dire pendant le vol, les parties sollicitées de la structure de

l'avion et surveiller de manière ciblée les dommages qui se produisent? Dans le cadre d'un projet européen appelé DIMES («Development of Integrated Measurement Systems»), un consortium de recherche international s'est penché sur cette question. Les partenaires du projet sont, outre l'Empa Airbus, l'Université de Liverpool, les entreprises «Strain Solutions Limited» de Grande-Bretagne et «Dantec Dynamics GmbH» d'Allemagne.

Y a-t'il quelque chose? «En février 2018, nous avons répondu à l'appel d'offres lancé dans le cadre du programme «Clean Sky 2» de l'UE», explique Erwin Hack, chef de projet à l'Empa. La

problématique était passionnante: avec des composants aussi robustes et bon marché que possible, les chercheurs devaient observer l'aile métallique d'un Airbus A320 et les matériaux composites à base de fibres de carbone dans le panneau de la cabine d'un Airbus A350. «Les capteurs devaient à la fin répondre à plusieurs questions: Y a-t-il un dommage? Où se trouve le dommage? Quelle est la nature du dommage? Quelle est la gravité du dommage et quelle est la durée de vie de la pièce?»

Le consortium a obtenu le mandat et l'Empa n'y a pas joué un rôle négligeable: d'une part, Erwin Hack est spécialisé dans la surveillance optique des

composants, dans les mesures d'imagerie thermique et dans la surveillance au moyen de jauges de contrainte et de réseaux optiques de Bragg. Toutes ces méthodes devaient être utilisées simultanément sur les pièces de l'avion. Et d'autre part, l'Empa dispose de machines dans lesquelles les pièces peuvent être serrées et fléchies de manière ciblée des milliers de fois d'affilée. Erwin Hack a développé sa stratégie de test en collaboration avec Silvain Michel du département «Mechanical Systems Engineering» de l'Empa. Airbus a livré de Filton/UK le segment d'aile d'environ sept mètres de long d'un Airbus A320-111 endommagé lors d'un crash en 1988.

QUATRE MÉTHODES À LA FOIS

En novembre 2019, la partie de l'aile était fixée et serrée à l'Empa et les examens pouvaient commencer. L'aile a été fléchie 70 000 fois à l'aide de presses hydrauliques, tandis que les chercheurs collectaient des données et analysaient les résultats. Comme prévu, les essais de flexion ont agrandi les points de rupture que l'aile avait subis lors du crash et ont entraîné de nouvelles fissures.

Les chercheurs ont «senti» l'état général de l'aile à l'aide de jauges de contrainte et de capteurs de Bragg à fibres optiques. Ils ont observé l'environnement proche du dommage avec des caméras et des caméras infrarouges – car les tests de flexion génèrent de la chaleur dans la partie endommagée de l'aile. Là où la chaleur est générée, il s'agit d'être particulièrement attentif.

TÂCHE SUPPLÉMENTAIRE

L'étape suivante consistait à adapter les méthodes d'analyse de l'aile métallique aux structures en fibre de carbone d'un avion: Chez Airbus à Toulouse, le cockpit d'un Airbus était prêt, et l'Empa a reçu des panneaux de fuselage d'un Airbus A350 de Hambourg. Les deux pièces

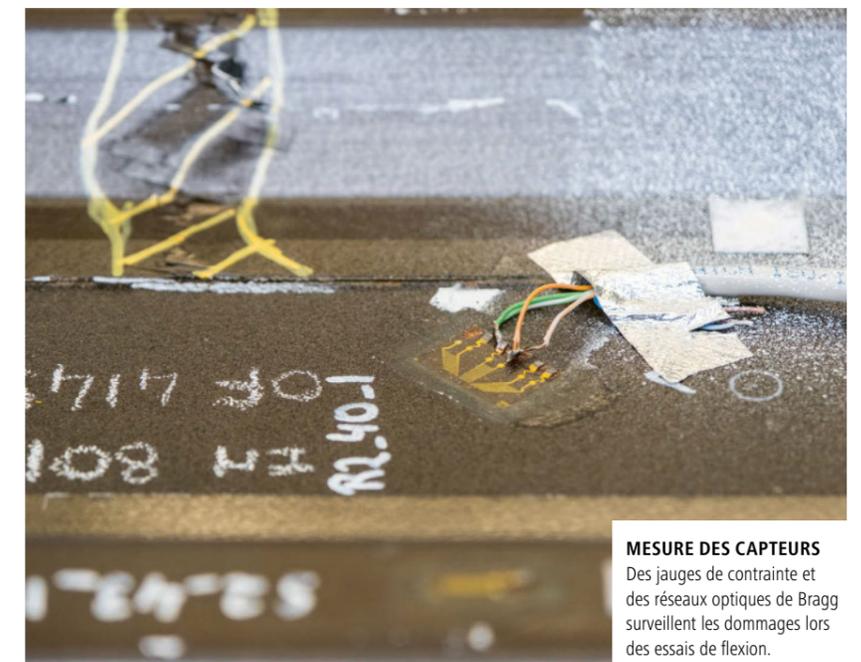
sont surtout sollicitées par la pression de la cabine, qui s'accumule à chaque vol et se relâche à chaque atterrissage.

Mais le coronavirus est arrivé. Les équipes de chercheurs de Chesterfield et de Liverpool, d'Ulm et de Dübendorf ne pouvaient plus se rencontrer ni se rendre auprès de leurs cobayes, qui se trouvaient dans les laboratoires de Dübendorf, Toulouse et Filton. Les chercheurs ont résolu le problème en développant un système de communication spécial pour les mécaniciens, composé d'une caméra pour casque, d'écouteurs et d'un microphone. Ainsi

UTILISATION

Le résultat du projet est un petit module composé de composants courants et peu coûteux, qui comporte en même temps quatre méthodes de surveillance: les mesures de déformation avec des jauges et des capteurs de Bragg, la surveillance optique et l'analyse du stress thermoélastique. Les données des capteurs sont collectées dans un miniordinateur et peuvent être lues à distance.

Dans un premier temps, le module n'est pas encore autorisé à voler dans des avions, mais doit prouver ses capacités lors de tests structurels dans les labo-



MESURE DES CAPTEURS
Des jauges de contrainte et des réseaux optiques de Bragg surveillent les dommages lors des essais de flexion.

équipé, un spécialiste de Toulouse a pu monter le module dans la structure du cockpit – guidé à distance par des experts d'Angleterre, d'Allemagne et de l'Empa. La méthode a si bien fonctionné qu'un laboratoire de recherche aéronautique d'Ottawa, au Canada, a finalement été intégré au projet. Une aile d'avion y a été équipée du module de surveillance, sans qu'un seul vol longue distance ne soit nécessaire pour atteindre l'objet de recherche du projet.

ratoires de développement d'Airbus. Une fois que la technologie aura été perfectionnée, elle pourrait jouer un rôle décisif dans l'amélioration de la sécurité des avions et dans la réduction des coûts de maintenance. Grâce à cette surveillance structurelle, la prochaine génération d'avions pourrait également être plus légère et donc plus économe en carburant qu'aujourd'hui. ■

Plus d'informations ici: www.integratedtesting.org

RAILS SILENCIEUX

Pour réduire le bruit ferroviaire pour les résidents, il n'y a pas que les murs antibruit ou les systèmes de roues et de freins plus silencieux qui conviennent. Un élément discret sous les voies est une source d'espoir pour un trafic ferroviaire plus silencieux pour une équipe de recherche avec la participation de l'Empa.

Texte: Norbert Raabe



BRUIT DE FOND
La densité du réseau ferroviaire suisse est source de nuisances en de nombreux endroits.

Le bruit du chemin de fer est malsain. Des centaines de millions de francs ont déjà été investis dans des parois antibruit, des systèmes de freinage plus silencieux et d'autres mesures visant à protéger au moins 80 % de la population suisse contre les émissions

sonores d'ici 2025 – mais comme le trafic ferroviaire va continuer à augmenter, il reste encore beaucoup à faire.

Pour réduire encore l'impact, les chercheurs de l'Empa et de la Haute école d'économie et d'ingénierie du canton de Vaud, sous la direction de l'EPF

de Lausanne, misent sur un élément discret du système ferroviaire: les «rail pads» en plastique élastique, qui sont insérés entre les rails et les traverses en béton. Ils servent à protéger les voies très sollicitées, composées de ballast compacté et de traverses en béton, en permettant aux rails de bouger de façon minimale – comme une corde de guitare que l'on presse sur la touche en plusieurs points à la fois. Mais c'est précisément cette absence de vibrations qui rend le «bruit» du rail plus fort – et ce bruit est le facteur décisif à des vitesses fréquentes comprises entre 60 et 160 km/heure.

UN MATÉRIAU COMPOSITE SUR MESURE

En Suisse, les coussinets de rail sont généralement fabriqués en plastique dur, l'éthylène-acétate de vinyle (EVA). Il est vrai qu'un matériau plus souple protégerait encore mieux la voie – mais au prix d'une pollution sonore plus élevée. Un dilemme que l'équipe mandatée par l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) veut résoudre avec un matériau composite. L'idée: coque dure, noyau mou. Plus précisément: une coque en EVA et un noyau en polyisobutylène (PIB), un matériau souple, dont l'amortissement est précisément adapté à la gamme de fréquences allant d'environ 200 à 2000 hertz, dans laquelle les vibrations sont particulièrement bruyantes.

Un territoire inexploré, en d'autres termes. C'est pourquoi les experts ont conçu des dizaines de variantes: des structures sandwich composées de couches plates – avec et sans «couvercle» en EVA. Des remplissages de PIB en forme de zigzag, des surfaces avec des incisions et toutes sortes d'autres choses. Mais pour découvrir en laboratoire l'effet de chaque type de construction, un travail préliminaire élaboré a été nécessaire.

Photo: iStockphoto

Photos: HEIG-VD



SIMULATION ET MATÉRIEL

Le graphique de gauche montre un zoom sur la déformation du rail sur les traverses en béton. À droite: Les Rail Pads gris et élastiques protègent les traverses contre les charges élevées.

L'interaction complexe entre les rails, les traverses et le ballast a été simulée par une «cellule à trois traverses»: un morceau de rail d'un peu moins de deux mètres de long, équipé d'un «shaker» qui génère des fréquences définies et d'une sonde qui mesure l'intensité sonore. Bien que cette cellule de mesure ne reproduise pas le comportement réel d'une voie ferrée, elle permet des comparaisons précises dans différentes conditions.

Parallèlement, les chercheurs dirigés par Bart van Damme du laboratoire «Acoustics/Noise Control» de l'Empa ont développé une simulation du système à l'aide de la méthode des éléments finis qui correspondait bien aux résultats des expériences: la base pour finalement extrapoler le comportement à une voie ferrée plus longue.

Avec ces outils de travail, les chercheurs ont examiné de près la conception de leurs coussinets de rail. Résultats: Selon Bart van Damme, les structures en sandwich, qui peuvent être facilement pliées grâce à des encoches, ne convenaient pas pour protéger le lit de la voie et réduire le bruit en même temps. Le remplissage en zigzag en PIB n'a pas non plus apporté d'avantages. La meilleure solution s'est avérée être un PIB de plus de 50 %, inséré dans une «coque» en plastique EVA plus dur.

TESTS SUR DES PARCOURS RÉELS

Une structure simple, donc – avec des avantages pour les tests qui auront lieu sur une ligne ferroviaire à Nottwil à partir de mars prochain. «Ces coussinets de rail sont faciles à fabriquer. Nous en aurons besoin de près de 400 sur la piste de 100 mètres», explique Bart van Damme. C'est pourquoi une entreprise est chargée de fabriquer les composants déjà brevetés.

Les mesures du bruit, des vibrations, des déformations et d'autres caractéristiques montreront comment les semelles de rail se comportent. «Nous espérons qu'elles seront moins bruyantes et qu'elles protégeront le ballast mieux que les couches intermédiaires dures classiques», explique Bart van Damme.

En tout cas, l'optimisme règne au sein de l'équipe de recherche. «Les modèles développés dans le cadre du projet permettent d'optimiser de manière ciblée des exigences parfois contradictoires», explique le chef du département de l'Empa Jean-Marc Wunderli. Et: «Comme aucun surcoût important n'est prévu pour la production des couches intermédiaires, j'espère qu'elles seront utilisées à grande échelle et qu'elles contribueront ainsi de manière significative à la réduction du bruit ferroviaire.»

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s509

QUEL EST L'INTÉRÊT DE LA VITESSE 30 EN VILLE?

Kurt Heutschi, scientifique au sein du département «Acoustique/réduction du bruit» de l'Empa, explique ce qu'est le bruit et pourquoi nous percevons le son de manière si différente.

Interview: Radka Laubacher, Radio SRF1 pour l'émission «Forum»

Monsieur Heutschi, peut-on vraiment mesurer le bruit?

Le bruit est un son indésirable. Dans ce contexte, indésirable signifie que le fait qu'un signal sonore soit du bruit ou non dépend du jugement d'une personne. Un instrument de mesure ne peut pas faire cette distinction, c'est-à-dire que le bruit n'est pas mesurable.

Nous percevons une scie circulaire comme une nuisance, alors qu'un ruisseau bruyant est agréable. Comment cela se fait-il?

Lors de l'évaluation des bruits, l'homme a tendance à percevoir les bruits naturels comme moins gênants, voire comme agréables et enrichissants. Les bruits techniques ont tendance à être considérés comme plus désagréables. La scie circulaire est particulièrement extrême, car son bruit contient un son très distinct, c'est-à-dire une fréquence sonore particulière et dominante. Le bruit de la rue est plutôt un bruit de fond, donc, à intensité sonore égale, moins gênant que la scie circulaire. Il est intéressant de noter que l'attitude personnelle a également une influence sur l'évaluation. Si je bénéficie par exemple du rendement d'une éolienne, le bruit me dérange beaucoup moins, puisqu'il signale que je gagne de l'argent.

Le bruit de la circulation est-il mieux accepté dans une ville?

Mon estimation est que nous avons accepté dans la société que notre besoin de mobilité entraîne du bruit. Si nous avons le sentiment que le bruit ne peut être évité,



BRUIT ARTIFICIEL

Dans l'«AuraLab» de l'Empa, une participante évalue sa perception des bruits de roulement du train.

nous pouvons l'accepter beaucoup plus facilement. Mais là où notre acceptation s'arrête rapidement, c'est chez les poseurs, c'est-à-dire lorsque les voitures sont délibérément extra-sophistiquées. Cela ne répond pas à un besoin de mobilité, mais à des passions personnelles.

Qu'en est-il, à cet égard, de la vitesse de 30 km/h par rapport à celle de 50 km/h?

Cela dépend du type de véhicule, c'est-à-dire voiture, camionnette ou camion, et le mode de conduite joue également un rôle. Mais en moyenne, une voiture de tourisme émet environ 5 dB de moins à 30 km/h qu'à 50 km/h, comme on peut le constater en comparant les niveaux maximaux, c'est-à-dire lorsque le véhicule passe à la distance la plus courte. Mais si nous considérons la quantité totale de bruit pendant qu'un véhicule passe devant nous – ou devant un riverain – le bruit ne diminue plus que de 3 dB environ avec une vitesse de 30 km/h. Cela s'explique

par le fait que le véhicule le plus lent est certes nettement moins bruyant, mais qu'il met aussi plus de temps à passer.

Percevons-nous le bruit différemment le jour et la nuit?

La réduction de 5 dB du niveau maximal joue surtout un rôle la nuit, car une éventuelle perturbation du sommeil dépend justement du niveau maximal. Pendant la journée, lorsque de nombreux véhicules circulent, un niveau sonore constant se forme – on pourrait appeler cela un tapis sonore. A 30 km/h, ce tapis sonore est inférieur de 3 dB à celui de 50 km/h. C'est une amélioration sensible, mais qui est loin d'être aussi nette que la nuit. Bien entendu, une zone 30 n'a d'effet que si tout le monde respecte la limite de vitesse. Il suffit de quelques conducteurs rapides pour générer des pics de bruit importants et très gênants. ■

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s509

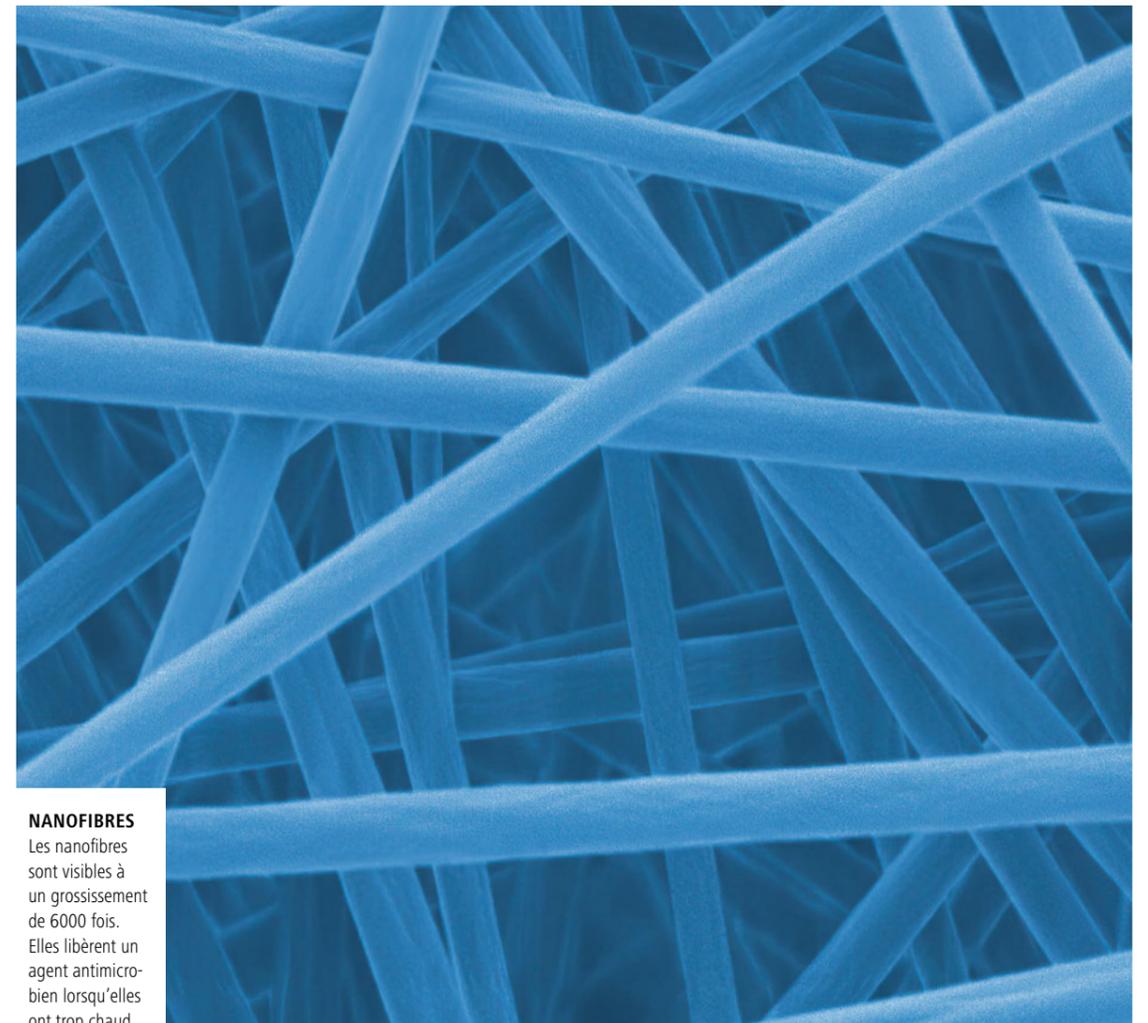
Photo: Empa

Photo: Empa

LE PANSEMENT INTELLIGENT QUI LIBÈRE UN AGENT ANTIMICROBIEN

Un bandage qui libère des médicaments dès qu'une infection se déclare dans une plaie pourrait permettre de traiter les blessures plus efficacement. Les chercheurs de l'Empa travaillent actuellement sur des fibres polymères qui se ramollissent dès que l'environnement se réchauffe en raison d'une infection, libérant ainsi un agent antimicrobien.

Texte: Andrea Six



NANOFIBRES

Les nanofibres sont visibles à un grossissement de 6000 fois. Elles libèrent un agent antimicrobien lorsqu'elles ont trop chaud.

Il est impossible de dire de l'extérieur si une plaie va guérir sans problème sous le pansement ou si des bactéries vont pénétrer dans les tissus lésés et provoquer une inflammation. Par sécurité, des pommades désinfectantes ou des antibiotiques sont appliqués sur la plaie avant la pose d'un pansement. Toutefois, ces mesures préventives ne sont pas nécessaires dans tous les cas. Ainsi, les médicaments sont gaspillés et les plaies sont «sur-traitées».

Pire encore, le gaspillage d'antibiotiques favorise l'émergence de germes multirésistants, qui posent un immense problème aux soins de santé mondiaux. Les chercheurs des deux laboratoires de l'Empa «Biointerfaces» et «Membranes et textiles biomimé-

SIGNES INFLAMMATOIRES COMME FACTEUR DÉCLENCHANT

Déjà dans l'Antiquité, le médecin grec Galien décrivait les signes d'une inflammation. Les cinq termes latins sont encore valables aujourd'hui: dolor (douleur), calor (chaleur), rubor (rougeur), tumor (gonflement) et functio laesa (fonction restreinte) représentent les indications classiques de l'inflammation. Dans une plaie cutanée infectée, le réchauffement local peut atteindre 5 degrés. Cette différence de température peut être utilisée comme un déclencheur : les matériaux appropriés changent de consistance dans cette plage et peuvent libérer des substances thérapeutiques.

tiques» à St-Gall veulent changer cela. Ils mettent au point un pansement qui administre de manière autonome des médicaments antibactériens uniquement lorsqu'ils sont vraiment nécessaires.

L'idée de l'équipe interdisciplinaire dirigée par Qun Ren et Fei Pan: le pansement doit être «chargé» de

médicaments et réagir également aux stimuli environnementaux. «De cette manière, les plaies pourraient être traitées avec précision et au bon moment», explique Fei Pan. Comme stimulus environnemental, l'équipe a choisi un effet bien connu: l'augmentation de la température dans une plaie infectée et enflammée.



ÉCHANTILLON DE LABORATOIRE
Le chercheur de l'Empa Fei Pan travaille sur une membrane en nanofibres qui libère des médicaments de manière ciblée.

Photo: Empa

MÉLANGE PARFAIT

L'équipe devait maintenant concevoir un matériau qui réagirait de manière appropriée à cette augmentation de température. À cette fin, un composite polymère compatible avec la peau a été développé à partir de plusieurs composants: Le verre acrylique (polyméthacrylate de méthyle, PMMA en abrégé), qui est utilisé par exemple pour les verres de lunettes et dans l'industrie textile, et l'Eudragit, un mélange de polymères biocompatibles avec lequel les comprimés sont enrobés, par exemple. Grâce à l'électrofilage, le mélange plastique a pu être transformé en une fine membrane de nanofibres. Enfin, l'octénidine pourrait être encapsulée dans les nanofibres en tant que composant médicalement efficace. L'octénidine est un désinfectant qui agit rapidement contre les bactéries, les champignons et certains virus. En médecine, il peut être utilisé sur la peau, sur les muqueuses et pour la désinfection des plaies.

GANT BRISANT

«Pour que la membrane agisse comme un «bandage intelligent» et libère effectivement le désinfectant lorsque la plaie se réchauffe en raison d'une infection, nous avons composé le mélange de polymères de PMMA et d'Eudragit de manière à pouvoir ajuster la température de transition vitreuse de façon appropriée», explique Fei Pan, chercheur à l'Empa. C'est la température à laquelle un plastique passe d'une consistance solide à un état caoutchouteux. L'effet est souvent décrit en sens inverse: Si vous mettez un gant en caoutchouc dans de l'azote liquide à moins 196 degrés, il change de consistance et devient si dur que vous pouvez le briser comme du verre d'un seul coup.

La température de transition vitreuse souhaitée de la membrane polymère, d'autre part, était de l'ordre de 37 de-

OBJECTIF COMMUN: LE BANDAGE INTELLIGENT

Les chercheurs de l'Empa travaillent en équipes interdisciplinaires sur différentes approches pour améliorer le traitement médical des plaies. Par exemple, des capteurs de liquide doivent permettre de voir si une plaie cicatrise mal en changeant de couleur à l'extérieur du pansement. Les valeurs critiques de glucose et de pH servent ici de biomarqueurs. Pour permettre de combattre les infections bactériennes directement dans la plaie, les chercheurs travaillent également sur une mousse de polymère chargée de substances anti-inflammatoires et sur une membrane respectueuse de la peau fabriquée à partir d'un matériau végétal. La membrane de cellulose est équipée de blocs de protéines antimicrobiennes et tue les bactéries de manière extrêmement efficace dans les tests de laboratoire. En outre, la numérisation permet d'obtenir des dosages plus économiques et plus efficaces dans le traitement des plaies: Les chercheurs de l'Empa développent des jumeaux numériques de la peau qui permettent de contrôler et de prédire le déroulement de la thérapie grâce à une modélisation en temps réel.

grés. Lorsqu'une inflammation est présente et que la peau se réchauffe au-delà de sa température normale de 32 à 34 degrés, le polymère passe de l'état solide à l'état mou. Lors d'expériences en laboratoire, l'équipe a pu observer comment le désinfectant est libéré du polymère à 37 degrés, mais pas à 32 degrés. Un autre avantage est que le processus est réversible et peut être répété jusqu'à cinq fois, car le processus s'arrête toujours lorsqu'il refroidit. Après ces tests réussis, les chercheurs de l'Empa veulent maintenant affiner l'effet. Au lieu d'une plage de température de 4 à 5 degrés, le bandage intelligent devrait alors s'activer et se désactiver à des différences de température plus faibles.

INTELLIGENT ET ÉCONOME

Afin d'étudier l'efficacité des membranes en nanofibres contre les germes des plaies, d'autres expériences en laboratoire sont maintenant à l'ordre du jour. La cheffe d'équipe, Qun Ren, s'intéresse depuis longtemps aux germes qui se nichent dans les couches limites entre les surfaces et l'environnement, par exemple sur une plaie cutanée. «Dans ce cadre biologique, une sorte de no man's land entre le corps et le matériau du pansement, les bactéries trouvent une niche biologique parfaite», explique la chercheuse de l'Empa. Les agents infectieux tels que les staphylocoques ou les bactéries Pseudomonas peuvent y provoquer de graves troubles de la cicatrisation. Ce sont précisément ces germes de plaies que l'équipe a laissé se familiariser avec le pansement intelligent dans la boîte de Pétri. Et en effet, le nombre de bactéries a été réduit d'un facteur 1000 lorsque l'octénidine a été libérée du pansement intelligent.

«Avec l'octénidine, nous avons réussi à obtenir une preuve de principe de la libération contrôlée d'un médicament par un stimulus externe», déclare Qun Ren. À l'avenir, cette technologie pourrait également être utilisée pour d'autres types de médicaments, ce qui permettrait d'accroître l'efficacité et la précision de leur dosage. ■

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s404

ÉCO-ENVELOPPE POUR BANANES

Des chercheurs de l'Empa ont développé, en collaboration avec Lidl Suisse, une couche de protection en cellulose pour les fruits et légumes. Ce nouveau revêtement est fabriqué à partir de marc – c'est-à-dire d'épluchures de fruits et de légumes pressées. Grâce à ce projet innovant projet permet de réduire les emballages et d'éviter le gaspillage alimentaire.

Texte: Mathias Kaufmann, Rainer Klose

Les emballages en plastique dans le commerce alimentaire protègent les fruits et légumes contre la détérioration, mais engendrent dans le même temps d'importantes quantités de déchets.

En collaboration avec l'Empa, Lidl Suisse a maintenant développé pour les fruits et légumes une protection à base de matières premières renouvelables.

Pour son dernier projet, Lidl Suisse a choisi de former un partenariat avec l'Empa, car l'institut dispose de décennies d'expérience en matière de recherches sur les produits en cellulose.

SE CONSERVE PLUS LONG-TEMPS À LA MAISON

Au sein du laboratoire Cellulose & Wood Materials de l'Empa, les chercheurs ont développé, sur demande de Lidl Suisse et en un peu plus d'un an de travail, une couche de protection en cellulose spéciale, utilisable sur des fruits et légumes. Résultat: les fruits et légumes ainsi recouverts restent frais bien plus longtemps. De fait, les tests ont permis de prolonger la durée de conservation des bananes de plus d'une semaine.

Cela permet de réduire sensiblement le gaspillage alimentaire. «Notre objectif principal est de remplacer de nombreux emballages fabriqués à partir de pétrole par des couches de protection naturelles comme celle-ci à l'avenir», explique Gustav Nyström, directeur du département de recherche.

FABRICATION À PARTIR DE MARC

À l'avenir, c'est avant tout le marc qui sera transformé en cellulose fibrillée. Par «marc», on entend les

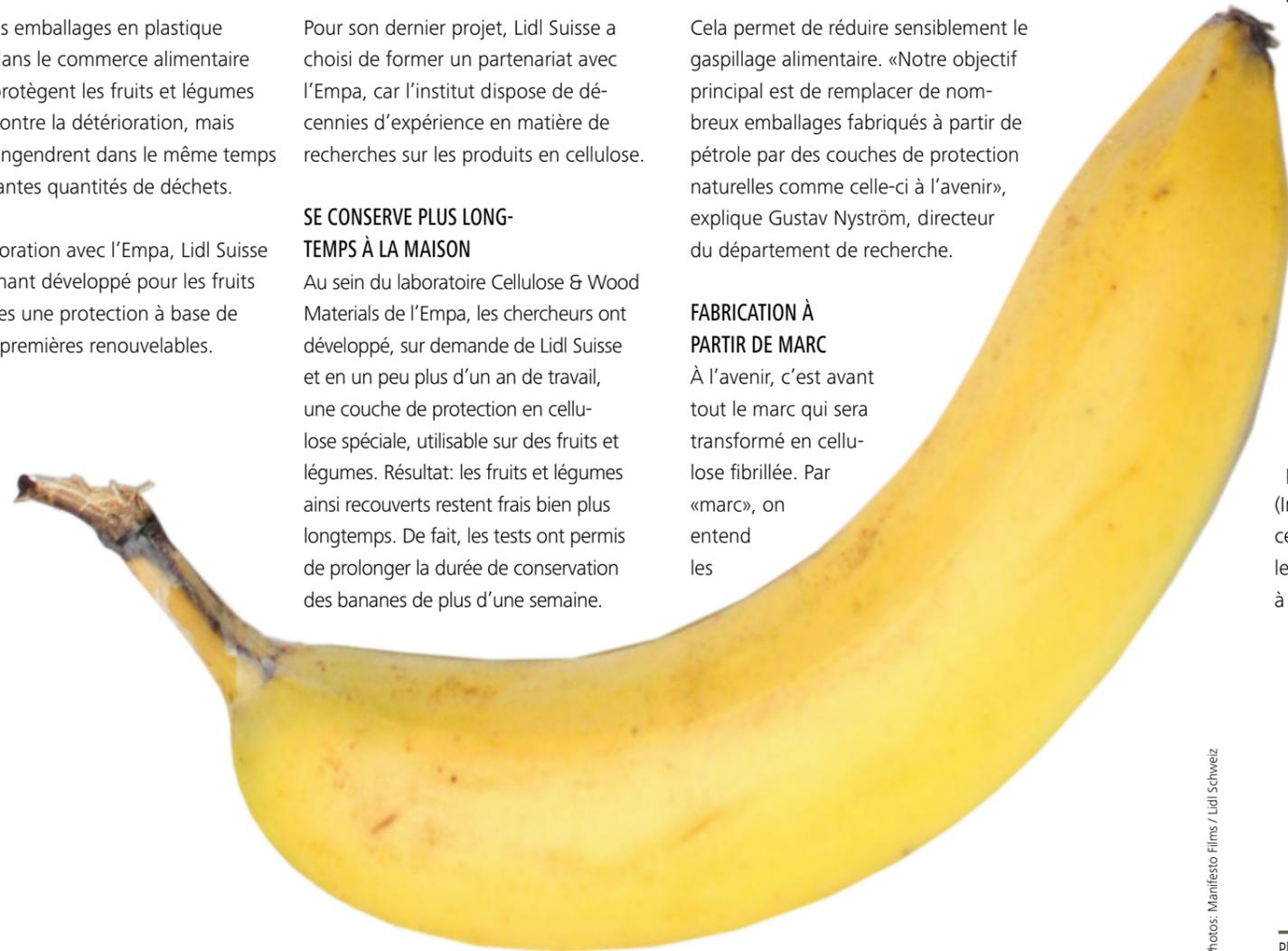
résidus solides issus du pressage visant à extraire le jus des fruits, des légumes et des plantes. Jusqu'à présent, ces résidus végétaux étaient éliminés dans des installations de biogaz ou directement dans les champs. Bientôt, ils permettront notamment de fabriquer une couche de protection pour les fruits frais. En fonction des résultats des recherches, cette couche de protection sera soit vaporisée sur les fruits, soit appliquée sur les produits par immersion et sera facilement lavable. Sans danger pour l'homme, elle pourra également être consommée avec le produit. Il reste encore beaucoup à apprendre sur le potentiel de la couche de protection en cellulose: il existe la possibilité d'y ajouter des éléments tels que des vitamines, des antioxydants, etc.

DANS TOUTE LA SUISSE

Cet été, l'étude préliminaire prometteuse qui se déroulait depuis 2019 a été conclue et l'étude principale a été entamée. La couche en cellulose développée chez l'Empa sera testée et améliorée au cours des deux prochaines années en collaboration avec Lidl Suisse et un fournisseur de fruits et légumes. Ce projet sera soutenu financièrement par l'Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse). L'objectif est de rendre cette nouvelle technologie utilisable dans les plus de 150 magasins Lidl en Suisse à l'issue de l'étude principale. ■



ÉCO-EMBALLAGE
Les chercheurs de l'Empa Kevin DeFrance (à gauche) et Gustav Nyström (à droite) ont développé avec Corina Milz de Lidl Suisse la couche de protection durable en cellulose pour les fruits et légumes.



Photos: Manifesto Films / Lidl Schweiz

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s302

ISOLER DE FAÇON MINCE

Les matériaux d'isolation haute performance tels que les aérogels sont coûteux. En même temps, ils offrent un avantage puissant: plus l'isolation d'un bâtiment est mince, plus sa surface utile est grande. Une équipe de recherche de l'Empa montre quand et où l'utilisation de l'aérogel est déjà intéressante aujourd'hui et se risque à des prévisions optimistes.

Texte: Stephan Kälin

Les prix de l'immobilier en Suisse augmentent depuis des mois, brisant de nombreux rêves d'acquisition de propriété. En particulier dans des villes comme Zurich, Genève, Lugano et Bâle, les prix au mètre carré sont parmi les plus élevés d'Europe. Un mètre carré de surface utile représente donc de l'argent comptant – en moyenne 12 700 francs suisses à Zurich. Quiconque construit intelligemment – et surtout économiquement – essaie donc de maximiser l'espace utilisable, que ce soit dans une nouvelle construction ou dans une rénovation.

Les matériaux d'isolation à haute performance tels que les aérogels peuvent jouer un rôle important à cet égard. Pour un même effet isolant, ces matériaux nécessitent la moitié, voire seulement un quart de la matière par rapport aux



CRÉER DE L'ESPACE

Utilisation rentable de l'aérogel: dans le nouveau bâtiment de la Hohlstrasse à Zurich, 30 mètres carrés supplémentaires de surface utile ont été créés grâce à une isolation haute performance.

Photo: zimmermannfotografie, Jürg Zimmermann

matériaux isolants classiques. D'autre part, ces isolants à haute performance sont aussi beaucoup plus chers. Dans leur dernière étude, une équipe dirigée par le chercheur de l'Empa Jannis Wernery s'est posée la question suivante: quand l'utilisation de matériaux super-isolants est-elle rentable? Ou mieux: quand l'avantage financier de la surface supplémentaire est-il supérieur aux coûts supplémentaires du matériau isolant plus coûteux qui permet ce gain de surface? «À cette fin, nous avons dérivé une équation simple qui pourra également être utilisée à l'avenir par les planificateurs pour décider du matériau d'isolation approprié dès le début du processus», explique Jannis Wernery.

EN EUROPE ET DANS LE MONDE

Il est évident que l'utilisation d'une isolation performante est particulièrement intéressante dans le contexte de la construction dense dans les villes. Pour leur analyse, les chercheurs ont examiné les 25 villes les plus chères d'Europe, d'Amérique du Nord et d'Asie. Dans les trois régions, ils ont identifié un grand potentiel: en première analyse, il est intéressant de construire avec de l'aérogel au lieu de la laine minérale conventionnelle partout où le prix du mètre carré est supérieur à 8 000 francs suisses. En Europe, cela concerne les 15 villes les plus chères – y compris les quatre villes suisses déjà mentionnées. En Amérique du Nord, ce sont les 14 villes les plus chères – de New York à Waikiki. Et en Asie, il s'agit des dix villes les plus chères.

Un exemple concret dans la Hohlstrasse à Zurich montre à quel point l'utilisation de matériaux d'isolation performants peut être lucrative. Le bâtiment résidentiel et commercial situé au centre-ville a été nouvellement construit entre 2015 et 2019 et est considéré comme le premier bâtiment en Suisse à être isolé presque exclusivement avec de l'aéro-

Photo: Empa

gel. Le bâtiment est la dernière pièce d'un projet de développement d'un bloc périphérique. Les dimensions extérieures du bâtiment devaient donc correspondre aux bâtiments existants et ne laissaient aucune marge de manœuvre. «Pour maximiser l'espace utilisable intérieur, on a utilisé une façade en aérogel de bois de seulement 14 centimètres d'épaisseur», explique Jannis Wernery, qui, avec son équipe, a joué le rôle de conseiller scientifique pendant les phases de conception et de construction du bâtiment. «En comparaison, une façade avec un matériau isolant conventionnel aurait eu une épaisseur d'environ 20 centimètres», explique le chercheur de l'Empa. Extrapolé à l'ensemble du bâtiment, l'utilisation du matériau d'isolation haute performance a permis de créer environ 30 mètres carrés supplémentaires d'espace utilisable. Pour un prix au mètre carré de 12 700 francs suisses, cela représente une valeur ajoutée de 381 000 francs suisses. Si l'on déduit les coûts supplémentaires de l'aérogel par rapport à l'isolation conventionnelle, il reste un bénéfice d'environ 247 000 francs suisses. «C'est là où nous en sommes aujourd'hui», dit Jannis Wernery. «C'est encore plus excitant quand on regarde vers l'avenir.» L'utilisation



NUAGES GELÉS

Les aérogels sont les solides les plus légers connus. Ils isolent parfaitement et sont facilement recyclables.

de l'aérogel dans la construction est encore très récente. En même temps, d'importants efforts de recherche – y compris à l'Empa – sont déployés pour simplifier le processus de production des aérogels et rendre ainsi ce matériau moins cher. «Par rapport aux méthodes de production actuelles, le meilleur scénario est une réduction de moitié des coûts de production des granulés d'aérogel», déclare Jannis Wernery. Si cela se produit et que les prix de l'immobilier continuent d'augmenter, les villes les plus chères du monde ne seront bientôt plus les seules où l'utilisation de l'aérogel est financièrement viable. ■

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/s312

ÉLÉMENTS PRÉFABRIQUÉS DANS L'UNITÉ NEST «SPRINT»

En collaboration avec les entreprises AGITEG AG et ERNE AG Holzbau et avec le soutien d'Innosuisse, le groupe de recherche de Jannis Wernery de l'Empa a développé des éléments préfabriqués en bois d'aérogel qui conviennent aussi bien pour les nouvelles constructions et les agrandissements que pour les rénovations. Les éléments sont constitués de panneaux OSB dont les interstices sont remplis d'aérogel. Avec une épaisseur de 15 centimètres, les éléments atteignent une valeur U (coefficient de transfert de chaleur) de 0,2 W/(m²K). Pour un premier test pratique, les nouveaux éléments ont été installés dans l'unité NEST «Sprint», qui a été inaugurée fin août 2021 dans le bâtiment de la recherche et de l'innovation de l'Empa et de l'Eawag. L'unité Sprint a été construite presque entièrement avec des composants réutilisés et des matériaux de rebut. Conformément à ce principe, les chutes et les déchets de la production de panneaux et de granulés d'aérogel ont également été utilisés pour les éléments en bois d'aérogel. La fonction des éléments de façade est désormais analysée en permanence par le biais d'une surveillance.

LE CHANGEMENT CLIMATIQUE PAR LE JEU

Si la Suisse veut atteindre son objectif de neutralité climatique d'ici 2050, il lui reste de nombreux obstacles à franchir. Dans le cadre du St. Gallen City Challenge pour la journée suisse du digital 2021, un nouveau jeu de simulation développé par l'Empa avec ses partenaires de projet a plongé les participants dans des problèmes, des opportunités et des situations difficiles – une inspiration vivante pour un avenir durable.

Texte: Norbert Raabe

Aujourd'hui, ils vont stopper le réchauffement climatique: Bertrand, ingénieur agroalimentaire, et Stephi, biochimiste, titulaire d'un doctorat et passionnée par les questions environnementales. Ariane et Salomon, deux experts en durabilité, ainsi que Patrick, un formateur d'enseignants, Marcel, un employé de l'Empa, et Tamar, une aménageuse du territoire. Âgés de 41 à 56 ans, ils apportent un éventail de compétences diverses et une grande expérience. Et la curiosité de savoir s'ils parviendront à réduire les émissions de gaz à effet de serre en Suisse à un niveau net zéro – en une demi-journée?

Samedi 23 octobre, 13h30: «postfossil-Cities» à l'Empa St. Gallen. «Nous sommes sur le point de décoller et d'accélérer!», déclare Markus Ulrich, un professionnel des jeux d'entreprise qui a participé au développement. Avec Andreas Gerber, chercheur à l'Empa, il explique cette simulation, qui se base sur plusieurs années d'études (voir infobox). Désormais, Bertrand est un investisseur, Stephi représente la population, Ariane est une planificatrice et Salomon est un fournisseur d'énergie. Patrick devient un acteur de niche, Marcel un politicien et

Tamar une représentante de l'industrie. Sept rôles, des droits égaux – un conseil fédéral du climat, pour ainsi dire. Pour que la simulation semble réelle, les règles du jeu précisent plusieurs objectifs. D'un côté, le succès dans la lutte pour la réduction des gaz à effet de serre et «une bonne vie pour tous», de l'autre, le pur intérêt personnel. En d'autres termes: le politicien doit promouvoir sa popularité, le joueur de niche les nouvelles technologies; l'industrie veut maximiser son profit.

LES ALLIÉS SONT UTILES

Tour d'échauffement dans le futur: 2021 à 2024. Heureusement qu'il n'y a pas de lancer de dés dans le domaine du climat. Au lieu de cela, les sept participants sont autorisés à choisir trois de leurs «cartes d'action»: des mesures de protection du climat allant de prudentes à radicales. Ils examinent leurs options avec scepticisme, réfléchissent, marmonnent. L'investisseur, par exemple, peut investir de l'argent dans des véhicules hybrides, éventuellement une technologie transitoire – et le politicien peut essayer d'interdire complètement les moteurs à combustion pour les véhicules privés.

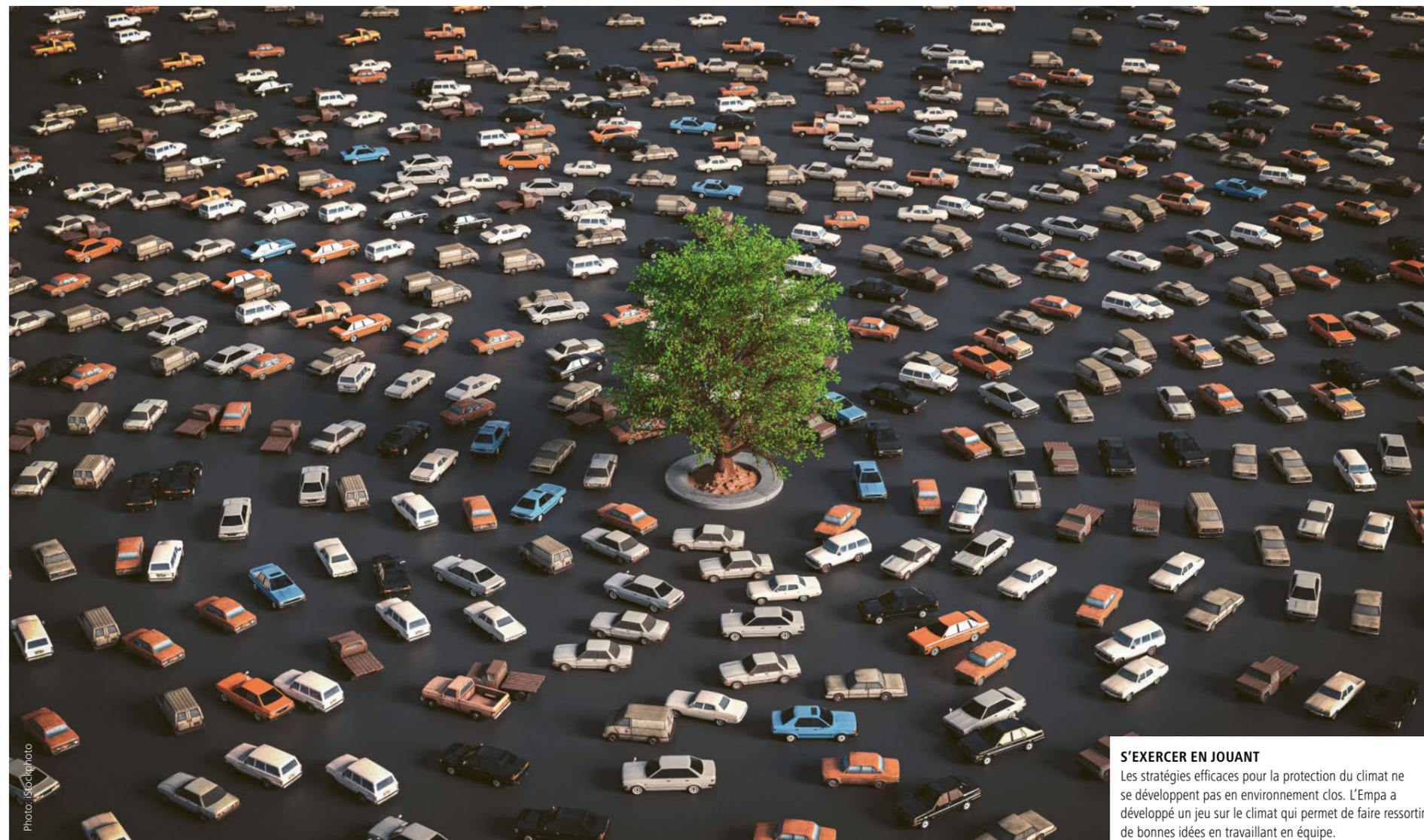
Les conséquences de chaque action peuvent être lues sur les cartes. L'effet

sur le climat ainsi que l'influence sur sa propre «force du rôle»: ceux qui font valoir leurs intérêts peuvent utiliser plus de cartes d'action – et donc avoir une plus grande marge de manœuvre. Et enfin, les «débloqueurs»: les autres joueurs qui possèdent des cartes pouvant être utilisées pour renforcer l'effet de leur propre carte. Si vous voulez gagner, vous devez forger des alliances.

Deuxième tour: 2024 à 2027. Autour de la table de jeu au centre, les sept forment des groupes, se séparent, cherchent de nouvelles alliances, comparent leurs cartes. Planificateur ou poli-

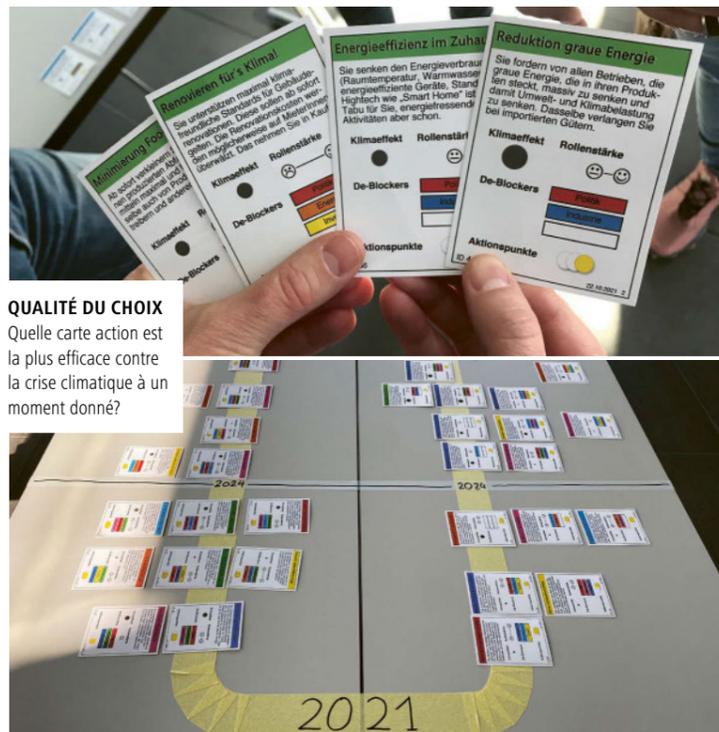
ticien: d'abord «Rénover pour le climat» ou tout de suite une loi sur la construction pointue pour une «norme énergétique zéro ou plus»? Ou encore une meilleure «autodétermination urbaine» à l'avance, afin que les quartiers de la ville suisse contribuent à façonner la protection du climat? L'urbaniste Ariane travaille elle-même sur des projets durables avec la participation des citoyens et aimerait voir plus de cartes avec de telles idées. «La politique a aussi besoin de participation des citoyens!» dit-elle. «Plus que 30 secondes, 10, stop!», la voix de Markus Ulrich résonne dans la pièce. Andreas Gerber enregistre

les cartes une par une sur l'ordinateur dans le logiciel de jeu. «Ah, vous avez fait de la planification urbaine: planifier pour les courtes distances», dit-il, «huiij, aussi une mesure drastique: interdire les moteurs à combustion!» Qu'est-ce que tout cela a donné? Andreas projette des diagrammes sur le mur: quatre joueurs sont à égalité pour la tête. La courbe des émissions de gaz à effet de serre jusqu'en 2100 s'est infléchie, mais: «Il y a encore beaucoup de potentiel dans certains domaines», dit-il, «l'alimentation et l'industrie, par exemple».



S'EXERCER EN JOUANT

Les stratégies efficaces pour la protection du climat ne se développent pas en environnement clos. L'Empa a développé un jeu sur le climat qui permet de faire ressortir de bonnes idées en travaillant en équipe.



QUALITÉ DU CHOIX
Quelle carte action est la plus efficace contre la crise climatique à un moment donné?

L'HORLOGE FAIT TIC-TAC

Troisième tour: 2027 à 2030. Cinq minutes seulement pour y réfléchir, après tout, le temps presse aussi pour la protection du climat. Stephi reste néanmoins pondérée. Des mesures drastiques ne seront peut-être pas nécessaires pour sa «population», espère-t-elle. Et des décisions en noir et blanc comme «L'énergie nucléaire? Non merci?» Mieux vaut attendre et voir. Négociez à nouveau. Groupes de trois, quatre et cinq, propositions, compromis. Le jeu devient plus rapide et aussi plus intense. «Il ne veut pas bouger sur la capture et le stockage du CO₂!», grommelle le joueur de niche Patrick à propos d'un collègue et quitte le groupe.

L'horloge commence à faire tic-tac: il reste une minute. Et puis une autre directive drastique. «Interdire le chauffage aux combustibles fossiles», lit Andreas. La consommation d'énergie des réfrigérateurs, des cuisinières et d'autres

appareils sera également réduite, mais la projection montre: la courbe des émissions de gaz à effet de serre ne glisse donc que très peu vers le bas. Les appareils ménagers ne représentent donc pas une part décisive du bilan.

LA CONCLUSION COMMUNE

«Dans l'ensemble, un tour efficace. Mais nos émissions sont encore trois fois plus élevées que le budget carbone disponible», résume le meneur de jeu. Il reste encore beaucoup à faire, mais peu avant 16 heures, le temps est compté car le débriefing, qui fait partie du jeu, est encore à venir – l'exercice est annulé. Des expressions déçues ici et là. «Laissez vos rôles», dit tout de même Markus Ulrich, «retournez en l'an 2021!..»

Café, chocolat, pause pour réfléchir – les pensées tourbillonnent déjà autour du groupe comme des feuilles dans une tempête. «La coordination est importante», déclare Stephi, «mais parfois,

LE JEU

«postfossilCities» est un jeu de simulation dans lequel les joueurs testent la transformation d'une ville suisse fictive en neutralité climatique. En plus des éléments de jeu de rôle, le jeu contient également un nouveau modèle informatique dynamique qui inclut des données sur les flux matériels de l'ensemble de l'économie suisse. Ce modèle permet de calculer spontanément différents scénarios – la base pour estimer l'impact d'environ 200 options de décision («cartes d'action») sur les émissions de gaz à effet de serre dans différents secteurs. En raison de sa complexité, le jeu n'est pas disponible au grand public – il est conçu pour des ateliers guidés et s'adresse aux décideurs actuels et futurs, tels que les managers, les étudiants et autres parties intéressées. Il existe également une version pour les occasions de jeu virtuel. Le jeu a été développé dans le cadre du projet PNR73 à l'Empa St-Gall avec les partenaires Ulrich Creative Simulations, l'Université de Zurich, la Haute école spécialisée de Suisse orientale et l'Université norvégienne des sciences et de la technologie.

il suffit de décider et de voir ce qui se passe. Très excitant!» Et Salomon? «On est heureux quand un coup d'État réussit», dit-il en souriant, «mais dans le jeu, bien sûr, il n'y a aussi que de «bonnes» mesures – pas d'antagonistes comme les «talibans du climat» comme adversaires.»

Qui a gagné à la fin? Pas un mot à ce sujet, pas même une question. La question de savoir qui l'a emporté à la fin n'intéresse tout simplement pas les sept participants – un conseil discret, peut-être, aux hommes politiques, aux entreprises, aux investisseurs et à tous ceux qui jouent un rôle réel dans la protection du climat. ■

Plus d'informations ici: www.empa.ch/web/pfc

Photos: Empa

annonce: Empa

Rendre possible la médecine de demain.



Faites la différence!
Soutenez le Zukunftsfonds
«Médecine» de l'Empa.
empa.ch/zukunftsfonds

 **Empa**
Zukunftsfonds

IL NEIGE DU PLASTIQUE DANS LES ALPES

Dans le cadre d'une campagne de financement à grande échelle, des youtubers populaires comme Mister Beast et Mark Rober tentent actuellement de débarrasser les océans de près de 14 000 tonnes de plastique. Cela représente environ 0,15 % de la quantité qui aboutit dans les océans chaque année. Mais il n'y a pas que nos eaux qui sont pleines de plastique. Une nouvelle étude montre que la propagation des nanoplastiques dans l'air est un problème plus répandu qu'on ne le pensait auparavant.

Texte: Noé Waldmann



RECHERCHE ALPINE
L'observatoire Sonnenblick dans les Hohe Tauern autrichiens existe depuis 1886.

Dans une nouvelle étude, le chercheur de l'Empa Dominik Brunner, en collaboration avec des collègues de l'Université d'Utrecht et du service météorologique et de géophysique national d'Autriche, examine la quantité de plastique qui est transporté par l'atmosphère jusqu'à nous. Selon l'étude, certains nanoplastiques parcourent plus de 2000 kilomètres dans l'air. Selon les chiffres de la mesure, environ 4,3 trillions de fines particules de plastique atterrissent en Suisse chaque année. Les chercheurs ne s'accordent toujours pas sur le nombre exact. Mais selon les estimations de l'étude, ce sont jusqu'à 3000 tonnes de nanoplastiques qui recouvrent la Suisse chaque année, des Alpes reculées aux plaines urbaines.

Cette étude est un territoire scientifique inexploré. Car la propagation des nanoplastiques dans l'air est encore largement inexplorée. Le résultat des recherches de Dominik Brunner est l'enregistrement le plus précis jamais réalisé de la pollution atmosphérique par les nanoplastiques. Pour compter les particules de plastique, Dominik Brunner et ses collègues ont mis au point une méthode chimique qui détermine la contamination des échantillons à l'aide d'un spectromètre de masse.

CONDITIONS EXTRÊMES

Les scientifiques ont étudié une petite zone située à une altitude de 3106 mètres au sommet de la montagne Hoher Sonnenblick dans le parc national des Hohe Tauern en Autriche. Un observatoire de l'Institut central de météorologie et de géodynamique y est installé depuis 1886. L'observatoire est dirigé par la météorologue et chercheuse en Arctique Elke Ludewig. Depuis le début des travaux de recherche à la fin du 19e siècle, l'observatoire n'a été hors service que quatre jours. La station

de recherche a également servi de base pour l'étude sur la propagation des nanoplastiques dans les zones reculées.

Chaque jour, et quelles que soient les conditions météorologiques, les scientifiques ont retiré une partie de la couche supérieure de neige autour d'un marqueur à 8 heures du matin et l'ont soigneusement entreposée. La contamination des échantillons prélevés par les nanoplastiques présents dans l'air ou sur les vêtements des scientifiques a constitué un défi particulier. En laboratoire, les chercheurs devaient parfois rester immobiles lorsqu'un collègue manipulait un échantillon ouvert.



À CIEL OUVERT
L'exploratrice arctique Elke Ludewig a collecté les échantillons de nanoplastiques avec son équipe.

L'origine des minuscules particules a été retracée à l'aide de données européennes sur les vents et la météo. Il a pu être prouvé que la plus grande émission de nanoplastiques dans l'air se produit dans les zones urbaines à forte densité de population. Environ 30 % des particules nanoplastiques mesurées au sommet de la montagne proviennent d'un rayon de 200 kilomètres, principalement des villes. Cependant, il semblerait que les plastiques provenant des océans du monde entier se retrouvent également dans l'air par le biais des embruns des vagues. Environ 10 % des particules mesurées dans le cadre de l'étude ont

été transporté sur la montagne par le vent et les conditions météorologiques sur plus de 2000 kilomètres – dont certaines en provenance de l'Atlantique.

LES NANOPARTICULES PASSENT DANS LE SANG

On estime que plus de 8300 millions de tonnes de plastique ont été produites dans le monde à ce jour, dont environ 60 % sont aujourd'hui des déchets. Ces déchets s'érodent sous l'effet des intempéries et de l'abrasion mécanique, passant des macroparticules aux microparticules puis aux nanoparticules. Mais le plastique mis au rebut est loin d'être la seule source. L'utilisation quotidienne de produits en plastique tels que les emballages et les vêtements libère des nanoplastiques. Les particules de cette taille sont si légères que leur mouvement dans l'air peut être comparé à celui d'un gaz.

Outre le plastique, il y a toutes sortes d'autres petites particules. Du sable du Sahara aux plaquettes de frein, le monde vit sous l'influence de l'abrasion. On ne sait pas encore si ce type de pollution atmosphérique constitue une menace potentielle pour la santé humaine. Les nanoparticules, contrairement aux microparticules, ne se retrouvent pas uniquement dans l'estomac. Ils sont aspirés profondément dans les poumons par la respiration, où leur taille peut leur permettre de traverser la barrière cellule-sang et de pénétrer dans la circulation sanguine humaine.

La question de savoir si cela est nocif ou même dangereux doit encore faire l'objet de recherches. ■

Plus d'informations ici:
www.empa.ch/web/s503/team-modelling

DENISE MITRANO REMPORTE LE PRIX MARIE HEIM-VÖGTLIN

Denise Mitrano, ancienne chercheuse postdoctorale au sein du Groupe d'évaluation et de gestion des risques environnementaux, dirigé par Bernd Nowack, et aujourd'hui professeure assistante en chimie environnementale des matériaux anthropiques à l'ETH Zurich, a reçu le prix Marie Heim-Vögtlin du Fonds national suisse (FNS). Elle est la 13e lauréate de ce prix qui récompense des jeunes chercheuses exceptionnelles et est doté de 25 000 francs suisses. Mitrano fait des recherches sur la distribution des particules micro- et nanoplastiques dans l'environnement. Ces minuscules particules, formées par l'altération et la dégradation des articles en plastique, sont désormais omniprésentes et constituent l'une des caractéristiques de l'Anthropocène, l'époque qui représente l'impact significatif de l'homme sur l'écosystème et la géologie de la Terre. Le suivi de la propagation des plastiques minuscules permet à Mitrano d'évaluer les effets nocifs potentiels que les micro- et nanoplastiques pourraient avoir sur divers écosystèmes, de développer des méthodes analytiques pour mieux identifier ces particules et d'interpréter le risque pour les humains et l'environnement.

www.empa.ch/web/s506



LAURÉATE
Denise Mitrano a fait de la recherche pendant plusieurs années à l'Empa et est aujourd'hui professeure assistante à l'ETH Zurich.

«SALON PUBLIC»: DES ESPRITS ÉCLAIRÉS EXPLIQUENT LE MONDE



UN VISIONNAIRE
Peter Richner discute de l'avenir de l'habitat lors du «Salon Public» à Berne.

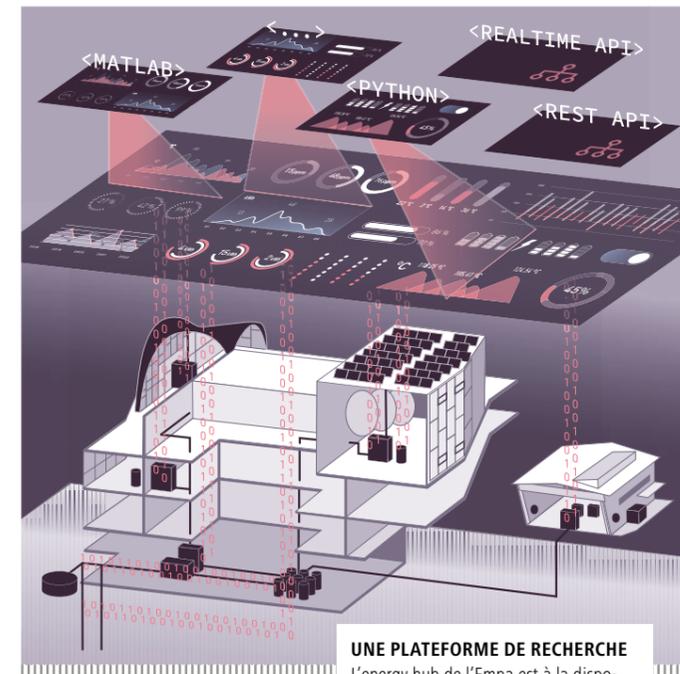
Le «Salon Public» est le plus grand «Science Festival» de Suisse. Ce festival scientifique en quatre parties a eu lieu le 16 octobre au Kursaal de Berne et le 23 octobre 2021 à Lausanne. À chaque manifestation, quatre conférenciers de renom présentent un thème. Peter Richner, directeur adjoint de l'Empa, a montré à Berne à quel point l'interprétation d'un «bâtiment intelligent» est large, et a osé regarder bien au-delà des normes de construction actuelles. Outre Richner, les organisateurs avaient prévu l'ancien ministre allemand des affaires étrangères Joschka Fischer, le visionnaire de l'énergie solaire Bertrand Piccard, le président du Conseil des EPF Michael Hengartner et le philosophe Richard David Precht.

www.salon-public.ch

Photos: Aroma, Cornelia Vinzens

Graphique: Hug & Dorfmueller Design AG / Empa

APPRENDRE À STOCKER L'ÉCO-ÉNERGIE



UNE PLATEFORME DE RECHERCHE
L'energy hub de l'Empa est à la disposition des groupes de travail du monde entier.

Le stockage de l'énergie est l'un des grands défis de la transformation actuelle de notre système énergétique. L'European Green Deal doit contribuer à ce que l'Europe atteigne la neutralité climatique d'ici 2050. Les systèmes de stockage jouent un rôle central à cet égard. Dans le projet Green Deal «StoRIES» lancé récemment, de nombreuses institutions de recherche et des partenaires industriels travaillent ensemble dans toute l'Europe sur des solutions de stockage de l'énergie. L'Empa y participe avec ses infrastructures de recherche et de démonstration NEST, move et ehub ainsi qu'avec son savoir-faire en matière d'analyse du cycle de vie dans le département «Technologie et société».

www.eera-energystorage.eu/stories.html

SÉMINAIRES DE L'ACADÉMIE DE L'EMPA

(EN ALLEMAND ET EN ANGLAIS)

20. JANUAR 2022

NABEL-Tagung: Luftqualität und Gesundheit

Zielpublikum: Industrie und Wissenschaft

www.empa-akademie.ch/nabeltagung

Empa, Dübendorf und online

02. + 03. FEBRUAR 2022

Onlinekurs: Additive Fertigung von Metallen

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft

www.empa-akademie.ch/addfert

Empa, Dübendorf

24. MÄRZ 2022

VERT-Forum: Best Available Technology

in Emission Reduction

Zielpublikum: Industrie und Wirtschaft

www.empa-akademie.ch/vert

Empa, Dübendorf

20. MAI 2022

Kurs: Elektrochemische Charakterisierung und Korrosion

Zielpublikum: Forschung und Industrie

www.empa-akademie.ch/korrosion

Empa, Dübendorf

01. JULI 2022

Kurs: Hightech-Keramiken

Zielpublikum: Industrie und Forschung

www.empa-akademie.ch/ht-keramik

Empa, Dübendorf

Vous trouverez la liste complète des événements sur:
www.empa-akademie.ch

THE PLACE WHERE INNOVATION STARTS.



Empa

Materials Science and Technology