

PANORAMA 015
RAPPORT D'ACTIVITÉ

PANORAMA 2015
RAPPORT D'ACTIVITÉ



.....● SOMMAIRE

5 ÉDITORIAL

ENSEIGNEMENT 6

14 RECHERCHE

38 TECH TRANSFER

..... OUVERTURE 48

58 PERSONALIA

66 L'EPFL EN CHIFFRES



2 avril 2015 : l'accord-cadre préliminaire sur le nucléaire iranien rendu public sur le campus de l'EPFL.



PATRICK AEBISCHER PRÉSIDENT DE L'EPFL

Dans cette édition 2015 de notre rapport d'activité, vous aurez l'occasion de découvrir que les institutions scientifiques suisses rayonnent bien au-delà du monde académique. Ces dernières années, elles sont même devenues un véritable étendard pour le pays tout entier. La Suisse commence à prendre conscience qu'elle compte parmi les grands pays de la technologie et de la recherche. «Nul n'est prophète en son pays» – ici l'adage est peut-être un peu forcé, mais il n'empêche que la reconnaissance vient en grande partie et tout d'abord de l'étranger, où on admire et envie l'écosystème suisse de formation, de recherche et d'innovation.

En 2015, lorsque le Président François Hollande visite la Suisse, c'est à l'EPFL qu'il choisit de s'arrêter. La délégation française tisse à cette occasion de nouvelles relations avec nos start-ups, qui profitent à nos deux pays. Et lorsqu'Européens, Iraniens et Américains décident de rendre publique l'issue de leurs négociations sur le nucléaire, c'est sur le campus de notre Ecole que se tient la conférence de presse retransmise dans le monde entier.

Le rôle grandissant des institutions académiques fait écho à l'excellence reconnue des universités suisses. Notre pays compte par habitant le plus grand nombre de brevets, de prix Nobel ou de publications scientifiques. Les décideurs étrangers le savent et, s'ils ne boudent pas pour autant les paysages alpins, ils veulent également visiter cette «autre Suisse», entrepreneuriale et innovante.

Dans ce monde global et toujours plus connecté, l'EPFL a pris les devants. En 2015, l'Ecole dépassait le million d'inscriptions à ses cours en ligne. La plus grande part des étudiants de nos MOOCs viennent du monde entier, mais surtout d'Amérique du Nord, d'Asie et même, grâce à une stratégie délibérée, du Continent africain. Autant de futurs ingénieurs, cadres, intellectuels ou décideurs qui suivent depuis leur pays des enseignements élaborés en Suisse. Autant d'ambassadeurs en puissance de notre pays aux quatre coins d'un monde qui évolue de plus en plus vite.

Ce rayonnement international va de pair avec un ancrage local qui couvre désormais la Suisse occidentale. L'EPFL, c'est bien sûr le campus de Lausanne, mais également les antennes régionales de Neuchâtel, Sion, Genève et Fribourg. Autant de sites de proximité en lien avec le tissu économique et industriel qui fait la force de la Suisse. Aujourd'hui plus que jamais, l'EPFL est multidimensionnelle.

Ces succès ne doivent pas nous faire oublier que le rôle majeur de l'EPFL se joue dans la formation. Nous accueillons désormais plus de 10'000 étudiants. Cette thématique est trop rarement au centre de l'attention des médias et de la population – on lui préfère souvent les histoires de start-ups à succès, les collaborations prestigieuses, les recherches coup-de-poing sur le cancer ou les nouvelles énergies. Pourtant, les jeunes et leur formation sont notre plus grande valeur ajoutée. Peu importe d'ailleurs qu'ils se lancent dans un apprentissage ou une filière universitaire: l'économie suisse a besoin de cette main-d'œuvre dans toute sa diversité. Nous ne sommes pas peu fiers de participer, loin des feux de la rampe et des visites présidentielles, à la formation d'une relève qui, on l'oublie parfois, est la condition première de notre succès et de notre prospérité.

«LES JEUNES ET LEUR
FORMATION SONT
NOTRE PLUS GRANDE
VALEUR AJOUTÉE.»



ENSEIGNEMENT

PHILIPPE GILLET

VICE-PRÉSIDENT POUR LES AFFAIRES ACADÉMIQUES

«LES ENSEIGNANTS
ONT À LEUR DISPOSITION
UNE PALETTE D'OUTILS DE
POINTE POUR ASSURER LA
MEILLEURE TRANSMISSION
POSSIBLE DU SAVOIR.»

Promouvoir l'excellence et l'innovation est l'une des préoccupations constantes de l'EPFL, aussi bien en recherche qu'en enseignement. L'Ecole encourage le développement d'une pédagogie fondée sur des approches novatrices pour ses étudiants, qui ont pour la première fois passé le cap symbolique des 10'000 à la rentrée 2015. En ligne, ce sont plus d'un million d'utilisateurs du monde entier qui suivent les cours gratuits (Massive Open Online Courses ou MOOCs) estampillés EPFL.


Pour assurer une solide formation de base à tous les étudiants, un effort particulier a été fait pour définir et harmoniser le contenu des cours polytechniques en première année. Des examens coordonnés sont en place pour assurer un juste contrôle des connaissances. Une assurance qualité est mise en place et l'accréditation des cursus Bachelor et Master a été renouvelée par l'AAQ suisse et la CTI française.

Pour valoriser celles et ceux qui dispensent des cours de haute qualité avec un engagement particulier, l'EPFL a décerné pour la première fois cette année, des prix récompensant les meilleurs enseignants de chaque section. Des distinctions qui ne sont pas réservées aux seuls professeurs, mais à tous ceux qui, avec passion, forment les talents de demain. Cette année, c'est le duo composé de Jean-Cédric Chappelier et Jamila Sam qui a remporté le prix

du meilleur enseignement de toute l'Ecole pour l'ensemble de leur travail commun, qui a mis à profit avec succès l'utilisation de cours en ligne dans l'apprentissage.

Des étudiants lausannois aux élèves du programme MOOCs Afrique, l'EPFL continue de jouer un rôle majeur dans l'utilisation et le développement d'approches pédagogiques inédites. Des modèles de classe « inversée » aux projets transdisciplinaires, en passant par des innovations technologiques, ou des applications informatiques qui facilitent la participation des étudiants dans les grands auditoriums, les enseignants ont à leur disposition une palette d'outils de pointe pour assurer la meilleure transmission possible du savoir. Des expériences d'apprentissage interactif ont aussi été menées sur le campus avec le Centre d'appui à l'enseignement. Elles encouragent la participation des étudiants et assurent une meilleure assimilation des concepts théoriques. Les Discovery Learning Labs permettront aux élèves d'expérimenter en conditions réelles ce qu'ils ont appris en cours.

Toutes ces évolutions ne seront pas réservées aux seuls étudiants EPFL, puisqu'une Extension School sera développée pour renforcer les offres de formation continue. Elle offrira de nouveaux cours tant en ligne que sur le campus dès l'an prochain.



Les MOOCs
peuvent combler
les disparités
en termes
d'enseignement.

UN MILLION D'INSCRITS SUR LE CAMPUS VIRTUEL

LES MOOCS DE L'EPFL, ACCESSIBLES GRATUITEMENT SUR LE WEB, ONT PASSÉ LE CAP DE LA MILLIONIÈME INSCRIPTION À LA FIN DE L'ÉTÉ.

L'engouement pour les cours de l'EPFL dépasse les frontières. Alors que l'école compte plus de 10'000 étudiants sur le campus, elle attire plus d'un million d'inscrits à ses cours en ligne. Gratuits et ouverts à tous, ces MOOCs (*Massive Open Online Courses*) ont été suivis depuis leur lancement en octobre 2012 par des étudiants provenant de plus de 185 pays.

Si tous les inscrits à ces leçons en ligne ne vont pas jusqu'au bout, ils sont plus de 55'000 à avoir obtenu un certificat de réussite. Aujourd'hui, l'EPFL a un portfolio de 47 MOOCs. Un éventail de matériel pédagogique qui intéresse notamment les étudiants africains, qui sont près de 50'000 inscrits grâce au programme «MOOCs for Africa», réalisé en collaboration avec des universités et hautes écoles africaines.

Outre leur attractivité internationale, les MOOCs sont un outil indispensable aux étudiants basés à Lausanne. 4048 étudiants de l'EPFL se sont déjà inscrits en ligne, chacun participant en moyenne à 2,6 MOOCs. De nombreux professeurs ont choisi d'intégrer les MOOCs à leur enseignement; une pratique appelée à se développer, y compris pour faciliter la transition entre les études gymnasiales et l'EPFL.

La plupart des participants aux MOOCs de l'EPFL sont des adultes en quête de formation continue ou de reconversion. Un public auquel l'EPFL souhaite proposer des cours sur mesure dès 2016.

ILS RÉINVENTENT L'ENSEIGNEMENT À L'EPFL

JAMILA SAM ET JEAN-CÉDRIC CHAPPELIER ONT REÇU LE CREDIT SUISSE AWARD FOR BEST TEACHING 2015, QUI RÉCOMPENSE LA MEILLEURE CONTRIBUTION DANS LE DOMAINE DE L'ENSEIGNEMENT À L'EPFL.

Les heures passées dans un auditoire à écouter un professeur, c'est du passé pour certains étudiants de l'EPFL. Plusieurs cours de programmation ont subi une véritable révolution sous l'impulsion de deux enseignants: Jamila Sam et Jean-Cédric Chappelier. Depuis deux ans, leurs élèves suivent des leçons d'un nouveau genre, déclinées sur le web en vidéos, tutoriels ou quiz qu'ils peuvent suivre à leur rythme. Quand ils se retrouvent dans une salle, ce n'est plus pour présenter la matière, mais pour approfondir le cours déjà abordé en ligne. Un concept de classe «inversée» qui demande un investissement considérable de la part de l'enseignant. Jamila Sam et Jean-Cédric Chappelier ont ainsi réalisé quatre MOOCs, des cours en ligne nécessitant des semaines de préparation et de tournage.

A l'arrivée, les résultats de ces cours d'un genre nouveau parlent d'eux-mêmes. Devenus acteurs de leur apprentissage, les élèves sont davantage motivés et réalisent de meilleures performances aux examens, en particulier les étudiants qui étaient à la peine. La remise du *Credit Suisse Award for Best Teaching* a récompensé l'approche novatrice de Jamila Sam et Jean-Cédric Chappelier ainsi que l'impact de leur enseignement sur la formation des étudiants.



180 SECONDES CHRONO POUR PRÉSENTER SA THÈSE AU GRAND PUBLIC

LORS D'UNE SOIRÉE ORGANISÉE À L'EPFL, LES 14 FINALISTES DU CONCOURS «MA THÈSE EN 180 SECONDES» ONT PRÉSENTÉ LEURS TRAVAUX DE RECHERCHE DEVANT PLUS DE 600 SPECTATEURS.

Trois minutes et pas une seconde de plus. Comme le veut le règlement de ce concours, les candidats ont 180 secondes pour raconter à un public de tous horizons leur travail de recherche. Elocution, rythme, fluidité gestuelle, clarté de l'exposé, mise en contexte, utilisation de métaphores : les nombreux critères de jugement sont précis et la barre était haute.

C'est Alessandro de Simone, doctorant du laboratoire de Pierre Gönczy, qui a finalement remporté le premier prix. Sa présentation sur les organisateurs de l'ADN dans les cellules souches assimilés à des serveurs dans un restaurant a été présentée avec beaucoup d'aisance et d'humour. Il a conquis aussi bien le jury que le public puisqu'il a également remporté, ex aequo avec Justine Gay-Des-Combes, le prix attribué par les spectateurs.

Afin de se préparer dans les meilleures conditions, les doctorants ont participé en septembre à des formations à la prise de parole en public dispensées par deux professionnels des médias et ont mis l'accent sur la pratique. Plusieurs passages devant une caméra ont permis aux participants d'obtenir des critiques constructives à la fois des formateurs et de leurs pairs. Des séances qui constituent un atout supplémentaire pour leur future carrière. La Suisse devrait d'ailleurs participer à la finale internationale en 2016.

Le groupe d'étudiants qui a créé Fimi, un biberon équipé de capteurs pour mesurer la température et fournir des statistiques sur la consommation.



DES ÉTUDIANTS INVENTENT LES OBJETS DU FUTUR

LE CHINA HARDWARE INNOVATION CAMP, ORGANISÉ PAR LE COLLÈGE DES HUMANITÉS DE L'EPFL, A CONDUIT QUINZE ÉTUDIANTS DE LAUSANNE À SHENZHEN POUR CONCEVOIR D'ÉTONNANTS PROTOTYPES.

Imaginer un objet de A à Z et se rendre en Chine pour suivre sa fabrication. C'est le challenge relevé durant un semestre par quinze étudiants ayant pris part au *China Hardware Innovation Camp* (CHIC), organisé par le Collège des Humanités de l'EPFL avec swissnex China. Les participants ont travaillé au sein d'équipes interdisciplinaires mêlant étudiants de l'EPFL, de l'ECAL et de HEC Lausanne.

Les trois prototypes réalisés lors de cette première édition ont été dévoilés au public en septembre. Sans doute le plus surprenant avec son look très abouti, le biberon intelligent Fimi a un socle équipé de capteurs pour mesurer la température du lait, et fournir des statistiques sur la consommation de l'enfant. Autre projet, Dory est un kit d'analyse de l'eau déguisé en console de jeu. Quant à Vesta, ce prototype malin veut reconnecter les seniors à la jeune génération grâce à une tablette simplifiée. Sorte de support pour cartes postales virtuelles, elle peut recevoir en un clic des photos et des messages envoyés via un smartphone.





L'EPFL REDESSINE LE FUTUR CŒUR DU CAMPUS, LA PLACE COSANDEY

SITUÉE ENTRE LES BÂTIMENTS EMBLÉMATIQUES DE L'ENTRÉE DU CAMPUS, LA PLACE COSANDEY AURA UN NOUVEAU VISAGE DANS ONZE MOIS. LE LABORATOIRE ET LES ÉTUDIANTS DE L'EPFL QUI ONT COLLABORÉ AU PROJET VIENNENT DE DÉVOILER LE FUTUR ESPACE PUBLIC MULTIFONCTIONNEL.

Une colline boisée avec des gradins pouvant accueillir quelque 800 personnes, une petite scène pour recevoir des artistes, des lieux végétalisés invitant à la détente: les 16'000 m² du projet de la future place Cosandey, se déclineront en cercles, correspondant chacun à une fonction et à autant d'espaces de vie. Le public pourra découvrir le nouveau cœur du campus en même temps que le bâtiment Under One Roof, en novembre 2016.

Dix-huit étudiants ont été impliqués dans le processus, sous la coordination de Dieter Dietz, professeur d'architecture à l'EPFL et directeur du laboratoire ALICE (Atelier conception de l'espace) et Rudi Nieveen. Après analyse d'un sondage d'opinion adressé à la communauté EPFL, trois séminaires ont été menés afin d'imaginer des usages pour la nouvelle place, en tenant compte de sa situation, des besoins et des envies. Les étudiants ont passé en revue dix thématiques: le contexte, le sol, la végétation, l'eau, les matériaux, les activités, la lumière, les couverts, le son et l'art. Avec à l'esprit le fait que l'espace devait être multifonctionnel et pouvoir s'adapter lors des grands événements de l'EPFL.

La place Cosandey
va devenir un
nouveau lieu de vie.

TRAVAUX DE SEMESTRE: LES ÉTUDIANTS S'INITIENT À LA RECHERCHE

C'est par le biais de de briques de LEGO que Marc-Edouard Schultheiss et Alexandre Bouchet ont eu l'idée de transmettre des compétences.

L'INGÉNIERIE LEGO POUR CONSTRUIRE DES TOILETTES

Marc-Edouard Schultheiss et Alexandre Bouchet, deux étudiants de la faculté ENAC, sont partis en Inde dans le cadre d'un projet humanitaire soutenu par l'association de l'EPFL Ingénieurs du monde. Leur objectif: apprendre aux habitants des villages, et surtout aux femmes, à construire des structures comprenant douche et WC reliés à une fosse.

Les étudiants ont été confrontés à l'analphabétisation. Pour résoudre ce casse-tête ils ont développé une surprenante idée: réaliser une maquette reproductible en briques LEGO. Ils ont même présenté leur projet à New York, au siège de l'ONU.



ET SI TOUTES LES VOITURES ÉTAIENT ÉLECTRIQUES?

Cihan Cavdarli a analysé les impacts d'un parc automobile tout électrique en Suisse. Il a pris en considération quantité de paramètres économiques, environnementaux, technologiques ou fiscaux et aussi utilisé le calculateur énergétique Swiss-Energyscope, développé par le Centre de l'énergie.

Pour Cihan Cavdarli les impacts positifs de la mobilité électrique surpassent les aspects négatifs.

Sa recherche a montré que ce parc ferait grimper la demande en électricité de 19 à 24 %, mais que l'électromobilité apporterait aussi des avantages socio-économiques et environnementaux. Si un véhicule électrique n'est pas encore financièrement intéressant, il devrait en 2020 atteindre le coût du véhicule à essence.

Les rives du lac de la Gruyère ont offert un terrain d'expérimentation à Max Mentha et Morgan Bruhin pour réaliser leur travail de Master.

LES MOUSTIQUES DU LAC DE LA GRUYÈRE : FRAPPER LORSQU'ILS SONT FAIBLES

Max Mentha et Morgan Bruhin, deux étudiants de Master en ingénierie de l'environnement, ont développé une plateforme en ligne permettant de surveiller la croissance des larves de moustiques qui pullulent autour du lac de la Gruyère.

Les deux étudiants ont augmenté les performances d'un modèle existant en intégrant des prévisions météo à trois jours. Cela aidera les autorités à déterminer où et quand intervenir au moyen d'un insecticide naturel composé de bactéries, dispersé au moyen d'un hélicoptère.



VERS DES FUSÉES RÉUTILISABLES

Danylo Malyuta et cinq autres étudiants en génie mécanique ont fabriqué une fusée miniature avec le soutien du centre d'ingénierie spatiale eSpace. Elle s'inscrit dans le projet de réaliser des appareils pouvant atterrir à la verticale et donc réutilisables.

Longue d'environ 1,5 m et dotée d'un puissant moteur, leur fusée est particulière. Son originalité réside dans le système de contrôle que les étudiants ont imaginé pour leur travail de Bachelor. Il permettra peut-être un jour de poser cette fusée sans encombre sur Terre.



Danylo Malyuta et ses camarades imaginent les voyages interplanétaires.

Benjamin Rime a pu visiter des hôpitaux et rencontrer des mères d'enfants prématurés.

DE LAUSANNE À YAOUNDÉ POUR DONNER UNE CHANCE AUX PRÉMATURÉS

Benjamin Rime a imaginé un système de régulation thermique robuste et innovant pour les couveuses des pays du Sud. Au lieu de chauffer un matériau simple (eau, pierre ou métal) pour en récupérer la chaleur, son système se base sur un polymère à changement de phase. Pendant qu'il se solidifie, il libère une chaleur constante de 52 °C.

Son prototype a été réalisé en partie durant un stage au Cameroun. Ce travail, réalisé au Laboratoire de technologie des composites et polymères, s'inscrit dans le cadre du projet GlobalNeoNat de l'équipe EssentialTech du Centre coopération et développement.



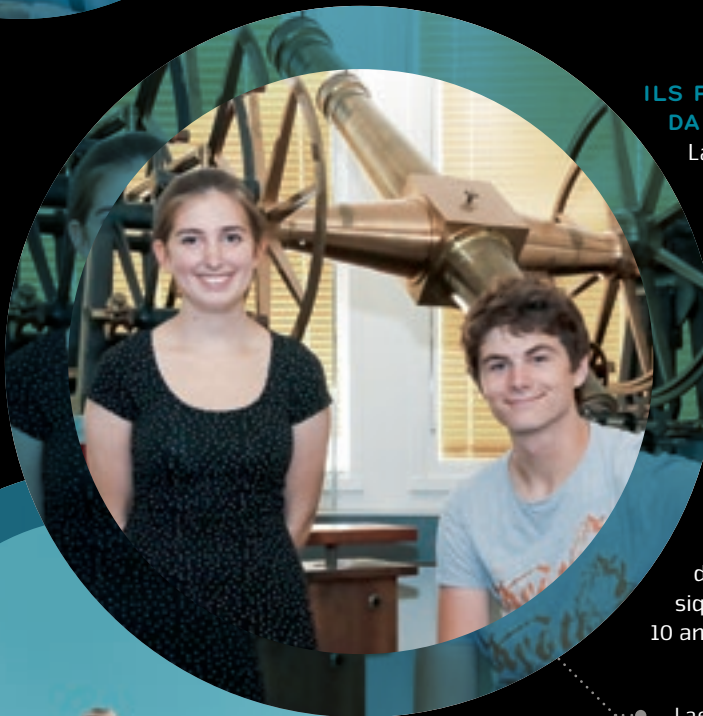


- Eric Bonvin assemble le graphène et les pérovskites pour capturer la lumière.

VERS UN DÉTECTEUR DE LUMIÈRE ULTIME

Eric Bonvin développe des détecteurs de lumière ultrasensibles capables de repérer un photon isolé. Pour ce faire, il combine le graphène – très résistant et présentant des propriétés électriques exceptionnelles – et les pérovskites pour générer des systèmes dix millions de fois plus sensibles à la lumière que les photo-détecteurs en silicium, la norme actuelle.

De tels photo-détecteurs ultrasensibles auraient des applications dans les systèmes d'informatique quantique basés sur la lumière, ou pourraient même être utilisés dans les télescopes spatiaux.



ILS PASSENT LEUR ÉTÉ LA TÊTE DANS LES ÉTOILES

Laetitia Laub et Eric Paic, étudiants en physique, ont passé leur été au Laboratoire d'astrophysique de l'EPFL, le LASTRO, à l'observatoire de Sauverny (GE). Ils ont pu travailler sur le phénomène antigravitationnel grâce à des données du télescope suisse Euler, installé dans le désert d'Atacama au Chili.

Les étudiants se sont intéressés à la façon dont les rayons lumineux sont déviés par la masse d'un corps céleste, car la gravité influence aussi la lumière. Ce stage leur a permis d'entrer dans le monde de l'astrophysique et participer à un projet mené depuis 10 ans à Sauverny.



- Laetitia Laub et Eric Paic ont décortiqué les phénomènes de lentilles gravitationnelles au Laboratoire d'astrophysique de l'EPFL.

- Jean-Charles Fosse, Johann Bigler et Alexandre Ringwald ont imaginé une sorte de Facebook de la consommation d'énergie.

UN RÉSEAU SOCIAL POUR DIMINUER NOTRE CONSOMMATION ÉLECTRIQUE

Comme la Suisse a pour but de diminuer la consommation électrique de 35 % d'ici 2035, Jean-Charles Fosse, Johann Bigler et Alexandre Ringwald, trois futurs ingénieurs en microtechnique, se sont demandé comment motiver les gens à modifier leurs habitudes. Ils ont mis au point un site participatif, ThinkEE, une sorte de réseau social de l'énergie, afin de connecter les opérateurs avec les utilisateurs du réseau électrique.

Le site propose de nombreux moyens incitatifs comme comparer sa consommation avec celle des voisins et surtout interagir, échanger avec eux et d'autres utilisateurs du site.



.....● RECHERCHE

PHILIPPE GILLET

VICE-PRÉSIDENT POUR LES AFFAIRES ACADÉMIQUES

KARL ABERER

VICE-PRÉSIDENT POUR LES SYSTÈMES D'INFORMATION

«CE QUE L'ON APPELLE LE BIG DATA, CE SONT
DES CENTAINES DE MILLIONS D'INFORMATIONS,
CONSIGNÉES, TRAITÉES PAR ORDINATEUR,
SUR DES SUJETS AUSSI DIVERS QUE LE GÉNOME
HUMAIN, L'ASTROPHYSIQUE, L'HISTOIRE,
LA CLIMATOLOGIE, LA MÉDECINE PERSONNALISÉE.»



Système à ultra vide pour l'analyse des photoélectrons.

La science est aujourd'hui une histoire de données. Ce que l'on appelle le *Big Data*, ce sont des centaines de millions d'informations, consignées, traitées par ordinateur, sur des sujets aussi divers que le génome humain, l'astrophysique, l'histoire, la climatologie, la médecine personnalisée. Les machines ne remplacent pas l'œil du chercheur, mais permettent de trier dans cette masse inouïe d'informations, de découvrir quelles sont les relations complexes entre telle mutation génétique et l'occurrence de telle maladie, entre la position des galaxies et les équations d'Einstein, entre la désertification et la fonte des calottes polaires.

On pense par exemple au Blue Brain Project, l'un des axes centraux du Human Brain Project. Ce projet fait appel au *Big Data*. Il s'agit de rassembler l'ensemble des connaissances éparpillées sur le cerveau au sein d'un modèle informatique, afin de mieux comprendre comment cet extraordinaire organe fonctionne en un système organisé. Une démarche contestée, mais qui cette année a porté ses fruits. Comme vous le découvrirez dans les pages qui suivent, les chercheurs, qui ont bénéficié du soutien visionnaire de la Confédération, ont démontré que leur système fonctionne et apporte de nouvelles connaissances cruciales. Une preuve de concept qui marque l'entrée des neurosciences dans l'ère du *Big Data*.

Vous le verrez également dans ce même rapport, le *Big Data* est à l'œuvre dans des domaines comme l'astrophysique. Il s'agit ni plus ni moins de tester les limites de la théorie de la relativité au sein du projet international Euclide, auquel l'EPFL apporte sa contribution. En cartographiant précisément des millions de galaxies, les chercheurs comptent compléter les outils théoriques que nous a légués le plus célèbre des physiciens de l'ETHZ.

L'approche *Big Data* demande des infrastructures. Des data centers, des racks de serveurs, des superordinateurs... Enfin, il nous faut déployer des systèmes et des méthodes qui nous permettent de partager et d'archiver les données, de collaborer tant au niveau national qu'international.

Sans collaboration, il n'y a pas de *Big Data*. C'est un gigantesque effort mondial de mise en commun. Ces données sont le capital sur lequel les progrès futurs se construiront. Un capital dont la gestion est désormais une question cruciale et stratégique.



UNE COLLABORATION ACCRUE AVEC LES CFF POUR STIMULER L'INNOVATION FERROVIAIRE

LES CFF ÉTENDENT LEUR COLLABORATION AVEC L'UNIVERSITÉ DE SAINT-GALL AUX DEUX ÉCOLES POLYTECHNIQUES DE LAUSANNE ET ZÜRICH. BUT: STIMULER LA RECHERCHE ET LES INNOVATIONS DANS LE DOMAINE FERROVIAIRE.

Parce que les découvertes et les technologies innovantes ont toujours été un moteur du développement du système ferroviaire suisse, les CFF ont décidé de renforcer leur collaboration avec les hautes écoles. Ils ont signé un accord de coopération dans le domaine de la recherche avec les Ecoles polytechniques fédérales de Lausanne et de Zurich.

Dans le cadre de cette collaboration, prévue pour cinq ans, les CFF versent à chaque haute école un montant annuel de 150'000 francs. Un conseil de la recherche, composé de scientifiques issus des EPF, de l'UNISG et de membres des CFF, définit les thèmes sur lesquels se pencheront les scientifiques des hautes écoles. Les thèmes retenus font l'objet d'appels d'offres, et les chercheurs de toute la Suisse peuvent postuler. Le conseil de la recherche choisit ensuite les projets les plus adéquats et détermine à quelle hauteur ils seront financés.

À l'EPFL, un coordinateur a été nommé et intégré à l'équipe du Centre de transport. L'expertise de l'EPFL est particulièrement pertinente dans des domaines tels que l'efficacité énergétique, la modélisation, la simulation et l'optimisation des systèmes de transport, y compris ferroviaires.



DES FEUX ET DES LIMITES DE VITESSE POUR FAIRE SAUTER LES BOUCHONS

GÉRER LES ACCÈS AUX BRETELLES D'AUTOROUTE ET MODÉRER LA VITESSE SUR LES VOIES RAPIDES PERMETTRAIT DE RÉDUIRE DE PLUS DE 12 % LES RETARDS SUR L'ENSEMBLE DU RÉSEAU.

En 30 ans, le trafic sur la plupart des autoroutes suisses a plus que triplé. Sur l'A1, il est même passé de 20'000 à près de 90'000 véhicules par jour, entre Lausanne et Genève. Les conséquences se mesurent au quotidien par des kilomètres de bouchons et des ralentissements. Une des stratégies prônées pour y remédier consiste à réguler les accès à l'autoroute par un système de feux de signalisation au niveau des bretelles (*ramp metering*).

Des chercheurs du Laboratoire des systèmes de transports urbains (LUTS) proposent d'associer à cette mesure une réduction de la vitesse sur certains tronçons autoroutiers.

Ils ont ainsi récolté des données sur l'A1, puis les ont triées et harmonisées afin de créer un algorithme de régulation de trafic. Celui-ci s'appuie sur un découpage en zones de l'autoroute dans lequel sont considérées des limitations de vitesse variables.

Et ça marche! Les simulations confirment la pertinence de cette stratégie globale. L'algorithme réussit à ralentir la survenue des engorgements, à accélérer le retour à la normale suite à des épisodes de congestion et à améliorer les performances globales sur l'autoroute et les rampes d'accès et de sortie. Le retard total sur l'autoroute diminue d'environ 30 %; sur l'ensemble du réseau, les retards sont diminués de 12 % environ.



● Comme le béton et les barres de renforcement constituent l'essentiel des coûts de construction, les constructeurs optent souvent pour des murs trop fins.



EN ARCHITECTURE, MINCEUR RIME PARFOIS AVEC DANGER

DANS DES PAYS EN DÉVELOPPEMENT AUX RISQUES SISMQUES ÉLEVÉS, LES ÉCONOMIES SUR LES COÛTS DE MATÉRIEL DE CONSTRUCTION PEUVENT AVOIR DES CONSÉQUENCES DRAMATIQUES.

Les tremblements de terre ne sont jamais les uniques responsables du nombre élevé de morts. Le manque de résistance des infrastructures et des bâtiments est souvent le premier responsable. Aujourd'hui encore, certains pays latino-américains voient s'élever de nombreuses structures dont les parois sont de plus en plus fines. Pour résister à un tremblement de terre, la structure d'un bâtiment doit être assez malléable pour surmonter les vibrations provoquées par les vagues sismiques. Cependant, comme la conception parasismique est plus coûteuse et requiert une plus grande expertise, les bâtiments des parties les plus pauvres des pays émergents et en développement sont le plus souvent construits selon des standards inférieurs aux normes requises.

Des ingénieurs de l'EPFL ont évalué la stabilité de murs fins en béton armé pour analyser leurs défaillances. «Les données que nous avons collectées au cours de notre expérience sont uniques, explique Katrin Beyer, chercheuse principale de l'étude. Pour la première fois, nous disposons de mesures détaillées de ce que l'on appelle une rupture de mur hors plan, soit lorsque la structure du mur est définitivement déformée perpendiculairement à sa surface.» Grâce à une batterie de capteurs, caméras et jauges de contrainte, les scientifiques ont été capables de capturer et d'analyser chaque mouvement ayant progressivement conduit à l'effondrement du mur.



DES PANNEAUX SOLAIRES QUI SE PRÉSERVENT DES TROP FORTES TEMPÉRATURES

LES MATÉRIAUX INTELLIGENTS VONT RÉVOLUTIONNER LES CAPTEURS SOLAIRES THERMIQUES. UNE ÉQUIPE DE CHERCHEURS DE L'EPFL A DÉVELOPPÉ UN REVÊTEMENT CAPABLE AUSSI BIEN D'ABSORBER LA CHALEUR QUE DE LA REPOUSSER.

Les capteurs solaires thermiques permettent de produire l'eau chaude sanitaire et contribuent au chauffage domestique. Entre-saison, toute l'énergie qu'ils absorbent est utile. Mais en été, ils surchauffent et fournissent bien plus de chaleur que nécessaire. Une surproduction dont on ne sait que faire pour l'instant et qui peut même endommager les installations.

Une équipe de chercheurs, menée par Andreas Schüler, a développé un matériau intelligent qui change ses propriétés en fonction de sa température. Dans le cas d'une sur-

chauffe en été, ce nouveau matériau permettrait au capteur solaire de se débarrasser de l'énergie excessive en rayonnant. Ce procédé, invisible à l'œil nu, permet une absorption efficace de l'énergie solaire, tout en réduisant l'impact de la surchauffe, et évite la surproduction d'énergie.

Le Laboratoire d'énergie solaire et physique du bâtiment (LESO-PB) se penche sur l'optimisation de la température de transition par un « dopage » adapté du matériau. Le matériau doit se comporter comme un « bon » semi-conducteur à des températures inférieures, et comme un « mauvais » conducteur métallique à des températures plus élevées. « Avec un revêtement de ce matériau sur un substrat métallique, on peut obtenir une surface qui aura une basse émissivité thermique dans l'état froid et une émissivité thermique élevée dans l'état chaud », explique Andreas Schüler.



QUAND L'ÉCLAIR FRAPPE À L'ENVERS

LES COUPS DE FOUDRE ASCENDANTS SONT INITIÉS DU SOL ET REMONTENT VERS LE CIEL. DÉCLENCHÉES EN GÉNÉRAL AU SOMMET DES CONSTRUCTIONS HAUTES ET EFFILÉES, CES DÉCHARGES REPRÉSENTENT UN SÉRIEUX DANGER POUR LES ÉOLIENNES.

Aussi fortes soient-elles, ces décharges ne posent pas de problème aux antennes de communication ni aux gratte-ciels. Leurs structures métalliques et les paratonnerres dont ils sont équipés conduisent l'électricité du sol au sommet. Il n'en va pas de même pour les éoliennes. « Afin d'optimiser leur prise au vent, ces appareils sont le plus souvent installés en montagne. Or, hauteur de construction et altitude représentent les conditions qui favorisent le déclenchement de coups de foudre ascendants. Les pales des hélices sont le point faible. Elles sont longues et légères, donc fragiles, mais également faites de matières composites non conductrices. Elles se retrouvent donc souvent endommagées si ce n'est détruites par la puissante charge électrique », explique Aleksandr Smorgonskii, doctorant au Laboratoire de compatibilité électromagnétique.

Le doctorant a décortiqué les mécanismes de déclenchement de ce type de coups de foudre, afin que l'on puisse mieux tenir compte des risques dans la planification de futurs champs d'éoliennes. Parmi les chiffres les plus intéressants, il ressort de l'étude que ces hautes structures peuvent enregistrer, au cours de l'année, jusqu'à 100 fois plus de décharges ascendantes que de descendantes. Il apparaît également que plus de 80 % de ces éclairs issus du sol ne sont pas liés à une activité orageuse, mais générés de manière autonome.

Avec le développement des éoliennes, les coups de foudre ascendants sont devenus un sujet de préoccupation.

LES DÉCHETS AGRICOLES SE TRANSFORMENT EN OR

LE COÛT ÉLEVÉ DES BIOCARBURANTS PEUT ÊTRE RÉDUIT EN VALORISANT LES DÉCHETS VÉGÉTAUX, PAR EXEMPLE EN LES TRANSFORMANT EN COMPOSÉS CHIMIQUES DE HAUTE VALEUR.

Ce n'est pas encore demain que les biocarburants offriront une alternative durable aux énergies fossiles. Le prix doit être réduit pour que ces carburants deviennent compétitifs. L'un des moyens pour y parvenir est de rendre le processus de production économiquement viable en transformant la biomasse en produits à haute valeur. Des chercheurs de l'EPFL ont montré le potentiel des résidus agricoles provenant de la fabrication d'huile de palme au Brésil et ont optimisé le processus chimique destiné à leur transformation. Les fruits du palmier sont pressés pour en extraire de l'huile. Celle-ci est entre autres utilisée en cuisine, pour la confection de cosmétiques ou la production de biodiesel. Les résidus fibreux sont généralement jetés. Mais ces déchets sont loin d'être sans valeur : on peut en faire au moins 30 composés chimiques. La matière première utilisée pour la fabrication de biocarburants entrant potentiellement en compétition avec les cultures alimentaires, leur production n'est pas sans susciter des controverses. Mais selon les chercheurs, la deuxième génération de ces carburants pourrait bien résoudre ce problème en recourant uniquement à une biomasse issue de terres non arables ou de résidus agricoles communément destinés à être incinérés ou abandonnés dans les champs.



MICROPOLLUANTS ET OZONE: TIRER LE MEILLEUR DE LEUR MARIAGE

L'OZONE PEUT ÉLIMINER DE NOMBREUSES SUBSTANCES NOCIVES DANS LES EAUX USÉES, MAIS DES SOUS-PRODUITS TOXIQUES PEUVENT SE FORMER. DES CHERCHEURS ONT MIS AU POINT UN TEST AFIN DE SAVOIR QUAND L'OZONATION EST LA BONNE TECHNOLOGIE À ADOPTER.

L'utilisation à grande échelle de médicaments, pesticides et autres produits chimiques aboutit au déversement de micropolluants résistants et parfois nocifs dans l'environnement aquatique. Pour faire face à ce problème, l'Office fédéral de l'environnement a appelé à la modernisation d'une centaine d'usines de traitement des eaux à travers la Suisse. Il s'agit notamment d'ajouter des étapes destinées à l'élimination des micropolluants. Facile à mettre en place et très efficace, le traitement à l'ozone est une technologie particulièrement intéressante. Mais il a également un désavantage : il rend certains composés plus toxiques. Dans un projet piloté par Urs von Gunten, du Laboratoire du traitement et de la qualité de l'eau (LTQE), des chercheurs de l'EPFL, de l'ETHZ et de l'Eawag ont mis au point un test évaluant de cas en cas la pertinence de ce traitement en tenant compte des sources potentielles de contamination. Ils ont développé un test en quatre étapes permettant de déterminer si les eaux d'une usine en particulier peuvent être traitées à l'ozone en toute sécurité. Cette procédure évalue l'efficacité du traitement en matière de réduction de la quantité de micropolluants, mais aussi la formation des sous-produits éventuellement nocifs. Il comprend également une série de tests biologiques afin de vérifier la toxicité des eaux usées avant et après le traitement.



Les images satellites
révèlent des phénomènes
invisibles sur le terrain.



SURVEILLER LE PHYTOPLANKTON LACUSTRE DEPUIS L'ESPACE

**UNE ÉTUDE DE L'EPFL DÉMONTRE QUE LES IMAGES SATELLITES
PEUVENT ÊTRE TRÈS UTILES DANS LE SUIVI DE LA SANTÉ DES EAUX
LACUSTRES. ELLES JETTENT ÉGALEMENT UN NOUVEL ÉCLAIRAGE
SUR CERTAINS PROCESSUS BIOLOGIQUES TEMPORAIRES, TELS QUE
LA PROLIFÉRATION D'ALGUES.**

Partout dans le monde, les lacs et les rivières sont de plus en plus menacés par les activités humaines et nécessitent des mesures de surveillance de leur santé générale. En Europe, les plans d'eau sont analysés régulièrement. Mais la collecte d'échantillons étant coûteuse en temps et en argent, les lacs ne sont souvent testés qu'en un seul endroit et au mieux une à deux fois par mois. Un certain nombre de processus biologiques peuvent ainsi échapper à ces contrôles. En analysant des images satellites du lac Léman couvrant toute une décennie, une équipe de chercheurs internationaux a démontré qu'elles étaient un bon moyen de compléter et d'optimiser les campagnes de surveillance sur le terrain.

En utilisant des images couvrant une période de 10 ans, Isabel Kiefer, du Laboratoire de physique des systèmes aquatiques de l'EPFL, a mesuré les populations de phytoplancton dans le lac Léman. L'analyse de ces clichés, pris entre 2002 et 2012 à une altitude d'environ 800 kilomètres de la Terre par le satellite Envisat, a permis de remarquer des fluctuations géographiques et saisonnières que les méthodes traditionnelles n'avaient pas détectées. Au printemps et en été, les concentrations de chlorophylle à la fois les plus hautes et les plus variables ont par exemple été observées à l'embouchure du Rhône. En automne, les substances nutritives en provenance du fleuve s'accumulent en revanche à de plus grandes profondeurs. Le phytoplancton se développe alors hors de portée des satellites.



REMONTER LE TEMPS POUR LOCALISER LES COURTS-CIRCUITS

DES CHERCHEURS PEUVENT CALCULER AVEC PRÉCISION L'ENDROIT D'UN COURT-CIRCUIT DANS UN RÉSEAU ÉLECTRIQUE. UNE SOLUTION PARTICULIÈREMENT INDIQUÉE POUR DES RÉSEAUX COMPLEXES ET DE GRANDE AMPLEUR, AINSI QUE POUR DES RÉSEAUX MIXTES, MÊLANT PAR EXEMPLE LIGNES À HAUTE TENSION ET CÂBLES COAXIAUX.

Lorsqu'un arbre, le vent ou de la glace endommage un câble à haute tension, il faut trouver rapidement la faille afin d'assurer la qualité de la production et éviter des pannes en cascade. Le système le plus utilisé consiste à poser des capteurs à intervalles réguliers pour découvrir quel tronçon est privé de courant. Un technicien doit ensuite se rendre sur place et examiner visuellement le câble pour trouver le problème. Des

chercheurs ont mis au point une méthode qui permet de savoir instantanément et précisément à quel endroit s'est produit le court-circuit. Cette technologie est basée sur la théorie de la « machine électromagnétique à remonter le temps » (EMTR), un procédé déjà utilisé dans les domaines de la recherche acoustique ou électromagnétique.

Cette technologie présente le double avantage d'être plus efficace et rapide que la méthode conventionnelle. « Nous pouvons assurer la protection d'un réseau à partir d'un seul point d'observation, ce qui rend inutile l'installation d'un grand nombre de capteurs sur des centaines de kilomètres de câbles », explique Reza Razzaghi, chercheur au Laboratoire des systèmes électriques distribués. Cette méthode a été intégrée dans un simulateur en temps réel de la taille d'une puce électronique et qui représente une solution rapide et bon marché.



LA DUCTILITÉ DU MAGNÉSIMUM ENFIN EXPLIQUÉE

DES CHERCHEURS DU LABORATOIRE DE MODÉLISATION MÉCANIQUE MULTI-ÉCHELLE ONT RÉSOLU UNE ÉNIGME SCIENTIFIQUE VIEILLE DE PLUSIEURS DÉCENNIES.

« Le magnésium a une faible ductilité, ce qui signifie qu'il se brise facilement en cas de déformation », explique William Curtin. Une caractéristique qui empêche des applications industrielles, notamment dans le domaine de l'automobile. Le directeur de l'Institut des matériaux et Zhaoxuan Wu ont réussi à démontrer l'origine atomique de la faible ductilité du magnésium.

La résolution de l'énigme a été rendue possible par le développement d'une nouvelle description des interactions atomiques au sein du magnésium. Ce nouveau modèle prévoyait avec exactitude la présence de la dislocation de type « c a », qui est essentielle pour expliquer la ductilité particulière du métal.

« Nous menions des simulations au niveau atomique de la dislocation « c a », lorsqu'elle a subitement adopté un comportement étrange. » La structure atomique de la dislocation « c a » s'est transformée en plusieurs arrangements empêchant la déformation du métal. Le travail des chercheurs démontre que ces structures sont intrinsèques au magnésium et que leur formation inévitable est à l'origine de la faible ductilité du magnésium.

« Pour rendre le magnésium malléable, nous devons nous battre contre les forces de la nature », résume Zhaoxuan Wu. S'il n'a pas connaissance d'une solution miracle permettant de prévenir le phénomène, il note que le processus de la dislocation est fortement ralenti par une température très basse ou par certains alliages coûteux.



ÉLIMINER LES FAUSSES ALARMES DES SOINS INTENSIFS

DEUX DOCTORANTS DE L'EPFL ONT DÉVELOPPÉ DES ALGORITHMES CAPABLES D'ÉLIMINER LES FAUSSES ALARMES QUI POLLUENT LES SOINS INTENSIFS. ILS ONT EU L'IDÉE DE CROISER LES DONNÉES DES ÉLECTROCARDIOGRAMMES ET CELLES DE LA VISION OPTIQUE DU RYTHME CARDIAQUE.

Une des particularités des soins intensifs est l'incessant concert d'alarmes. Ce bruit continu peut endormir la vigilance du personnel soignant, d'autant que 90 % des alarmes sont fausses. Plusieurs paramètres sont à l'origine de ces alertes erronées, notamment lorsque les électrodes posées sur le patient bougent.

Réduire les fausses alarmes d'arythmie cardiaque était justement le thème choisi par le MIT et la conférence *Computing in Cardiology* pour l'édition 2015 de sa compétition annuelle. Sibylle Fallet et Sasan Yazdani, doctorants de l'*Applied Signal Processing Group*, ont relevé le défi. Bradycardie, tachycardie, asystolie, arythmie, fibrillation... Ils connaissent déjà le jargon médical car leurs recherches portent sur le traitement du signal en cardiologie.

Les doctorants ont dû se pencher sur les ECG (électrocardiogrammes) de quelque 1250 patients. La qualité des signaux pouvant être variable, il est compliqué de détecter chaque battement même en bénéficiant d'autres données comme la PPG (photopléthysmographie), qui utilise la technologie de l'absorbance lumineuse pour détecter les ondes produites par les pulsations cardiaques.

Sibylle et Sasan ont développé deux algorithmes qui travaillent en alternance et peuvent combler les lacunes de l'autre. Si l'activité électrique ne s'inscrit pas clairement sur l'électrocardiogramme, la fréquence des oscillations de la PPG permet de compléter l'information. Grâce à ce double suivi, 87 % des fausses alarmes ont été éliminées tout en détectant les véritables alertes. Ce travail leur a permis de remporter la première place de la compétition.



SUIVRE LES VALEURS VITALES EN TEMPS RÉEL

CONNAÎTRE LES TAUX DE GLUCOSE, DE LACTATE ET D'AUTRES SUBSTANCES EST VITAL POUR LES PATIENTS EN SITUATION CRITIQUE. L'EPFL A DÉVELOPPÉ UN DISPOSITIF MICROFLUIDIQUE QUI PERMET DE SUIVRE LEUR ÉVOLUTION EN TEMPS RÉEL ET DE RÉAGIR PLUS VITE.

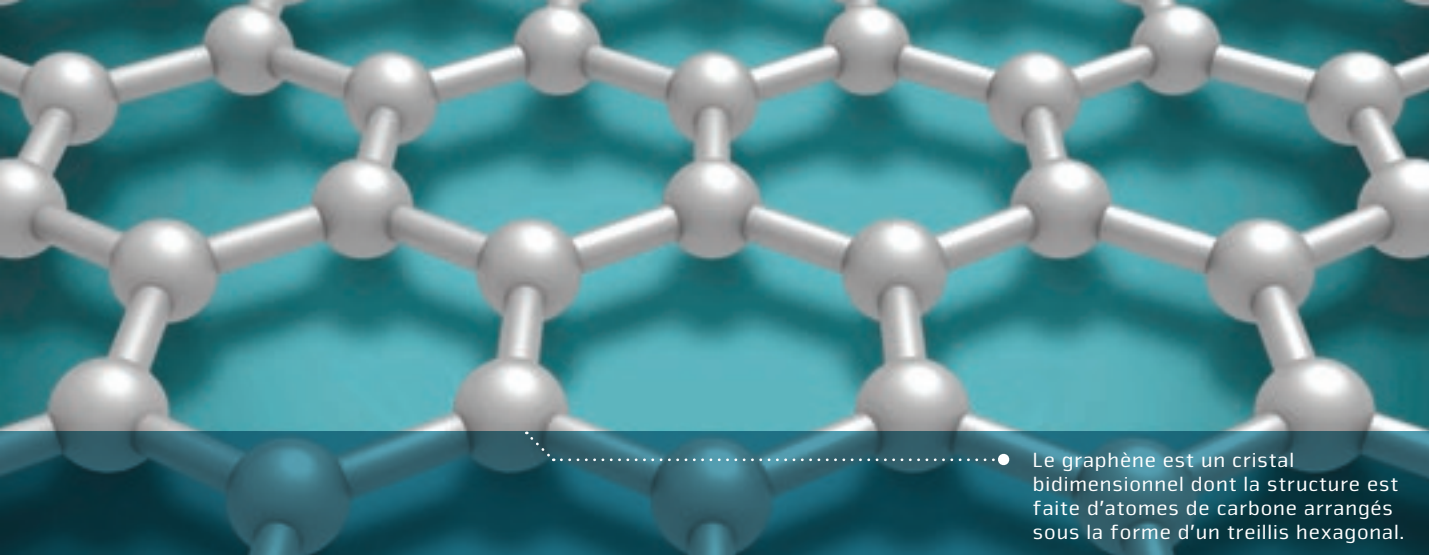
Pas plus grand qu'un paquet de chewing-gums, le prototype créé par le Laboratoire des systèmes intégrés de l'EPFL (LSI) recèle des trésors de haute technologie miniaturisée. « Nous avons pu y intégrer à la fois des biocapteurs pour mesurer plusieurs substances dans le sang ou le sérum, et toute l'électronique pour communiquer en direct les résultats à une tablette via Bluetooth », explique Sandro Carrara, scientifique au LSI.

Susceptible de se brancher sur un drain déjà en place, le nouveau système est beaucoup moins invasif que les multiples outils d'analyse qu'il remplace. Il mesure en continu les taux sanguins de cinq substances : des métabolites (glucose, lactate et bilirubine) et des ions (calcium et potassium), toutes indicatrices de l'évolution de l'état de santé des patients hospitalisés aux soins intensifs. Jusqu'à 40 molécules pourraient être suivies.

« Aujourd'hui, plusieurs de ces valeurs font l'objet de mesures ponctuelles. Mais dans certains cas, leur évolution demande une réaction immédiate, que ne permettent pas les systèmes actuels », précise Sandro Carrara.

Cette nouvelle avancée vers une médecine plus précise et plus efficace a été réalisée dans le cadre de l'initiative Nano-Tera, financée par la Confédération suisse.





Le graphène est un cristal bidimensionnel dont la structure est faite d'atomes de carbone arrangés sous la forme d'un treillis hexagonal.



LE GRAPHÈNE RÉVÈLE LE POUVOIR DE LA LUMIÈRE

LE GRAPHÈNE EST-IL CAPABLE DE TRANSFORMER EFFICACEMENT LA LUMIÈRE EN ÉLECTRICITÉ? C'EST CE QUE SUGGÈRENT DES CHERCHEURS APRÈS AVOIR CONVERTI UN SEUL PHOTON EN DE MULTIPLES ÉLECTRONS. UNE BELLE PROMESSE POUR L'AVENIR DU PHOTOVOLTAÏQUE.

Le graphène est devenu très populaire en raison de son extrême solidité et de sa légèreté. Généré en «pelant» du graphite ou par déposition sur divers matériaux, sa production est très rentable. Les études ont par ailleurs suggéré qu'il pouvait être utilisé comme matériau photovoltaïque et changer la lumière en électricité. Or, grâce à une méthode novatrice de spectroscopie, des scientifiques de l'EPFL viennent de démontrer que l'absorption d'un seul photon permet au graphène de générer suffisamment d'électrons pour produire un courant électrique.

Il s'agit d'un sacré défi, puisque ladite conversion s'effectue à l'échelle de la femtoseconde (10^{-15} , soit un quadrillion de seconde), donc beaucoup trop rapidement pour que les techniques usuelles puissent suivre son déroulement. Afin de surmonter cet obstacle, Jens Christian Johannsen et Marco Grioni du Laboratoire de spectroscopie électronique de l'EPFL, leurs collègues de l'Université Aarhus ainsi que d'ELETTRA en Italie ont mis à profit une technique sophistiquée appelée «spectroscopie ultrarapide de photoémission résolue en temps et en angle» (trARPES). Les scientifiques ont ainsi pu réaliser les toutes premières observations de l'effet de multiplication photon-électron du graphène, ce qui en fait un composant très prometteur pour tout appareil qui transforme la lumière en électricité.



UN DÉTECTEUR DE MOLÉCULES EN GRAPHÈNE ULTRASENSIBLE

DES CHERCHEURS DE L'EPFL ONT RÉALISÉ L'UNE DES PREMIÈRES APPLICATIONS DU GRAPHÈNE: UN DISPOSITIF RÉGLABLE POUR UNE DÉTECTION ULTRAPRÉCISE DE NANOMOLÉCULES.

Les scientifiques du Laboratoire de systèmes bionanophotoniques et ceux de l'*Institute of Photonic Sciences* ont exploité les propriétés optiques et électroniques uniques de ce cristal pour développer un détecteur de molécules ultraprécis et réglable. Une avancée qui permet de pallier les limites de la méthode traditionnelle, peu efficace pour analyser les nanomolécules.

Le graphène est capable de concentrer la lumière à un endroit précis de sa surface et d'«entendre» la vibration d'une molécule nanométrique accrochée à sa structure. «Nous bombardons le graphène avec des faisceaux d'électrons et nous y gravons des nanostructures, explique Daniel Rodrigo. Lorsque la lumière arrive, les électrons de ces nanostructures oscillent. La détection de structures nanométriques devient alors possible.» Cela permet également de décrire la nature des liaisons entre les atomes et de déterminer l'état de santé d'une protéine par exemple.

Les chercheurs ont remarqué qu'il était possible de «régler» le graphène sur différentes fréquences, ce qui est impossible avec les capteurs classiques. «Les applications possibles sont nombreuses, commente Hatice Altug. La méthode devrait fonctionner également pour les polymères et bien d'autres substances», se réjouit-elle.



REPÉRER LES SOURCES D'ÉPILEPSIE AVEC UN SYSTÈME SANS FIL

DES CHERCHEURS DE L'EPFL TRAVAILLENT SUR UN NOUVEAU SYSTÈME D'ÉLECTRODES SANS FIL POUR DÉTECTER PRÉCISÉMENT LES SOURCES DE L'ÉPILEPSIE À L'INTÉRIEUR DU CERVEAU.



Les microélectrodes sans fil permettent de surveiller l'activité cérébrale du patient sans qu'il soit obligé de rester à l'hôpital.

Les patients souffrant d'épilepsie – 50 millions dans le monde – peuvent être traités par des médicaments anticonvulsifs. Mais certains patients ne répondent pas au traitement standard. De plus en plus d'entre eux recourent à la chirurgie, afin de retrouver une vie normale. Mais actuellement, la phase pré-chirurgicale est lourde et très invasive. Le patient subit une opération du crâne, afin d'implanter des électrodes de surface sur son cortex. Une fois la plaie refermée, il doit rester alité aux soins intensifs durant plusieurs semaines.

A l'EPFL, les chercheurs sont en train de développer un réseau de microélectrodes sans fils, qui permet de surveiller très précisément l'activité cérébrale. Si elle n'évite pas l'ouverture du crâne, cette nouvelle méthode sans fil évite un séjour aux soins intensifs et permet de prolonger le temps de « monitoring ». Enfin, elle améliore la détection de la source de l'épilepsie.

Avec le nouveau système, constitué d'un réseau d'électrodes, d'une puce et d'une antenne, les signaux électriques émis par le cerveau sont captés et traités directement sous la peau. Le dispositif interne est alimenté en énergie depuis l'extérieur par induction électromagnétique, et peut ainsi traiter un grand nombre de données, puis transférer ses résultats à une unité externe.

Neurochirurgien responsable de la chirurgie de l'épilepsie à l'Hôpital Universitaire de Berne, Claudio Pollo souligne le potentiel que représente un tel système. « Nous pourrions observer l'épileptogénèse au niveau d'un petit nombre de cellules, mais aussi développer des thérapies novatrices. »

26



LA THÉRAPIE GÉNÉTIQUE RESTAURE L'OUÏE DE SOURIS SOURDES

DES CHERCHEURS AMÉRICAINS ET SUISSES FRANCHISSENT UN PAS VERS DE FUTURS TRAITEMENTS DE LA SURDITÉ GÉNÉTIQUE.

Au moyen de la thérapie génique, des chercheurs du Boston Children's Hospital, de la Harvard Medical School et de l'EPFL ont restauré l'ouïe de souris affectées d'une forme de surdité génétique. Leur étude pourrait ouvrir la voie à l'utilisation de la thérapie génique chez des personnes souffrant de perte de l'audition provoquée par des mutations génétiques.

Plus de 70 gènes sont connus pour provoquer la surdité s'ils présentent des mutations. Les chercheurs américains Jeffrey Holt et Charles Askew, auteurs principaux, ainsi que leurs confrères suisses Patrick Aebischer, Bernard Schneider et Cylia Rochat se sont concentrés sur un gène nommé TMC1. Ils l'ont choisi parce qu'il est une cause courante de surdité d'origine génétique, impliqué dans 4 à 8 % des cas. Il encode une protéine qui joue un rôle central dans l'audition, en contribuant à convertir les sons en signaux électriques transmis au cerveau.

Jeffrey Holt estime que d'autres formes de surdité génétique peuvent également répondre à cette stratégie de thérapie génique. D'une manière générale, une perte d'audition sévère à profonde dans les deux oreilles touche 1 à 4 pour mille des naissances. « Je peux imaginer des patients sourds voir leur génome séquencé, puis se voir injecter dans les oreilles un traitement sur mesure pour restaurer leur audition », explique le chercheur.



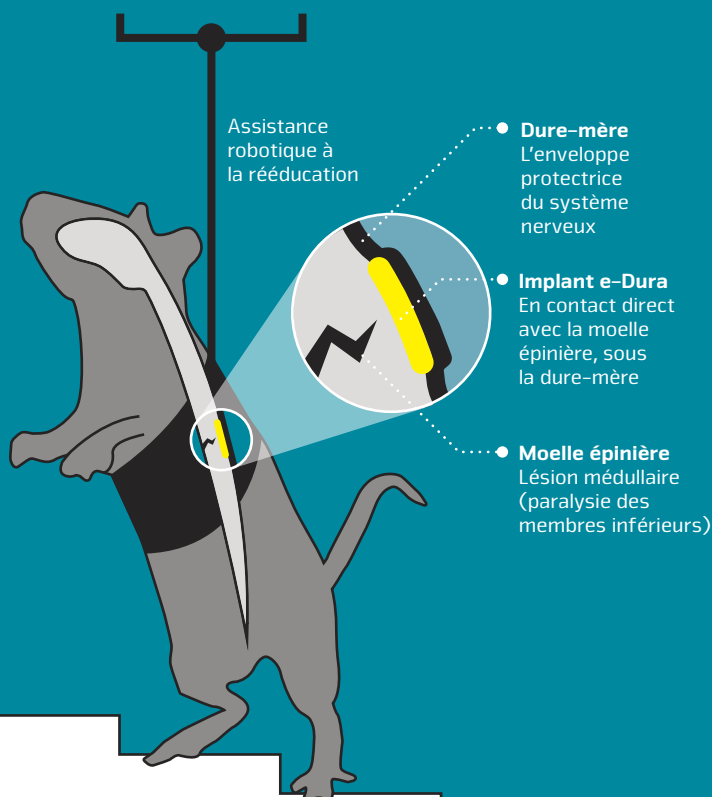
PARALYSIE: L'IMPLANT QUI SE GREFFE SUR LA MOELLE ÉPINIÈRE

L'IMPLANT NEURONAL E-DURA OUVRE LA VOIE À DE NOUVELLES THÉRAPIES POUR LES PERSONNES PARALYSÉES. CE DISPOSITIF S'APPLIQUE DIRECTEMENT SUR LA MOELLE ÉPINIÈRE SANS L'ENDOMMAGER.

Les scientifiques de l'EPFL savent rétablir la marche volontaire chez des rats paralysés, en combinant stimulations électriques et chimiques. Mais pour appliquer cette méthode à l'homme, ils ont besoin d'implants que l'on puisse installer à long terme sur la moelle épinière. C'est exactement ce qu'ont développé les équipes de Stéphanie Lacour et Grégoire Courtine. Souple et étirable, leur implant est conçu pour s'appliquer précisément à la surface de la moelle ou du cerveau. Non seulement l'implant a fait preuve de sa biocompatibilité, mais il a également permis à des rats médullo-lésés de regagner l'aptitude à la marche.

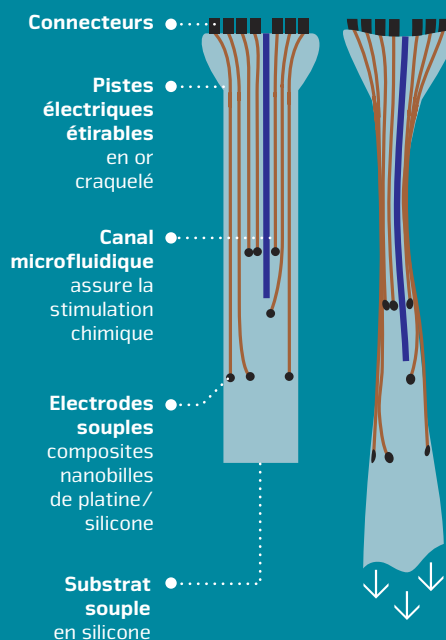


L'IMPLANT DÉLIVRE DES STIMULATIONS ÉLECTRIQUES ET CHIMIQUES. APRÈS QUELQUES SEMAINES D'ENTRAÎNEMENT, LE RAT PARALYSÉ REMARCHE.



Un défi d'ingénierie: souple, étirable et bourré de technologie

L'implant e-Dura a nécessité des années de développement. Aussi souple qu'un tissu vivant, il est implanté directement sur la moelle épinière sans l'endommager par des frottements répétés.



APRÈS DEUX MOIS
D'IMPLANTATION SUR
DES RATS DE LABORATOIRE...



Implant e-Dura:
la moelle épinière
ne présente aucun
dégât visible.



Implant conventionnel:
la moelle épinière est
fortement endommagée,
ses fonctions dégradées.



LA SIMULATION DU CERVEAU PASSE UNE ÉTAPE DÉCISIVE

LE HUMAN BRAIN PROJECT A CONNU UNE CONTRIBUTION SCIENTIFIQUE MAJEURE. LES CHERCHEURS ONT MENÉ À BIEN UN PREMIER PROJET DE RECONSTITUTION PAR ORDINATEUR D'UNE PARTIE DU NÉOCORTEX. LE COMPORTEMENT ÉLECTRIQUE DU TISSU VIRTUEL CORRESPOND AU COMPORTEMENT OBSERVÉ DANS NOMBRE D'EXPÉRIENCES SUR LE CERVEAU.

Le Blue Brain Project est le centre de la simulation du projet européen Human Brain Project. Ses chercheurs ont publié un projet de reconstitution numérique des micro-circuits du néocortex d'un rat – une représentation informatique détaillée d'environ un tiers de millimètre cube de tissu cérébral, contenant quelque 30'000 neurones connectés par près de 40 millions de synapses.

Le comportement électrique de ce tissu virtuel reproduit une gamme d'observations faites précédemment lors d'expériences sur le cerveau. L'exactitude biologique est ainsi validée. La simulation jette également de nouvelles lumières sur le fonctionnement du néocortex (voir encadrés). L'équipe du projet a publié sur un portail web public l'ensemble des données et la reconstitution numérique, permettant aux chercheurs du monde entier de les utiliser.

Ce travail a été publié par la revue *Cell* dans l'un des plus longs articles de l'histoire des neurosciences. La reconstitution représente l'apogée de 20 ans d'expérimentations biologiques qui ont généré la base de données fondamentales, et 10 ans de travail en sciences de l'informatique pour développer les algorithmes et construire l'écosystème logiciel nécessaire pour reconstituer et simuler le tissu cérébral.

L'étude est le résultat d'un effort massif de la part de 82 scientifiques et ingénieurs à l'EPFL et dans des institutions en Israël, en Espagne, en Hongrie, aux États-Unis, en Chine, en Suède et au Royaume-Uni. La publication représente une étape décisive non seulement pour les chercheurs de l'EPFL, mais aussi pour l'ensemble du projet européen Human Brain Project.

Le gouvernement suisse est un soutien de la première heure du projet Blue Brain Project. Son appui a permis de démontrer que la démarche controversée des chercheurs est fondée. Pour l'EPFL, coordinatrice du Human Brain Project, il s'agit d'un moment phare de sa contribution scientifique.

Un neurone dans la reconstruction numérique d'un microcircuit du néocortex.

LES SIMULATIONS : UNE VALIDATION PAR RAPPORT AUX EXPÉRIENCES *IN VIVO*

Les chercheurs ont conduit des simulations sur le tissu virtuel qui reproduisent des expériences biologiques antérieures sur le cerveau. Bien que la reconstitution numérique n'ait pas pour but de reproduire un phénomène de circuit spécifique, plusieurs découvertes expérimentales sont réapparues *in silico*.

Une simulation a examiné comment différents types de neurones répondent lorsque les fibres arrivant dans le néocortex sont stimulées par les fibres entrantes. Les chercheurs ont observé que les réponses des différents types de neurones dans la reconstitution numérique étaient très semblables à celles observées en laboratoire.

Ils ont également recherché dans la reconstitution des séquences d'activité délimitées par groupes de trois neurones (« triplets »), que d'autres chercheurs avaient déjà repérées dans le cerveau. Ils ont constaté que la reconstitution exprimait effectivement les triplets.

Les chercheurs ont également cherché à savoir si la reconstitution numérique pouvait reproduire la découverte récente selon laquelle certains neurones du cerveau sont étroitement synchronisés avec les neurones voisins (surnommés « choristes »), alors que d'autres opèrent indépendamment du groupe (« solistes »). Les chercheurs ont trouvé les choristes et les solistes, ils ont pu également distinguer les types de neurones incriminés et proposer des mécanismes cellulaires et synaptiques pour expliquer ces comportements.

LES SIMULATIONS : NOUVELLES PERSPECTIVES, NOUVELLES THÉORIES

Grâce aux simulations, les chercheurs ont pu développer de nouvelles perspectives hors de portée de l'expérimentation biologique. Par exemple, ils ont montré comment ils ont découvert le rôle inattendu mais majeur du calcium dans certains des comportements les plus fondamentaux du cerveau.

Elif Muller, coauteur, décrit comment des simulations ont provoqué des bouffées d'activité neurale synchronisée, semblable à l'activité présente dans le sommeil, et très différente de l'activité asynchrone observée chez des animaux éveillés. « Lorsque nous avons réduit les niveaux de calcium pour les aligner sur ceux relevés chez des animaux éveillés et introduit l'effet que cela a sur les synapses, le circuit s'est comporté de manière asynchrone. Exactement comme les circuits neuraux chez l'animal en état de veille. » Les simulations intégrant ces données biologiques ont permis de révéler le rôle fondamental du calcium dans le contrôle des états cérébraux.

Les chercheurs ont découvert qu'en fait plusieurs mécanismes cellulaires et synaptiques sont capables de faire passer le circuit d'un état d'activité à un autre. Cela donne à penser que le circuit peut changer d'état pour favoriser différentes capacités de calcul. Si c'est bien le cas, cela pourrait conduire à de nouvelles manières d'étudier le traitement des informations et les mécanismes de la mémoire dans des états normaux du cerveau tels que la veille, la somnolence, le sommeil, et certains mécanismes dans des états anormaux tels que l'épilepsie et d'autres désordres du cerveau.

LAUSANNE, NOUVELLE CAPITALE DE LA RECHERCHE SUR LE CERVEAU

Pour sa première édition en mars 2015, le Brain Forum a réuni à Lausanne plus de 1000 participants – chercheurs et représentants de l'industrie – afin d'évoquer les grandes « initiatives du cerveau » qui ont vu le jour aux quatre coins du monde.

Bien plus qu'une curiosité pour scientifiques, la recherche sur le cerveau comporte des enjeux socio-économiques de tout premier plan. Les coûts pour la société des maladies neurodégénératives sont colossaux. Mieux les comprendre pour les traiter plus en amont et de façon plus efficace est donc crucial et demande les compétences de nombreux spécialistes, de la biologie fondamentale aux sciences informatiques.



UNE NOUVELLE TECHNIQUE D'IMAGERIE POUR LES MALADIES DU CERVEAU

DES PATHOLOGIES COMME ALZHEIMER SONT PROVOQUÉES PAR L'AGRÉGATION IRRÉVERSIBLE DE CERTAINES PROTÉINES. OR, DES SCIENTIFIQUES DE L'EPFL VIENNENT DE DIFFÉRENCIER EN EXCLUSIVITÉ LES DIFFÉRENTES FORMES PATHOLOGIQUES DES AGRÉGATS PROTÉIQUES.

● En raison de notre espérance de vie de plus en plus élevée, les affections comme parkinson ou alzheimer sont en pleine croissance.

En raison de notre espérance de vie de plus en plus élevée, les maladies comme parkinson, huntington ou alzheimer sont en pleine croissance. Elles apparaissent lorsque certaines protéines se plient de façon anormale et se regroupent en agrégats insolubles qui altèrent les neurones du cerveau et de la moelle épinière. Cette agrégation évolue progressivement en passant par diverses formes, qui pourraient être la cible d'un traitement contre ces maladies. Toutefois, les techniques actuelles d'imagerie ne permettaient pas de différencier et d'étudier chaque étape de l'agrégation séparément. Or, les chercheurs du laboratoire de Giovanni Dietler y sont parvenus en étudiant une protéine impliquée dans l'ataxie spinocérébelleuse, une pathologie qui affecte le contrôle moteur et la coordination, en combinant deux méthodes avancées d'imagerie.

Au grand étonnement des chercheurs, cette découverte a également confirmé certaines théories existantes sur le pliage anormal des protéines, qui ne pouvaient pas être testées jusqu'ici en raison des limites des techniques à disposition. En même temps, cette découverte pourrait modifier en profondeur les approches pharmacologiques et technologiques de l'agrégation protéique. Cette découverte pourrait transformer les traitements pharmaceutiques des maladies neuro-dégénératives.



OBSERVER LES RÉSEAUX DU CERVEAU POUR DIAGNOSTIQUER ALZHEIMER

EN ANALYSANT LES FLUX SANGUINS DANS LE CERVEAU, DES CHERCHEURS ONT PU OBSERVER DE MANIÈRE DYNAMIQUE LA FAÇON DONT LES DIFFÉRENTES ZONES INTERAGISSENT ENTRE ELLES.

Des chercheurs de l'EPFL et de l'Université de Genève sont parvenus à visualiser précisément les zones d'activation du cerveau sur une carte dynamique. Pour ce faire, ils ont combiné une nouvelle technique de traitement de données et une technique d'imagerie médicale, ouvrant la voie au diagnostic précoce de maladies neurologiques telles qu'alzheimer.

La technique actuellement utilisée pour enregistrer les variations de flux sanguin dans le cerveau n'est pas très précise. « Imaginez que vous preniez des photos d'un moulin à vent de couleur arc-en-ciel. Avec l'ancienne technique, les couleurs

apparaissent floues et mélangées, illustre Dimitri Van De Ville. Notre méthode permet de voir clairement la limite entre chaque couleur. »

Afin d'identifier au mieux les régions qui travaillent ensemble, les tests ont été effectués sur des sujets sains non stimulés. Ainsi, les données ne sont donc pas faussées par un éventuel stress ou la fatigue qu'une tâche peut induire. Les chercheurs ont identifié 13 réseaux principaux qui émettaient les signaux les plus forts. En moyenne, quatre de ces réseaux étaient actifs en même temps.

La prochaine étape consiste à utiliser cette technique pour diagnostiquer les maladies neurologiques. La maladie d'alzheimer présente par exemple une dégradation de certains réseaux dans le cerveau avant même l'apparition de signes cliniques significatifs.



DES ANTIBIOTIQUES LOURDS DE CONSÉQUENCES

LARGEMENT ADMINISTRÉS NOTAMMENT DANS L'ÉLEVAGE, LES ANTIBIOTIQUES À BASE DE TÉTRACYCLINE ONT UNE FONCTION INATTENDUE SUR LE DÉVELOPPEMENT DE NOMBREUX ORGANISMES ET PROVOQUENT UNE IMPORTANTE POLLUTION DES SOLS.

Une étude de l'EPFL démontre que certains antibiotiques ont des conséquences inattendues sur le développement des organismes. Les chercheurs ont pu constater des effets sensibles, à des concentrations similaires à celles que l'on peut retrouver dans nos champs cultivés.

Publiés en mars dans *Cell Reports*, ces travaux appellent à davantage de prudence dans l'usage des antibiotiques de la famille des tétracyclines. Les chercheurs, emmenés par Norman Moullan et Laurent Mouchiroud, ont en effet pu constater que ces molécules avaient une conséquence importante sur les mitochondries, les « usines énergétiques » des cellules.

« Ce n'est pas si étonnant quand on se rappelle que les mitochondries sont, historiquement, des bactéries qui ont évolué dans nos cellules, souligne Laurent Mouchiroud. Pourtant, les effets des antibiotiques sur leur fonctionnement n'avaient pas été étudiés dans le détail jusqu'ici. »

Les effets sont spectaculaires. Les chercheurs ont notamment mené des tests de croissance sur un végétal bien connu et fréquemment utilisé en laboratoire, *Arabidopsis thaliana*. Après sept jours de croissance sur un substrat normal, les plantes ont été transférées dans des terreaux comportant diverses concentrations de doxycycline. « Des retards de croissance parfois importants ont été constatés après quelques jours », affirme Norman Moullan. Et ce même à des concentrations comparables aux doses qui finissent dans les champs, via le fumier : administrés avec le fourrage, ces antibiotiques ne sont que faiblement assimilés par le bétail.



PRÉVENIR LA CRISTALLISATION POUR AMÉLIORER LES MÉDICAMENTS

DES CHERCHEURS DE L'EPFL ONT INVENTÉ UN PROCESSUS POUR RENDRE DES PARTICULES AMORPHES. UNE AVANCÉE QUI INTÉRESSE GRANDEMENT L'INDUSTRIE PHARMACEUTIQUE.

« Les compagnies pharmaceutiques refusent chaque année de nombreux médicaments car leur faible solubilité ne leur permet pas d'être suffisamment assimilés par le corps humain », explique Esther Amstad. En collaboration avec une équipe de l'Université de Harvard, la chercheuse a mis au point un procédé qui rend ces particules plus hydro-solubles. L'objectif est de créer des molécules amorphes, c'est-à-dire dépourvues d'une structure cristalline.

Les cristaux sont d'abord dissous dans une solution d'éthanol. Un nébuliseur à nanoparticules crée ensuite de minuscules gouttes dans un flux d'air atteignant les 600 mètres par seconde. Elles sont propulsées dans des tuyaux d'une longueur de 2 cm et de l'épaisseur d'un cheveu, avant d'être évaporés si rapidement que les molécules n'ont pas assez de temps pour se réarranger sous une forme cristalline.

Cette technique de production de nanoparticules amorphes n'est pas encore industrialisable. Néanmoins les perspectives sont prometteuses. L'augmentation de la solubilité des médicaments signifie que le corps sera capable d'absorber plus de principes actifs, ce qui permettra donc de réduire la quantité nécessaire d'un médicament pour agir contre une pathologie donnée.



● Même à faible concentration, les antibiotiques ont un effet considérable sur la croissance des plantes.



ANTIDÉPRESSEURS ET ANTICOAGULANTS FREINENT LE CANCER DU CERVEAU



DES SCIENTIFIQUES DE L'EPFL ONT DÉCOUVERT QUE COMBINER DES ANTIDÉPRESSEURS AVEC DES ANTICOAGULANTS RALENTIT LE DÉVELOPPEMENT DE TUMEURS CÉRÉBRALES (GLIOMES) CHEZ LES SOURIS.

Les gliomes sont des tumeurs cérébrales agressives qui se forment dans les cellules gliales. Elles représentent environ un tiers des cas de tumeurs du cerveau, sont les plus fréquentes et présentent le taux de mortalité le plus élevé chez les patients atteints d'un cancer primitif du cerveau. La recherche de traitements efficaces est une priorité. Certains antidépresseurs déjà disponibles sur le marché pourraient diminuer le risque de gliomes, mais il n'y avait jusqu'ici que peu d'éléments qui encourageaient leur utilisation sur des patients.

Dans une étude conçue et menée par la postdoctorante Ksenya Shchors, les scientifiques ont sélectionné des antidépresseurs en les associant avec plusieurs médicaments disponibles sur le marché et susceptibles de s'attaquer aux cellules gliales. Le processus de sélection a révélé que le meilleur allié potentiel était une catégorie d'anticoagulants. Ces substances perturbent l'activité de transmission de signaux d'un récepteur exprimé sur les plaquettes et qui se trouve être régulé dans les cellules de gliomes. «Il est très intéressant d'imaginer qu'en combinant deux médicaments génériques relativement bon marché et non toxiques, nous puissions faire une différence dans le traitement des cancers du cerveau», commente Douglas Hanahan, directeur de l'ISREC. Les chercheurs sont en train de préparer les premiers essais cliniques.

Le traitement force les cellules cancéreuses à se phagocyter.



STOPPER UNE SEULE ENZYME POURRAIT COMBATTRE LA LEUCÉMIE

DES CHERCHEURS DE L'EPFL ONT DÉCOUVERT QUE LA DÉSACTIVATION D'UNE SEULE ET UNIQUE ENZYME POUVAIT ÉRADICHER UNE FORME AGRESSIVE DE LEUCÉMIE. LE PRINCIPE QUI EN DÉCOULE S'APPLIQUERAIT ÉGALEMENT À D'AUTRES CANCERS.

La leucémie aiguë lymphoblastique à cellules T (T-ALL) est une forme rare de cancer du sang, qui touche avant tout les enfants et les adolescents. Elle affecte les globules blancs, qui sont essentiels à notre système immunitaire pour lutter contre les infections. L'émergence de la T-ALL est liée aux micro-ARN, ces petites molécules non codantes d'ARN qui réduisent celui-ci au silence et régulent l'expression des gènes. La plupart des micro-ARN sont générés avec l'aide de l'enzyme dicer1, qui fait l'objet de nombreuses recherches dans l'espoir de guérir la T-ALL. Or, des scientifiques de l'EPFL viennent de démontrer que la dicer1 était fondamentale pour le développement et la maintenance de la T-ALL et que parvenir à l'inhiber signifiait éviter la maladie.

Cette étude est la première à démontrer de façon concluante que la dicer1 joue un rôle dans la T-ALL et ouvre la porte à de nouveaux traitements, notamment pour d'autres types de cancers. Le défi lorsque l'on s'intéresse à des molécules si fondamentales à la vie cellulaire est toutefois de cibler avec précision les cellules qui sont pertinentes. «On ne peut pas simplement stopper la dicer1 de façon généralisée, explique Freddy Radtke. Ou alors on finira par tuer des cellules saines.» Un défi que son laboratoire veut désormais surmonter.



AMÉLIORER LE SÉQUENÇAGE DE L'ADN EN ALLANT MOINS VITE

UNE MÉTHODE AMÉLIORE JUSQU'À MILLE FOIS LA PRÉCISION DU SÉQUENÇAGE DE L'ADN. ELLE UTILISE DES NANOPORES POUR LIRE LES NUCLÉOTIDES INDIVIDUELS ET OUVRE LA VOIE À UN MEILLEUR – ET PLUS ÉCONOMIQUE – SÉQUENÇAGE DE L'ADN.

Le séquençage de l'ADN est une technique qui permet de déterminer la séquence exacte d'une molécule d'ADN. Elle compte parmi les outils biologiques et médicaux les plus importants, car elle se trouve au cœur de l'analyse génomique. En lisant l'architecture exacte d'un gène, les scientifiques peuvent détecter des mutations, ou même identifier des organismes différents. Un moyen puissant pour séquencer l'ADN consiste à utiliser de minuscules pores, de dimension nanométrique, qui lisent l'ADN lorsqu'il passe à travers. Toutefois, le séquençage par nanopores peut s'avérer très imprécis, parce que l'ADN passe généralement très vite au travers.

A l'Institut de bioingénierie de l'EPFL, le laboratoire d'Aleksandra Radenovic a réussi à résoudre le problème lié à la vitesse en utilisant un liquide épais et visqueux, qui ralentit le passage de l'ADN de deux à trois ordres de grandeur. Le résultat est que la précision du séquençage s'abaisse jusqu'au nucléotide individuel. « Dans les années à venir, la technologie de séquençage va clairement migrer de la recherche à la pratique clinique, dit Aleksandra Radenovic. Pour cela, nous avons besoin d'un séquençage de l'ADN rapide et abordable, ce que la technologie des nanopores peut assurer. »



DÉTECTER D'UN SOUFFLE LE CANCER DE LA GORGE

UN APPAREIL PORTABLE PERMET DE DÉTECTER LA PRÉSENCE DE CERTAINS CANCERS DANS L'HALEINE.

Une technologie développée en partie à l'EPFL permet de repérer rapidement dans l'haleine la présence d'un cancer de la gorge ou de la bouche. Testé sur des patients, ce nouvel outil doté de capteurs extrêmement sensibles fonctionne aussi bien avec un ordinateur qu'un téléphone portable.

Au sein du SAMLAB, dirigé par Nico de Rooij à Neuchâtel, une équipe de chercheurs a développé des microcapteurs très précis, qui permettent de repérer le métabolisme distinct des cellules cancéreuses.

Ils sont parvenus à détecter ces nuances grâce à un réseau de microcapteurs de tension de surface. Chaque capteur se compose d'un disque en silicium de 500 micromètres de diamètre, recouvert d'un polymère et suspendu par quatre minuscules « ponts » intégrant des piézorésistances. Lorsqu'on le soumet à un gaz, le polymère absorbe certaines molécules, et le disque se déforme. Cette déformation est détectée par les quatre ponts, qui génèrent un signal électrique. L'astuce consiste à utiliser des polymères différents sur chaque capteur, afin d'obtenir une vue d'ensemble de la composition du gaz.

Le dispositif a été testé sur des patients du CHUV malades ou ayant subi un traitement chirurgical de leur cancer de la gorge. Les résultats ont démontré que les capteurs étaient d'une efficacité redoutable. Une entreprise neuchâteloise est d'ailleurs intéressée à commercialiser cette technologie brevetée.

● L'appareil permet de détecter la « présence » des cellules cancéreuses dans l'haleine.



UN «BISTOURI LASER» POUR DES OPÉRATIONS PLUS PRÉCISES ET PLUS SÛRES

DES CHERCHEURS DE L'EPFL SONT PARVENUS À PRODUIRE DES LASERS D'UNE LONGUEUR D'ONDE DE DEUX MICRONS DE MANIÈRE SIMPLE ET BON MARCHÉ.

Les lasers dont la longueur d'onde atteint deux microns permettent de cibler des molécules d'eau et de couper de très petites surfaces de tissu, sans pénétrer profondément ni provoquer de saignements. Ils sont néanmoins générés au moyen d'appareils de laboratoire encombrants et coûteux. Les chercheurs du Laboratoire de systèmes photoniques de l'EPFL pourraient contourner ce problème en utilisant de la fibre optique.

Jusqu'alors, on devait injecter de la lumière dans un anneau en fibre pourvu d'un amplificateur de signal. De tels systèmes doivent toutefois également être équipés d'un isolateur coûteux, qui force la lumière à circuler dans un seul sens. Les chercheurs ont fabriqué un système de fibres dopées au thulium. «Sur l'anneau en fibre, nous branchons une sorte de déviation pour rediriger la lumière qui circule dans le mauvais sens», explique Camille Brès.

Plus besoin dès lors d'utiliser un isolateur pour stopper la lumière, comme le ferait un policier dans le trafic. «Nous avons remplacé ce policier par une déviation», illustre Svyatoslav Kharitonov. Cette découverte rend le dispositif meilleur marché, de plus la qualité du rayon obtenu est nettement supérieure à celle qui résulte des systèmes classiques.



ÉLIMINER UN VIRUS DES ORGANES À GREFFER

DES CHERCHEURS DE L'EPFL ONT DÉCOUVERT UNE PROTÉINE CAPABLE D'ACTIVER OU DÉSACTIVER UN CYTOMÉGALOVIRUS DORMANT, TERRIBLE PATHOGENE LORSQUE LE SYSTÈME IMMUNITAIRE EST AFFAIBLI, COMME LORS DE TRANSPLANTATIONS D'ORGANES.

Une étude menée par des chercheurs de l'EPFL montre comment le cytomégalovirus pourrait être combattu chez les patients à haut risque et éliminé des organes avant une éventuelle greffe. Comme tous les autres membres de la famille de l'herpès, le cytomégalovirus humain (CMVH) est un virus très répandu qui provoque des infections à vie chez les humains. Ses symptômes peuvent être facilement combattus par un système immunitaire sain, mais sont dangereux pour des personnes immunodéprimées, comme des nouveau-nés, des patients atteints du sida ou des individus sous immunosuppresseurs suite à une transplantation d'organe.

Le laboratoire de Didier Trono a détecté une protéine susceptible de faire passer le CMVH de sa position «dormante» à «active». Les scientifiques ont pu en outre contrôler ce commutateur avec un médicament appelé chloroquine, habituellement administré contre la malaria. Un traitement à la chloroquine des cellules-souches hématopoïétiques renfermant du CMVH en latence leur a permis de réactiver le virus, qui s'est retrouvé à nouveau exposé et donc vulnérable à des manœuvres d'élimination au sein des cellules infectées. Ces recherches ouvrent la voie à un nouveau traitement qui permettrait de réveiller le virus afin de l'éradiquer par des médicaments usuels.



LE ROBOT ET L'ENFANT APPRENNENT ENSEMBLE À ÉCRIRE

QUI, DE L'ÉLÈVE OU DE LA MACHINE, ENSEIGNE À L'AUTRE? EN MONTRANT À UN ROBOT COMMENT FORMER LES LETTRES D'UN MOT, DES ENFANTS AMÉLIORENT LEURS CAPACITÉS D'ÉCRITURE ET GAGNENT DE LA CONFIANCE EN EUX. LE SYSTÈME S'APPELLE COWRITER.

Devant le robot, une petite fille choisit un mot sur une tablette: «papa». L'humanoïde reproduit ensuite les lettres en peinant, surtout lorsqu'il s'agit de faire la boucle du p. L'enfant écrit le mot à son tour pour lui montrer l'exemple... sans savoir qu'en réalité c'est elle qui améliore ainsi ses talents d'écriture. Ce nouvel outil pédagogique, dénommé CoWriter, a été mis au point par des chercheurs du Laboratoire d'ergonomie éducative (Chili Lab) de l'EPFL.

● L'enfant progresse en montrant au robot comment écrire.

Le programme se base sur le *learning by teaching*. Ce principe reconnu en pédagogie veut que lorsqu'un écolier est amené à transmettre ce qu'il sait à un pair, il en retire valorisation, estime de soi et motivation. La bonne idée des chercheurs, c'est de mettre un robot dans le rôle du pair à qui l'on enseigne.

Les scientifiques ont développé des algorithmes d'écriture évolutive qui, implantés sur le robot, le font tracer des mots de manière maladroite puis les améliorer ensuite progressivement. Pour ce faire, la machine puise dans une large base d'exemples d'écritures manuscrites, qui lui permet de reproduire les erreurs typiquement commises par les jeunes enfants en apprentissage.

Encore au stade du prototype, *CoWriter* a jusque-là été utilisé dans des classes d'école primaire auprès d'une septantaine d'élèves de 6 à 8 ans, puis individuellement avec une dizaine d'enfants présentant des difficultés dans l'apprentissage de l'écriture. Le système a toujours été bien accueilli.



UN SELFIE EN 3D POUR CRÉER SON AVATAR

AVOIR SON DOUBLE EN 3D, MAIS SANS LE MATÉRIEL D'UN STUDIO HOLLYWOODIEN. C'EST LE PARI RELEVÉ PAR DES CHERCHEURS DE L'EPFL, QUI ONT CONDENSÉ UN PROCÉDÉ COÛTEUX ET COMPLEXE POUR LE METTRE À LA PORTÉE D'UN SMARTPHONE.

« Nous voulions que la marche à suivre soit simple et rapide : il suffit de se filmer et de prendre quelques plans additionnels pour les expressions du visage, et notre algorithme s'occupe du reste », explique Alexandru Ichim, chercheur au Laboratoire d'informatique graphique et géométrie. Le double numérique peut alors être affiché sur un écran et animé en temps réel avec une caméra qui traque vos mimiques. Un processus accessible pour tout smartphone capable de prendre une vidéo. Mais recréer fidèlement les expressions nécessite des algorithmes spécifiques pour l'animation du visage, afin de donner vie à l'avatar, qui doit être presque parfait pour être crédible : le modèle doit avoir la bonne géométrie du visage et reproduire la texture, la couleur ou des détails comme les rides d'expression. Sans oublier l'animation, puisque chacun sourit, bâille ou a l'air renfrogné d'une manière différente.

Les concepteurs du programme prévoient de nombreuses possibilités d'utilisation dans un futur proche : jeux, réalité virtuelle, discussions en ligne avec d'autres avatars, incrustation dans des films, visioconférence, voire thérapie avec des avatars pour les personnes souffrant de schizophrénie.

● L'avatar doit être parfait pour être crédible.



DES LOGICIELS PLUS FIABLES GRÂCE AUX DÉMONSTRATIONS MATHÉMATIQUES

ON PEUT TESTER LES PROGRAMMES INFORMATIQUES À L'AIDE D'OUTILS EMPRUNTÉS AUX MATHÉMATIENS ET À LEURS FAMEUSES DÉMONSTRATIONS. UNE ÉQUIPE DE L'EPFL OUVRE UNE NOUVELLE VOIE DANS CE DOMAINE.

« Il faudrait changer les habitudes dans le marché du logiciel, juge Viktor Kuncak, professeur associé au Laboratoire d'analyse et de raisonnement automatisés de la Faculté informatique et communications. Les développeurs se reposent trop sur la possibilité de corriger les programmes après coup, alors qu'ils sont déjà distribués sur le marché. » Pourtant, il existe des outils pour améliorer en amont la fiabilité de l'informatique. Ils sont d'ailleurs largement utilisés dans le domaine du développement hardware. « Lorsque l'on fabrique un microprocesseur, il n'est plus possible de le corriger une fois qu'il est produit. En fait, plus une erreur est découverte tard dans le processus de développement, plus elle coûtera cher. » Par ailleurs, un renforcement de la fiabilité des logiciels bénéficierait à divers domaines tels que l'aviation ou les appareils médicaux, qui en deviendraient plus fiables.

Viktor Kuncak et le chercheur postdoc Andrew Reynolds travaillent au développement de tels outils de vérification automatique pour logiciels. Tout comme une démonstration mathématique cherche à montrer qu'une affirmation peut être vraie pour un ensemble de valeurs, la validation informatique tend à s'assurer qu'une fonction ne provoquera pas de crash et ne retournera pas de valeur aberrante pour l'ensemble des saisies ou actions possibles pour l'utilisateur.

LES RÉSEAUX SOCIAUX ALIMENTERONT LES PRÉVISIONS ÉCONOMIQUES

DANS LES PAYS ÉMERGENTS EN PARTICULIER, OÙ LES PRODUCTEURS SONT SOUMIS AUX FLUCTUATIONS DES PRIX DES DENRÉES, L'ÉTUDE DES RÉSEAUX SOCIAUX PERMETTRAIT D'ANTICIPER LES HAUSSES ET LES BAISSSES.

Fabian Brix, étudiant en Master en informatique, a travaillé sur un système de prédiction basé sur l'analyse de données issues des réseaux sociaux. « L'objectif était d'utiliser les tweets géolocalisés pour connaître l'évolution des prix des produits agricoles, explique Fabian Brix. Nous avons choisi de travailler sur l'Inde, car ce pays tient des statistiques officielles, ce qui nous permettait de valider nos résultats. » Avec d'autres étudiants en Master en informatique, il a mis en place un système nommé Humanitas. Il permet à la fois de monitorer des tweets et de détecter ceux qui contiennent des informations concernant les prix des aliments.

Le projet est aujourd'hui en stand-by. Mais qui sait, un jour peut-être les agriculteurs pourront être guidés dans le choix de leurs cultures ou dans la date de la mise sur le marché de leur production grâce à des données leur permettant d'anticiper les fluctuations des prix. « Ce genre d'outils de veille économique est utilisé par les grandes entreprises », souligne Fabian Brix, raison pour laquelle l'accès à certaines bases de données fait l'objet d'un véritable marché. Ce système permettrait dès lors de démocratiser l'accès à de telles technologies, notamment pour les agriculteurs de pays émergents.

L'algorithme mis au point par Julien Herzen permet d'optimiser le réseau wi-fi.

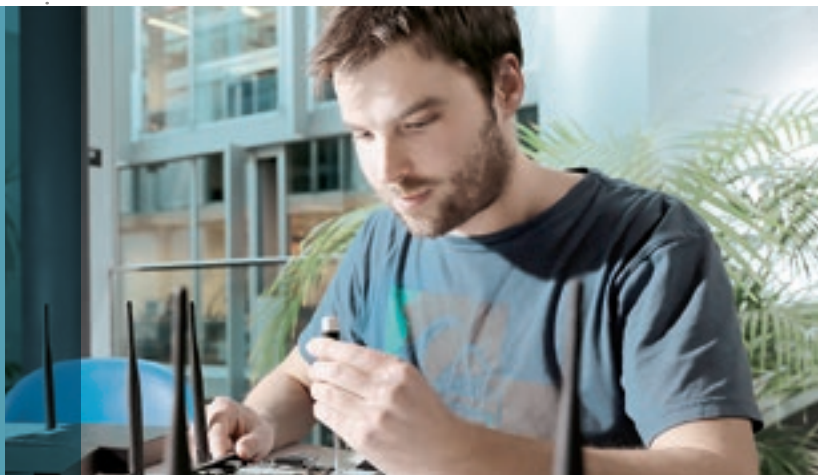
WI-FI ET CONFLITS DE VOISINAGE: UN ALGORITHME POUR RÉTABLIR LA PAIX

POUR PALLIER LE PROBLÈME DES INTERFÉRENCES ENTRE RÉSEAUX WI-FI, UN DOCTORANT DE L'EPFL A MIS AU POINT UN ALGORITHME QUI ADAPTE LA BANDE DE FRÉQUENCE À L'UTILISATION DES RÉSEAUX VOISINS. CE SYSTÈME PERMET D'AUGMENTER JUSQU'À SEPT FOIS LA CAPACITÉ DE PASSAGE DES DONNÉES.

En organisant le passage des données numériques par un routeur en temps quasi réel, on peut améliorer la qualité du réseau wi-fi. C'est ce que fait l'algorithme mis au point par un doctorant de l'EPFL: il leur donne la route à suivre.

Actuellement les réseaux wi-fi voisins empruntent très souvent les mêmes bandes de fréquence et créent de la congestion, alors que d'autres bandes restent libres. C'est là que réside l'ingéniosité du système mis au point par Julien Herzen, doctorant au Laboratoire pour les communications informatiques et leurs applications de l'EPFL: il partage automatiquement les canaux entre les différents utilisateurs selon les besoins à un moment précis et fluidifie ainsi le trafic. Lenteur au téléchargement, coupures intempestives, communication lente: ces inconvénients s'en trouvent fortement diminués.

« Il s'agit d'un compromis, souligne le doctorant. Cela fonctionne de manière optimale si tout le monde l'utilise, mais l'impact est également positif pour un utilisateur unique. Le système optimise la bande de fréquence libre, mais ne nuit pas au réseau des voisins. » Cette automatisation du partage de la bande de fréquence permet, selon son concepteur, d'augmenter jusqu'à sept fois la quantité de données qui passent à un moment précis. Un brevet a été déposé. L'algorithme pourrait facilement être implémenté par les fabricants sur des systèmes existants.





DÉTECTER LA VIE EXTRATERRESTRE GRÂCE AU MOUVEMENT

38

Un système qui peut être utilisé pour tester des médicaments ou détecter des formes de vie extraterrestre.

DES CHERCHEURS DE L'EPFL ONT DÉVELOPPÉ UN CAPTEUR ULTRASENSIBLE CAPABLE DE DÉTECTER LES SIGNES DE VIE DE DIFFÉRENTES FORMES D'ORGANISMES EN ENREGISTRANT LEURS MOINDRES MOUVEMENTS. CE SYSTÈME, INDÉPENDANT DE TOUTE CHIMIE, PEUT TESTER RAPIDEMENT L'EFFET DES ANTIBIOTIQUES SUR DES BACTÉRIES ET MÊME PARTIR EN QUÊTE DE TRACES DE VIE SUR D'AUTRES PLANÈTES.

La recherche de signes de vie extraterrestre n'est pas chose aisée. Elle est traditionnellement basée sur la détection chimique ou sur la spectroscopie optique. Cependant, ces techniques pourraient s'avérer limitées, voire totalement inadaptées en présence de formes exotiques de vie qui pourraient exister sur d'autres planètes. En revanche, le mouvement est une caractéristique universelle de la vie, et il pourrait donc être utilisé pour identifier des microorganismes sans nécessiter de connaissances chimiques préalables. Des chercheurs ont développé un détecteur de mouvement sensible, pratique et facile à fabriquer en adaptant une technologie déjà existante. Ce système s'est montré fiable pour détecter des organismes vivants tels que les bactéries, les levures et les cellules cancéreuses. Il pourrait servir à tester rapidement des antibiotiques et des antitumoraux, ainsi qu'à détecter la vie extraterrestre.

Les chercheurs ont testé avec succès ce système novateur sur des bactéries isolées, sur des levures, sur des cellules humaines et de souris, ainsi que sur un échantillon de sol du campus de l'EPFL et de l'eau de la Sorge. A chaque fois, ils ont pu détecter et isoler de façon précise des signatures vibratoires des organismes vivants. Ce signal a en revanche disparu après l'application d'antibiotiques ou de poisons.

OBSERVER LES PREMIÈRES GALAXIES

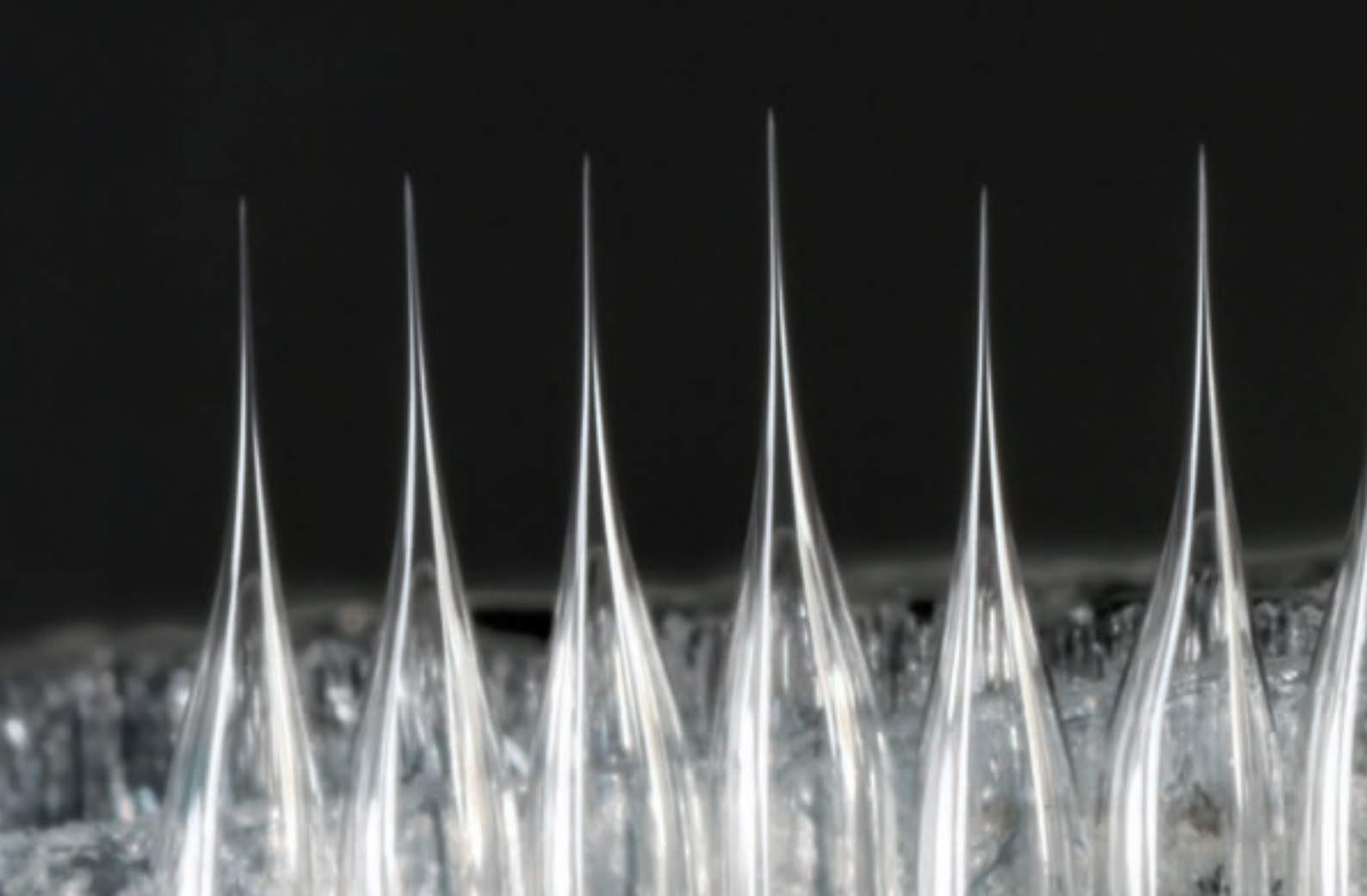


Grâce à des observations du télescope spatial Hubble, les astronomes ont remonté le temps et découvert plus de 250 des toutes premières galaxies naines.

UNE ÉQUIPE INTERNATIONALE D'ASTRONOMES A DÉCOUVERT PLUS DE 250 GALAXIES PRIMITIVES, QUI AURAIENT CONTRIBUÉ À RENDRE L'UNIVERS TRANSPARENT.

Avant que la lumière ne le traverse, l'univers était plongé dans l'obscurité. Après le Big Bang et pendant environ un milliard d'années, le cosmos était enveloppé dans un épais brouillard de gaz d'hydrogène qui emprisonnait toute lumière ultraviolette. Mais lors de la formation des premières étoiles, l'hydrogène neutre a commencé à se dissiper à travers un processus appelé «réionisation», et la lumière des premières galaxies a pu s'échapper et parvenir jusqu'à nous. Cet événement a joué un rôle majeur dans la formation de l'univers tel que nous le connaissons. Grâce à des observations du télescope spatial Hubble, l'équipe internationale d'astronomes dirigée par Hakim Atek, du Laboratoire d'astrophysique de l'EPFL, a remonté le temps et découvert plus de 250 des toutes premières galaxies naines, datées d'entre 600 et 900 millions d'années après le Big Bang.

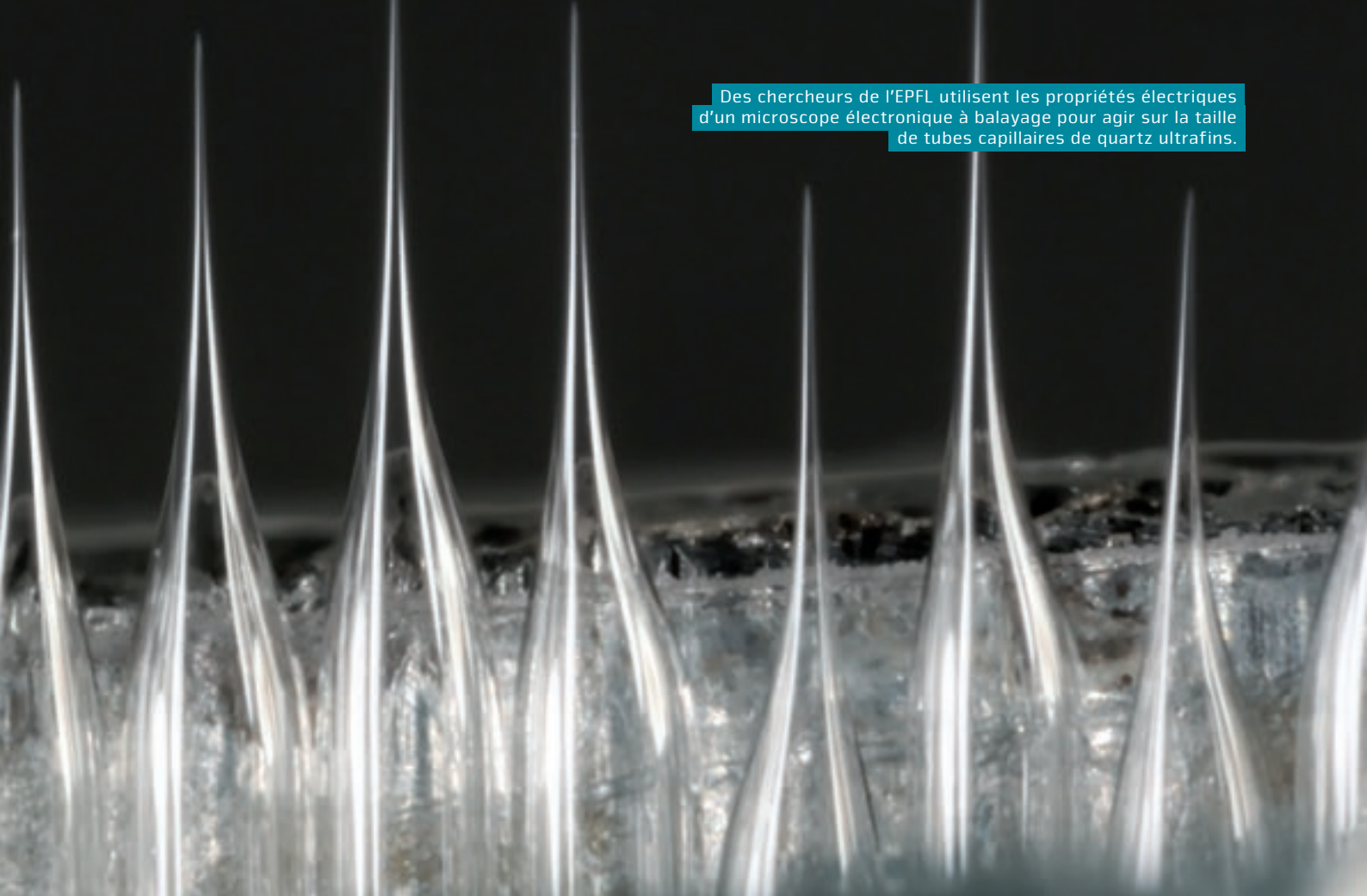
En observant le rayonnement ultraviolet des galaxies naines, les astronomes ont pu calculer si elles étaient impliquées dans la réionisation de l'hydrogène. L'analyse des chercheurs a déterminé pour la première fois avec une bonne certitude qu'elles avaient joué un rôle majeur. Cette recherche met en évidence les possibilités impressionnantes du programme Frontier Fields de Hubble, un programme qui explore les régions les plus distantes de l'espace à l'aide des effets de lentille gravitationnelle autour de six amas de galaxies. De nombreuses autres découvertes fascinantes sont attendues.



.....● TECH TRANSFER

ADRIENNE CORBOUD FUMAGALLI
VICE-PRÉSIDENTE POUR
L'INNOVATION ET LA VALORISATION

«LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE
A LE VENT EN POUPE. EN UNE
DÉCENNIE, L'EPFL A DOUBLÉ LE
NOMBRE ANNUEL DE BREVETS.» ●



Des chercheurs de l'EPFL utilisent les propriétés électriques d'un microscope électronique à balayage pour agir sur la taille de tubes capillaires de quartz ultrafins.

Les chercheurs ne sont pas nécessairement des entrepreneurs. Combien d'inventions ou de concepts novateurs prennent-ils la poussière sur une étagère, faute d'avoir été mis entre des mains expertes, capables de transformer en produit commercialisable un prototype de laboratoire ? L'EPFL s'est donnée pour mission de valoriser l'extraordinaire travail de ses chercheurs. A la clé, des technologies qui contribuent à la compétitivité de nos entreprises, des start-ups en série dont certaines grandissent et créent de nouveaux emplois, et des multinationales qui installent sur le campus ou dans la région des antennes R&D, dans le but de profiter de notre dynamique.

Le transfert de technologie a le vent en poupe. En une décennie, l'EPFL a doublé le nombre annuel de brevets. En 2015, elle fêtait sa 1500^e invention depuis la création de l'Office de transfert de technologie, il y a 20 ans.

Cette dynamique et cette créativité se traduisent en termes industriels. Elles participent de l'attractivité de l'EPFL Innovation Park. Ce dernier accueille plus de 100 start-ups, des multinationales traditionnellement liées à l'EPFL – comme Logitech – ou d'autres qui ont su déceler à Lausanne un potentiel de développement – comme Cisco, Siemens ou Intel. En tout, près de 2000 personnes travaillent dans cet environnement dédié à l'innovation basée sur la science.

Ce succès montre qu'en temps de crise et de franc fort, les mesures fiscales ne sont pas les seules à même d'attirer des entreprises étrangères. Ces dernières sont prêtes à investir en Suisse quand elles y trouvent un environnement favorable, et le pays peut compter sur ses universités et ses écoles polytechniques.

Pour la vice-présidence à l'innovation et à la valorisation, que j'ai la chance de représenter, il s'agit d'une légitime source de fierté. Cette évolution montre que la question du transfert de technologie a fait son chemin dans les esprits des chercheurs, que le campus existe désormais sur la carte du monde des entreprises de technologie, et que notre travail a porté ses fruits.



LUTTER CONTRE LA CONTREFAÇON GRÂCE À DES QR CODES

DES QR CODES SÉCURISÉS, MIS AU POINT PAR LA START-UP SCANTRUST, PERMETTENT D'AUTHENTIFIER ET LOCALISER LES MARCHANDISES. LE SECRET DE CE NOUVEAU MOYEN DE LUTTER CONTRE LA CONTREFAÇON RÉSIDE DANS LA PERTE DE QUALITÉ GÉNÉRÉE PAR TOUTE IMPRESSION.

Le système mis au point par Scantrust repose sur un QR code spécial: son centre est une composition unique de plusieurs milliers de pixels. A ce niveau de précision, toute tentative de copie provoque une perte conséquente d'information. La dégradation irréversible de l'image originale est causée par l'encre migrant dans le papier de manière aléatoire. L'authentification de ces codes nécessite une application pour smartphone, également développée par l'entreprise. Elle se fait de manière automatique par un algorithme qui recherche les différences entre originaux et copies. Une plateforme permet aux marques de gérer, produire et analyser les codes, et ainsi protéger leurs produits de manière autonome pour un coût minime. S'inscrivant dans la nouvelle génération des systèmes de sécurité, les codes générés par la start-up permettent également la traçabilité des produits: ils sont liés avec un numéro unique et enregistrés sur une plateforme.

L'entreprise a levé cette année 1,2 million de francs auprès d'investisseurs emmenés par AngelVest Group et SOS Ventures avec la participation de partenaires stratégiques dans l'industrie du packaging et de business angels.

42

Le système mis au point par Scantrust repose sur un QR code spécial.



DES SERVICES TROP GOURMANDS EN DONNÉES PERSONNELLES

PHOTOS, VIDÉOS, DOCUMENTS PDF: LES AUTORISATIONS QUE DEMANDENT CERTAINES APPLICATIONS SUR LE NET DONNENT SOUVENT ACCÈS À PLUS D'INFORMATIONS QU'ON NE LE PENSE. DES CHERCHEURS DE L'EPFL PROPOSENT UN OUTIL POUR MIEUX CONNAÎTRE ET GÉRER CES RISQUES.

Quelles informations personnelles fournissons-nous sur le net à l'heure du cloud? Souvent beaucoup plus que nous l'imaginons. C'est ce que révèlent des chercheurs du Laboratoire de systèmes d'information répartis de l'EPFL (LSIR), qui ont développé un outil, PrivySeal, permettant de savoir avec précision quelles sont les données auxquelles on donne accès lorsqu'on accepte les conditions d'utilisation de différentes applications disponibles sur la Toile. Des sites aussi populaires que Google Drive, Dropbox, OneDrive ont en général des règles de confidentialité strictes. Le hic, c'est qu'ils servent bien souvent de plateforme à de nombreuses autres applications annexes.

Ainsi, en accordant à une application de retoucher une photo, on peut ouvrir les portes de la totalité de sa banque d'images, et donc également des informations temporelles et de localisation parfois très détaillées accompagnant chaque cliché. Les chercheurs ont analysé plus de septante applications annexes, proposées sur deux plateformes: Google Drive et Dropbox. Les résultats ont montré que près des deux tiers d'entre elles posaient ce type de problèmes de confidentialité. On peut tester ses propres accès sur le site développé par les chercheurs, accessible au public sur privyseal.epfl.ch.



LE ROBOT GIMBALL DÉCOLLE À DUBAÏ

EN DÉBUT D'ANNÉE, UN MILLION DE DOLLARS ONT ÉTÉ ATTRIBUÉS À FLYABILITY. LES APPLICATIONS POUR DES MISSIONS DE SAUVETAGE DE SON DRONE GIMBALL ONT EN EFFET SÉDUIT LE JURY D'UN CONCOURS QUI SE TENAIT AUX ÉMIRATS ARABES UNIS.

L'engin volant développé par la start-up Flyability a conquis le jury de «Drones for Good». Capable de pénétrer dans des espaces étroits et de voler sans danger à proximité des humains, il a remporté ce concours lancé par le gouvernement des Emirats arabes unis et doté d'un million de dollars. Une quarantaine de finalistes répartis en trois catégories ont présenté, devant un panel de juges internationaux, leur projet utilisant de nouvelles technologies à des fins sociales.

Inspiré des insectes, l'engin volant ne craint pas les collisions. Il rebondit grâce à une petite cage sphérique qui l'entoure. «L'idée, c'est que le corps du robot reste en équilibre après une collision, afin qu'il puisse garder sa trajectoire», expliquait Adrien Briod, CTO de la start-up basée à l'EPFL Innovation Park. Il peut être envoyé dans des endroits difficiles d'accès en cas de catastrophe, par exemple pour filmer l'environnement grâce à sa caméra embarquée et donner de précieuses informations aux sauveteurs. L'entreprise, fondée en 2014, est une spin-off du Laboratoire de systèmes intelligents de l'Ecole et du NCCR Robotics.

D'après le CEO de l'entreprise, Patrick Thévoz, la somme allouée, remise en présence de l'émir de Dubaï, permettra à l'engin de se frayer un chemin vers la commercialisation.



INDE, BRÉSIL, SUISSE: INITIATION INTERNATIONALE À L'ENTREPRENEURIAT

À TRAVERS LEUR PROGRAMME D'INITIATION À L'ENTREPRENEURIAT, VENTURELAB ET LE CODEV DE L'EPFL PERMETTENT À UNE TRENTAINE DE SCIENTIFIQUES DE HAUTES ÉCOLES BRÉSILIENNES, INDIENNES ET SUISSES DE CONFRONTER LEURS INNOVATIONS AUX RÉALITÉS DU MARCHÉ, DÉVELOPPER LEUR SENS DES AFFAIRES ET CRÉER UN RÉSEAU.

A cheval sur trois continents, le programme d'échange *Academia-Industry Training Camps* a pour objectif d'aider de jeunes scientifiques à faire passer les résultats de leurs recherches des laboratoires au marché. Pour la deuxième année consé-

cutive, seize étudiants, doctorants ou chercheurs d'une haute école suisse sont partis en automne à Rio. Ils sont partis à Bangalore en février 2016. Objectif: participer à une semaine d'immersion avec une quinzaine de collègues locaux durant laquelle ils peuvent rencontrer, notamment, des investisseurs, des spécialistes de l'innovation, des partenaires industriels potentiels et des chercheurs locaux.

Les participants des trois pays se sont retrouvés en Suisse au printemps 2016 pour des workshops, des visites d'entreprises à différents stades de développement, de la start-up à la multinationale, ainsi que des séances de pitches devant un public averti. De quoi permettre à ces futurs entrepreneurs de puiser d'innombrables conseils, améliorer la présentation de leur projet et bien sûr étoffer leur réseau.



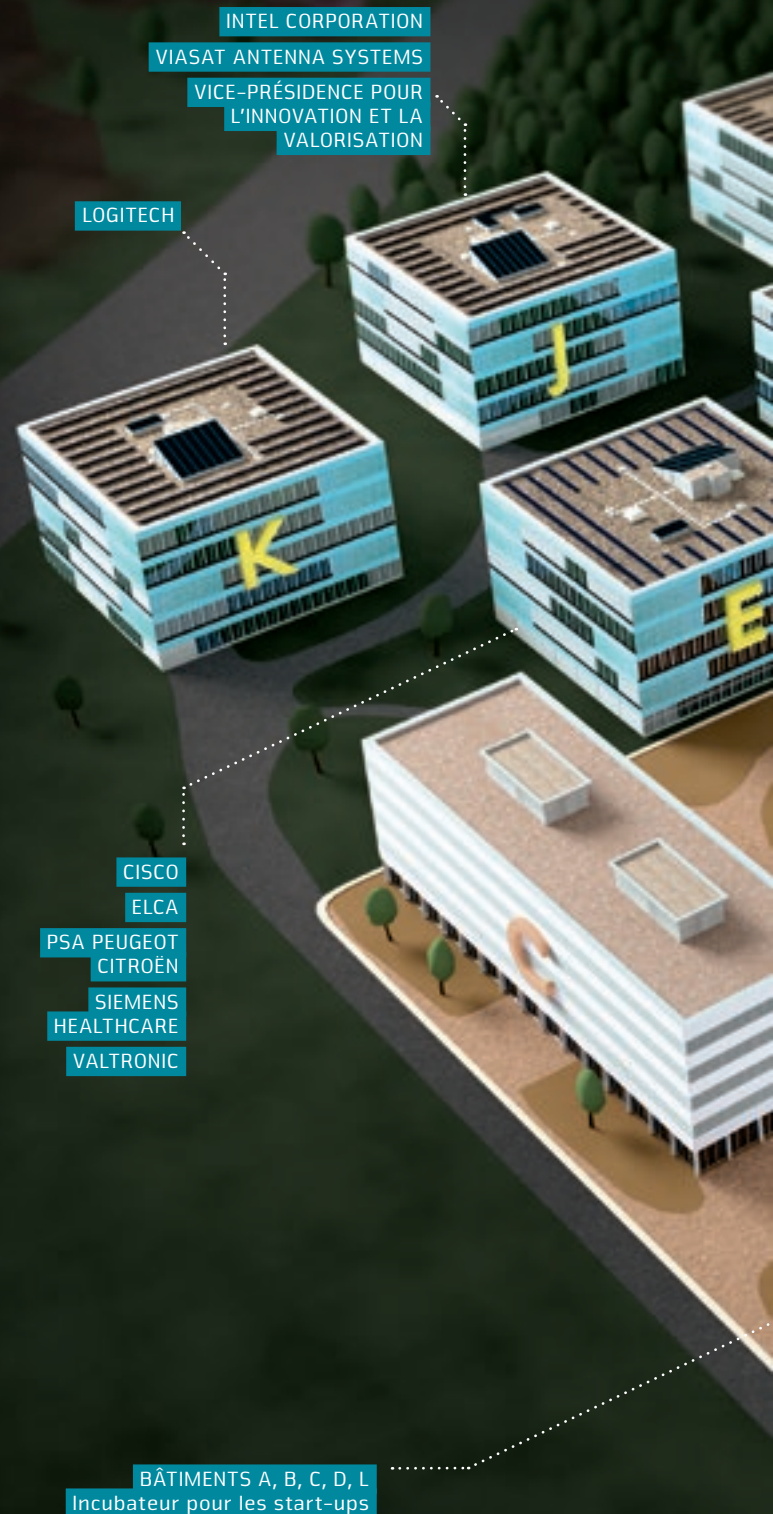
L'EPFL INNOVATION PARK AU CŒUR DU TRANSFERT DE TECHNOLOGIE

FONDÉ IL Y A 25 ANS, L'EPFL INNOVATION PARK – INITIALEMENT APPELÉ PARC SCIENTIFIQUE – OFFRE UN SITE POUR LES ENTREPRISES NATIONALES ET INTERNATIONALES AU CŒUR DU CAMPUS. IL FAVORISE LES COLLABORATIONS AVEC LES CHERCHEURS DE L'EPFL ET LE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE.

Ces treize bâtiments, tantôt cubiques, tantôt rectangulaires, érigent leurs élégantes silhouettes à l'ouest du campus de l'EPFL. Dans cet univers résolument moderne, cohabitent une vingtaine de grandes entreprises comme Nestlé Institute of Health Sciences, Logitech, Cisco, Debiopharm et plus récemment Intel, ainsi que plus de 100 start-up. Les quelque 1900 personnes qui y travaillent regroupent des compétences aussi diverses que la biotechnologie, l'informatique, la micro et la nanotechnologie, les TIC, etc.

Tous profitent des collaborations avec les laboratoires et chercheurs de l'EPFL que cette proximité géographique initie et entretient. L'innovation est naturellement favorisée dans cet environnement où se créent les technologies du futur. Les idées qui naissent dans les laboratoires du campus trouvent ainsi rapidement un écho auprès des entreprises et industries.

Installée sur le parc, la Vice-présidence pour l'Innovation et la Valorisation (VPIV) accompagne ce processus, que ce soit pour mettre les entreprises en contact avec les laboratoires adéquats, pour les aider à décrocher des financements externes (auprès de la CTI et de l'Europe notamment) ou lorsqu'il s'agit par exemple de breveter une technologie.



An aerial, isometric illustration of the EPFL Innovation Park campus. Several modern, multi-story buildings are shown in various shades of blue, white, and orange. Each building is marked with a large, stylized letter (A through I) in a color matching its facade. Dotted lines connect these letters to text labels identifying the companies or institutions located there. The campus is surrounded by green spaces with small trees and a road runs along the bottom and right sides.

AXA TECHNOLOGY SERVICES

BÜHLER

MERCK INSTITUTE FOR
PHARMACOMETRICS

TEXAS INSTRUMENTS

NESTLÉ INSTITUTE
OF HEALTH SCIENCES

CREDIT SUISSE

VOISIN CONSULTING

DEBIOPHARM

NESTLÉ INSTITUTE
OF HEALTH SCIENCES

NITTO

LOCAL.CH | SEARCH.CH

NAMIKI PRECISION
OF EUROPE

BRUKER BIOSPIN

INTEL RACHÈTE DES SPIN-OFFS ET S'IMPLANTE À L'EPFL INNOVATION PARK

Intel Corporation s'est installée sur le campus en début d'année. Cette arrivée a été marquée par le rachat de deux spin-offs de l'école: Composyt Light Lab et Lemoptix.

Deux start-up de l'EPFL ont été rachetées par Intel Corporation. Elles ont été intégrées à la division «New Devices» du géant américain des microprocesseurs, mais restent à l'EPFL Innovation Park.

Issue du Laboratoire de dispositifs photoniques appliqués, Composyt Light Lab a été créée autour d'un système de lunettes connectées. Son procédé à même de diffuser de l'information en surimpression sur n'importe quel type de lunettes de vue a été remarqué par l'entreprise américaine lors d'un stage pour les jeunes entrepreneurs organisé par Venture Kick aux Etats-Unis.

Créée en 2008 par Nicolas Abelé, Marco Boella, Faouzi Khechana et Lucio Kilcher, Lemoptix a développé un projecteur laser de la taille d'un demi-cube de sucre. Son système est capable de projeter des informations et images en couleur sur n'importe quel support. Il fonctionne grâce à un minuscule miroir de moins d'un millimètre de diamètre, qui réfléchit des rayons laser rouge, bleu et vert. Ce dispositif peut être intégré à divers objets tels que l'affichage «tête haute» pour les voitures, les téléphones portables ou les scanners 3D. Elle collaborait déjà avant son rachat avec Composyt Light Lab au développement des lunettes à réalité augmentée.

Dans un premier temps ces innovations vont être développées par Intel dans le domaine des technologies portables.



46

Les chercheurs du laboratoire de Carlotta Guiducci développent un nouveau système de détection médicale.



MESURER LA CONCENTRATION DE MÉDICAMENTS DANS LE SANG

DES CHERCHEURS DE L'EPFL PRÉSENTENT UN NOUVEAU PROCÉDÉ RAPIDE ET PORTATIF POUR MESURER LE TAUX DE MÉDICAMENTS DANS LE SANG.

Pour qu'un traitement soit efficace, il est nécessaire d'individualiser les posologies. Mais comment faire pour déterminer la quantité de substance active d'un médicament chez un patient ? La première étape consiste à déceler la concentration de médicaments présents dans le corps, ce qui n'est pas simple. A l'EPFL, les chercheurs du laboratoire de Carlotta Guiducci ont développé une méthode rapide et à bas prix pour fabriquer des fragments d'ADN qui capturent efficacement les médicaments dans un échantillon de sang.

Les chercheurs fixent tout d'abord des fragments d'ADN – ou aptamères – sur des billes magnétiques. Lorsque la molécule cible arrive vers ces fragments, les plus réceptifs d'entre eux se détachent de la bille pour s'accrocher à la molécule. Les meilleurs fragments sont ensuite purifiés, multipliés puis testés à nouveau afin de choisir in fine le plus performant de tous.

En collaboration avec le CHUV, ils ont testé leurs aptamères dans leur nouveau dispositif de détection optique compact. Pour leur test, les scientifiques ont porté leur choix sur la détection d'un antibiotique appelé Tobramycine. « Les performances obtenues montrent que notre dispositif est compatible avec les besoins de la clinique », se réjouit la chercheuse.

Les scientifiques présentent donc une technique complète rapide, peu chère et compacte, qui permet de détecter des substances médicamenteuses en adéquation avec les exigences cliniques.



UN LABORATOIRE MÉDICAL DE POCHE TESTÉ AU CHUV

COUTEAU SUISSE DU TEST MÉDICAL, LE DISPOSITIF DÉVELOPPÉ PAR QLOUDLAB, SPIN-OFF DE L'EPFL, EST EN PHASE DE CERTIFICATION. CE LABORATOIRE MINIATURE PERMET DE CONTRÔLER DIFFÉRENTS PARAMÈTRES DE SANTÉ DE MANIÈRE RAPIDE, SIMPLE ET PEU CÔTEUSE.

Un astucieux assemblage d'électronique embarquée, de capteurs modulables et d'une application mobile a permis de créer un laboratoire de poche. Le produit, de forme épurée, tient dans une main. A l'image du couteau suisse, il peut être adapté au gré des besoins. « Grâce à ses modules d'analyse interchangeable, il pourra, à terme, effectuer toute la palette des tests de sang, d'urine ou de salive pour quantifier une multitude de paramètres », projette Arthur Queval, fondateur de Qloudlab.

Pour l'heure, le premier panel d'analyses permettant la mesure du mauvais cholestérol est testé grâce à la plateforme de soutien à la recherche clinique du Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV). Une seule goutte de sang suffit à donner les résultats, qui sont transmis par Bluetooth sur un téléphone portable ou une tablette grâce à une application mobile spécifiquement développée pour les patients. Ce test permettra à ces derniers, contrairement aux systèmes d'analyse portables actuels, de contrôler l'impact de leur traitement.

Si l'utilisateur le souhaite, les données peuvent être ensuite transmises au médecin traitant automatiquement via un serveur de stockage des données médicales confidentielles. « Notre produit permettra aux patients d'améliorer leur qualité de vie en donnant au personnel soignant comme aux patients eux-mêmes des outils d'analyse et de communication adaptés », souligne le CEO.



UNE PUCE SOUS LA PEAU POUR UNE MÉDECINE PLUS PRÉCISE

ELLE S'IMPLANTE SOUS L'ÉPIDERME, S'ALIMENTE EN ÉNERGIE VIA UN PATCH COLLÉ SUR LA PEAU ET COMMUNIQUE AVEC VOTRE TÉLÉPHONE PORTABLE. LA NOUVELLE PUCE À BIOCAPTEURS MISE AU POINT À L'EPFL SURVEILLE VOS TAUX DE GLUCOSE, DE CHOLESTÉROL OU DE CERTAINS MÉDICAMENTS.

L'avenir de la médecine s'oriente vers toujours plus de précision, non seulement dans le diagnostic, mais aussi dans le dosage des médicaments. Or les valeurs sur lesquelles le corps médical peut s'appuyer ne reflètent que le moment d'une prise de sang dont l'analyse peut nécessiter des heures, voire des jours. Pouvoir mesurer des concentrations de molécules en continu serait donc un avantage considérable.

« Nous avons créé en première mondiale une puce qui est capable, en plus du pH et de la température, de mesurer à la fois des molécules du métabolisme, comme le glucose, le lactate ou le cholestérol, et des médicaments », explique Sandro Carrara, du Laboratoire de systèmes intégrés (LSI). Grâce à sa combinaison de capteurs électrochimiques fonctionnant avec ou sans enzymes, ce dispositif peut en effet réagir à une vaste gamme de composants, et ce pendant plusieurs jours, voire semaines.

Sous son enveloppe qui se présente comme un petit carré d'un centimètre de côté, l'appareil renferme trois éléments principaux : le circuit comprenant six capteurs, un calculateur qui analyse les signaux reçus et un module de transmission radio. Il est également pourvu d'une bobine qui reçoit par induction l'électricité d'une batterie extérieure, appliquée sur la peau sous la forme d'un patch. « Nous avons rassemblé dans un simple pansement la batterie, la bobine et un module Bluetooth, grâce auquel les résultats peuvent être immédiatement envoyés à un téléphone portable », précise Sandro Carrara.

● Le laboratoire miniature développé par Qloudlab teste par exemple le taux de cholestérol.





PREMIÈRE SUISSE: DES NAVETTES AUTONOMES AU CŒUR DE LA VILLE

DEUX VÉHICULES SANS CHAUFFEUR DEVRAIENT SILLONNER DÈS LE PRINTEMPS 2016 LA VIEILLE VILLE DE SION. UNE COLLABORATION ENTRE L'EPFL, LA START-UP BESTMILE ET L'ENTREPRISE DE TRANSPORT PUBLIC CARPOSTAL.

Les habitants et visiteurs de Sion pourraient expérimenter en 2016 un nouveau moyen de transport public: la navette autonome. Pour la première fois en Suisse, des véhicules intelligents se lanceront sur la voie publique. A terme, l'objectif du projet mené par CarPostal, premier opérateur national de transport public par bus, est de compléter son offre en transport collectif, notamment dans les régions excentrées. L'EPFL, avec la start-up BestMile, développeront les outils nécessaires

afin que la greffe soit optimale et sûre, tant du point de vue de l'exploitant que des usagers.

Aujourd'hui, la technologie existe pour faire évoluer des véhicules sans volant ni pédales sur la voie publique. Mais ceux-ci ne sont pas encore capables de s'intégrer dans le réseau de transport classique. Les chercheurs vont donc développer un système de gestion de flotte qui anticipe les diverses situations que pourraient rencontrer les véhicules autonomes. Il faut leur apprendre notamment à communiquer entre eux ainsi qu'avec les autres usagers de la route quand il s'agit par exemple de donner la priorité ou d'ajuster leur vitesse. Parallèlement, il s'agira de gérer les besoins spécifiques des usagers tels qu'un service de bus à la demande, la réservation d'une course et des itinéraires variables.

48



D'UN CLIC, LA NAVETTE RAPPLIQUE

Une application gratuite a été développée pour pouvoir commander sa course et suivre en temps réel l'emplacement des véhicules autonomes sur le campus.

Elles parcouraient déjà à heure fixe leur itinéraire à travers l'EPFL. Fin juillet, BestMile a lancé une application pour smartphones qui permettait d'appeler le véhicule sans pilote – comme on le fait pour un ascenseur.

Simplissime, l'application gratuite utilise le GPS pour repérer votre position et vous indique la station la plus proche. D'un clic, vous invitez la navette à s'y rendre, ou lui annoncez votre point d'origine et votre destination. Dans le cloud, le logiciel établit alors la liste d'attente et optimise le parcours des minibus pour satisfaire les clients.

TEST GRANDEUR NATURE SUR LE CAMPUS DE L'EPFL

Durant plus de quatre mois, des véhicules sans conducteur ont sillonné le campus de l'EPFL. Avant-goût de l'avenir.

En plus de sa constellation de laboratoires, le campus de l'EPFL est un lieu d'expérimentation en tant que tel. D'avril à août 2015, des navettes autonomes ont sillonné les allées, dans le cadre du projet européen CityMobil2. Sans conducteur, mais supervisées par un groom, l'appoint temporaire d'une technologie en devenir.

Au final, près de 7000 curieux ont franchi les portes automatiques des navettes, pour découvrir leur parcours tout tracé. Comme on aurait jadis fait un voyage en ascenseur «pour voir comment c'est».



JOUER AU TENNIS SUR UN TERRAIN INTELLIGENT

TECHNIS, UNE START-UP DE L'EPFL, A DÉVELOPPÉ UNE TECHNOLOGIE DE JEU AUGMENTÉ POUR LES TERRAINS DE TENNIS. UN CONCEPT QUI POURRAIT ÊTRE APPLIQUÉ À D'AUTRES SPORTS DANS LE FUTUR.

Frapper des balles sur un sol connecté qui affiche sur un écran les impacts, analyse votre jeu ou propose des défis interactifs entre joueurs. C'est l'innovation proposée par Technis, une start-up établie à l'EPFL et qui a remporté le Swiss Startups Award 2015 et la deuxième étape de Venture Kick 2015. « Notre objectif est de proposer un outil de travail au quotidien, sans que le joueur ne doive acheter d'accessoire spécifique », explique Naik Londono, membre fondateur de Technis et ancien joueur pro.

En pratique, cette technologie incorporée au sol du terrain ne se contente pas de fournir des statistiques sur la performance du joueur (comme les appuis au sol ou les erreurs commises), puisqu'elle permet aussi de tester la réalité augmentée sur le court. Le sportif peut choisir des objectifs ou des défis, et tenter par exemple de toucher des cibles virtuelles sur le terrain avec la balle. Il peut aussi comparer son jeu à celui de son opposant ou à des stars de la discipline.

Une petite révolution dans un milieu qui profite encore peu des avancées de la technologie, hormis pour les raquettes ou les chaussures. La start-up de l'EPFL va effectuer des tests sur un terrain pilote avec les partenaires intéressés, avant de pouvoir commercialiser son produit. Plusieurs clubs de tennis ont d'ailleurs déjà manifesté leur intérêt pour ce sol connecté. Une surface intelligente qui suscite l'intérêt dans d'autres sports.

Un design mécanique particulier donne une étonnante flexibilité à ce robot tout-terrain.



UN ROBOT PASSE-PARTOUT POUR DÉMANTELER LES INSTALLATIONS NUCLÉAIRES

LES QUATRE ROUES ET LE DESIGN DU ROBOT ROVÉO LUI PERMETTENT DE FRANCHIR FACILEMENT DES OBSTACLES D'UNE HAUTEUR ÉQUIVALENTE À DEUX TIERS DE SA TAILLE. UN ROBOT QUI POURRAIT AIDER AU DÉMANTÈLEMENT D'INSTALLATIONS NUCLÉAIRES.

Escaliers, gravats, rocs... aucun obstacle ne semble résister à ROVéo, dont la position des membres s'adapte aux aspérités. Ce robot roulant peut affronter des éléments d'une hauteur équivalant à environ deux tiers de sa hauteur tout en maintenant sa vitesse de croisière.

« Notre prototype a été réalisé en six mois par un étudiant en Master doué sur la base de croquis et de textes rédigés pour le dépôt de brevet », souligne Lucian Cucu, l'autre cofondateur. Rovenso va lancer prochainement une levée de fonds d'un demi-million afin notamment de réaliser un modèle de 500 kg dont le mécanisme sera similaire. Ses propriétés, notamment celle de négocier des obstacles équivalents à 150 % de sa garde au sol – la distance entre le châssis et le sol – seront donc identiques.

Cette version poids lourd comprendra un gros bras robotisé pour des opérations de manipulation à distance. La première mission à laquelle le destinent ses créateurs est de réaliser des opérations périlleuses dans des zones difficiles d'accès, par exemple pour le démantèlement d'installations nucléaires ou dans des zones sinistrées.





.....● OUVERTURE

ANDRÉ SCHNEIDER
VICE-PRÉSIDENT POUR
LES RESSOURCES ET INFRASTRUCTURES

« POUR MENER À BIEN NOS MISSIONS
D'ENSEIGNEMENT, DE RECHERCHE ET
DE TRANSFERT DE TECHNOLOGIE, NOUS
DEVONS ÊTRE CAPABLES D'ADAPTER ET DE
DÉVELOPPER NOS RESSOURCES
ET NOS INFRASTRUCTURES. »



Pour mener à bien nos missions d'enseignement, de recherche et de transfert de technologie, nous devons être capables d'adapter et de développer nos ressources et nos infrastructures. L'enseignement évolue avec les MOOCs, qui permettent de mettre l'accent sur les travaux pratiques pour lesquels nous avons créé de nouveaux espaces, les *Discovery Learning Laboratories*. Notre implantation multisite nécessite également de ramifier nos services dans les différents cantons. En 2015, plusieurs laboratoires ont emménagé sur le site valaisan, tandis qu'à l'autre bout du lac le Campus Biotech ouvrait ses portes à la population à l'occasion de son inauguration en présence du conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann.

Sur le site d'Ecublens, nous avons également porté une attention particulière à notre politique de mobilité. Notre statut fédéral nous engage à mettre en œuvre la politique d'exemplarité énergétique de la Confédération à l'horizon 2020. Ceci nous a amenés à créer avec le canton, les grandes entreprises de transport public du canton et l'UNIL une plate-forme de discussion sur le développement de l'offre du transport public. Toujours avec le même souci de valoriser le développement durable, nous avons lancé le challenge interactif *Act for Change*, pour augmenter la prise de conscience de la communauté EPFL des défis du

développement durable à travers des actions facilement réalisables sur le campus.

L'adaptation énergétique est également au cœur de nos préoccupations. Nous avons inauguré le plus grand parc solaire de Suisse avec la Romande Energie, qui couvre 15'500 m² de toitures du campus. Nous avons également inauguré un dispositif de gestion et de stockage expérimental qui a bénéficié d'un large cofinancement de l'Etat de Vaud et qui s'appuie sur une batterie de capacité industrielle développée par la société vaudoise Leclanché. Il s'intègre au parc solaire Romande Energie – EPFL et permettra de tester en grandeur nature le comportement d'un réseau électrique alimenté par des panneaux photovoltaïques.



Johann Schneider-Ammann, Hansjörg Wyss et Ernesto Bertarelli étaient présents à l'inauguration du Campus Biotech.

LE CAMPUS BIOTECH OUVRE SES PORTES À GENÈVE

LE CONSORTIUM COMPOSÉ DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE (EPFL), L'UNIVERSITÉ DE GENÈVE (UNIGE), LA FAMILLE BERTARELLI ET HANSJÖRG WYSS A INAUGURÉ LE 22 MAI 2015 LE CAMPUS BIOTECH, EN PRÉSENCE DES AUTORITÉS FÉDÉRALES, CANTONALES ET COMMUNALES ET DE PERSONNALITÉS ISSUES DES MONDES SCIENTIFIQUE, ACADÉMIQUE ET INDUSTRIEL.

Situé dans le quartier de Sécheron, le Campus Biotech positionne la région lémanique au premier plan de la recherche mondiale dans le domaine des neurosciences et de la bioingénierie. S'étendant sur 40'000 m², ce centre d'excellence unique en Europe accueille de nombreux partenaires académiques et industriels, dont des équipes de l'EPFL, de l'UNIGE, des Hôpitaux universitaires de Genève, du Centre Wyss de bio- et neuroingénierie, du Human Brain Project, de l'Institut suisse de bioinformatique et de la Haute Ecole du paysage, d'ingénierie et d'architecture.

Ce nouvel écosystème s'appuie sur une approche scientifique interdisciplinaire pour stimuler l'innovation dans le domaine des sciences de la vie. Son objectif premier est de se concentrer sur la science pure et sa transposition dans des produits qui auront un impact direct sur la société et sur le monde. Le Campus Biotech agit comme catalyseur d'un nouvel élan et de nouveaux investissements dans le secteur vital de l'économie et de la science.

NUCLÉAIRE IRANIEN: L'ACCORD-CADRE RENDU PUBLIC SUR LE CAMPUS

C'EST SUR LE CAMPUS DE L'EPFL QUE L'IRAN ET LE GROUPE 5+1 (ÉTATS-UNIS, RUSSIE, CHINE, FRANCE, ROYAUME-UNI ET ALLEMAGNE) ONT PUBLIQUEMENT ANNONCÉ L'ISSUE DE LEURS NÉGOCIATIONS LE 16 AVRIL 2015.

La question était simple: l'EPFL est-elle capable de recevoir la conférence de presse annonçant la signature d'un accord sur le nucléaire iranien deux jours plus tard? Le défi fut de taille. Accueillir les délégations, mettre en place une infrastructure pour une conférence de presse suivie par 400 journalistes, dont quelques dizaines de télévisions, retransmise en direct dans le monde entier, potentiellement à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit. Sécurité maximale, réseau informatique renforcé pour faire face aux demandes des médias, changements de dernière minute demandés par les délégations: le jeudi 2 avril en début de soirée, les délégations iranienne, états-unienne, française, allemande, russe et chinoise ont annoncé la mise en place d'un accord-cadre au Rolex Learning Center de l'EPFL.

Cet événement aura permis à l'EPFL et au pays de tisser de nouveaux liens avec des personnalités politiques et scientifiques, académiques, qui pourront être poursuivis. Notre ouverture internationale se trouve également réaffirmée, ainsi que la possibilité d'être une plateforme indépendante, un lieu qui assure la liberté de pensée et permet la prise de parole dans des moments importants, y compris de la part de chefs d'Etat.

L'EPFL et X ont signé leur accord en présence du Président de la République française François Hollande et de la Présidente de la Confédération suisse Simonetta Sommaruga.



CAMPUS ENERGYPOLIS FAIT CONVERGER LES ÉNERGIES EN VALAIS

PLUSIEURS LABORATOIRES ONT EMMÉNAGÉ DURANT L'ANNÉE 2015 AU SEIN DU SITE VALAISAN DE L'EPFL.

Six d'entre eux sont rattachés à l'Institut de sciences et ingénierie chimiques de l'EPFL – Faculté des sciences de base):

- Le Laboratoire d'électrochimie physique et analytique, dirigé par Hubert Girault, a notamment réalisé à Martigny une installation de stockage d'électricité et de production d'hydrogène.
- Le Laboratoire de simulation moléculaire, de Berend Smit développe des systèmes de stockage de gaz à effet de serre comme le méthane ou le dioxyde de carbone.
- Le Groupe d'ingénierie moléculaire de matériaux fonctionnels, piloté par Mohammad Nazeerudin, s'intéresse aux capteurs solaires photovoltaïques basés sur la pérovskite.
- Le Laboratoire de matériaux inorganiques fonctionnels, sous la responsabilité de Wendy Queen, travaille à la mise au point de dispositifs destinés à la séparation des gaz.
- Le Laboratoire de matériaux pour l'énergie renouvelable, d'Andreas Züttel, s'intéresse à l'interaction des gaz avec les surfaces des matériaux.
- Le Laboratoire de nanochimie pour l'énergie, dirigé par Raffaella Buonsanti, cherche à intégrer des nanocristaux dans des dispositifs de fabrication d'énergie.

S'ajoutent à cette liste le groupe de François Maréchal, qui conçoit des procédés industriels et des systèmes énergétiques, le groupe de Jan van Herle, qui travaille sur les piles à combustible, ainsi que la Chaire d'analyse de risque et d'optimisation de Daniel Kuhn. Sur le site hospitalier, des unités de recherche rattachées au Centre de neuroprothèses de l'EPFL constituent le cœur du pôle bio-santé du Campus Energypolis.

L'X ET L'EPFL S'ALLIENT À L'OCCASION DE LA VISITE D'ÉTAT FRANÇAISE

L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE (L'X) ET L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE FÉDÉRALE DE LAUSANNE (L'EPFL) ONT SIGNÉ UN ACCORD EN VUE DE RENFORCER LEUR COOPÉRATION DANS LES DOMAINES DE L'ENSEIGNEMENT, DE LA RECHERCHE, DE L'ENTREPRENEURIAT ET DE L'INNOVATION.

L'accord prévoit que l'Ecole polytechnique intègre en octobre 2015 le Réseau d'excellence des sciences de l'ingénieur de la Francophonie (RESCIF). Créé en 2010 lors du Sommet de la Francophonie de Montreux à l'initiative de l'EPFL et du gouvernement suisse, ce réseau réunit 14 universités technologiques de langue française (Belgique, Bénin, Burkina Faso, Cameroun, Canada, Côte d'Ivoire, France, Ghana, Haïti, Liban, Maroc, Sénégal, Togo et Vietnam). A travers RESCIF, les deux institutions comptent ainsi contribuer par le biais de MOOCs à la formation et à l'innovation technologique, tout particulièrement dans les pays émergents francophones.

Sur le plan de l'enseignement, cet accord vise également à faciliter la création de parcours de double diplôme entre les deux institutions et à renforcer la mobilité des étudiants et des élèves ingénieurs. Sur le plan de la recherche, il permettra d'approfondir la coopération entre l'X et l'EPFL. Les deux institutions souhaitent aussi rapprocher leurs activités de soutien à l'entrepreneuriat et à l'innovation technologique afin d'accompagner l'émergence et le développement de start-ups, un axe stratégique clé tant pour l'EPFL que pour l'X.



L'EPFL, UN CAMPUS GLOBAL

A TRAVERS UN RÉSEAU INTERNATIONAL, L'EPFL PARTICIPE À FAIRE DE LA SUISSE UNE PÉPINIÈRE DE TALENTS ET PERMET À SES CHERCHEURS ET SES ÉTUDIANTS DANS LE MONDE ENTIER DE TRAVAILLER SUR DES PROJETS ET DANS DES RÉSEAUX D'EXCELLENCE.

54

L'EPFL offre à ses étudiants des possibilités d'échanges grâce aux accords conclus avec plus de 200 partenaires académiques soigneusement sélectionnés dans le monde entier. L'EPFL est également membre de plusieurs réseaux académiques comme EuroTech, RESCIF, CLUSTER et CESAER, qui favorisent la collaboration scientifique et la mobilité des étudiants et des chercheurs. RESCIF, le Réseau d'Excellence des Sciences de l'Ingénieur de la Francophonie, qui a accueilli dans son réseau l'École polytechnique, l'X (voir en page 51). Le Blue Brain et Human Brain Project en neurosciences regroupe 24 pays et 111 laboratoires associés (voir pages 26–27). La participation du Swiss Plasma Center dans le cadre du projet international ITER en est un autre exemple (voir page 56).



CAMPUS VIRTUEL

L'EPFL a franchi la barre du million d'inscriptions à ses cours en ligne, les MOOCs (voir page 8).

... UN ANCRAGE LOCAL

GENÈVE :
CAMPUS BIOTECH
Bio- et neuroingénierie
(Institut Wyss),
Human Brain Project,
Centre de neuroprothèses

LAUSANNE

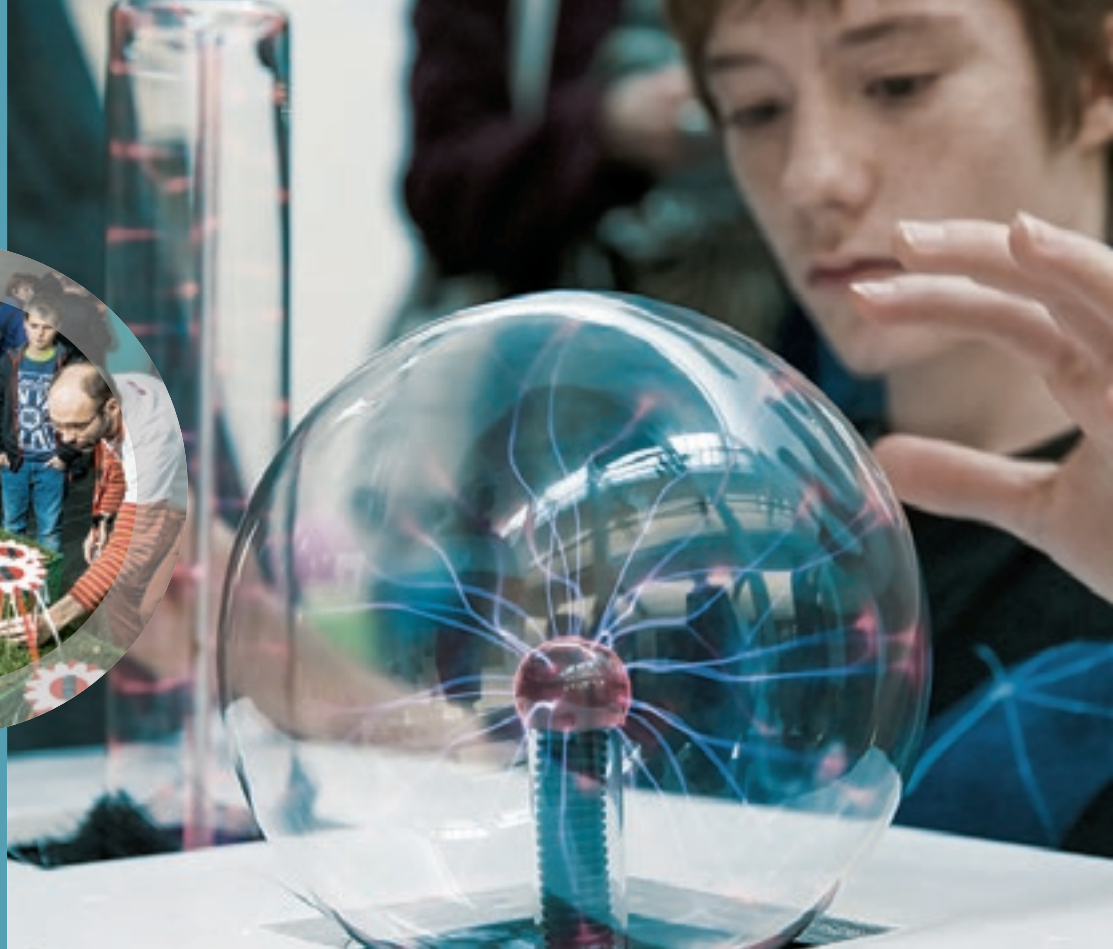
NEUCHÂTEL : MICROCITY
Microtechnique et nanotechnologies

FRIBOURG : SMART LIVING LAB
Technologie de la construction
et de l'architecture durable

SION :
CAMPUS ENERGYPOLIS
Energie industrielle,
chimie verte ;
• biotechnologie,
bioingénierie



Sous le titre *Tout se transforme*, l'énergie était à l'honneur du festival des sciences de l'EPFL.



SCIENTASTIC DÉMONTRE L'INTÉRÊT DU PUBLIC POUR LES SCIENCES

LA PREMIÈRE ÉDITION DU NOUVEAU FESTIVAL DES SCIENCES DE L'EPFL A ATTIRÉ PLUS DE 6000 VISITEURS SUR LE CAMPUS D'ÉCUBLENS AU MOIS DE NOVEMBRE DERNIER. LES 13 ATELIERS PROPOSÉS AFFICHAIENT PRESQUE TOUS COMPLET DEPUIS PLUSIEURS JOURS. UN SUCCÈS DE BON AUGURE POUR L'AVENIR DE LA MANIFESTATION.

L'énergie, le thème central de la première édition de Scientastic, le nouveau festival des sciences de l'EPFL, a interpellé et intéressé plus de 6000 personnes. Arrivés en masse sur le campus d'Ecublens et accueillis par quelque 250 collaborateurs et étudiants de l'EPFL, les visiteurs ont arpenté les parcours de visite, pénétré dans les laboratoires, participé aux ateliers, assisté aux conférences et débusqué les pièces de la « bête solaire » que les plus jeunes ont pu ramener chez eux à l'issue d'une chasse au trésor. Ils ont étanché leur soif de savoir dans l'espace « Comment ça marche », où une exposition interactive et l'encadrement de scientifiques leur ont permis de trouver réponse à toutes leurs questions.

Scientastic succède dans l'esprit au Festival de robotique, une manifestation qui avait coutume d'attirer les foules à l'EPFL. L'idée de proposer des activités grand public, intéressant les petits comme les grands, a été conservée, mais pourra désormais s'exprimer dans une plus grande diversité de thèmes et de spécialités. L'objectif restant toujours de sensibiliser le plus grand nombre aux questions de société pour lesquelles la recherche scientifique peut apporter des éclairages et de susciter des vocations. « La matière grise reste la principale ressource de notre pays, il faut donc la cultiver », ajoute Farnaz Moser.



UNE FONDATION NON LUCRATIVE DE L'EPFL REÇOIT UNE AIDE MAJEURE

LA FONDATION BILL & MELINDA GATES A OCTROYÉ À LA SPIN-OFF DE L'EPFL IM4TB (INNOVATIVE MEDICINES FOR TUBERCULOSIS) PRÈS DE 750'000 DOLLARS POUR DÉVELOPPER UN TRAITEMENT NOVATEUR CONTRE CETTE MALADIE.

En 2013, on recensait environ 9 millions d'individus touchés, dont 360'000 séropositifs et 1,2 million de décès suite à des complications, faisant de la tuberculose la huitième cause de mortalité dans les pays en développement. C'est donc un réel défi qui attend iM4TB, la spin-off de l'EPFL, et son traitement prometteur. En phase de tests précliniques, celui-ci vient d'être boosté par un mandat de la Fondation Gates.

iM4TB développe un nouvel antibiotique, le PBTZ169, qui a le potentiel pour raccourcir les traitements de la tuberculose et qui tue les bactéries résistantes aux médicaments en détruisant leur membrane cellulaire, laquelle les protège contre le système immunitaire de l'hôte et contre les antibiotiques. Les études *in vivo* ont montré que le PBTZ169 était plus efficace et rapide que les traitements actuels conseillés par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Ce don de la Fondation Gates va permettre de passer aux premiers essais cliniques du PBTZ169, qui devraient être effectués prochainement en collaboration avec le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) de Lausanne.



L'ÉTAT DE VAUD, L'EPFL, LECLANCHÉ ET ROMANDE ÉNERGIE INAUGURENT UN DISPOSITIF DE STOCKAGE INNOVANT

DÉVELOPPÉ PAR LE LABORATOIRE DES SYSTÈMES ÉLECTRIQUES DISTRIBUÉS DE L'EPFL, UN DISPOSITIF DE GESTION ET DE STOCKAGE DE L'ÉNERGIE A ÉTÉ INAUGURÉ SUR LE SITE DE LA HAUTE ÉCOLE LAUSANNOISE.

De la taille d'un container maritime, le dispositif de stockage expérimental inauguré aujourd'hui s'intègre au parc solaire Romande Energie - EPFL, l'une des plus grandes installations solaires photovoltaïques de Suisse romande. Il permettra aux chercheurs d'étudier, dans le cadre du projet «EPFL Smart Grid», des solutions inédites et de dimensions industrielles pour l'exploitation optimale des ressources renouvelables (en particulier le photovoltaïque) et leur intégration dans les réseaux électriques de distribution.

Au bénéfice d'un large cofinancement de l'Etat de Vaud, cette installation s'appuie sur une batterie de capacité industrielle développée par la société vaudoise Leclanché. Elle s'intègre au parc solaire Romande Energie - EPFL et permettra de tester en grandeur nature le comportement d'un réseau électrique alimenté par des panneaux photovoltaïques. La spécificité de l'installation réside dans la technologie dont elle est équipée, à savoir des cellules lithium-ion titanate hautement performantes produites par la société vaudoise Leclanché. Ces dernières disposent d'une très longue durée de vie, avec environ 15'000 cycles de charge-décharge, contre 3000 habituellement. Les cellules sont en outre pourvues de séparateurs en céramique, également brevetés par Leclanché, destinés à en maximiser la sécurité. Il s'agit enfin d'une solution entièrement intégrée, comprenant les modules de stockage et de conversion d'énergie ainsi que le logiciel permettant à la batterie de communiquer avec les ingénieurs de l'EPFL.



SWISSCOM ET L'EPFL PARTENAIRES POUR LA RÉVOLUTION NUMÉRIQUE

AVEC LA CRÉATION D'UN SWISSCOM DIGITAL LAB SUR LE CAMPUS DE L'EPFL, C'EST UN NOUVEAU CENTRE DE COMPÉTENCES AUTOUR DE LA NUMÉRISATION QUI VOIT LE JOUR. IL MET À PROFIT L'ÉCOSYSTÈME INNOVANT DE L'EPFL ET L'EXPERTISE DE SWISSCOM DANS LE DOMAINE POUR RELEVER LES DÉFIS D'UNE SOCIÉTÉ DE PLUS EN PLUS CONNECTÉE.

Les accords conclus en décembre entre l'EPFL et Swisscom, opérateur téléphonique historique de la Suisse, couvrent les deux grands champs de l'humain et de l'habitat connectés. Ils permettront d'étudier une multitude de champs d'application qui s'ouvrent grâce à la numérisation: nouvelles interfaces utilisateurs, robotique professionnelle ou domestique, villes et bâtiments intelligents, capteurs biologiques ou encore intelligence artificielle. Ce partenariat est susceptible de faire de la Suisse un exemple européen en matière d'accès aux solutions numériques.

En outre, Swisscom installera dès 2016 une présence permanente sur le campus: son «Digital Lab», qui se déploiera sur 428 m² au sein de l'EPFL Innovation Park, offrant un environnement unique pour réaliser et développer des projets pilotes. «La révolution numérique est en marche. Pour conserver sa compétitivité et sa force d'innovation, la Suisse et ses entreprises doivent être des précurseurs de cette révolution, et Swisscom un acteur clé. Nous sommes venus chercher à l'EPFL, en Romandie, des compétences de pointe et cette innovation pluridisciplinaire que nous contribuerons à renforcer encore grâce à notre engagement», explique Urs Schaeppi, CEO de Swisscom.



ÉNERGIE, L'HEURE DES CHOIX

LE CENTRE DE L'ÉNERGIE A DÉVELOPPÉ UNE PLATEFORME D'INFORMATION SUR LA TRANSITION ÉNERGÉTIQUE. ELLE PROPOSE NOTAMMENT UN CALCULATEUR ÉNERGÉTIQUE NATIONAL QUI PERMET D'ÉLABORER DES SCÉNARIOS SUR L'AVENIR ÉNERGÉTIQUE DE LA SUISSE.

Notre système énergétique est en pleine révolution. Quelles énergies remplaceront le nucléaire? Le prix de l'électricité va-t-il augmenter? La voiture à hydrogène fera-t-elle partie de notre quotidien en 2050? Pour comprendre les enjeux de la transition énergétique, le Centre de l'énergie de l'EPFL, en collaboration avec des partenaires publics, a développé une plateforme d'information, transparente et accessible à tous. Swiss-Energyscope propose un calculateur énergétique national, basé sur des données scientifiques, qui permet de visualiser des scénarios d'avenir. La plateforme internet offre aussi des cours en ligne pour tous et une liste de 100 questions/réponses sur la transition énergétique. Un livre de poche les reprend en version condensée.

Complexe à réaliser, mais très ludique, le calculateur énergétique présente la situation énergétique actuelle de la Suisse, de manière annuelle ou saisonnière, ainsi que les scénarios élaborés par la Confédération pour 2035 et 2050. Mais son atout principal est de permettre d'élaborer et de visualiser des scénarios personnels et d'en comparer les conséquences pour la Suisse.

L'exercice aboutit parfois à des résultats surprenants. Ainsi, que l'on choisisse un avenir basé essentiellement sur les énergies fossiles, les énergies renouvelables associées à une meilleure efficacité énergétique ou le nucléaire, les coûts des systèmes résultants se révèlent très proches. Alors que tous les autres indicateurs varient considérablement en fonction des choix.



Swisscom et l'EPFL s'associent pour être des précurseurs de la révolution numérique.



UN SWISS PLASMA CENTER POUR MAÎTRISER L'ÉNERGIE DU SOLEIL

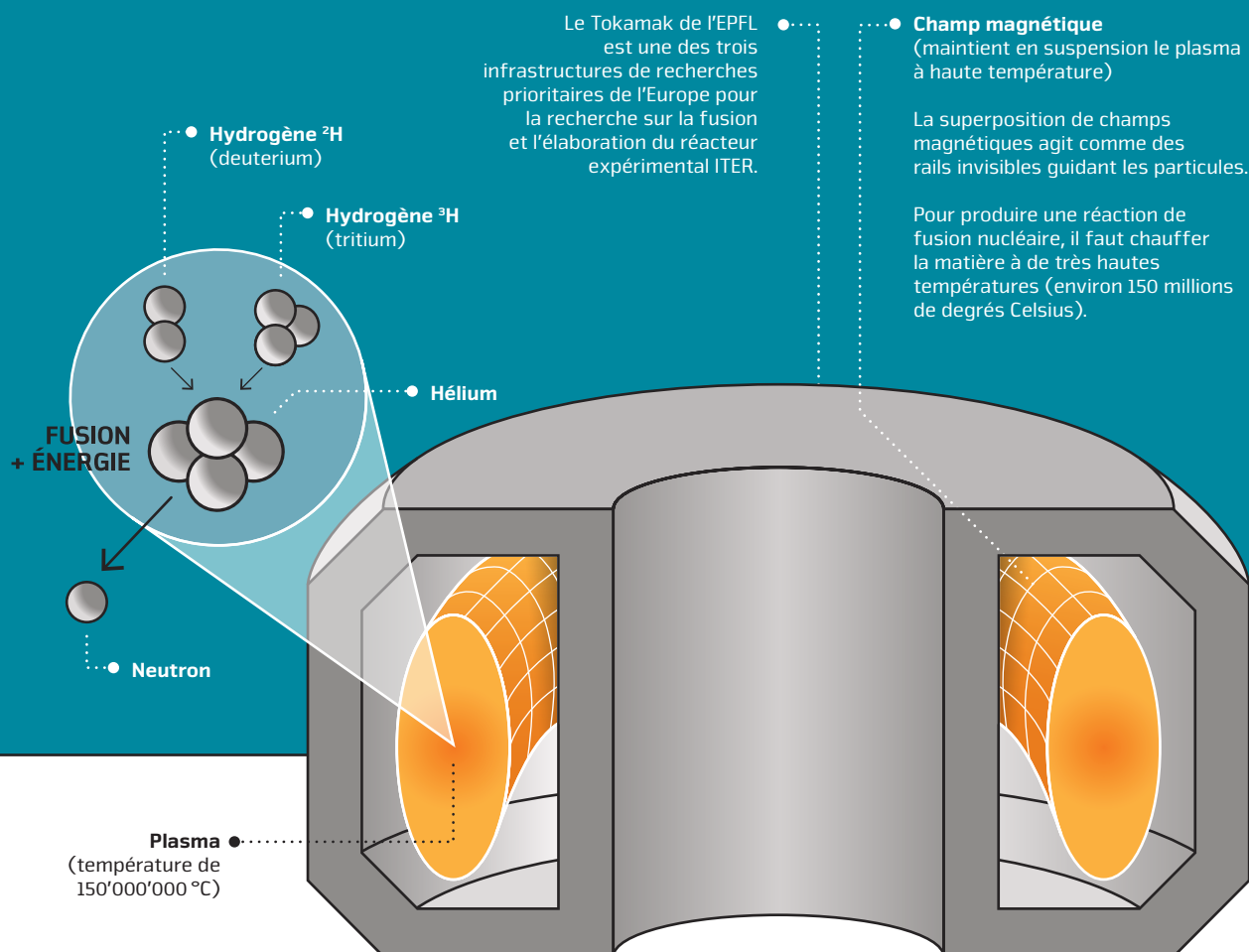
Le Centre de recherches en physique des plasmas (CRPP) devient le Swiss Plasma Center (SPC). La Confédération a accordé au laboratoire lausannois un montant de 10 millions de francs sur quatre ans (2017-2020) destiné à la mise à niveau de certaines de ses installations. Le tokamak lausannois renforce sa position pour développer la fusion nucléaire dans le cadre du consortium EUROfusion.



LA FUSION, UNE SOURCE D'ÉNERGIE ILLIMITÉE

La fusion de l'hydrogène vise à reproduire les réactions ayant lieu au cœur du soleil.

Avec d'infimes quantités de matériaux, elle produira bien plus d'énergie que la fission et ne générera pas de déchets à longue durée de vie.





.....◎ PERSONALIA

L'Orchestre romand des jeunes professionnels lors de la cérémonie de remise des diplômes 2015.



LES PROFESSEURS NOMMÉS OU PROMUS EN 2015



CLAUDIA BINDER
Professeure ordinaire d'écologie
urbaine et espaces de vie
durables (ENAC)¹



EDOARDO CHARBON
Professeur ordinaire de
microtechnique (STI)



NICOLAI CRAMER
Professeur ordinaire
de chimie organique (SB)



CORENTIN FIVET
Professeur assistant tenure
track d'architecture et
conception structurale (ENAC)
(EPFL Fribourg)



ROMAIN FLEURY
Professeur assistant tenure
track de génie électrique et
électronique (STI)



CHRISTIAN HEINIS
Professeur associé de chimie
bio-organique (SB)



WENZEL JAKOB
Professeur assistant tenure
track d'informatique et de
systèmes de communication (IC)



MIKHAIL KAPRALOV
Professeur assistant tenure
track d'informatique et de
systèmes de communication (IC)



DIMITRIOS LIGNOS
Professeur associé de
structures et matériaux (ENAC)



SEMYON MALAMUD
Professeur associé de finance
(CDM)



RAFFAELLA BUONSANTI
Professeure assistante tenure
track de génie chimique (SB)
(EPFL Valais Wallis)



KRISTINA SCHOONJANS
Professeure associée de
sciences de la vie (SV)



KUMAR AGRAWAL
Professeur assistant tenure
track de génie chimique (SB)
(EPFL Valais Wallis)²



MICHAEL HERZOG
Professeur ordinaire de
sciences de la vie (SV)



BRIAN McCABE
Professeur associé de sciences
de la vie (SV)



MARCEL SALATHÉ
Professeur associé de
sciences de la vie (SV)



DIMITRI VAN DE VILLE
Professeur associé
de bioingénierie (STI)
(Campus Biotech à Genève)



**CHRISTOPHE
VAN GERREWEY**
Professeur assistant tenure
track de théorie de
l'architecture (ENAC)



MATTHIEU WYART
Professeur associé de
physique théorique (SB)



KENNETH YOUNG
Professeur associé
d'entrepreneuriat d'entreprise
(CDM)

SB : SCIENCES DE BASE

ENAC : ENVIRONNEMENT NATUREL, ARCHITECTURAL ET CONSTRUIT

SV : SCIENCES DE LA VIE

CDM : COLLÈGE DU MANAGEMENT DE LA TECHNOLOGIE

STI : SCIENCES ET TECHNIQUES DE L'INGÉNIEUR

CDH : COLLÈGE DES HUMANITÉS

IC : INFORMATIQUE ET COMMUNICATIONS



PAUL BOWEN
Professeur titulaire (STI)



BRYAN FORD
Professeur associé
d'informatique et de systèmes
de communication (IC)⁵



NIKOLAOS GEROLIMINIS
Professeur associé d'ingénierie
des transports (ENAC)



ANDRAS KIS
Professeur associé de génie
électrique et électronique (STI)



CHRISTOS KOZYRAKIS
Professeur ordinaire
d'informatique et de systèmes
de communication (IC)



DIMITRIOS KYRITSIS
Professeur titulaire (STI)



BRICE LECAMPION
Professeur assistant tenure
track de géo-énergie (ENAC)³



SEBASTIAN MAERKL
Professeur associé de
bioingénierie (STI)



SYLVIE ROKE
Professeure associée de
bioingénierie (STI)⁴



MARIE VIOLAY
Professeure assistante tenure
track de mécanique des roches
(ENAC)



**ALEKSANDRA
RADENOVIC**
Professeure associée de
bioingénierie (STI)



MAHMUT SELMAN SAKAR
Professeur assistant tenure
track de génie mécanique (STI)



VASILIKI TILELI
Professeure assistante tenure
track de science des matériaux
(STI)



PAOLO TOMBESI
Professeur ordinaire de
construction et architecture
(ENAC) (EPFL Fribourg)



BRUNO OBERLE
Professeur titulaire (CDM)



JÜRGEN BRUGGER
Professeur ordinaire de
microtechnique (STI)



FRANÇOIS GALLAIRE
Professeur associé de génie
mécanique (STI)



JOÃO PENEDONES
Professeur assistant tenure track
de physique théorique (SB)



ALEC WODTKE
Professeur titulaire (SB)

¹ Chaire La Mobilière en écologie urbaine et espaces de vie durables

² Chaire Gaznat en procédés de séparation avancés

³ Chaire Gaznat en géo-énergie

⁴ Chaire Julia Jacobi en photomédecine

⁵ Programme de recherche AXA dans le domaine de la sécurité et de la protection des données

DONATEURS 2015

REMERCIEMENTS AUX DONATEURS

Les personnes, entreprises et fondations suivantes ont officialisé de nouveaux partenariats et rejoint le cercle des mécènes de l'Ecole en 2015, contribuant ainsi à la qualité de la recherche, des études et de la vie sur le campus. L'EPFL remercie chaleureusement ces donateurs et salue leur engagement exceptionnel pour la science, la formation et le développement.

AXA

Programme de recherche AXA dans le domaine de la sécurité et de la protection des données

FONDATION BERTARELLI

Programme Bertarelli en neurosciences et neuro-ingénierie translationnelles

FIRMENICH SA

Firmenich Next Generation Chair in Neuroscience;
programme de collaborations de recherche avec Stanford

FONDATION GANDUR POUR L'ART

Espace muséal, Under One Roof; Chaire Fondation Gandur pour l'art

MONSIEUR GILBERT HAUSMANN

Legs ayant permis la création du Prix Gilbert Hausmann

MONSIEUR ANDRÉ HOFFMANN

MOOC «Gestion des aires protégées en Afrique»

KRISTIAN GERHARD JEBSEN FOUNDATION

Chaire Kristian Gerhard Jebsen Foundation en métabolisme et nutrition;
programme de bourses de recherche; plateforme technique de métabolomique;
partage des connaissances

MONSIEUR CLAUDE LATOUR

Chaire Latour en musicologie digitale

MONSIEUR JEAN LEBEL SR

Auditoire Adrien Palaz

FONDATION PHILANTHROPIA

EPFL-ICRC Humanitarian Tech Hub

MONSIEUR THIERRY PLOJOUX

Soutien à la coordination de projets interdisciplinaires
dans le domaine du biomimétisme

FONDATEURS EDMOND DE ROTHSCHILD

Programme MOOCs Afrique

Nous remercions également
les donateurs suivants pour leur
soutien et leur confiance continus.

CHAIRES

FONDATION BERTARELLI
CARIGEST SA,
CONSEILLER DE
GÉNÉREUX MÉCÈNES
CONSTELLIUM
DEBIOPHARM SA
FONDATION DEFITECH
EOS HOLDING SA
FERRING INTERNATIONAL
CENTER SA
GAZNAT SA
FONDATION
INTERNATIONALE POUR
LA RECHERCHE EN
PARAPLÉGIE (IRP)
FONDATION ISREC
DR JULIA JACOBI
BANQUE LANDOLT & CIE

MEDTRONIC EUROPE SÀRL
MERCK SERONO
INTERNATIONAL SA
LA MOBILIÈRE SUISSE
SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE
NESTLÉ SA
PATEK PHILIPPE SA
PETROSVIBRI SA
LA POSTE SUISSE
PX GROUP SA
RICHEMONT
INTERNATIONAL SA
FONDATION DE FAMILLE
SANDOZ
SWISS FINANCE INSTITUTE
SWISSQUOTE SA
FONDATION SWISSUP

PROJETS ET INFRASTRUCTURES

Campus biotech
FONDATION BERTARELLI
FONDATION HANS
WILSDORF
FONDATION WYSS

Under One Roof
ROLEX SA
FONDATION GANDUR
POUR L'ART
LOGITECH EUROPE SA

Centre de limnologie
FERRING INTERNATIONAL
CENTER SA

Development Office
FONDATION LOMBARD
ODIER

Digitalisation et valorisation
des archives du Montreux Jazz
Festival

AUDEMARS PIGUET SA
AMPLIDATA
FONDATION ERNST
GÖHNER
M. VASILIEV SHAKNOVSKY
LOGITECH EUROPE SA
LOTÉRIE ROMANDE
FONDATION LOMBARD
ODIER
MONTREUX SOUNDS SA

EPFL Middle East
GOVERNMENT OF
RAS AL KHAIMAH

Venice Time Machine
FONDATION LOMBARD
ODIER

Nous tenons à remercier
les donateurs qui soutiennent
les programmes suivants :

Cours Euler pour les enfants à haut potentiel:
Donatrice anonyme, Prof. Kathryn Hess Bellwald,
M. Barry Chasemore Gates, M. Charles Maillefer,
Fondation Henri Moser, NCCR-SwissMAP,
Fondation PPG, Prof. Jacques Rappaz,
M. Jacques de Saussure, M. Andreas Schlaepfer,
M. Dan Stoicescu, Fondation UBS pour le domaine
social et la formation

Festival Scientastic: Alcoa Foundation,
Fondation Leenaards, Romande Energie

Promotion des sciences: les entreprises
membres de KGF-Kontaktgruppe für
Forschungsfragen (BASF, F. Hoffmann-La Roche
et Syngenta), Fondation Leister, L'Oréal Suisse,
Fondation SimplyScience, PRECI-DIP, Cisco

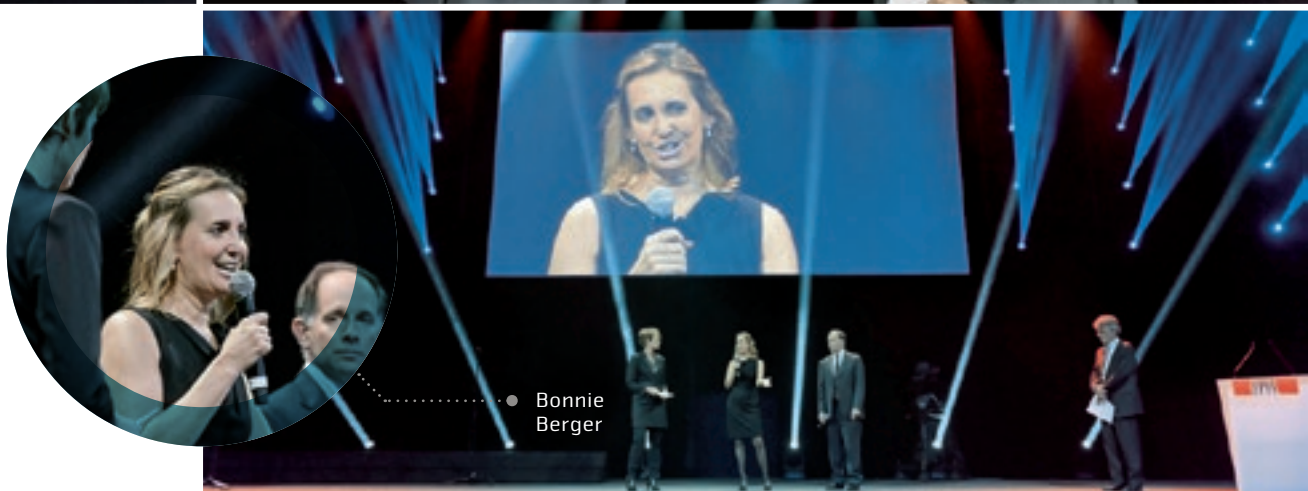
Bourses d'excellence: Debiopharm,
Fondation Rodolphe et Renée Haenny,
Novartis, UPC-Cablecom, Rescif-CARE, Werner

Bourse pour doctorant:
Fonds Pierre-François Vittone

Bourses Innograts: Innovaud (Fondation pour
l'innovation technologique), CA Technologies

Bourses de recherche attribuées par des
fondations: Fondation BCV; Fondation
Jacqueline Beytout; Centre de recherche
sur l'environnement alpin; Deutsche
Forschungsgemeinschaft; Claude et Giuliana
Foundation; Fondation pour l'étude des eaux du
Léman; Fondation enfants papillons; The Anna
Fuller Fund; Bill and Melinda Gates Foundation;
Gebert Rűf Stiftung; Hasler Stiftung; Helmholtz-
Gemeinschaft; Else Kröner-Fresenius Stiftung;
Latsis Foundation; Fondation Leenaards; Ligue
suisse contre le cancer; Fondation Pierre Mercier
pour la science; Fondation Emma Muschamp;
National Research Foundation of Korea;
Novartis Foundation for Medical-biological
Research; Oak Foundation; Fondation de
Préfargier; Qatar Environment and Energy
Research Institute; Fondation recherche sur le
cancer de l'enfant; Fondation romande pour
la recherche sur le diabète; Association Song-
Taaba; Stiftung für naturwissenschaftliche
und technische Forschung; Fondation Strauss;
Swedish Foundation for Strategic Research;
Swiss Bridge Foundation; Swiss Vaccine Research
Institute; Synapsis Foundation

DR HONORIS CAUSA 2015



LA MAGISTRALE 2015 A DÉLIVRÉ LE GRADE DE DOCTEUR HONORIS CAUSA À TROIS PERSONNALITÉS CLÉS.

Margaret McFall-Ngai, microbiologiste, professeure à l'Université de Hawaï, en reconnaissance de son excellence dans le domaine de la recherche sur les interactions entre bactéries et animaux et de son engagement constant pour la communauté scientifique, avec une attention très soutenue portée à la promotion des jeunes chercheurs et des femmes en particulier.

Bonnie Berger, mathématicienne et informaticienne, professeure du Massachusetts Institute of Technology (MIT), en reconnaissance de ses contributions fondamentales à l'application des techniques informatiques et mathématiques dans la recherche de base en biologie moléculaire.

Frederik Paulsen, chairman de l'entreprise Ferring Pharmaceutical, qui a su transformer une entreprise pharmaceutique familiale en une multinationale. A l'explorateur intrépide et à la première personne à avoir atteint les huit pôles de la Terre. Au grand amateur des arts et de la culture et au passionné des découvertes scientifiques et des percées technologiques. Au philanthrope discret qui mène personnellement de nombreux projets d'envergure à travers le monde, de la préservation d'écosystèmes précieux à la protection de peuples et de traditions indigènes. Au soutien fidèle et au véritable ami de l'EPFL.

ORGANISATION ●

PRÉSIDENCE DE L'EPFL



**PATRICK
AEBISCHER**
PRÉSIDENT



**ANDRÉ
SCHNEIDER**
VICE-PRÉSIDENT
POUR LES RESSOURCES
ET INFRASTRUCTURES



**PHILIPPE
GILLET**
VICE-PRÉSIDENT
POUR LES AFFAIRES
ACADÉMIQUES



**ADRIENNE
CORBOUD
FUMAGALLI**
VICE-PRÉSIDENTE
POUR L'INNOVATION
ET LA VALORISATION



**KARL
ABERER**
VICE-PRÉSIDENT
POUR LES SYSTÈMES
D'INFORMATION

FACULTÉS

SB

Sciences de base

- Mathématiques
- Physique
- Chimie

SV

Sciences de la vie

- Bioingénierie
- Neurosciences
- Infectiologie
- Cancer

STI

Sciences et Techniques de l'Ingénieur

- Génie électrique
et électronique
- Génie mécanique
- Science et génie
des matériaux
- Microtechnique
- Bioingénierie

IC

Informatique & Communications

- Informatique
- Systèmes de
communication

ENAC

Environnement Naturel, Architectural et Construit

- Architecture
- Ingénierie civile
- Ingénierie de
l'environnement

COLLÈGES

CdH

Collège des Humanités

- Sciences humaines et sociales
- Area & cultural studies
- Humanités digitales

CdM

Management de la Technologie

- Management de la Technologie
- Ingénierie financière
- Technologie et politiques publiques



L'EPFL EN CHIFFRES 2015

EN BREF

RECHERCHE

354

LABORATOIRES

3467

PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES
SELON LA BASE DE RÉFÉRENCE
ISI WEB OF SCIENCE*

113

BOURSES ERC (DE 2007 À 2015)
DONT 4 EN PROVENANCE DU FNS EN
2014 (MESURES COMPENSATOIRES)

ENSEIGNEMENT

13

PROGRAMMES BACHELOR

24

PROGRAMMES MASTER

TECH TRANSFER

20

CELLULES R&D
DANS L'INNOVATION PARK

111

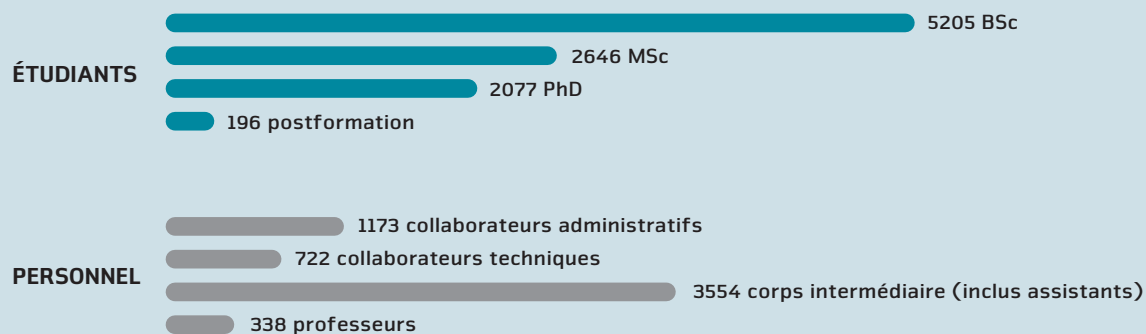
MILLIONS DE FRANCS
DE FONDS LEVÉS EN 2015

12.9

START-UP EN MOYENNE
PAR ANNÉE DEPUIS 1997
(18 CRÉÉES EN 2015)

* Données à fin février 2016. Celles-ci sont encore susceptibles d'évoluer jusqu'à leur stabilisation vers mai-juin 2016.

POPULATION DU CAMPUS (EN PERSONNES)



14'159

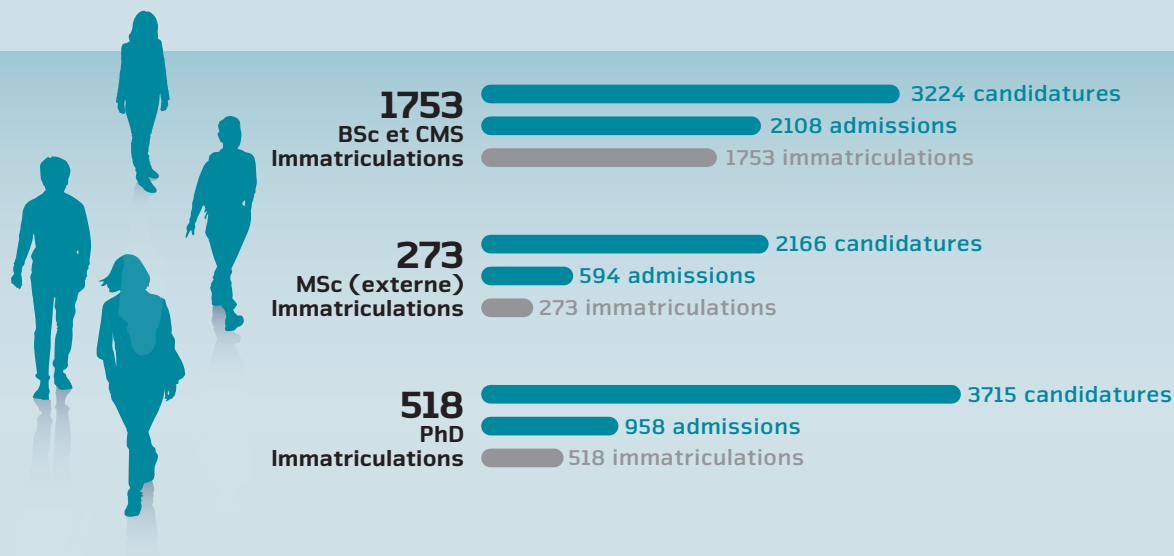
**POPULATION
TOTALE
DU CAMPUS**
(1752 assistants-doctorants
comptés une seule fois
dans le total)



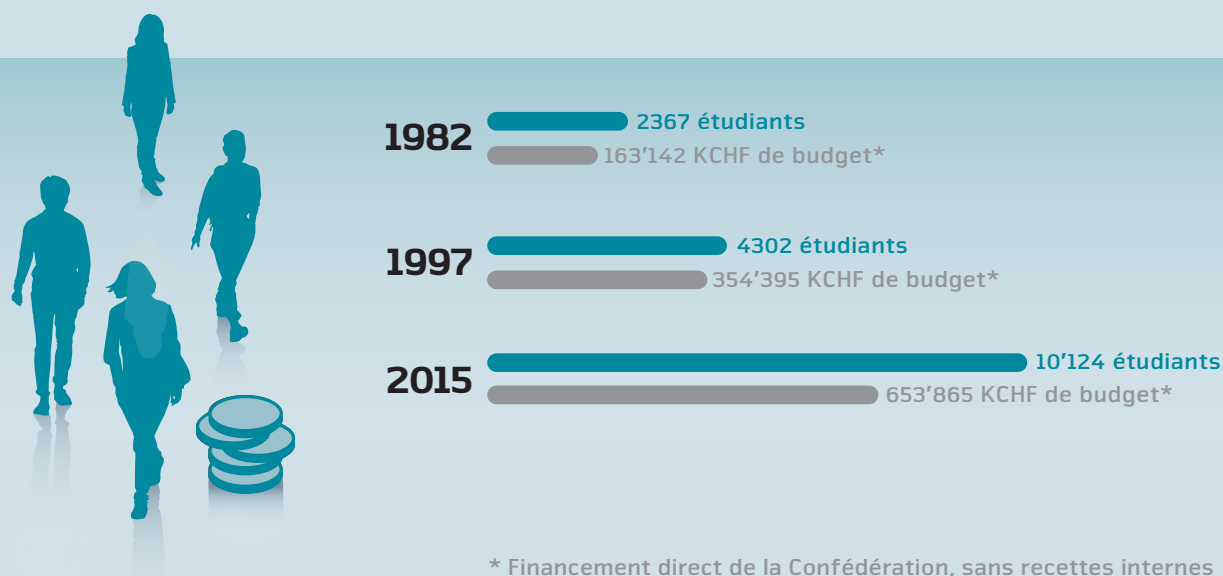
- 129 étudiants cours de mathématiques spéciales
- 1960 collaborateurs Innovation Park

EFFECTIFS D'ÉTUDIANTS

RÉSUMÉ DES CANDIDATURES BACHELOR, MASTER ET DOCTORAT



ÉVOLUTION DES DÉPENSES BUDGÉTAIRES (KCHF) ET DU NOMBRE D'ÉTUDIANTS



* Financement direct de la Confédération, sans recettes internes

ÉTUDIANTS PAR DOMAINE ET NIVEAU D'ÉTUDES

	BACHELOR	MASTER	DOCTORAT	POST- FORMATION	TOTAL
Faculté des sciences de base (SB)	1006	478	504		1988
Mathématiques	341	150	81		572
Physique	391	163	213		767
Chimie et génie chimique	274	165	210		649
Faculté des sciences de la vie (SV)	517	231	259		1007
Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur (STI)	1527	735	711		2973
Science et génie des matériaux	147	129	133		409
Génie mécanique	646	227	118		991
Microtechnique	570	185	199		954
Génie électrique et électronique	164	194	261		619
Faculté Informatique et communications (IC)	739	422	243		1404
Systèmes de communication	246	141	87		474
Informatique	493	281	156		930
Faculté d'environnement naturel, architectural et construit (ENAC)	1416	612	305	53	2386
Sciences et ingénierie de l'environnement	205	144	97		446
Génie civil	361	217	107		685
Architecture	850	251	101	53	1255
Collège du management de la technologie (CdM)		133	55	143	331
Management de la technologie		57	39	143	239
Ingénierie financière		76	16		92
Gestion de l'énergie et construction durable (MES)		35			35
Total	5205	2646	2077	196	10'124

Etudiants Bachelor + Master

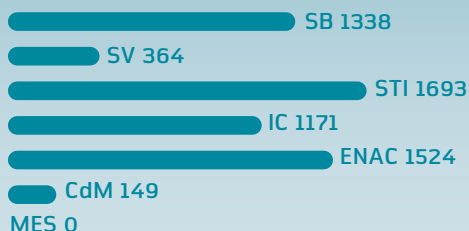
7851

EFFECTIFS D'ÉTUDIANTS

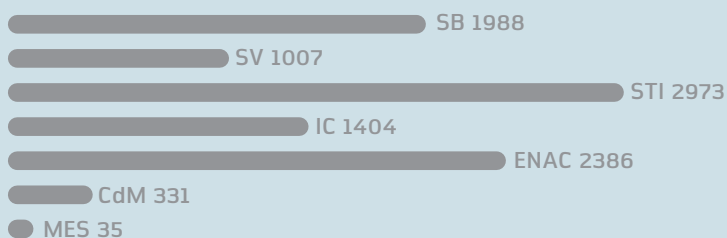
10 ANNÉES DE CROISSANCE
PAR FACULTÉ*



6239
ÉTUDIANTS
EN 2005



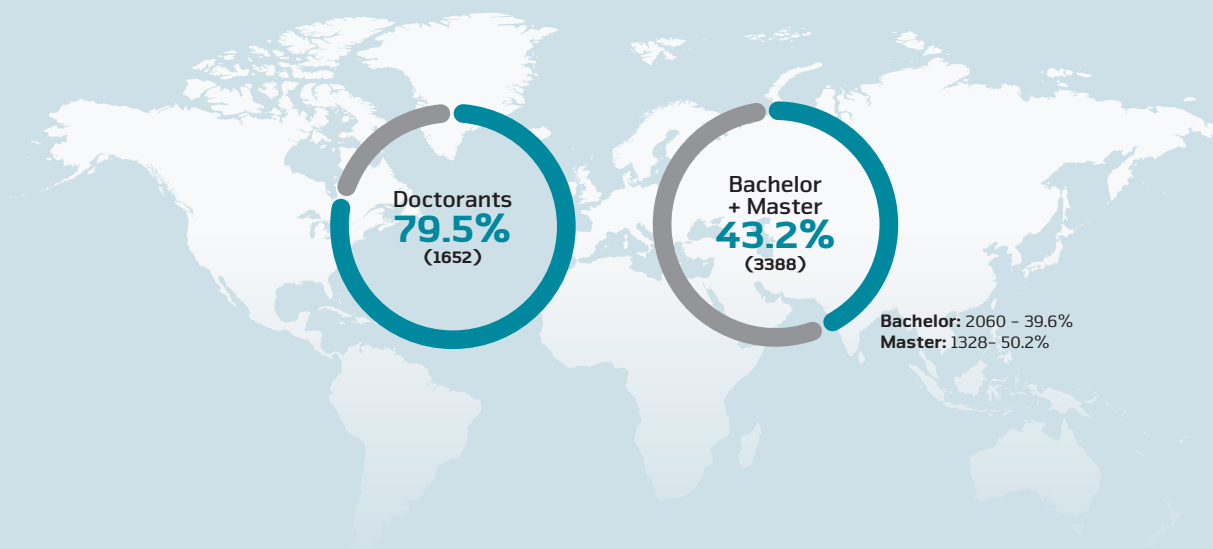
10'124
ÉTUDIANTS
EN 2015



* SB : Sciences de base
SV : Sciences de la vie
STI : Sciences et techniques de l'ingénieur
IC : Informatique et communications

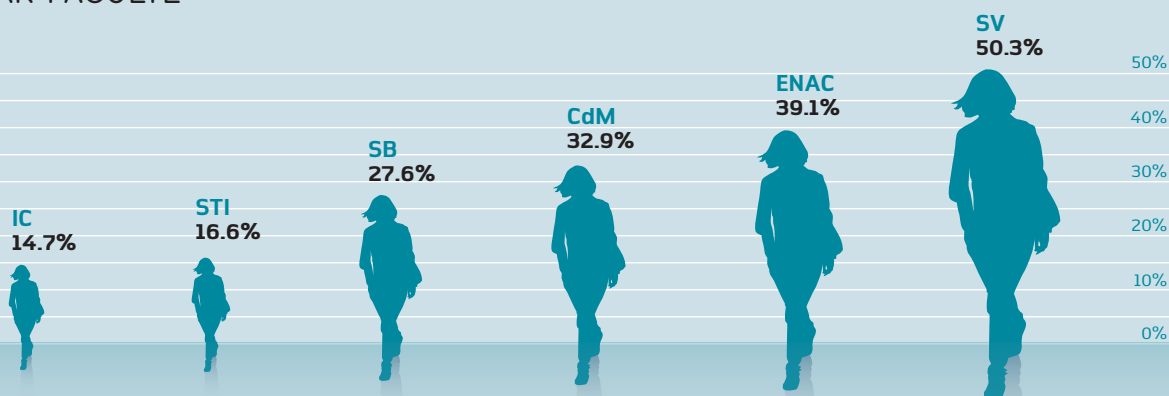
ENAC : Environnement naturel,
architectural et construit
CdM : Collège du management
de la technologie
MES : Gestion de l'énergie
et construction durable

LES ÉTUDIANTS ÉTRANGERS (NON-RÉSIDENTS)

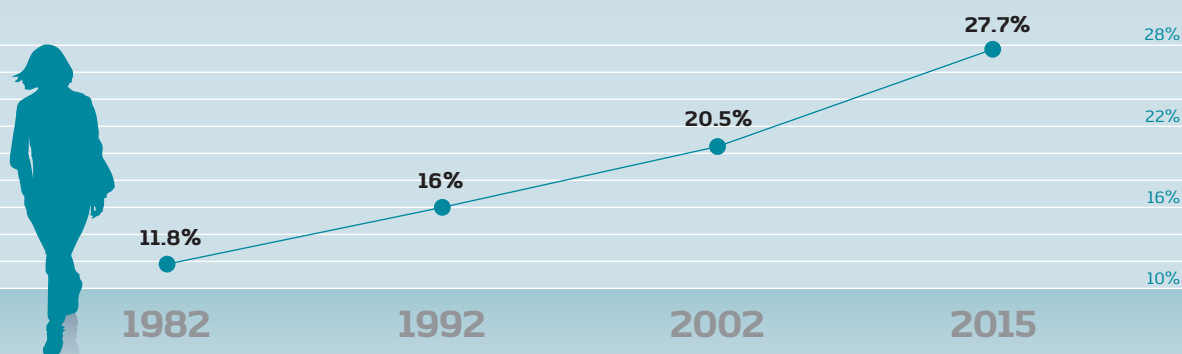


L'EPFL AU FÉMININ

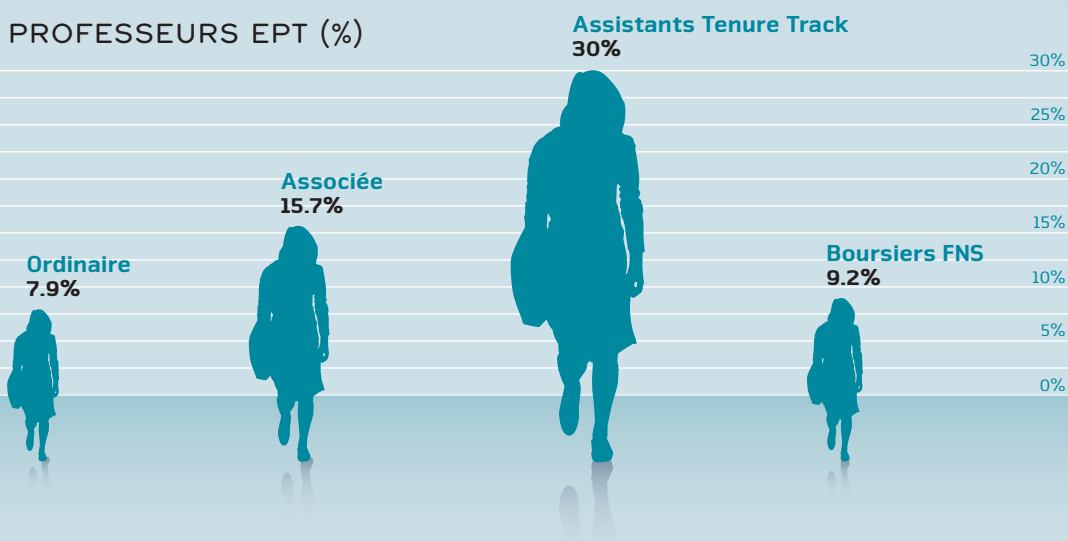
PROPORTION D'ÉTUDIANTES
PAR FACULTÉ



ÉVOLUTION DU POURCENTAGE D'ÉTUDIANTES



FEMMES PROFESSEURS EPT (%)



PERSONNEL

EFFECTIFS DU PERSONNEL PAR FACULTÉ ET SERVICES (ÉQUIVALENTS PLEIN TEMPS)

	TOTAL
Entités transdisciplinaires (ENT)	162.6
Faculté des sciences de base (SB)	1231.4
Mathématiques	187.4
Physique	543.5
Chimie et génie chimique	500.6
Faculté des sciences de la vie (SV)	733.0
Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur (STI)	1307.8
Science et génie des matériaux	239.7
Génie mécanique	259.1
Microtechnique	475.9
Génie électrique et électronique	333.1
Faculté Informatique et communications (IC)	444.6
Systèmes de communication	177.1
Informatique	267.4
Faculté d'environnement naturel, architectural et construit (ENAC)	639.8
Sciences et ingénierie de l'environnement	220.8
Génie civil	199.3
Architecture	219.6
Collège du management de la technologie (CdM)	100.7
Management de la technologie	63.6
Ingénierie financière	37.1
Collège des humanités (CdH)	22.7
Services centraux	698.7
Total	5341.0

PERSONNEL PAR CATÉGORIE (EPT)

	TOTAL	DONT FINANCÉ PAR LE BUDGET FÉDÉRAL	DONT FINANCÉ PAR DES FONDS DE TIERS (PUBLICS ET PRIVÉS)
Professeurs	309.0	294.7	14.3
Professeurs ordinaires	167.7	165.5	2.2
Professeurs associés	78.1	78.1	0.0
<i>Professeurs assistants tenure track</i>	56.7	51.0	5.7
Professeurs boursiers Fonds national	6.5	0.1	6.4
Corps intermédiaire	3357.8	1503.1	1854.7
Professeurs titulaires internes	47.2	45.2	2.0
Maîtres d'enseignement et de recherche (MER)	77.6	72.5	5.1
Assistants	1959.8	726.3	1233.4
Collaborateurs scientifiques	1273.2	659.1	614.1
Collaborateurs administratifs et techniques	1674.3	1454.2	220.2
Collaborateurs administratifs	995.5	873.2	122.3
Collaborateurs techniques	678.9	581.0	97.9
Total	5341.0	3251.9	2089.1
		60.9 %	39.1 %



31.3%
Collaborateurs
administratifs
et techniques

1674.3

62.9%
Corps
intermédiaire

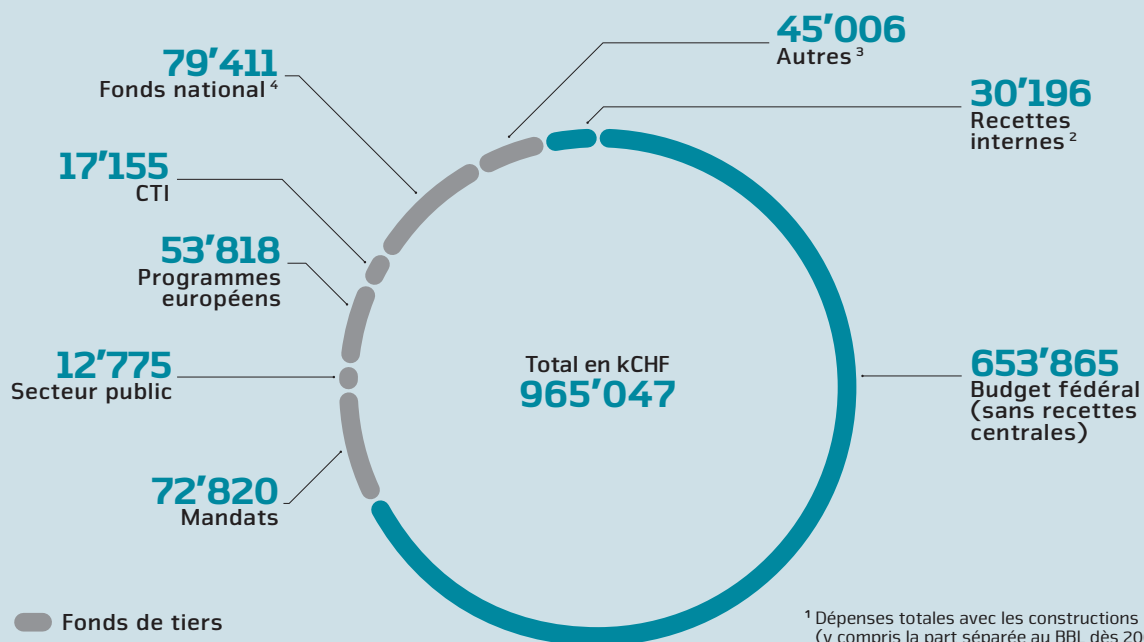
3357.8

5.8%
Professeurs

309

FINANCES*

DÉPENSES PAR SOURCE DE FINANCEMENT¹



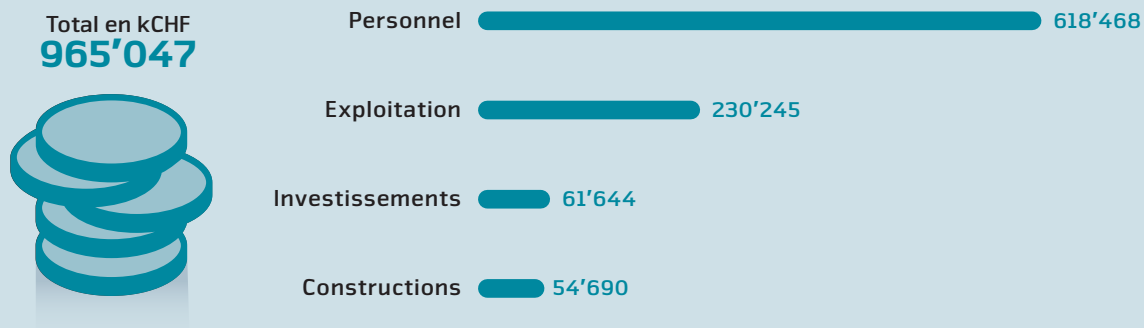
¹ Dépenses totales avec les constructions (y compris la part séparée au BBL dès 2007)

² Écolages, vente de services, revenus financiers, etc.

³ Sponsoring, fondations, fonds désignés et réserves, congrès, postformation, etc.

⁴ Y compris NCCR et projets Nano-Tera/SystemsX

DÉPENSES PAR SECTEUR



*Les chiffres correspondent à la comptabilité budgétaire de l'EPFL et peuvent différer des chiffres issus de la comptabilité financière en fonction d'écritures de bouclage n'ayant pas d'impact monétaire.

DÉPENSES 2015 (KCHF)

	PERSONNEL	EXPLOITATION	INVESTIS- SEMENTS	TOTAL	FINANCEMENT DE TIERS
Faculté des sciences de base (SB)	138'132	24'712	23'590	186'434	54'996
Mathématiques	24'401	2601	12	27'014	5479
Physique	66'291	12'470	8267	87'028	28'717
Chimie et génie chimique	47'440	9640	15'312	72'392	20'800
Faculté des sciences de la vie (SV)	80'116	23'103	3937	107'156	39'750
Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur (STI)	137'274	26'492	9178	172'944	71'845
Science et génie des matériaux	25'935	6583	2146	34'664	13'375
Génie mécanique	28'533	3717	1229	33'479	13'392
Microtechnique	49'634	8735	3767	62'136	25'044
Génie électrique et électronique	33'173	7456	2035	42'665	20'034
Faculté Informatique et communications (IC)	47'846	7011	1189	56'046	16'888
Systèmes de communication	18'937	2404	414	21'755	5699
Informatique	28'909	4607	775	34'292	11'188
Faculté d'environnement naturel, architectural et construit (ENAC)	72'667	10'841	2384	85'892	21'522
Sciences et ingénierie de l'environnement	24'097	4027	1545	29'669	8172
Génie civil	21'575	3329	794	25'697	7677
Architecture	26'996	3485	45	30'525	5672
Collège du management de la technologie (CdM)	13'683	2735		16'418	4928
Management de la technologie	8596	1981		10'577	3720
Ingénierie financière	5087	754		5841	1208
Collège des humanités (CdH)	2722	900		3622	728
Services centraux (y.c. EPFL Middle East)	106'651	124'191	21'209	252'050	42'266
Entités transdisciplinaires (ENT)	19'375	10'261	157	29'793	11'873
Constructions	0	0	54'690	54'690	16'190
Total	618'468	230'245	116'334	965'047	280'986

RECHERCHE

CLASSEMENTS INTERNATIONAUX

EUROPE

5^e

QS
(engineering)

5^e

Times Higher Education
(engineering)

3^e

ARWU/Shanghai
(engineering)

2^e

Leiden

6^e

QS Global

11^e

Times Higher
Education

MONDE

17^e

QS
(engineering)

14^e

Times Higher Education
(engineering)

14^e

ARWU/Shanghai
(engineering)

15^e

Leiden

14^e

QS Global

31^e

Times Higher
Education

LE CLASSEMENT DE L'EPFL AU RANKING QS

EUROPE

2007
43^e

2015
6^e

MONDE

2007
117^e

2015
14^e

1

100

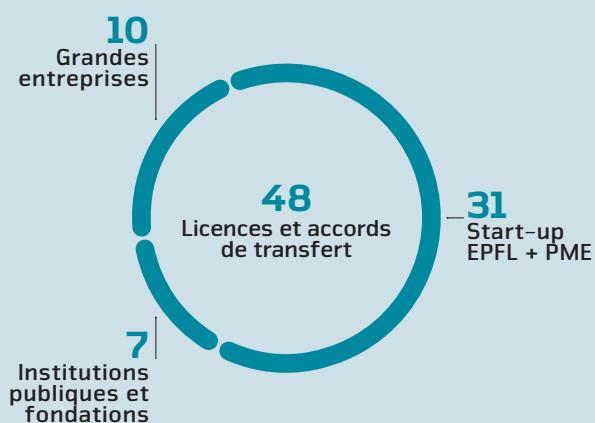
200

TECH TRANSFER

TRANSFERTS DE TECHNOLOGIES PAR FACULTÉ

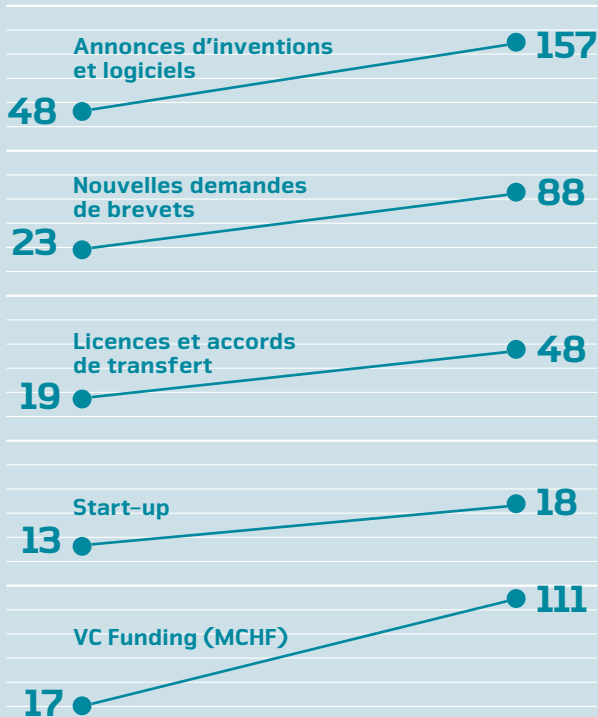
	ANNONCES D'INVEN- TIONS & LOGICIELS	BREVETS DÉPOSÉS ¹	LICENCES ACCORDÉES	START-UP CRÉÉES
Faculté des sciences de base (SB)	27	15	8	4
Faculté des sciences de la vie (SV)	18	13	7	5
Faculté des sciences et techniques de l'ingénieur (STI)	77	44	19	2
Faculté Informatique et communications (IC)	20	11	7	4
Faculté d'environnement naturel, architectural et construit (ENAC)	7	1	4	2
Collège du management de la technologie (CdM)	0	0	0	0
Services centraux (y compris ENT et CdH)	8	4	3	1
Total	157	88	48	18

¹ dépôts prioritaires (premiers dépôts pour nouvelles inventions)



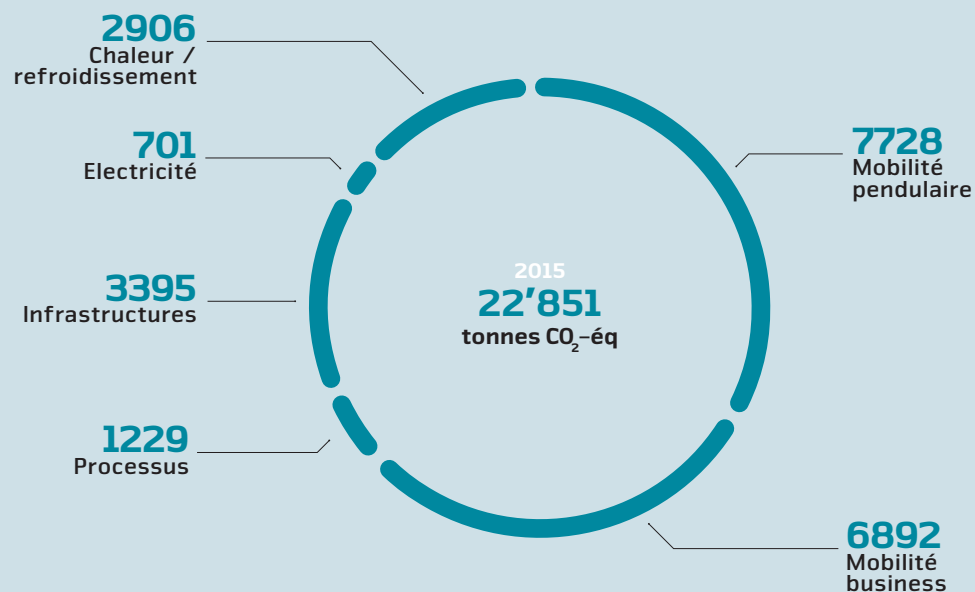
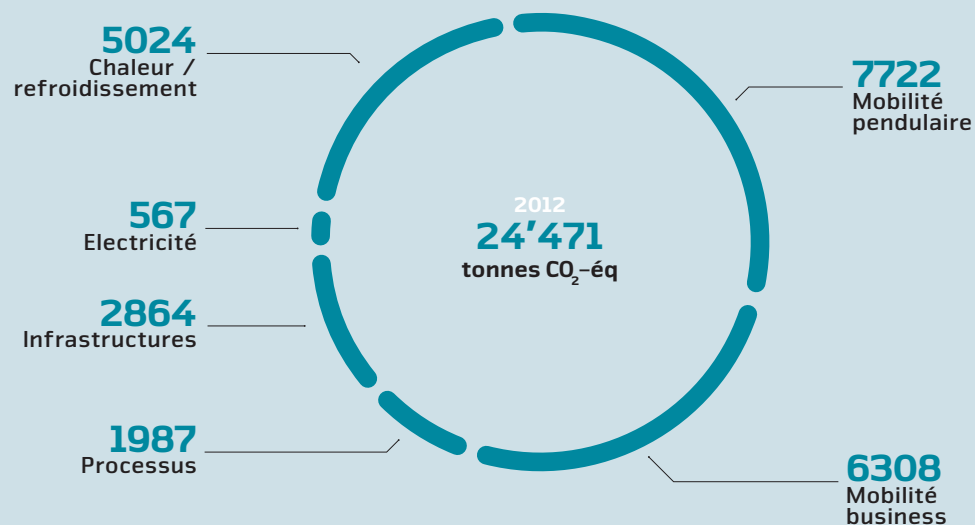
31.5 MIO\$ CHF
Contrats industriels traités
par le TTO en 2015

CROISSANCE DES TRANSFERTS DE TECHNOLOGIES DE 1999 À 2015



ENVIRONNEMENT

TOTAL DES ÉMISSIONS DE CO₂ * (CAMPUS)



* Année de référence 2012 (1^{re} année de fourniture d'électricité hydroélectrique et solaire)
 Bilan CO₂ basé sur une analyse de cycle de vie établie avec la spinoff de l'EPFL Quantis.
 Données manquantes en 2015: Campus Biotech (Genève)

BILAN ÉNERGÉTIQUE

	2012	2015
ÉLECTRICITÉ (MWh)		
Total électricité achetée EPFL (académique)	74'094	79'965
Total électricité achetée EPFL Vaud	82'046	82'013
Total électricité achetée EPFL Neuchâtel	0	2680
Total électricité achetée EPFL Valais	0	520
Electricité vendue aux tiers	-7953	-5248
MAZOUT (MWh)		
Total mazout acheté (académique)	9844	2616
GAZ (MWh)		
Total gaz acheté (académique)	15'174	12'668



ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

WWW.EPFL.CH

PROJET: MEDIACOM EPFL

DESIGN & ILLUSTRATIONS: ALTERNATIVE COMMUNICATION SA, GENÈVE-SUISSE

PHOTOS - ©EPFL/ALAIN HERZOG, EXCEPTÉ: JAMANI CAILLET (6-7; 23; 42-43; 52-53; 54); JAMIL AHMADI (11); THINKSTOCK (12; 24; 28; 30); BENJAMIN RIME (12); MURIELLE GERBER (13; 34); CLAUDIO NÚÑEZ (17); DR (18); USGS/NASA LANDSAT (20); PASCAL CODERAY (25); BBP/EPFL (26-27); LISP/EPFL(29); CHILI LAB/EPFL (33); LPMV/EPFL (36); NASA, ESA AND THE HST FRONTIER FIELDS TEAM (STSCI) (37); CARPOSTAL (46); ROVÉO (47); CHRISTIAN BRUN (58-59; 64)

IMPRESSION: COURVOISIER-ATTINGER, ARTS GRAPHIQUES SA, SUISSE



