



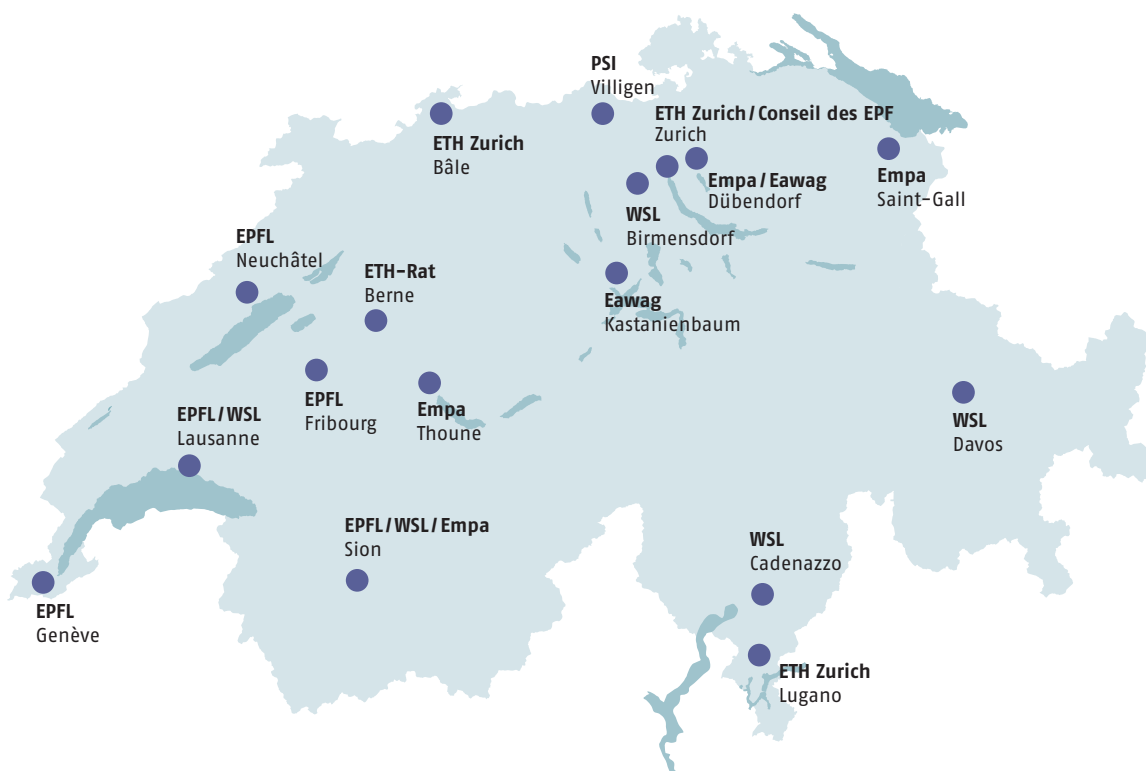
CONSEIL DES EPF

RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2019



VISION

Grâce à l'excellence dans la recherche, dans l'enseignement ainsi que dans le transfert de savoir et de technologie, le Domaine des EPF veut être un moteur de l'innovation à même de renforcer durablement la compétitivité de la Suisse et de contribuer au développement de la société. En tant qu'institution de référence, il entend assumer une coresponsabilité active à l'international pour résoudre les enjeux sociétaux urgents, améliorer la qualité de vie et maintenir nos bases d'existence à long terme.



Le Domaine des EPF et ses institutions

Enseignement, recherche et innovation au plus haut niveau: le Domaine des EPF les fournit avec 22 600 collaborateurs, plus de 33 600 étudiants et doctorants et un corps professoral de quelque 860 personnes.

Le Domaine des EPF est composé de deux écoles polytechniques fédérales, l'ETH Zurich et l'EPFL, et de quatre établissements de recherche fédéraux, le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag. L'organe stratégique de direction et de surveillance du Domaine des EPF est le Conseil des EPF.

www.domainedeseopf.ch | www.cepf.ch

Domaine des EPF

FAITS ET CHIFFRES



CONSEIL DES EPF

Le Domaine des EPF est composé de deux écoles polytechniques fédérales, l'ETH Zurich et l'EPFL, et de quatre établissements de recherche, le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag. Le Conseil des EPF, nommé par le Conseil fédéral, est l'organe directeur et de surveillance stratégique du Domaine des EPF.

www.cepf.ch

Les institutions du Domaine des EPF

ETH Zurich

Page 15

EPFL

Page 19

PSI

Page 23

ETH zürich

A l'ETH Zurich, près de 500 professeurs forment environ 22200 étudiants et doctorants originaires de plus de 120 pays. Ensemble, ils effectuent des recherches dans les domaines suivants: ingénierie, sciences naturelles, architecture, mathématiques, sciences orientées système, sciences sociales et du management. Ce savoir-faire alimente les branches d'avenir que sont p. ex. la cleantech, medtech, cybersécurité et constitue la base des deux douzaines de spin-off de l'ETH Zurich qui voient le jour chaque année. Le savoir acquis à l'ETH Zurich par les élèves lors des cycles d'études et de formation continue aide les entreprises suisses à s'imposer à l'échelle mondiale.

www.ethz.ch

EPFL

L'EPFL est l'une des universités techniques européennes les plus internationales: elle accueille plus de 11400 étudiants et doctorants de plus de 120 pays. Quelque 370 laboratoires mènent des recherches de pointe dans des domaines tels que les énergies renouvelables, les technologies médicales, les neurotechnologies, les sciences des matériaux ou l'informatique. En 2019, l'Ecole a généré une nouvelle start-up chaque deux semaines. En 2019, à l'occasion des 50 ans de sa fédéralisation, l'EPFL a revu son identité visuelle et dévoilé son nouveau logo. L'année a été marquée par divers événements dont les Portes ouvertes durant lesquelles 40 000 visiteurs ont été accueillis.

www.epfl.ch



L'Institut Paul Scherrer (PSI) développe, construit et exploite de grandes installations de recherche complexes et les met à la disposition de la communauté de recherche nationale et internationale. Toutes ces grandes installations de recherche sont uniques en Suisse, certaines le sont même au niveau mondial et ne se trouvent qu'au PSI. Les points forts de la recherche sont: matières et matériaux, énergie et environnement, homme et santé.

www.psi.ch

WSL

Page 26

Empa

Page 29

Eawag

Page 32



Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL

Le WSL étudie les changements de l'environnement terrestre, ainsi que l'utilisation et la protection des habitats naturels et des paysages culturels. Il surveille l'état et l'évolution de la forêt, du paysage, de la biodiversité, des dangers naturels, de la neige et de la glace et développe des solutions durables à des problèmes qui affectent la société. Le WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF Davos fait partie du WSL.

www.wsl.ch



Materials Science and Technology

L'Empa est l'institut de recherche interdisciplinaire du Domaine des EPF consacré aux sciences des matériaux et à la technologie. Sur la base de ses recherches, il développe des solutions visant à relever les principaux défis de l'industrie et de la société et contribue ainsi largement à renforcer la capacité d'innovation et la compétitivité de l'économie suisse au sein d'un environnement de plus en plus concurrentiel.

www.empa.ch

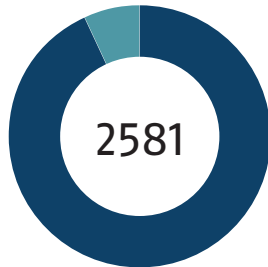


L'Eawag est un institut majeur de recherche sur l'eau dans le monde. Depuis plus de 80 ans, la liaison entre recherche, enseignement et formation continue, conseil et transfert de savoir fait sa force. La combinaison entre ingénierie, sciences naturelles et sociales permet de mener des recherches exhaustives sur l'eau, depuis les eaux à l'état naturel jusqu'aux systèmes de gestion des eaux usées.

www.eawag.ch

Financement fédéral¹

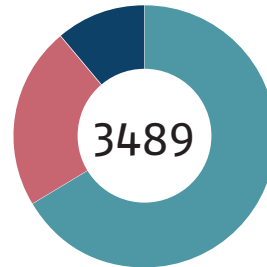
en mio CHF



■ Contribution financière de la Confédération	2373
■ Crédit d'investissement pour des constructions du Domaine des EPF	208

Dépenses

en mio CHF



■ Personnel	65,5%
■ Autres dépenses courantes	20,9%
■ Investissements	13,6%

Personnel

Contrats de travail

22 599

Proportion de femmes: 35,1%, Apprenants: 458

Etudiants et doctorants

33 642

Proportion de femmes: 31,7%

Nominations de professeurs



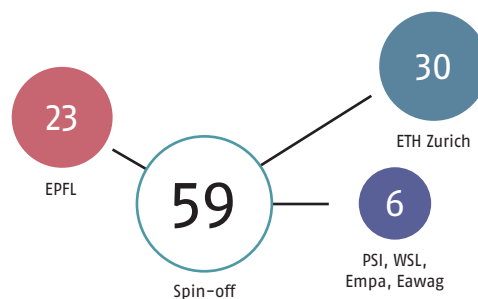
Classements des hautes écoles universitaires

THE World Ranking THE Europe Ranking QS World Ranking QS Europe Ranking



■ ETH Zurich ■ EPFL

Spin-off du Domaine des EPF



¹ Crédits mis en compte sur le plafond de dépenses

² Nominations de nouvelles personnes, cf. p. 45

Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2019

Préface	6
Rétrospective	8
La science en marche	11
Gouvernance	35
Objectifs stratégiques	47
Chiffres-clés	83
Finances	101
Mentions légales	108

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2019

Table des matières



ETH Zurich: Mission to Mars

Un sismomètre s'envole pour Mars

Quels secrets Mars cache-t-elle dans les profondeurs de son sous-sol? Quelle est sa structure, sa dynamique? Depuis un an et grâce à l'ETH Zurich, l'analyse des secousses du sol donne des éléments de réponse.

12

Domaine des EPF: de la Suisse, pour la Suisse

Un savoir qui profite à tous

Comment les avancées techniques et scientifiques du Domaine des EPF profitent-elles à l'ensemble de la population? Quelques exemples issus de différents domaines l'illustrent.



Guy Parmelin, conseiller fédéral, s'intéresse de près à la spin-off aQuaTox-Solutions du Domaine des EPF (cf. p. 32 s.).
> Markus Mallaun / Conseil des EPF

Domaine des EPF: WEF 2020

Innovant et porteur

Pour la troisième année déjà, de nombreux invités ont répondu à l'invitation du Conseil des EPF et des institutions du Domaine des EPF à participer au WEF 2020. Des expositions, présentations et tables rondes sur la recherche de pointe menée en Suisse pour la Suisse ont rassemblé acteurs scientifiques, politiques et économiques helvétiques et étrangers.

EPFL: les Tribots

Artiste et roboticienne

Jamie Paik est une roboticienne atypique, tout comme les machines qu'elle et son équipe du Laboratoire de robotique reconfigurable de l'EPFL développent (exosquelette à droite sur la photo).





PSI: recherche biomédicale

La Jungfrau au sommet

Le SwissFEL, la plus récente des grandes installations de recherche du PSI, associe technique de laser à rayons X et capteurs sophistiqués. Les sciences des matériaux, la recherche sur l'environnement et l'énergie, et surtout les sciences de la vie profitent des nouvelles possibilités qu'offre cet instrument de 750 m de longueur.

Empa: Power-to-X

«Le problème n'est pas l'énergie, mais le CO₂.»

Directeur du laboratoire des technologies de propulsion automobile, Christian Bach cherche, avec son équipe, comment convertir aux énergies renouvelables le trafic routier basé quasi exclusivement sur les combustibles fossiles.



WSL: portail de données environnementales

Accélérer la recherche

Comment faciliter l'accès à de précieuses données environnementales? Le WSL relève le pari avec la plateforme EnviDat.

Eawag: alternative aux expérimentations animales

Une alternative récompensée

La toxicité se teste pour l'essentiel sur des animaux vivants, surtout sur des poissons quand il est question de risques environnementaux. Une méthode alternative développée par des scientifiques de l'Eawag vient de franchir une étape qui devrait favoriser sa diffusion.



PRÉFACE



Beth Krasna,
présidente du
Conseil des EPF

Beth Krasna a présidé le Conseil des EPF *ad interim* de mai 2019 à janvier 2020, suite au départ à la retraite de l'ancien président, Fritz Schiesser, fin avril. Michael O. Hengartner l'a relayée à la présidence en février 2020. B. Krasna est membre du Conseil des EPF depuis 2003. Elle a présidé le comité d'audit de 2008 à 2019. Depuis février 2020, B. Krasna a retrouvé son poste de vice-présidente du Conseil des EPF.

Chères lectrices, chers lecteurs,

«Klimajugend»: c'est le mot de l'année 2019 en Suisse alémanique. En Suisse romande, on parle de «vague verte» et en Suisse italophone de «onda verde». Les trois termes font référence aux mêmes thèmes, le changement climatique et le développement durable. Des thèmes où le Domaine des EPF est bien ancré. Plus de la moitié des 350 laboratoires de l'EPFL travaillent sur les Objectifs de développement durable de l'ONU, par exemple. Avec ses pôles de compétences en alimentation, changement climatique ou urbanisme, l'ETH Zurich est une référence mondiale de l'enseignement et de la recherche sur le développement durable. Les établissements de recherche du Domaine des EPF contribuent significativement à la transformation durable du système énergétique suisse. Dans le secteur de l'environnement, ce sont des acteurs incontournables de la recherche axée sur la pratique et du transfert des connaissances.

Côté construction et exploitation, le Domaine des EPF est ici aussi exemplaire. Ces dernières années, il a encore diminué son impact sur l'environnement et amélioré son efficacité énergétique de plus d'un tiers par rapport à 2006.

En 2019, les deux EPF ont progressé ou maintenu leurs très bonnes places dans la plupart des classements internationaux. Elles restent parmi les meilleures hautes écoles au monde. L'évaluation quadriennale externe du Domaine des EPF a une fois de plus souligné la qualité exception-

nelle des deux écoles polytechniques et des quatre établissements de recherche. Parmi les événements marquants de 2019, l'EPFL a fêté ses 50 ans. L'ancienne école polytechnique de l'Université de Lausanne est devenue une haute école d'envergure internationale. L'EPFL a fortement contribué au dynamisme de la Suisse romande.

Les deux EPF et les quatre établissements de recherche veulent trouver ensemble des solutions pour résoudre les multiples défis de notre société. Les conséquences du changement climatique sont en première place. Le Conseil des EPF aimerait donc cibler davantage la recherche sur cette thématique au sein du Domaine des EPF. En septembre 2019, il a décidé de fonder un établissement de recherche dédié à l'environnement et au développement durable qui réunirait à moyen terme les forces du WSL et de l'Eawag. Le Conseil des EPF est convaincu que cette mesure consolidera les compétences scientifiques et la collaboration au sein et à l'extérieur du Domaine des EPF et accélérera le transfert de connaissances. Le nouvel établissement aidera également le Domaine des EPF à se positionner fortement et à conserver sa place au sein de la concurrence internationale – l'économie et la société suisses en profiteront.

Zurich / Berne, janvier 2020



Beth Krasna, présidente du Conseil des EPF

Domaine des EPF

L'EXCELLENCE DANS LA RECHERCHE AU SERVICE DE NOTRE ÉPOQUE

Avec son enseignement et sa recherche de haut niveau, le Domaine des EPF a un rôle majeur à jouer face aux défis du présent. Le changement climatique, l'utilisation durable des ressources ou la transformation numérique sont des thèmes au cœur de son engagement. Pour qu'il puisse assumer cette responsabilité, le Domaine des EPF a besoin de conditions-cadres fiables en matière de politique de formation et de structures efficaces.

«Qualité exceptionnelle», «positionnement unique», «plaque tournante d'innovation majeure» – le groupe d'experts de composition internationale qui a procédé à l'évaluation intermédiaire de 2019 a souligné la belle performance et l'importance centrale du Domaine des EPF, aussi bien au sein du paysage suisse des hautes écoles que par rapport à d'autres institutions de formation et de recherche à travers le monde. L'évaluation intermédiaire du Domaine des EPF, effectuée à mi-période FRI sur ordre du Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche (DEFR), confirme l'excellent travail accompli par les six institutions. Les deux EPF font partie des meilleures hautes écoles universitaires du monde. En témoignent les différents classements internationaux dans lesquels les deux écoles sont à nouveau très bien placées en 2019 (cf. fig. 16 et 17, p. 93).

L'accent sur la recherche: développement durable et numérisation

Les institutions du Domaine des EPF, qui excellent dans la recherche et l'enseignement, apportent une

contribution importante dans la gestion des défis présents et futurs que notre pays doit relever. Lors des sommet pour la préparation du message FRI 2021–2024, certains de ces défis ont été identifiés comme des «axes» centraux pour tous les domaines d'encouragement FRI, par exemple le développement durable ou la transformation numérique. Ces deux domaines sont également des priorités de l'activité de recherche du Domaine des EPF.

Au sein de la vaste thématique du développement durable, les institutions ont mis un accent particulier sur la recherche énergétique. Le plan d'action «Recherche énergétique suisse coordonnée» y joue un rôle important en tant que train de mesures de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération. La recherche énergétique est en outre l'un des quatre grands axes stratégiques définis par le Conseil des EPF pour la période FRI actuelle. De nombreux projets de recherche portent sur des tâches pointues telles que la transformation durable de la production énergétique suisse, la réduction des émissions de

Evaluation intermédiaire 2019 du Domaine des EPF: qualité exceptionnelle, positionnement unique et plaque tournante d'innovation majeure.

L'art ou l'architecture ?
L'ETH Zurich a mis au point un nouveau procédé d'impression numérique en 3D pour le béton qui démultiplie les possibilités et qui a permis de réaliser les colonnes *Concrete Choreography* du festival Origen de Riom. dbt.arch.ethz.ch

› Andreas Eggenberger /
ETH Zurich



50

Au semestre d'automne 2019, 39 étudiants étaient inscrits aux deux EPF pour le nouveau programme de master commun en Cybersécurité.

CO₂ ou l'amélioration de l'efficacité du système énergétique. La plateforme sur la recherche énergétique ReMaP (*Renewable Management and Real-Time Control Platform*) est entrée en service en 2019. Celle-ci se consacre aux problématiques interdisciplinaires, par exemple l'évolution de la consommation d'électricité en cas de stockage local de l'énergie. Des plateformes de recherche et de transfert de technologie étant déjà interconnectées au sein du Domaine des EPF, des liens se créent entre réseau de distribution, gestion de l'énergie, bâtiments et mobilité. Les institutions du Domaine des EPF ont également participé à l'élaboration du SWEET (*Swiss Energy Research for Energy Transition*), le programme de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) qui succède au plan d'action «Recherche énergétique suisse coordonnée».

En ce qui concerne la transformation numérique, les institutions du Domaine des EPF travaillent sur les bases technologiques et les appliquent aux différents domaines. Les trois grands axes stratégiques du Domaine des EPF Santé personnalisée, Science des

données et *Advanced Manufacturing* intègrent des aspects centraux de la numérisation. Depuis longtemps, les deux EPF renforcent leurs capacités, notamment dans le domaine des sciences informatiques et des technologies d'information et de communication. Les sept chaires supplémentaires mises en place par l'ETH Zurich et l'EPFL dans le cadre du plan d'action «Numérisation» de la Confédération s'inscrivent dans cette logique. Cinq ont déjà été pourvues en 2019. Le défi de la sécurité dans l'environnement numérique est l'une des priorités. Les deux EPF ont lancé avec succès leur programme de master commun en Cybersécurité en 2019. A l'automne, deux pôles du campus cyberdéfense du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) ont été inaugurés à l'EPFL et à l'ETH Zurich. Le campus a pour mission d'identifier au plus tôt les évolutions rapides qui animent le cyberspace et de travailler sur de nouvelles technologies de défense.



WEF 2020

Des débats passionnants sur la transformation numérique en Suisse. Gian-Luca Bona, directeur de l'Empa, Stefanie Hellweg, professeure à l'ETH Zurich, Patricia Laeri, animatrice, et Peter Terwiesch, ABB (d. g. à d.).

> Andreas Eggenberger / ETH Zurich

Lorenz Meier, P.D.G. de Geopraevent et ancien collaborateur scientifique du WSL, présente à G. Parmelin, conseiller fédéral, son entreprise qui œuvre dans le domaine de la surveillance et de l'alerte des risques naturels. geopraevent.ch

> Markus Mallaun / Conseil des EPF

Dialogue avec la société et les responsables politiques

Au vu des défis et des évolutions actuelles, il appartient à la communauté scientifique d'endosser le rôle de conseil vis-à-vis des responsables politiques afin de permettre des décisions basées sur les faits. Dans le contexte actuel de *fake news* et de débats très personnels et conflictuels, la confiance dans la science et ses processus est de prime importance. Le rapport final de l'évaluation intermédiaire souligne la nécessité de «donner un visage» à la science et l'importance, pour les experts du Domaine des EPF, de prendre part au processus de négociation politique avec une voix consultative.

La responsabilité sociale des sciences est évidente dans le domaine de la transformation numérique. L'offre de formation continue des institutions du Domaine des EPF, sans cesse enrichie et adaptée aux besoins des différents métiers, veut aider à préparer au mieux la société à l'âge numérique. La formation de la jeune génération est particulièrement

importante. Les deux EPF soutiennent par exemple le renforcement des cours d'informatique dans les écoles en proposant l'élaboration de plans d'études ou des cours de formation initiale et continue destinés au personnel enseignant.

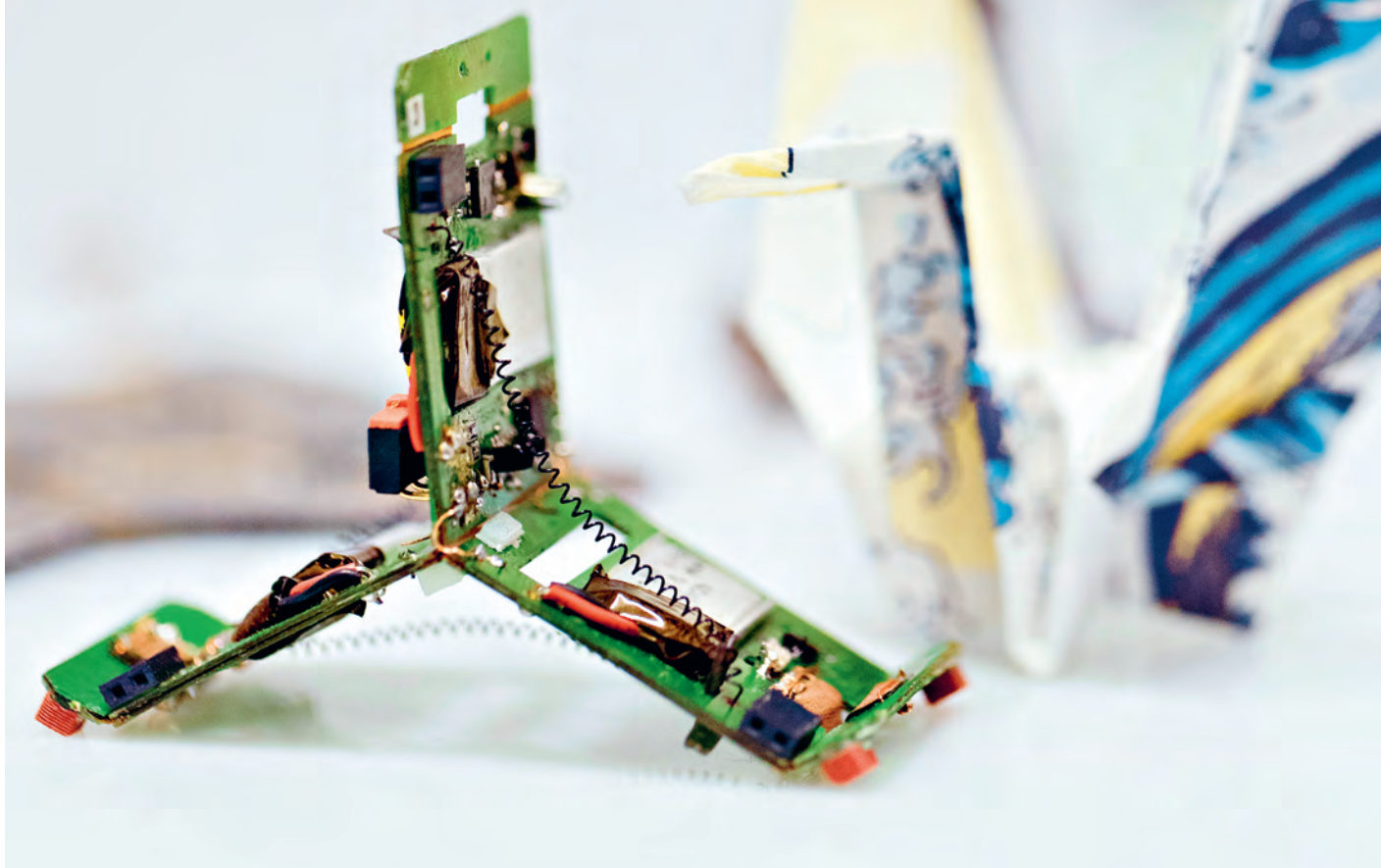
Des conditions-cadres fiables, des structures efficaces

Plusieurs facteurs sont essentiels au maintien de notre excellence en recherche et formation pour gérer les défis de notre temps. Dans leurs recommandations, les experts de l'évaluation intermédiaire citent plusieurs conditions-cadres essentielles. Le financement stable et fiable de la Confédération en fait partie. Dans ce contexte, l'autonomie du Domaine des EPF et de ses six institutions quant à l'utilisation des moyens financiers est également décisive. Ceci concerne aussi les réserves libres stratégiques qui donnent aux institutions une marge de manœuvre vis-à-vis de nouveaux secteurs et initiatives scientifiques. Les nouvelles directives adoptées par le Conseil des EPF sur la politique des réserves au sein du Domaine des EPF fixent notamment des ordres de grandeur et des principes de gestion. Parmi les autres conditions-cadres importantes, le comité d'experts souligne l'importance de l'ouverture internationale du Domaine des EPF. L'accès aux programmes internationaux d'encouragement de la recherche comme *Horizon Europe* est essentiel pour l'attractivité et le réseau international de la Suisse comme site de recherche.

L'évaluation intermédiaire s'est intéressée aux conditions-cadres extérieures, mais aussi à la structure qui s'est mise en place au fil des ans au sein du Domaine des EPF. Les experts ont conseillé de poursuivre la remise en question de cette structure, afin d'accroître l'agilité et la flexibilité du Domaine des EPF et d'orienter son évolution vers les besoins futurs. Au mois de septembre, le Conseil des EPF a pris la décision stratégique de regrouper à moyen terme le WSL et l'Eawag en un seul institut de recherche sur l'environnement et la durabilité au rayonnement international. La consultation des institutions du Domaine des EPF sur ce projet a commencé fin 2019. Le nouvel établissement contribuera à cibler davantage la recherche au sein du Domaine des EPF vers des solutions prometteuses d'un avenir durable de notre société et à consolider le site de recherche suisse dans les domaines de l'environnement et de la durabilité.

LA SCIENCE EN MARCHÉ

Un savoir qui profite à tous	Domaine des EPF	12
Un sismomètre s'envole pour Mars	ETH Zurich	15
Artiste et roboticienne	EPFL	19
La Jungfrau au sommet	PSI	23
Accélérer la recherche	WSL	26
«Le problème n'est pas l'énergie, mais le CO ₂ .»	Empa	29
Alternative aux expérimentations animales	Eawag	32



DOMAINE DES EPF

UN SAVOIR QUI PROFITE À TOUS

Comment les avancées techniques et scientifiques du Domaine des EPF profitent-elles à l'ensemble de la population? Voici quelques exemples qui l'illustrent, accompagnés d'une petite remontée dans le temps, jusqu'au XIX^e siècle, quand l'ingénieur est devenu le génie de la société civile.

Un vrai succès: depuis plus de 30 ans, l'unité a déjà traité plus de 7000 personnes, bien plus que n'importe quelle autre installation de protonthérapie dans le monde.

psi.ch/de/protontherapy

Depuis le roman de Max Frisch, l'*Homo faber* est devenu en quelque sorte un héros national suisse, puisqu'il est l'un des rares ingénieurs à avoir percé dans la littérature mondiale. Mais Damien C. Weber, directeur du Centre de protonthérapie du PSI, a un autre héros en tête: «Connaissez-vous Robert Wilson? Ce physicien était aussi artiste et humaniste.» L'idée de traiter les cancers par les protons, c'est lui. R. Wilson a participé à la création puis a dirigé l'accélérateur circulaire américain Fermilab. Cet homme a consacré sa carrière à la recherche fondamentale classique. En 1947, il avait vu, dans les protons, de précieux alliés dans la lutte localisée contre les tumeurs. Une hypothèse que d'autres confirmeront par la suite. La preuve sera apportée en 1954, par le premier traitement.

Aujourd'hui, 65 ans plus tard, nous nous trouvons dans une modeste salle de réunion du PSI. Mais quand D. Weber parle de R. Wilson, on perçoit dans chacun de ses mots la passion du médecin qui voit, par-delà les possibilités de ses appareils high-tech, leur intérêt pour ses patients. Des enfants aussi viennent ici, souvent de loin, car la protonthérapie fournit de bons résultats sur les corps qui n'ont pas encore fini leur croissance: le faisceau protonique n'agit à l'intérieur du corps qu'une fois que les protons ont perdu en vitesse. Il faut donc intensifier le rayonnement là où l'on veut anéantir la tumeur et le réduire au niveau des tissus sains à protéger. La guérison peut en dépendre. Le PSI propose la meilleure protonthérapie au monde – rien d'étonnant

à cela puisqu'il a développé la technique du *Spot Scan*. Conformément à leur mission, les physiciennes, médecins et ingénieurs du PSI continuent d'étudier des concepts de traitement innovants.

Le «génie» est dans l'ingénieur. Toutefois, dans les premiers temps, il s'agissait quasi exclusivement de «génie militaire». Les ingénieurs se sont émancipés de ce rôle au XIX^e siècle, d'où l'apparition du «génie civil». Les progrès techniques et scientifiques profitables à toute la société se sont alors multipliés. La recherche militaire reste toutefois à l'origine de nombreuses technologies, utiles à la société civile, comme le GPS. Les ingénieurs ont commencé à «rationaliser» le pays, à le mesurer et à le doter d'infrastructures en tout genre. La nature a été largement domptée. Les connaissances pratiques se sont accumulées, surtout en Suisse. «Nous avons propulsé ce savoir vers l'ère informatique», annonce Perry Bartelt, responsable du logiciel de simulation RAMMS au WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF, à Davos. «Que fait la montagne?», s'interroge l'être humain depuis la nuit des temps. Grâce à un grand savoir empirique et à des modèles complexes, la science connaît maintenant très souvent la réponse: les couloirs d'avalanche et les coulées de boue peuvent se calculer sur ordinateur et se suivre en détail sur une carte numérique. Pour P. Bartelt, le RAMMS est un service rendu à la société. Ce logiciel est un vrai succès, tant en Suisse qu'à l'étranger. Cette réussite se mesure plus à la popularité sur le terrain qu'au nombre de citations dans des articles

La *DFAB House*, au sein du bâtiment modulaire de recherche et d'innovation NEST sur le campus de l'Empa, est la plus grande maison au monde réalisée par fabrication numérique. dfabhouse.ch

> Roman Keller



Véritable réussite autant en Suisse qu'à l'étranger, le logiciel RAMMS du SLF calcule les couloirs d'avalanche et les coulées de boue. ramms.slf.ch

universitaires. L'étroite collaboration avec des bureaux d'études fut extrêmement importante: «C'était l'objectif: nous voulions mettre à la disposition des planificateurs un outil permettant d'évaluer les travaux nécessaires à tel ou tel endroit.» Des retours du terrain et des études sur place continuent d'affiner la simulation.

Dans le même temps, on a parfois l'impression que ce sens des responsabilités à l'égard de la société tout entière disparaît un peu chez les ingénieurs. La devise notoire des premiers temps de Facebook *Move fast and break things?* décrit toujours la position de nombreux pionniers du numérique, en quête de réussite par la rupture. Marcel Salathé, biotechnologue et spécialiste des approches numériques dans les sciences de la vie, souhaite participer au développement de cet univers sous l'angle non commercial. Pourquoi ne pas mettre à la disposition de toute la société ce savoir-faire numérique dont disposent forcément les écoles polytechniques? Depuis environ deux ans, l'EPFL *Extension School* propose des cours en ligne sur certaines compétences numériques, à la manière d'une université populaire pour le génie civil du XXI^e siècle. Aujourd'hui, l'infrastructure nécessaire à de nombreuses professions est numérique. On doit savoir programmer des pages web ou analyser et visualiser des données. L'intérêt du public est bel et bien là, mais le label EPFL est une «arme à double tranchant». Une grande partie de la population ne se sentirait pas concernée par l'offre, pensant qu'elle exige un certain niveau. M. Salathé envisage donc de

passer à l'offensive: pourquoi ne pas organiser une campagne d'affichage dans les grandes gares suisses? Et pourquoi ne pas élargir le modèle à la génération à venir? La dernière idée du dynamique professeur de l'EPFL est de créer un module gratuit autour de l'intelligence artificielle, visant les écoliers.

Mais revenons aux ingénieures et aux planificateurs qui façonnent notre environnement analogique. Comment construit-on un monde qui est de plus en plus conscient de sa fragilité et de ses limites? Et dans lequel une société qui se dit «civile» ne s'arrête pas simplement aux frontières nationales, autre différence notable par rapport au XIX^e siècle? Matthias Kohler, professeur d'architecture et de fabrication numérique à l'ETH Zurich, associé à Fabio Gramazio, précise que son équipe n'a pas pour motivation première de tester de nouvelles formes de construction (de «libérer le béton», comme il le dit). En fait, la durabilité est le fil directeur. M. Kohler l'entend écologique et sociale: en plus d'une meilleure utilisation des ressources, il aimerait réintroduire une certaine «sensualité» dans l'architecture, en contraste avec la «construction rationalisée» que l'on associe à la construction industrielle. Ce qui se développe par des méthodes numériques est une «version sur mesure de l'industrialisation». On s'en rend compte en se dirigeant vers le bureau de M. Kohler, sur le campus ETH Hönggerberg. Au rez-de-chaussée, on rencontre de grands robots industriels qui travaillent dans le plus grand laboratoire au monde de fabrication robotisée en architecture, tandis qu'aux étages, où

EPFL *Extension School* – la faculté leader en Europe de l'e-learning. Quel que soit son âge, sa formation ou ses connaissances numériques, on peut acquérir de précieuses compétences pour la transformation numérique. extensionsschool.ch

25%

Il s'agit du pourcentage d'énergie consommée en moins grâce à la commande de chauffage intelligente développée par le *hub* Empa Energy du projet NEST.

L'on enseigne également, on voit partout des ébauches aux langages de forme inhabituels. Ici, on n'en reste pas à la recherche et à l'expérimentation: les résultats des travaux de recherche sont mis en pratique. Un résultat est bien visible sur le campus Eawag-Empa de Dübendorf, à savoir le bâtiment de recherche et d'innovation NEST (*Next Evolution in Sustainable Building Technologies*), modulaire et unique au monde.

NEST permet de tester des technologies de construction d'avenir, en étroite collaboration avec l'industrie. L'objectif de NEST, explique Enrico Marchesi, *Innovation Manager* NEST à l'Empa, est d'aider ces technologies à franchir l'étape difficile entre le laboratoire de développement et le marché. Le secteur d'activité du bâtiment est l'un des plus importants sur le plan économique, mais c'est aussi celui où le rythme des innovations est le plus lent. E. Marchesi s'est rendu compte que les scientifiques qui aiment les simulations apprécient autant NEST que les partenaires industriels qui veulent voir son fonctionnement dans la réalité. Depuis son inauguration, il y a un peu plus de trois ans, le projet est devenu une référence: des partenaires suisses du monde de la recherche et de l'industrie s'y intéressent de près et des délégations internationales le visitent régulièrement. L'un des projets phares est un système intelligent de régulation du chauffage développé par le *hub* Empa Energy qui peut réduire d'un quart la consommation d'énergie. Élément important: ses décisions automatiques d'activation et de désactivation sont très bien acceptées par les résidents. La partie la plus audacieuse de NEST est la *DFAB House*, la «plus grande maison réalisée par fabrication numérique au monde» et la toute nouvelle unité où le *Gramazio Kohler Research* et six autres chaires de l'ETH Zurich ont poussé à l'extrême leur concept d'agencement et de construction numérique. Une quarantaine de scientifiques de plusieurs disciplines ont participé à la planification dans le cadre du PRN «Fabrication numérique». De nombreux éléments, comme le colombage, ont été «générés» par des algorithmes. M. Kohler voit ici aussi un changement de paradigme. Les processus de planification deviennent adaptatifs, les besoins peuvent être synchronisés en continu.

«Pour répondre aux défis d'aujourd'hui, il faut posséder la vision globale du scientifique de l'environnement. De pures solutions techniques ne suffisent pas», affirme Florian Altermatt. Responsable de groupe à l'Eawag et professeur d'écologie aquatique à l'Université de Zurich, il étudie l'état et l'évolution de la biodiversité dans les milieux aquatiques. Ces derniers temps, «nous voyons effectivement des changements extrêmes, fortement influencés par l'exploitation du sol». Il serait temps de dresser un inventaire rigoureux de la biodiversité grâce à de nouvelles possibilités techniques qu'il a codéveloppées, comme l'analyse de l'ADN environnemental (*eDNA*). Cet inventaire serait aussi d'une importance capitale pour la société: «En fait, nos connaissances sur la biodiversité sont encore insuffisantes, alors que des décisions importantes sont à prendre.» Un million d'espèces seraient menacées de disparition à travers le monde, dans l'eau ou sur terre. Pour F. Altermatt, une transformation s'impose, «pas uniquement technique». Ce ne sera pas chose facile, il s'agirait même «de l'un des plus grands défis auquel l'humanité ait jamais été confrontée». Mais le bon mélange d'expertises en viendra à bout. Pour F. Altermatt, l'Eawag réunit l'excellence et les conditions-cadres sociales pour réfléchir par le biais d'équipes interdisciplinaires. De nos jours, théorie et pratique sont indissociables. «En tant qu'écologue, je fais de la recherche fondamentale, mais pour moi et mes collègues, la mise en œuvre de ces connaissances systémiques est très importante.» En tant que chercheur, il se passionne pour les connaissances théoriques; en tant qu'expert, il est au service de la société – récemment, l'OFEV lui a commandé un rapport de synthèse sur les effets du changement climatique sur les eaux suisses.

«En tant qu'écologue, je fais de la recherche fondamentale, mais en tant qu'expert, je suis au service de la société.»

– Florian Altermatt, responsable de groupe à l'Eawag et professeur d'écologie aquatique à l'UZH

ETH ZURICH

UN SISMONÈTRE S'ENVOLE POUR MARS



Quels secrets Mars cache-t-elle dans les profondeurs de son sous-sol? Quelle est sa structure, sa dynamique? Les planétologues n'en avaient qu'une vague idée. Mais depuis un an et grâce à l'ETH Zurich, l'analyse des secousses du sol leur donne de premiers éléments de réponse.

Service sismologique martien. Le nom évoque tant d'images: une coupole dans la poussière rouge, un projet pionnier d'exploration et de colonisation de la planète tellurique? En tout cas, il ne s'agit pas de science-fiction. Domenico Giardini, professeur en sismologie et en géodynamique, est ravi de tout expliquer. Dans un bureau de l'ETH Zurich, trois jeunes scientifiques scrutent une multitude d'écrans et analysent les données reçues pour les caractériser. Le Service sismologique martien est géré avec des sismologues du Service sismologique suisse. Au final, plusieurs groupes de l'ETH Zurich sont responsables des systèmes électroniques de saisie des données et de commande. Le Laboratoire d'électronique et d'instruments astronomiques de l'ETH Zurich a développé la partie électronique ultrasensible du sismomètre.

L'analogie avec les services sismologiques terrestres habituels n'est pas un hasard. Les programmes Discovery de la NASA fonctionnent sur le principe du concours: est retenu le candidat qui présente la meilleure idée scientifique. La proposition de l'ETH Zurich a remporté un vif succès et la sonde InSight a donc permis d'amener sur la planète rouge le sismomètre développé par le consortium. Concrètement, D. Giardini et son équipe avaient promis de «procéder sur Mars exactement comme sur Terre». Infrastructure éprouvée, connaissances existantes et réputation de l'institution garante de stabilité ont convaincu.

Tout n'est pas strictement identique: «L'instrument de mesure InSight est bien plus sensible que ceux utilisés sur Terre.» D'autant plus qu'il devait aussi résister à un long voyage interplanétaire et à une pose délicate. Arrivé sur le sol martien le 19 décembre 2018, le sismomètre est seul à enregistrer les vibrations de Mars. Il a détecté son premier séisme le 6 avril 2019. Les scientifiques peuvent localiser très précisément quelques-uns des un à deux soubresauts captés quotidiennement. A cet effet, D. Giardini

et son équipe associent des méthodes issues des débuts de la sismologie à des procédures d'analyse modernes. Leurs résultats aideront à répondre aux interrogations sur la structure géologique de Mars, en particulier, et sur la naissance des planètes telluriques du système solaire, en général.

«Nous avons déjà beaucoup d'informations sur la surface de la planète rouge, mais ne pouvions que former des hypothèses sur ses entrailles.» C'est la première fois que ces suppositions peuvent être vérifiées concrètement et validées ou non. Après plus de six mois de mesures InSight, les trois quarts des quelque 200 modèles sur la structure de Mars ont été écartés. Actuellement, la communauté scientifique travaillant sur Mars ne manque pas de sujets de discussion, ajoute le chercheur avec un grand sourire. Une chose est sûre: sur Mars, l'activité sismique a d'autres origines que sur Terre. Ici-bas, elle résulte principalement de la tectonique des plaques, tandis que, là-haut, Mars ne compte qu'une seule plaque tectonique.

Un tout nouveau chapitre s'étant ouvert en planétologie, «nous ne savions pas quel type de séismes escompter.» Les scientifiques avaient donc prévu un large spectre d'amplitudes. Si prochaine fois il y a, D. Giardini enverra des «capteurs bien plus simples». Un gros problème va persister: le vent martien. Jusque-là, il avait réduit à néant toute tentative de mesure sismographique. Et même l'instrument InSight ne retransmet que le mugissement du vent durant la journée martienne. Le calme ne gagne la planète rouge que le soir. Le sismomètre prête alors une oreille d'autant plus attentive.

D. Giardini sait qu'une telle mission peut facilement échouer. «On n'a qu'une seule chance. Tout doit fonctionner car aucun astronaute ne peut intervenir sur place.» L'intuition est aussi de rigueur. L'ETH Zurich a demandé à des spécialistes d'interpréter les données compliquées sur les petites secousses qui ébranlent fréquemment Mars. Les sons entendus sont énigmatiques. Les scientifiques ont pu classer facilement les premiers signaux sismiques captés, mais les échos subséquents sont plus forts que prévu. Certains se ressentent pendant 10 à 20 minutes. De nombreux scientifiques de l'étranger attendent impatiemment des secousses plus fortes: l'impact d'une météorite sur la surface martienne, une éruption volcanique. Les signaux ainsi produits donneraient de nouveaux indices sur la structure de la planète rouge. Le travail du service sismologique martien est suivi de près!

«Nous allons procéder sur Mars exactement comme sur Terre.» Domenico Giardini de l'ETH Zurich s'appuie sur une infrastructure éprouvée, des connaissances existantes et la réputation de l'institution, garante d'un environnement de recherche stable.

L'équipe estudiantine d'ARIS est ravie de sa deuxième place au *Spaceport America Cup*.
 › Jérôme de Viraghi / ARIS

Heidi se propulse deuxième

Pendant près d'un an, les étudiants de l'*Akademische Raumfahrt Initiative Schweiz* (ARIS) ont développé et construit leur fusée «Heidi». En juin, les 30 étudiants de l'ETH Zurich, de la Haute école de Lucerne et de la ZHAW se sont rendus au Nouveau-Mexique pour participer à la *Spaceport America Cup* et se mesurer à une quarantaine de groupes. L'objectif des fusées? Atteindre précisément les 10 000 pieds, soit 3048 mètres d'altitude, puis redescendre au sol avec un parachute. Le parachute de Heidi s'est déployé à 9298 pieds et la fusée suisse a pu atterrir en douceur. Cet écart de seulement 7% par rapport à l'altitude visée place l'équipe ARIS et son Heidi sur la deuxième marche du podium.



La pionnière des multiferroïques récompensée

Nicola Spaldin, professeure de théorie des matériaux à l'ETH Zurich, a reçu le Prix scientifique suisse Marcel Benoist pour ses travaux pionniers sur les matériaux multiferroïques. Cette nouvelle classe de matériaux, qui réagit aux champs magnétiques et électriques, est très prometteuse pour le développement de composants électroniques. N. Spaldin s'y est intéressée dès le tout début de sa carrière scientifique, se demandant pourquoi ils étaient aussi rares et comment on pouvait les obtenir. Son travail pionnier pourrait déboucher sur des appareils électroniques dotés d'une nouvelle architecture et d'une meilleure efficacité énergétique, p. ex. des ordinateurs ultra-rapides, des puces de données miniatures ou des mesures de haute précision.



La pionnière des recherches sur les multiferroïques: la professeure de l'ETH Zurich Nicola Spaldin
 › Daniel Rihs / 13 Photo

La plateforme en ligne GetYourGuide permet de réserver des activités touristiques partout dans le monde.
 › GetYourGuide

La première licorne de l'ETH Zurich galope

Spin-off de l'ETH Zurich, GetYourGuide est estimée à plus d'un milliard de francs, suite à une levée de capitaux conclue en mai 2019. La plateforme de voyage est la première spin-off de l'ETH Zurich à accéder au statut si convoité de licorne. Les investisseurs qualifient de licorne une start-up si prometteuse qu'elle est déjà valorisée à un milliard de dollars sur le marché avant son entrée en bourse. Le club des licornes compte des noms connus comme Uber, Snapchat ou Airbnb. Fondée en 2009 par des doctorants de l'ETH Zurich, la plateforme en ligne GetYourGuide est devenue l'un des leaders internationaux de la réservation de visites et d'activités touristiques aux quatre coins du monde.





La recherche passionne

Dès qu'elle a rendez-vous avec la science et avec «Scientifica» en particulier, la ville de Zurich se pare de drapeaux ornés d'un œil. Tous les deux ans, des scientifiques de l'UZH et de l'ETH Zurich présentent leurs projets au public le temps d'un week-end. En 2019, 25 000 personnes ont fréquenté les expositions, petites conférences, *Science Cafés* et démonstrations organisés à l'occasion. L'enthousiasme des quelque 400 scientifiques mobilisés a été contagieux. Des sondages (non représentatifs) confirment que le courant est bien passé: 90% des visiteurs jugent claires les explications des scientifiques, qui, de leur côté, sont plus de 90% à estimer le public très intéressé.

Les échanges lors de Scientifica font le bonheur des scientifiques et du public.
 > Alessandro Della Bella / ETH Zurich

www.scientifica.ch

De l'essence obtenue à partir d'air et de lumière

Le miroir parabolique posé sur le toit du bâtiment de l'ETH Zurich marque une première mondiale: ce dispositif produit du carburant liquide uniquement à partir d'air et de lumière solaire. Aldo Steinfeld, professeur à l'ETH Zurich, et son groupe ont développé les technologies à cet effet. La mini-raffinerie filtre le CO₂ et l'eau de l'air qui serviront à générer un gaz de synthèse dans le réacteur solaire, puis liquéfie le tout en méthanol. Elle pourrait également produire d'autres carburants comme du kérosène ou de l'essence. Le combustible ainsi obtenu est neutre en CO₂ puisque sa combustion ne dégage que la quantité de CO₂ extraite de l'air pour sa production.

www.prec.ethz.ch



Sommet sur la formation et la promotion des talents

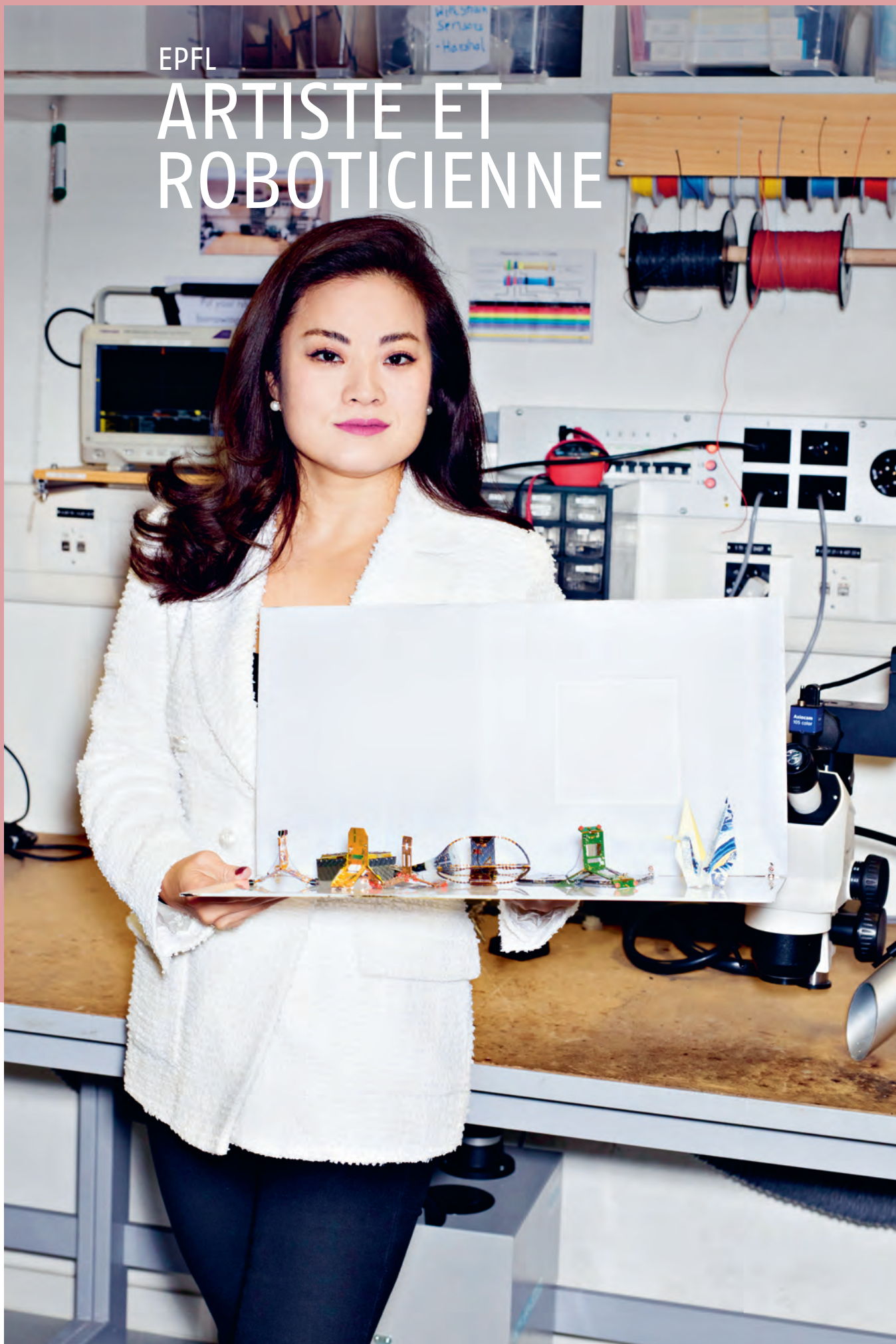
Comment la numérisation affecte-t-elle la formation supérieure et la promotion des talents? Plus de 400 spécialistes de l'éducation et des formations supérieures ont débattu de cette question clé au mois de septembre, à l'ETH Zurich, à l'occasion du *World Academic Summit 2019* portant sur l'épanouissement des talents. Elle a organisé la manifestation pour le magazine *Times Higher Education (THE)*, connu pour son classement des universités. Ce sommet a notamment conclu que la numérisation faisait évoluer l'économie à une vitesse telle que l'apprentissage tout au long de la vie devenait une aptitude clé. Les deux EPF étaient représentées par Joël Mesot, président de l'ETH Zurich, Sarah Springman, rectrice de l'ETH Zurich, et Alessio Figalli, lauréat de la médaille Fields.

La mini-raffinerie produit du carburant liquide uniquement à partir d'air et d'énergie solaire.
 > Alessandro Della Bella / ETH Zurich

Les discussions lors de THE *World Academic Summit* ont fait l'objet d'une présentation visuelle.
 > Andreas Eggenberger / ETH Zurich



EPFL ARTISTE ET ROBOTICIENNE



Jamie Paik est une roboticienne atypique, tout comme les machines qu'elle et son équipe du Laboratoire de robotique reconfigurable de l'EPFL développent. Les robots deviendront-ils, un jour, une part aussi intuitive de notre quotidien que les smartphones aujourd'hui?

Robotique: ce mot évoque généralement des petits hommes mécaniques, des bras métalliques qui pivotent, plus rarement un exosquelette, sous forme d'un sac à dos muni de deux bouteilles pressurisées, de tuyaux et d'une armature, le tout relié à des renforcements épais disposés sur la poitrine, le dos et les flancs de la personne qui le porte. Le laboratoire de Jamie Paik est connu pour ses travaux expérimentaux: voir l'un de ses collaborateurs s'équiper de la toute dernière création pour la tester suffit à s'en convaincre. Le *Reconfigurable Robotics Lab* de l'EPFL pourrait s'apparenter à la branche artistique de la recherche en robotique. Ce n'est guère étonnant: à une époque, J. Paik avait envisagé des études d'art, avant de se tourner vers le domaine technique. Elle a tout de même conservé son goût des approches insolites.

Ses idées, elle les puise hors des sentiers battus. Les fourmis *Odontomachus* lui ont inspiré l'un de ses meilleurs projets. Ces insectes se catapultent en claquant des mandibules, d'où la conception en origami de ses *Tribots* qui répliquent ce mécanisme singulier. Ces minuscules robots peuvent communiquer entre eux, agir de concert et se déplacer de différentes façons en se pliant. Ils pourraient être déployés en masse lors de missions de recherche et de sauvetage. Si certains collègues et industriels trouvaient ces machines *difficult and rather cute* à leurs débuts, le qualificatif employé avait tout d'une vexation pour J. Paik. Pour cette grande pragmatique, le terme «mignon» était révélateur des limites de la robotique classique qui, depuis longtemps, s'obstine à fabriquer des machines toujours plus performantes, plus fortes, plus précises. Des exécutants stupides de séries d'instructions, qui ignorent leur environnement, devenus dangereux pour quiconque les côtoie de trop près. On connaît ces photos de l'industrie automobile: des chaînes de fabrication cloisonnées, où des robots exécutent leur travail monotone, derrière des barrières et des portes que seul le personnel autorisé peut franchir. Dès ses débuts, J. Paik avait

une toute autre idée des robots collaboratifs. Et une autre définition. Pour elle, un robot est une machine intelligente capable de retours d'informations et son intelligence peut s'exprimer à différents niveaux, dans ses modes de locomotion par exemple. L'intelligence artificielle ultracomplexe n'est pas la seule option. Les robots origami ont fait leur apparition il y a une dizaine d'années. La communauté scientifique et l'industrie les considèrent maintenant d'un autre œil. Les besoins en nouvelle intelligence et automatisation au sein de l'industrie manufacturière, en soins de santé et en technologies personnalisées ont ouvert le champ à d'autres formes et concepts de robots, amenés à devenir des compagnons adaptatifs et interactifs de l'homme.

L'exosquelette souple est un bon exemple: ses actionneurs pneumatiques souples transmettent à la personne équipée un retour de force actif au haut du corps. L'idée est de soutenir le corps dans ses mouvements ou de le protéger des mauvais gestes par l'application d'une forte contre-pression, lors de travaux par exemple. Le laboratoire de J. Paik a aussi en réserve des variantes compactes de ces machines accolées au corps, des peaux élastiques dotées de points de pression permettant l'interaction haptique. La réalité virtuelle pourrait enfin devenir physiquement palpable: de virtuelle, elle deviendrait tangible. Mais s'agit-il encore de robotique? La question n'intéresse pas vraiment J. Paik. Pour elle, le robot idéal est invisible, car il se fond dans nos vies, à tel point que nous ne le remarquons plus. J. Paik aspire à améliorer la qualité de vie, notamment des personnes aux membres déficients. «La technologie d'aujourd'hui n'est pas vraiment démocratique», explique-t-elle. Pour y remédier, il faudrait des équipes aux compositions variées à tous les niveaux: du projet au design final, en passant par le développement.

J. Paik n'est pas contre une certaine autonomie de ses créatures, à condition que ce soit toujours l'homme qui décide de leurs actions. Dans un cas seulement, elle prône l'autonomie des machines: pour la conquête spatiale. C'est, pour elle, le défi ultime de la robotique. L'entretien s'achève en prenant une tournure philosophique. Dans l'espace, on ne sait jamais vraiment à quoi s'attendre. La survie dépend de la capacité à s'adapter. Dans ce domaine et ici, sur Terre, nous, terriens, l'emportons largement sur la vaste majorité des systèmes artificiels. Mais n'est-ce pas simplement dû au fait que l'évolution nous a appris à nous imposer dans cet environnement, que nos facultés, intellectuelles ou intuitivement physiques, reflètent? Dans l'espace, toutes les formes de vie seraient sur un pied d'égalité. Et des robots adaptatifs, peut-être même des nuées de robots, pourraient accomplir des tâches hors de notre portée, nous, êtres humains, optimisés pour la vie sur Terre.

Jamie Paik, artiste roboticienne et scientifique, exploite les possibilités de la robotique de formes libres dans son Laboratoire de robotique reconfigurable.

La spin-off Bicycle Therapeutics au Nasdaq



Bicycle Therapeutics devient la troisième spin-off de l'EPFL cotée en bourse, ce qui lui permettra grâce à un capital de 60,6 millions de dollars de poursuivre les essais cliniques pour un premier traitement contre le cancer. Alors que les entrées en bourse de sociétés européennes sont très rares, le campus lausannois compte désormais trois IPO d'entreprises fondées autour de technologies développées par des chercheurs de l'École.

La spin-off développe des médicaments basés sur des chaînes d'acides aminés appelées peptides, qui peuvent se lier à pratiquement n'importe quelle structure biologique et modifier sa fonction. Capables d'agir sur la cible en laissant les cellules saines intactes, elles peuvent s'arrimer sur une protéine d'une cellule tumorale et freiner sa croissance, sans affecter les tissus avoisinants. Ces thérapies semblent avoir un vaste champ d'application: le cancer, mais aussi des maladies respiratoires, cardiovasculaires, métaboliques, mentales ou encore l'hémophilie. Basée à Cambridge, cette start-up exploite un savoir-faire et une licence de l'EPFL.

bicyclerapeutics.com

Une molécule contre le vieillissement

Une molécule contre le vieillissement mise au jour en 2016 par Amazentis, spin-off de l'EPFL et des chercheurs de l'École franchit un nouveau cap vers la commercialisation. Les vertus de l'urolithine A, dont on trouve le précurseur dans certains aliments, intéressent aujourd'hui Nestlé Health Science. La multinationale vient de signer un accord dans le but de l'inclure dans des compléments, des aliments, des boissons, ou encore des produits de nutrition médicale. Elle prend également part au capital d'Amazentis, dont le siège est à l'EPFL Innovation Park. Un programme de recherche commun afin d'étendre les domaines d'applications de la molécule notamment vers la santé et le médical est également prévu.

On trouve un précurseur de l'urolithine A dans la grenade.

> Alain Herzog / EPFL

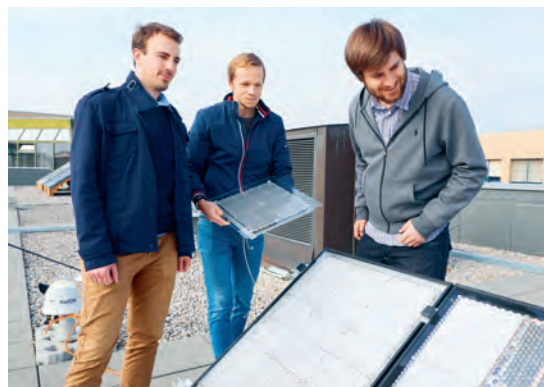
Les trois cofondateurs d'Insolight, Laurent Coulot, Florian Gerlich et Mathieu Ackermann (de g. à d.).

> Alain Herzog / EPFL



Des panneaux solaires hyper économiques

Les panneaux photovoltaïques de la start-up Insolight, standardisés pour une production en série, peuvent se targuer d'un rendement record pour des systèmes destinés au grand public: 29%. Basés sur de minuscules cellules à haut rendement vers lesquelles la lumière est focalisée par des lentilles, ces modules proposent une approche nouvelle dans le domaine de l'énergie solaire. Les panneaux de la start-up promettent de meilleurs retours sur investissement que les modules photovoltaïques standards. «Notre technologie peut permettre de réduire les coûts de l'électricité jusqu'à 30% sur les toits des pays ensoleillés», note le CEO Laurent Coulot.



L'EPFL et l'ETH Zurich lancent un Master commun en Cybersécurité

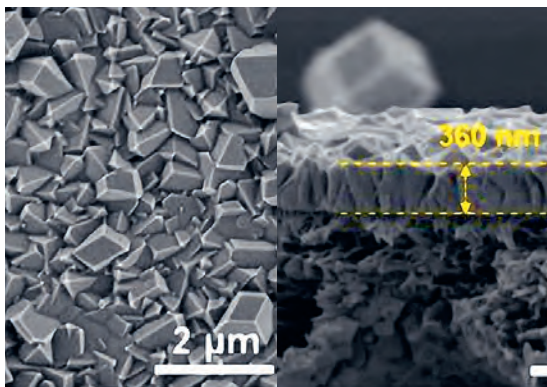


Vols de données, attaques sur des infrastructures clés, piratages massifs: les questions de cybersécurité se trouvent au cœur de notre société hyper connectée, et il existe un besoin important d'expertes et d'experts dans ce secteur. Ainsi, pour encourager la formation et la recherche dans le domaine de la sécurité informatique, l'EPFL et l'ETH Zurich, appuyées par la Confédération, allient aujourd'hui leurs compétences et proposent depuis la rentrée 2019 un Master commun en Cybersécurité. Il se focalise sur la cryptographie, la sécurité du matériel, des logiciels et des réseaux, mais aussi sur les manières d'assurer la sécurité des systèmes et d'obtenir la confiance des utilisateurs. Les cours intègrent les enjeux légaux, éthiques et économiques liés à un domaine qui touche tous les pans de la société.

> Alain Herzog / EPFL

Les armatures métal-organiques et le captage du carbone

Les chimistes de l'EPFL ont mis au point une méthode simple pour obtenir un captage du carbone commercialement attrayant avec des armatures métal-organiques (MOFs). En raison de leurs nanopores, elles sont utilisées dans un large éventail d'applications, y compris la séparation des produits pétrochimiques, l'imitation de l'ADN et l'élimination des métaux lourds et même de l'or de l'eau. La méthode développée par le professeur Kumar Agrawal à l'EPFL Valais Wallis a considérablement amélioré les performances de séparation des gaz du ZIF-8, en particulier en ce qui concerne le «captage du carbone», un procédé qui capte les émissions de dioxyde de carbone produites par l'utilisation de combustibles fossiles et les empêche de se retrouver dans l'atmosphère.



Une mission lunaire dans la glace à Zermatt

Coordonné par le *Swiss Space Center* de l'EPFL dans le cadre d'un projet pilote de l'Agence spatiale européenne (ESA_Lab@), IGLUNA rassemble plus de 150 étudiants autour d'une seule et même thématique: «un habitat dans la glace», potentiellement viable sur la Lune. Après des mois de travail dédiés à la conception des technologies pouvant répondre aux défis que représente la vie humaine dans cet environnement extrême, les étudiants de l'EPFL et de 12 universités européennes se sont réunis à Zermatt en juin 2019 pour monter et présenter au public leur habitat lunaire. Se basant sur les leçons d'IGLUNA 2019, la deuxième édition de ce projet interdisciplinaire a été lancée en septembre.



Membrane MOF ultra-fine sur un support polymère commercial.
> K. V. Agrawal / EPFL

Les projets scientifiques et techniques ont été montés dans le palais de glace du Matterhorn glacier Paradise.
> Jamani Caillet / EPFL



PSI
LA «JUNGFRAU»
AU SOMMET

Le SwissFEL, la plus récente des grandes installations de recherche du PSI, associe technique de laser à rayons X et capteurs sophistiqués. Les sciences des matériaux, la recherche sur l'environnement et l'énergie, et surtout les sciences de la vie profitent des nouvelles possibilités qu'offre cet instrument de 750 m de longueur.

Une section de la forêt de Würenlingen abrite l'une des attractions les plus rares au monde. «Si le Japon ou les Etats-Unis nous envient bien une chose, c'est elle», affirme le professeur Gebhard Schertler, en désignant la Jungfrau qui étincelle, au milieu de la pièce, avec ses surfaces reluisantes, ses câbles et ses LED qui clignotent. La Jungfrau est un nouveau genre de détecteur à pixels en deux dimensions, développé pour le *SwissFEL* et destiné aux travaux pointus de recherche utilisant la lumière de type rayons X. Le détecteur abrite des capteurs de mesure haute précision pour les impulsions de rayons X produites dans le tunnel de quasiment 750 m de longueur caché dans la forêt. Le *SwissFEL* est la plus récente des grandes installations de recherche de l'Institut Paul Scherrer (PSI). Il génère des impulsions de rayons X intenses et extrêmement courtes. Cette méthode ouvre de toutes nouvelles portes aux scientifiques qui peuvent désormais filmer «en temps réel» l'évolution structurale de biomolécules.

La forêt qui accueille l'installation jouxte le site du PSI. G. Schertler est fier de présenter son outil de travail. A la tête de la division de recherche Biologie et Chimie du PSI, il a pour mission d'exploiter au maximum le potentiel des appareils de mesure de l'institut. Les scientifiques s'intéressent surtout aux nouvelles possibilités de décryptage de l'agencement des molécules de protéines. Depuis longtemps, la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) du PSI permet d'examiner la structure spatiale des protéines par cristallographie des protéines. Mais les protéines ne sont pas des objets fixes: elles bougent, pendant quelques femtosecondes à quelques secondes. G. Schertler et ses collègues veulent «filmer» les protéines en mouvement. Une fois que l'on saura comment le changement structural d'une protéine influence sa fonction, on comprendra comment agit un médicament ou pourquoi une maladie se déclare.

Pour filmer une modification structurale, il faut commencer par former des cristaux au sein desquels les protéines s'organisent sous forme de structure périodique régulière. On doit ensuite amener les protéines à s'activer toutes en même temps. Le mieux est d'employer des protéines photo-activables que l'on trouve à l'état naturel. L'application d'impulsions laser courtes de lumière visible déclenche le déplacement synchronisé des protéines. Ensuite, on procède aux mesures avec l'impulsion de rayons X du *SwissFEL*. En modifiant le laps de temps entre l'activation et la mesure, on peut «photographier» une structure de protéine à tout moment de son mouvement et ainsi obtenir un «film moléculaire» à partir d'instantés moléculaires.

Actuellement, les scientifiques atteignent une résolution de temps de plusieurs centaines de femtosecondes lors de leurs expériences sur le *SwissFEL*. Une femtoseconde équivaut à un milliardième de seconde. La résolution de temps indique l'intervalle de temps entre deux photos qui se suivent au sein du «film» virtuel qui visualise le mouvement des protéines. Une résolution de temps supérieure permettrait d'observer des processus encore plus rapides. G. Schertler souhaiterait descendre jusqu'à 50 femtosecondes.

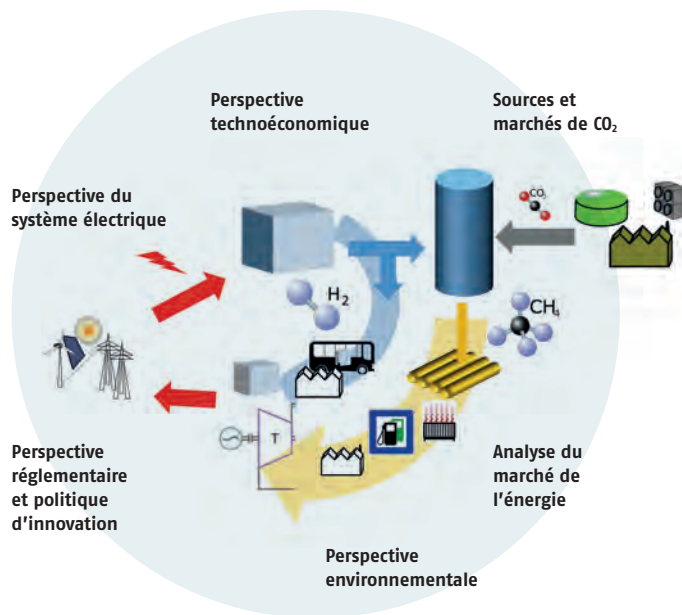
Cette installation cachée dans la forêt pourrait être le berceau d'une révolution scientifique. «La vie est dynamique, les modifications structurales des protéines sont à la base du vivant et sont les vecteurs de tout processus vivant», précise le professeur. Jusqu'à présent, on n'a guère eu accès à ces processus dynamiques, d'où le sentiment d'arriver sur un nouveau continent.

La division dirigée par G. Schertler a pour mission essentielle de cartographier ce continent et de l'explorer. Ces découvertes seront de première importance pour les sciences de la vie, soulignent à l'unisson le professeur et son collaborateur, Gregor Cicchetti. Ces processus sont difficilement observables à l'aide des méthodes classiques de biologie. Mais le *SwissFEL*, associé à d'autres méthodes d'analyse, comme la spectroscopie ou la microscopie électronique, démultiplie les possibilités. G. Schertler parle de «biologie structurale intégrative».

Le professeur est certain que les récents succès ne sont qu'un début. Tôt ou tard, on pourra observer des structures biologiques in situ, c'est-à-dire dans leur environnement cellulaire naturel, plutôt que dans un cristal ou une solution pure de protéines dans une résolution atomique. Un objectif aussi ambitieux ne peut se réaliser que dans un institut de recherche tel que le PSI qui mène traditionnellement des projets sur le long terme.

La Jungfrau du PSI est au top mondial: ce nouveau genre de détecteur à pixels en deux dimensions développé pour le *SwissFEL* est destiné aux travaux pointus de recherche utilisant la lumière de type rayons X.

Représentation schématique du *Power-to-X*.
 > Jörg Roth / PSI



Le système énergétique de l'avenir

Des scientifiques du PSI, du ETH Zurich et de l'Empa ainsi que de quatre hautes écoles et instituts de recherche suisses ont remis le nouveau livre blanc sur les technologies *Power-to-X* à la Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE). Ce document rassemble l'essentiel des connaissances actuelles sur ces procédés qui permettent de produire de l'hydrogène (H₂) ou du méthane (CH₄) à partir de courant issu de nouvelles énergies renouvelables et de stocker l'excédent d'électricité. L'étude présente notamment le potentiel des technologies *Power-to-X* dans le contexte de la stratégie énergétique 2050, les défis à relever et les facteurs propices à leur diffusion.

Une boussole qui pointe vers l'ouest

Des chercheurs du PSI et de l'ETH Zurich ont découvert un phénomène magnétique bien particulier qui se joue au niveau du nanomètre. A cette échelle, les atomes agissent comme de minuscules aiguilles de boussole et déploient leur effet sur de toutes petites distances, de l'ordre du milliardième de millimètre. De ce fait, les scientifiques parlent aussi de nanoaimants. Le phénomène que les chercheurs du PSI ont réussi à observer est basé sur une interaction prédite il y a plus de 60 ans. Dans le cadre de cette interaction, les minuscules aiguilles de boussole indiquent aussi bien la direction nord-sud que la direction est-ouest. Fait inhabituel: cette interaction se joue de manière latérale, autrement dit sur les côtés dans un seul plan. Jusque-là, les seuls couplages entre nanoaimants qui avaient pu être constatés étaient verticaux: ils survenaient dans des groupes d'atomes superposés. Cette découverte va ouvrir la voie à des configurations d'aimants inhabituelles. Parmi ses applications pratiques: la construction de commutateurs et de mémoires d'ordinateur et l'amélioration des performances des microprocesseurs.

Steffen Brünle (à droite) et Jörg Standfuss à côté du dispositif qui sépare la protéine récepteur à caractériser des extraits de cellules.
 > Markus Fischer / PSI

Empêcher la métastase des tumeurs

En collaboration avec des collègues de la firme pharmaceutique F. Hoffmann-La Roche SA, des chercheurs du PSI ont franchi un pas important vers le développement d'une substance active à même d'empêcher la métastase de certaines tumeurs cancéreuses. Grâce à la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), ils ont décodé la structure d'un récepteur impliqué dans la migration des cellules cancéreuses. Cette avancée va permettre d'identifier des agents actifs qui pourraient inhiber la propagation de certaines cellules cancéreuses à travers le système lymphatique de l'organisme et empêcher la métastase de quelques cancers fréquents, comme le cancer du côlon.



WSL ACCÉLÉRER LA RECHERCHE



Comment faciliter l'accès à de précieuses données environnementales? Le WSL relève le défi avec la plateforme EnviDat. Une entreprise semée d'embûches.

Des données, encore des données, toujours des données. Si elles alimentent la nouvelle économie, elles sont aussi le carburant qui fait tourner la machine scientifique. Et depuis plus longtemps qu'on l'imagine. C'est tout l'intérêt de l'*Environmental Data Portal* (EnviDat) du WSL: les données environnementales font partie des plus anciennes séries de données scientifiques. «Mesurer et surveiller des données sont une tradition ancienne au sein du WSL», explique Gian-Kasper Plattner qui, en tant que chef de programme de recherche au WSL, s'occupe du projet. Certaines séries de mesures du WSL ont plus de cent ans et continuent d'être relevées. La comparaison historique témoigne d'un changement culturel: si, hier, on consultait de telles séries de données dans d'épais in-folios conservés dans des archives, on accède aujourd'hui à leur enregistrement numérique de partout dans le monde, sans grandes difficultés. En théorie, du moins. Dans la pratique, il reste encore quelques obstacles à surmonter. C'est pour cette raison que le WSL s'est lancé, il y a quelques années, dans l'élaboration d'une plateforme de données, adaptée aux besoins des utilisateurs en ligne, EnviDat. En libre accès, le site Internet rassemble déjà quelque 250 ensembles de données. L'idée est de rendre ces derniers visibles et exploitables par le «grand public», précise G.-K. Plattner, même si cette offre s'adresse avant tout aux scientifiques.

L'innovation au sein de la recherche constitue l'objectif principal de la plateforme: «Nous voulons accélérer la recherche». Si l'ambition de faciliter les échanges de données ressemble à un slogan en faveur de l'*Open Science*, G.-K. Plattner rectifie: «Nous n'avons pas pour mandat de lancer un portail d'*Open Science*, même si EnviDat soutient de fait l'*Open Science*. Nous devons construire une plateforme de données qui génère une valeur ajoutée grâce à l'interconnexion de métadonnées.» EnviDat est plus qu'une solution informatique:

c'est un service rendu au monde de la recherche. Il s'agit de conseiller le public intéressé et de mettre des outils à disposition, précise Ionut Iosifescu, ingénieur logiciel, et non de se faire les missionnaires des données totalement ouvertes. Le facteur décisif réside dans le fait que les auteurs des données pourront être rétribués pour leur travail. En effet, la mise à disposition de données implique forcément un supplément de travail: la saisie des données doit être documentée en conséquence, avec des métadonnées de qualité. Le bénéfice et le travail à fournir s'équilibrent-ils, y compris pour les auteurs? Pour y parvenir, il faudra trouver une solution pour gérer le traitement des citations de données, à l'instar des publications scientifiques. «La communauté scientifique doit encore trouver et définir un moyen de le garantir», souligne I. Iosifescu. G.-K. Plattner ne constate pas à ce propos de fossé intergénérationnel. Les jeunes scientifiques ont même davantage conscience de ces problèmes: la concurrence règne au sein de la recherche. Un «tricheur» pourrait-il s'attribuer les mérites d'une fastidieuse collecte de données qui aurait été rendue publique trop tôt? Afin d'éviter ce problème, il a été convenu que les données du WSL devaient être rendues accessibles au plus tard au bout de deux ans.

Ne risque-t-on pas une fragmentation des données si chaque institution met en place sa propre plateforme? Il est vrai que de nombreux établissements de recherche ont des projets similaires, mais leur concrétisation revêt des formes très différentes. G.-K. Plattner cite l'initiative de l'Eawag ERIC qui cible aussi la gestion interne des données. Les efforts de plus forte centralisation laissent le chef de projet sceptique. Pour lui, la confiance s'établit plus facilement lorsque l'on est proche des chercheurs et quand on les aide à trouver des solutions.

Mais le problème de la fragmentation des données et des portails se pose aussi au WSL. La solution résiderait dans la mise en place de liens et l'interconnexion avec des *harvesters*, des méta-plateformes qui accèdent aux données de plusieurs sources, comme les portails de données de l'ESA et de la NASA. On touche alors au vaste thème de l'homogénéisation des données. G.-K. Plattner souligne que la prudence s'impose dans de tels cas, notamment lorsque plusieurs appareils de mesure sont intervenus. L'agrégation en un ensemble de données complet et cohérent est forcément complexe. I. Iosifescu évoque un autre problème récurrent: «Nous n'avons pas encore trouvé de moyen de standardiser l'indexation des données.» Pour G.-K. Plattner, EnviDat est un premier pas important sur un «long, très long chemin». A quoi pourrait ressembler concrètement une «science ouverte» qui répond aux besoins des producteurs et des utilisateurs de données? C'est toute la question.

Gian-Kasper Plattner, responsable de la recherche et chef de projet pour EnviDat (à gauche), et Ionut Iosifescu, son collaborateur et ingénieur logiciel.



Un sol riche, c'est une forêt plus performante

Plus les organismes peuplant le sol sont variés, plus une forêt est performante – elle filtre mieux l'eau et l'air, protège davantage des dangers naturels, constitue un meilleur espace de détente. Tel est le constat d'une méta-analyse complète réalisée dans le cadre d'une Action COST (*European Cooperation in Science and Technology*) à laquelle a participé le WSL. On trouve dans un gramme de sol forestier d'Europe centrale une diversité d'organismes vivants équivalente à celle que l'on rencontre à la surface du globe sur un kilomètre carré: plusieurs milliers d'espèces de bactéries et de champignons ainsi que de nombreux petits animaux, comme le diplopode. Dans presque tous les cas de figure, la diversité souterraine a un impact positif, car elle assure la sauvegarde des fonctions de l'écosystème. De telles connaissances sont importantes, car la biodiversité du sol est elle aussi menacée.

Un seul gramme de sol forestier d'Europe centrale contient plusieurs milliers d'espèces, dont le diplopode.
 > WSL

Un tiers du volume des glaciers pourrait être sauvé

D'ici à 2050, environ la moitié du volume des glaciers alpins va disparaître, et ce, quels que soient ou presque les résultats des efforts déployés pour réduire les émissions de gaz à effet de serre puisque les glaciers réagissent au réchauffement avec un certain retard. Par contre, la suite de l'évolution dépendra des futurs rejets de gaz à effet de serre et du degré de réchauffement de la planète. Dans un scénario de fort réchauffement, les Alpes seraient pratiquement libérées de l'emprise des glaces d'ici à 2100. En revanche, si la hausse des températures reste modérée, un tiers environ du volume actuel des glaciers pourrait être sauvé: l'avenir des glaciers est certes menacé, mais limiter les pertes reste possible. On doit ces estimations actuelles et détaillées sur l'avenir des quelque 4000 glaciers alpins à trois scientifiques du WSL et de l'ETH Zurich. Ils ont étudié des données d'observation et utilisé un nouveau modèle informatique qui combine les processus d'écoulement et de fonte des glaces.

Le monitoring moderne des champignons par des méthodes génétiques

La Suisse a prévu d'actualiser la «liste rouge» des champignons. Dans cette optique, le WSL élabore une nouvelle méthode. Jusqu'à présent, les spécialistes fouillaient le terrain, en multipliant les passages, à la recherche de fructifications fongiques, qu'ils identifiaient ensuite une par une et non sans mal, au microscope. Grâce à une méthode génétique, appelée *next generation sequencing*, toute la communauté fongique d'un échantillon prélevé dans l'environnement peut être identifiée en une seule opération. On peut ainsi déceler des espèces dans le sol qui n'étaient pas visibles en surface. Des appareils spéciaux permettent aussi de détecter des espèces sur la base des spores filtrées dans l'air. Des premiers tests préliminaires menés avec des pièges à spores actifs et passifs dans un pré très riche en espèces de champignons ont donné de bons résultats.



Les pièges à spores automatiques filtrent les spores de l'air.
 > Markus Schlegel / WSL



Empa

« LE PROBLÈME
N'EST PAS L'ÉNERGIE,
MAIS LE CO₂. »

Directeur du laboratoire des technologies de propulsion automobile à l'Empa, Christian Bach cherche, avec son équipe, comment convertir aux énergies renouvelables le trafic routier basé quasi exclusivement sur les combustibles fossiles.

Un entretien avec Roland Fischer.

Monsieur Bach, la mobilité est une composante cruciale dans la lutte contre le changement climatique. Pourquoi?

Qui dit économie neutre en CO₂ – l'ambition de la Suisse d'ici à 2050, rappelons-le –, dit avant tout abandon des énergies fossiles. Dans notre pays, c'est la mobilité qui absorbe le plus de combustibles fossiles. Rendre la mobilité plus «verte» suppose toutefois d'abord de produire davantage d'énergies renouvelables. Sinon, nous risquons de «voler» cette énergie propre à d'autres secteurs.

Est-ce réalisable avec les technologies environnementales actuelles? Une fois que nous serons passés aux énergies renouvelables, nous aurons déjà effectué un bon bout du chemin. Mais atteindre le 0% est très ambitieux. Tôt ou tard, nous devons soustraire du CO₂ de l'atmosphère. Dans la nature, sources et puits de CO₂ s'équilibrent en permanence. L'homme n'a cessé de prélever des combustibles fossiles à grande échelle, sans pour autant créer de puits. C'est toute l'origine du problème.

La mobilité en tant que consommatrice d'énergie peut-elle contribuer à ces puits? Elle le peut et elle le doit. Des projets *Power-to-X* par exemple travaillent sur le recyclage du CO₂ atmosphérique. Nous pensons réaliser une telle unité qui transforme l'hydrogène, issu de l'excédent local ou temporaire d'électricité, en vecteur d'énergie (méthane ou hydrocarbures liquides) capable de remplacer le gaz naturel, le diesel ou le kérosène. Le processus de la photosynthèse est le grand modèle à suivre.

Les carburants synthétiques sont-ils suffisamment efficaces? Pourquoi ne

propulserait-on pas directement les voitures électriques avec des énergies renouvelables? A l'avenir, l'électromobilité couvrira une part importante du trafic routier, mais ni les transports poids lourds ni longue distance. De plus, en hiver, la mobilité électrique et hydrogène seront tributaires des importations d'énergies renouvelables – de notre point de vue, seuls les carburants synthétiques pourront résoudre l'équation. Bref, nous avons besoin des deux!

Pourquoi ne peut-on pas stocker les excédents d'électricité au sein du système? Les centrales de pompage-turbinage et les batteries peuvent stocker des excédents temporairement. La simple compensation jour/nuit exige déjà à elle seule d'énormes capacités de stockage supplémentaires. Dans ce domaine, on pourrait solliciter les véhicules électriques ou plutôt leurs batteries.

Et le reste proviendrait des carburants synthétiques? Tout à fait! Leur rendement plutôt mauvais est contre-balançé par un avantage remarquable: l'excédent d'électricité peut être redirigé vers d'autres secteurs énergétiques et y remplacer les combustibles fossiles. On pourrait soustraire davantage de CO₂ de l'atmosphère et le figer en calcaire stockable et même obtenir ainsi des vecteurs d'énergie aux émissions de CO₂ négatives.

Produisons-nous de tels carburants localement? Oui, mais pas seulement. Nous pourrions envisager de grandes centrales implantées dans des régions désertiques. Supposons que les kilomètres routiers parcourus à travers le monde reposent à 50% sur des carburants électriques et à 50% sur des carburants synthétiques: il suffirait d'équiper moins de 1% de la surface désertique mondiale

de panneaux solaires pour produire les carburants synthétiques. Et nous aurions résolu le problème du CO₂ rejeté par le trafic routier! Nous devons garder à l'esprit que, sur terre, notre problème n'est pas l'énergie, mais le CO₂.

N'est-ce pas trop cher d'extraire le CO₂ atmosphérique? Effectivement, la rentabilité des carburants synthétiques est un défi de taille. Les coûts d'électricité sont le plus gros poste de dépenses, pas les coûts de CO₂. Les coûts dans l'ensemble sont résolubles, notamment dans le domaine du trafic routier où la part aux coûts de l'énergie est très faible.

Techniquement, cette solution est séduisante. Mais a-t-elle des chances de voir le jour dans le contexte politico-économique actuel? La mise en œuvre pourra commencer dès que les concepts économiques auront été ancrés dans la législation. En Suisse, le projet de loi sur le CO₂ est une première pièce du puzzle. Il en faudra bien plus, surtout dans les grands pays. Mais j'ai bon espoir car l'attitude des milieux environnementaux et de l'industrie automobile est positive.

Pourrons-nous encore conduire de grosses cylindrées sans culpabiliser? Les carburants synthétiques coûteront plus cher que les carburants fossiles. Les constructeurs chercheront donc à réduire la consommation de leurs véhicules. Mais d'autres aspects sont aussi à prendre en compte. Je pense notamment à l'engorgement du trafic. Nous allons forcément devoir repenser la mobilité. Nous sommes persuadés que les mesures techniques citées seront complétées par des mesures non techniques, comme l'auto-partage, la tarification de la mobilité, les véhicules automatisés, surtout en ville.

Vous menez un travail d'information auprès des responsables politiques. Comment le percevez-vous? Je trouve que la discussion évolue trop selon un schéma pour ou contre telle et telle technologie. Si nous voulons éliminer les émissions de CO₂, la technologie de propulsion est un point secondaire. La priorité est de passer des énergies fossiles aux énergies renouvelables. C'est aussi simple que capital. Le consensus politique nécessaire fait encore défaut. Le marché décidera lui-même où utiliser quelle technologie.

Sous une ossature souple, un concentré d'intelligence artificielle

> Beat Geyer/Empa

Mirko Kovac, chercheur en robotique spécialiste des drones, dirige le nouveau *Materials and Technology Center of Robotics* de l'Empa.

> Empa

Des batteries haute performance et sûres

Les batteries solides seraient les accumulateurs d'énergie de l'avenir: elles se rechargent plus vite que les batteries lithium-ion traditionnelles, peuvent stocker davantage d'énergie et sont plus sûres car difficilement inflammables. Des scientifiques de l'Empa ont développé un nouveau procédé de fabrication pour les batteries solides au sodium, ce qui leur a valu plusieurs prix en 2019, notamment le *Mercedes-Benz Battery Division Research Award* de l'*Electrochemical Society* et l'*Impact Award* de l'Université de Genève. En 2019, l'Empa a conclu un partenariat stratégique avec la *Fraunhofer-Gesellschaft* en vue de commercialiser cette technologie de batteries de traction pour voitures électriques. L'objectif: faire (re)venir cette technologie clé en Europe.



Des drones pour surveiller les infrastructures

Dans le nouveau *Materials and Technology Center of Robotics* de l'Empa et de l'Imperial College London, des scientifiques développent de nouveaux types de drones et de robots, destinés à l'entretien des infrastructures et à la surveillance de l'environnement. Le bâtiment de recherche NEST sert d'arène de vol aux drones. Sorte de «système immunitaire», ces engins inspectent le bâtiment en toute autonomie: ils recherchent ses éventuels défauts et les répareront ensuite très précisément, ce qui facilite les travaux d'entretien et les rend plus efficaces. Les scientifiques s'inspirent de concepts biologiques: les drones reprennent certaines caractéristiques des rapaces ou des araignées. Et l'intelligence artificielle leur permet de réagir en temps réel à leur environnement.

Maryna Bodnarchuk développe des batteries haute performance et peu coûteuses, fabriquées à partir de matériaux facilement disponibles.

> Empa

Une oreille imprimée en 3D: Michael Hausmann réinvente les implants en travaillant à partir de nanocellulose.

> Empa



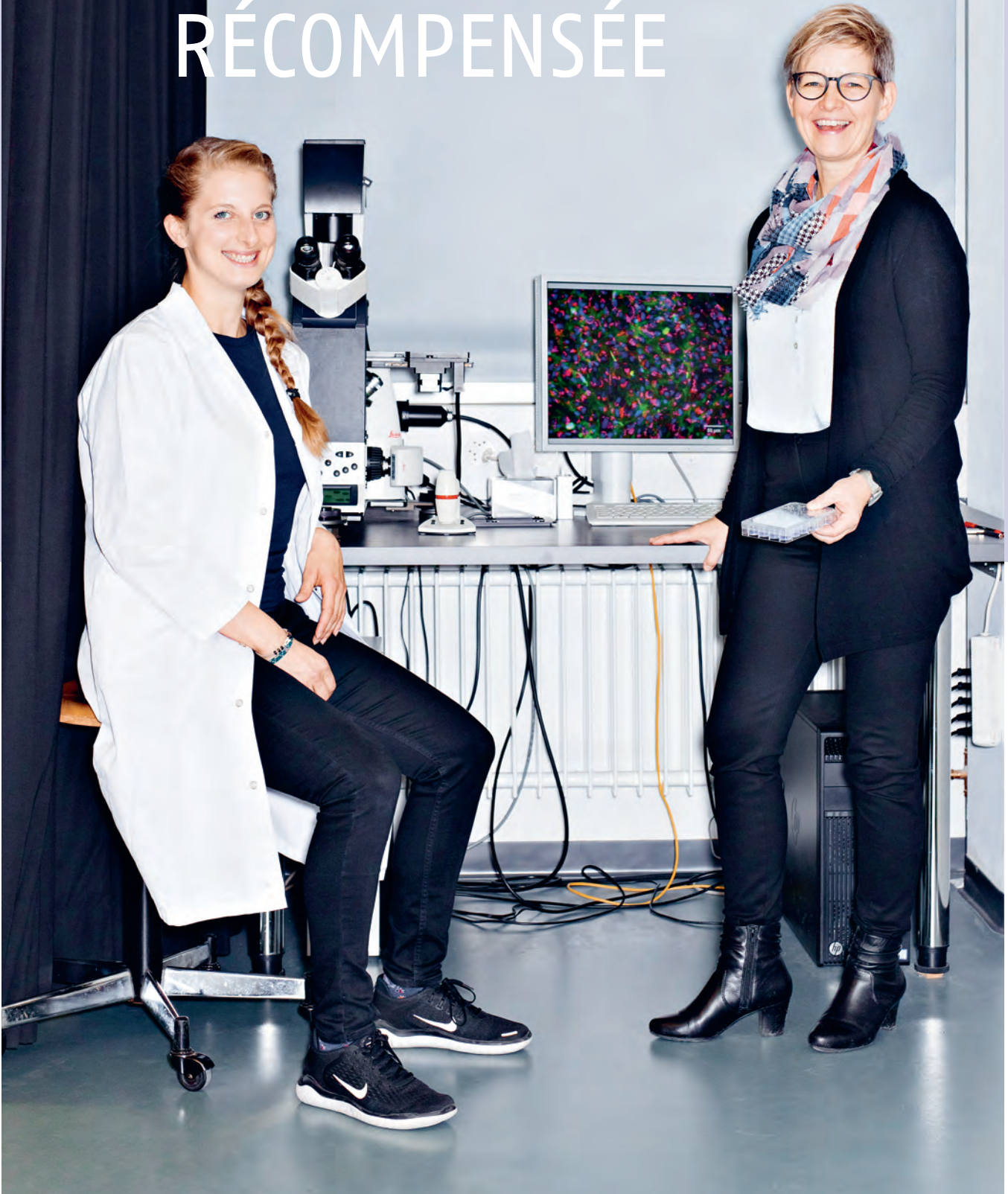
Capteurs et implants s'impriment en 3D

Les propriétés de la nanocellulose en bois sont étonnantes. A partir de ce matériau biodégradable enrichi de fonctions diverses, des scientifiques de l'Empa fabriquent des implants par impression 3D, p. ex. des pavillons d'oreille, pour soigner des maladies du cartilage. Les chercheurs ont aussi développé des capteurs souples en nanocellulose pourvue de particules d'argent électroconductrices, à poser sur la peau, qui mesurent des valeurs métaboliques importantes pour le diagnostic médical. Le capteur envoie les valeurs relevées à un ordinateur. Ce laboratoire de biochimie ne mesure que 0,5 mm d'épaisseur. L'ETH Zurich, l'EPFL et le CSEM travaillent aussi sur des capteurs portatifs pour analyser les enchaînements de mouvements, après une opération touchant les articulations par exemple.



EAWAG

L'ALTERNATIVE AUX EXPÉRIMENTATIONS ANIMALES RÉCOMPENSÉE



Aujourd'hui encore, la toxicité se teste pour l'essentiel sur des animaux vivants, surtout sur des poissons quand il est question de risques environnementaux. Une méthode alternative développée par des scientifiques de l'Eawag vient de franchir une étape qui devrait favoriser sa diffusion, grâce entre autres au travail d'information des scientifiques impliquées.

Comment mesure-t-on l'innocuité d'une substance chimique sur l'environnement? En exposant des poissons vivants à des doses croissantes de ce produit jusqu'à provoquer leur mort. Et comment mesure-t-on la propreté de l'eau traitée par une station d'épuration? En y lâchant des poissons qui font office de capteurs vivants. Sortes de système d'alerte précoce, ils indiquent si la qualité de l'eau pose problème.

Kristin Schirmer, professeure et cheffe du département de toxicologie environnementale à l'Eawag, voulait trouver une autre solution. Pour elle, la méthode standard actuelle de mesure de la qualité de l'eau est rudimentaire et surannée. Malgré cela, les règlements s'appuient très souvent sur le test de toxicité aiguë sur des poissons. Il était temps d'y remédier. Mais comment être certain d'identifier tous les risques sans expérimenter sur le vivant?

K. Schirmer et son équipe ont mis au point une méthode basée sur une lignée de cellules branchiales de la truite arc-en-ciel, convaincues que la toxicité aiguë agissait d'abord sur ce type de cellules. Leur solution s'affranchit des poissons et peut être employée par différents laboratoires pour fournir partout les mêmes résultats. Un essai circulaire interlaboratoires et international l'a confirmé et a permis une percée. L'article à ce sujet a été publié en avril 2019 dans la revue *Toxicological Sciences*. K. Schirmer et son équipe ont prouvé que leur méthode était solide et reproductible dans d'autres laboratoires.

Des colorants fluorescents permettent de tester la vitalité des cellules branchiales qui réagissent à un large spectre de substances chimiques, à l'instar des poissons vivants. «Nous avons supposé que les substances toxiques agissaient d'abord sur les branchies et cette hypothèse s'est confirmée», relate K. Schirmer. Quelques exceptions existent, notamment en présence de substances neurotoxiques. Les

scientifiques de l'Eawag vont donc étendre la méthode aux cellules nerveuses. Elles utilisent des lignées de cellules hépatiques et intestinales de la truite arc-en-ciel pour étudier l'effet des produits chimiques. Elles emploient aussi des puces pour mesurer la vitalité cellulaire en temps réel en se fondant sur la résistance électrique des cellules. Ces puces devraient permettre des mesures à distance automatisées. «Notre ambition est de simuler entièrement un poisson vivant en combinant plusieurs types de cellules», précise la chercheuse. Son équipe travaille sur la mise au point de programmes informatiques capables d'identifier tous les effets des produits chimiques.

S'il est sans pitié, le test actuel a l'avantage de mesurer ce qu'il doit mesurer. Non? «Il est illusoire de croire que les tests sur des poissons vivants fournissent des résultats indiscutables», conteste K. Schirmer. Le test est primitif, tant au niveau du concept que de la validation. En matière de comparabilité et de fiabilité, le nouveau test est plus strict et les exigences posées aux laboratoires plus rigoureuses. Les spécialistes ont été convaincus. Et l'industrie s'y intéresse de près. L'essai circulaire a été cofinancé par le Conseil européen de l'industrie chimique. Cette révolution réduirait les expérimentations animales, tout en simplifiant et standardisant la procédure qui serait aussi moins coûteuse. Des acteurs économiques ont rapidement demandé des tests, si bien que K. Schirmer, Melanie Fischer, sa laborantine, et Stephan Fischer, postdoctorant de l'Eawag, ont fondé la spin-off Eawag aQuaTox-Solutions dès 2016.

Si la publication de l'étude circulaire marque l'aboutissement des travaux de recherche menés, K. Schirmer et son équipe consacrent encore beaucoup de temps à ce projet afin que leur méthode soit effectivement appliquée. Leur motivation à apporter ce progrès à la société est immense. K. Schirmer rend régulièrement visite à des organismes de certification et apprend à convaincre aussi bien ses collègues scientifiques que les experts techniques des différentes commissions. Grâce à ce travail de recherche et d'information, le tout premier test de toxicité employant des cellules branchiales cultivées a été certifié ISO en 2019. Le Centre de compétence suisse (3RCC) a de ce fait décerné aux chercheuses le prix 3Rs 2019. K. Schirmer est convaincue que les progrès vont s'accélérer. Actuellement, elle travaille avec des experts sur la certification du test par l'OCDE.

aquatox-solutions.ch

Bien pour les consommateurs, bien pour les poissons et encourageant pour la suite: les Etats-Unis veulent renoncer aux expérimentations animales d'ici à 2035.

Un modèle 3D pour prédire les températures de l'eau

Depuis cette année, on peut consulter le site Internet www.meteolakes.ch pour connaître les températures de l'eau actuelles du lac de Zurich et découvrir leur évolution au cours des heures et jours à venir. Des chercheurs de l'Eawag et de l'EPFL ont publié un modèle 3D accessible au public qui utilise des données actuelles et prévisionnelles de MétéoSuisse, les données hydrologiques de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et des données reçues par satellite pour représenter les températures lacustres. Les températures sont calculées pour différentes profondeurs et avec une résolution temporelle de trois heures. Les modèles de lacs peuvent faire des prédictions pour

les cinq jours à venir. Jusqu'à présent, il existait des modèles pour le lac Léman, le lac de Bièvre et le Greifensee. Le lac de Zurich vient de s'y ajouter. Damien Bouffard du département Eaux de surface de l'Eawag dirige le projet Coresim derrière «Meteolakes». L'objectif de l'équipe de recherche est de créer une valeur ajoutée pour d'autres scientifiques. Aujourd'hui, de nombreux lacs ne sont mesurés qu'une fois par mois. Les chercheurs qui veulent relier leurs propres données, par exemple sur la distribution des nutriments dans le lac, à la physique du lac peuvent maintenant accéder à des données à haute résolution temporelle grâce à Meteolakes.

Des capteurs autonomes détectent des fuites d'eau

Chaque année, dans le monde entier, beaucoup d'eau est gaspillée à la suite de problèmes dans les installations de distribution d'eau. La surveillance efficace des réseaux de distribution d'eau fait donc l'objet de travaux de recherche. L'Eawag, en collaboration avec la ZHAW, a développé une solution sans batterie qui surveille en temps réel les ressources en eau. «ADAWIM» (*Autonomous and Distributed Architecture for Water Infrastructure Monitoring*) repose sur une technologie de capteurs intelligents sans fil. Le système n'est pas en contact avec l'eau, mais tire son énergie essentiellement des différences thermiques au sein de l'environnement opérationnel, p. ex. entre une conduite d'eau ou d'eaux usées et la terre. Le système est déjà utilisé aussi bien dans les installations de démonstration de l'Eawag que dans l'infrastructure mise à disposition par les services municipaux de Winterthur. Sur tous les sites, l'équipe de chercheurs a montré qu'ADAWIM pouvait produire assez d'énergie pour mesurer des paramètres comme le débit d'eau ou l'humidité du sol.



La diversité des insectes menacée dans les cours d'eau alpins

Barrages, seuils, prises d'eau: les cours d'eau alpins sont équipés d'installations hydroélectriques qui modifient le régime d'écoulement et le transfert de sédiments, et donc la faune et la flore en aval. Garantir des débits résiduels suffisants et rétablir une dynamique naturelle du transport de sédiments peut limiter ces impacts écologiques. Une récente étude de l'Eawag et de l'Université de Lausanne révèle que, dans le cas des prises d'eau, la survie des organismes aquatiques passe par une régulation particulière des sédiments. En effet, des quantités importantes de sables et de graviers s'accumulent dans les bassins de rétention liés aux prises d'eau. Dans les bassins versants présentant un fort taux d'englacement, ces quantités sont telles que des purges s'imposent, jusqu'à 17 fois par jour, pour vider les trappes à sédiments. Les conséquences sont dramatiques: en été, les scientifiques n'ont détecté quasi aucun signe de vie dans la Borgne d'Arolla, les petits organismes se trouvant ensevelis sous les apports répétés de sédiments fins et grossiers.



Frank Blumensaat (département de la gestion des eaux urbaines) mesure avec ADAWIM le débit de l'eau dans le dispositif expérimental, en mode sans fil.
> Patrick Cipriani /ZHAW

Une prise d'eaux dans la Borgne d'Arolla, un cours d'eau alpin valaisan.
> Chrystelle Gabbud

GOUVERNANCE

Structure et conduite	36
Organisation et organes de direction	38
Contrôle et révision	41
Membres du Conseil des EPF	42
Personnel élu	44
Professeurs élus	45
Situation et gestion des risques	46

Structure et conduite du Domaine des EPF

La Confédération gère les écoles polytechniques fédérales conformément à la Constitution fédérale (art. 63a, al. 1). La Loi sur les EPF encadre ce mandat et forme, avec l'art. 64, al. 3, Cst., la base juridique de la gestion des quatre établissements de recherche du Domaine des EPF.

Le Domaine des EPF: bases légales

La Loi fédérale sur les écoles polytechniques fédérales du 4 octobre 1991 (Loi sur les EPF) définit la position, la structure et les tâches du Domaine des EPF. Le Domaine des EPF est autonome dans le cadre des prescriptions légales et rattaché au département compétent selon la Loi sur les EPF. Depuis début 2013, il s'agit du Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche (DEFR). La Loi sur les EPF définit l'autonomie des deux EPF et des quatre établissements de recherche. Le Conseil des EPF est l'organe directeur et de surveillance stratégique du Domaine des EPF.

Au mois de novembre 2018, le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) a ouvert la procédure de consultation en vue de la révision partielle de la Loi sur les EPF avec un message en ce sens. La discussion porte sur de nouvelles règles qui concernent notamment la mise en œuvre des recommandations du Contrôle fédéral des finances (CDF) au sujet des compétences générales de surveillance du Conseil des EPF ainsi que de deux principes directeurs de gouvernement d'entreprise (limitation du droit de vote et récusation de membres institutionnels du Conseil des EPF). D'autres ajustements prévoient quelques changements en matière de politique du personnel (dans le cas d'une embauche après l'âge ordinaire de départ à la retraite ou du prolongement de contrats de travail à durée déterminée), la création d'une base juridique relative à la vente d'excédents d'énergie achetés ou produits pour servir aux propres besoins, à des mesures disciplinaires, à des services de sécurité et à la vidéosurveillance. Ces amendements devraient entrer en vigueur début 2021.

La structure du
Domaine des EPF

* Contrats de travail,
y c. les doctorants;
état au 31 décembre
2019

Domaine des EPF

Conseil des EPF

11 membres

55 collaborateurs (état-major, audit interne, Commission de recours interne)

Ecoles polytechniques fédérales

ETH Zurich

22 193 étudiants et doctorants
12 280 collaborateurs*

EPFL

11 449 étudiants et doctorants
6 119 collaborateurs*

Etablissements de recherche

PSI

2 072
collaborateurs*

WSL

533
collaborateurs*

Empa

1 033
collaborateurs*

Eawag

507
collaborateurs*

Tâches et conduite

Selon les objectifs définis à l'art. 2 de la Loi sur les EPF, les deux EPF et les quatre établissements de recherche (institutions du Domaine des EPF) doivent former des étudiants et du personnel qualifié dans les domaines scientifiques et techniques et assurer la formation continue, faire progresser les connaissances scientifiques grâce à la recherche, promouvoir la relève scientifique, fournir des services à caractère scientifique et technique, assurer le dialogue avec le public et valoriser les résultats de leurs recherches.

Les institutions du Domaine des EPF accomplissent leurs tâches en suivant des standards reconnus à l'échelle internationale. Elles tiennent compte des besoins de la Suisse et favorisent la coopération internationale.

Objectifs stratégiques et plafond de dépenses

La conduite politique du Domaine des EPF est du ressort du Conseil fédéral et du Parlement. Les principaux instruments de gestion utilisés sont: le message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (Message FRI) et les «objectifs stratégiques» du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF adaptés selon ce message. Un controlling complète les outils politiques et fournit des informations sur la tenue de la comptabilité ainsi que sur la réalisation du mandat.

Rapports

Le Conseil des EPF réalise chaque année un rapport pour le Conseil fédéral, dans lequel il montre en particulier comment le Domaine des EPF a utilisé la contribution annuelle du financement fédéral par rapport à ses objectifs stratégiques. En se basant sur le rapport du Conseil des EPF, le Conseil fédéral informe le Parlement par un système modulaire de comptes rendus comprenant un rapport de synthèse et un rapport approfondi. Le Conseil des EPF présente ensuite un rapport d'autoévaluation sur la réalisation des objectifs stratégiques du Conseil fédéral, au milieu de la période FRI. Ce rapport d'autoévaluation sert de document de travail lors de l'évaluation du Domaine des EPF par des spécialistes externes (peer review) qui incombe au DEFR.

Le DEFR informe le Parlement en lui présentant, à la mi-période de prestations, un rapport intermédiaire sur la réalisation du mandat en cours (art. 34a, Loi sur les EPF) ainsi qu'une proposition relative à l'enveloppe budgétaire pour la période FRI suivante. La conduite stratégique du Domaine des EPF incombe au Conseil des EPF (cf. section suivante). La conduite opérationnelle des différentes institutions du Domaine des EPF est du ressort des directions des deux EPF et des quatre établissements de recherche. Conformément à l'art. 4, al. 3 de la Loi sur les EPF, les institutions du Domaine des EPF exercent toutes les compétences que ladite Loi ne confère pas explicitement au Conseil des EPF.

Conseil des EPF: tâches et méthode de travail

Le Conseil des EPF définit la stratégie du Domaine des EPF dans le cadre des objectifs stratégiques du Conseil fédéral. Il représente le Domaine des EPF auprès du monde politique et des autorités de la Confédération, édicte des prescriptions sur le controlling et procède au controlling stratégique. Il approuve également les plans de développement des institutions du Domaine des EPF, contrôle leur exécution et exerce la surveillance du Domaine des EPF (art. 25, Loi sur les EPF). Il passe des conventions d'objectifs avec les institutions et répartit la contribution financière de la Confédération en s'appuyant sur les demandes de crédits (art. 33a, Loi sur les EPF). Il soumet au Conseil fédéral sa proposition pour l'élection ou la réélection des présidents des deux EPF ainsi que des directeurs des quatre établissements de recherche (art. 28, al. 1 et 7 de la Loi sur les EPF). Il nomme en outre les autres membres de la direction des deux EPF et de celle des quatre établissements de recherche (art. 28, al. 4 et 7 de la Loi sur les EPF). Enfin, il nomme le corps professoral sur proposition des présidentes ou présidents des deux EPF (art. 14, al. 2 et 3 de la Loi sur les EPF).

Le Conseil des EPF assure une fonction de surveillance en employant les outils suivants: compte rendu périodique des institutions sur les ressources (finances, personnel, immobilier), rapport annuel des institutions sur la réalisation des objectifs conformément aux conventions, entretiens annuels de contrôle stratégique («dialogues») entre le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF, traitement des plaintes en matière de surveillance en respectant le principe de subsidiarité et l'autonomie des institutions et rapports des institutions sur leurs systèmes de gestion des risques. En outre, le secteur d'état-major «audit interne» du Conseil des EPF évalue les processus de gestion des risques, le système de contrôle interne ainsi que les processus de gouvernance des institutions. Il établit sur ces points différents rapports qu'il adresse au Conseil des EPF.

Le règlement interne du Conseil des EPF est publié dans le recueil systématique du droit fédéral. Le Conseil des EPF se réunit généralement cinq fois par an, pour des séances de deux journées, et organise des séances supplémentaires pour les dialogues avec les institutions du Domaine des EPF. Il incombe au président du Conseil des EPF de mener des entretiens individuels périodiques avec les présidents des deux EPF et les directeurs des établissements de recherche.

Des entretiens sont organisés deux fois par an entre le Conseil des EPF, représenté par son président, et le propriétaire, représenté par le DEFR et le Département fédéral des finances (DFF).

Les organes de direction du Domaine des EPF

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Fritz Schiesser¹, président (jusque fin avril 2019)
- Beth Krasna^{1,2}, présidente *ad interim* (de mai 2019 à janvier 2020)
- Prof. dr h. c. Barbara Haering², vice-présidente *ad interim* (de mai 2019 à janvier 2020)
- Prof. Joël Mesot¹
- Prof. Martin Vetterli¹
- Prof. Gian-Luca Bona¹
- Kristin Becker van Slooten¹
- Marc Bürki²
- Beatrice Fasana
- Prof. dr sc. nat., dr h. c. mult. Susan Gasser
- Christiane Leister

¹ Membre du comité de gestion

² Membre du comité d'audit

Beth Krasna a quitté la présidence *ad interim* du Conseil des EPF à la fin du mois de janvier 2020. Le professeur Michael O. Hengartner lui a succédé.

Direction de l'ETH Zurich

- Prof. Joël Mesot, président
- Prof. Sarah Springman, rectrice
- Prof. Detlef Günther, vice-président pour la recherche et les relations économiques
- Robert Perich, vice-président pour les finances et le controlling
- Prof. Ulrich Weidmann, vice-président pour le personnel et les ressources

Direction de l'EPFL

- Prof. Martin Vetterli, président
- Prof. Pierre Vanderghenst, vice-président pour l'éducation
- Prof. Andreas Mortensen, vice-président pour la recherche
- Prof. Marc Gruber, vice-président pour l'innovation
- Caroline Kuyper, vice-présidente pour les finances
- Etienne Marclay, vice-président pour les ressources humaines et opérations
- Prof. Edouard Bugnion, vice-président pour les systèmes d'information

Direction du PSI

- Thierry Strässle, directeur *ad interim*³
- Prof. Leonid Rivkin, directeur adjoint
- Prof. Gabriel Aeppli, membre
- Peter Allenspach, membre
- Prof. Andreas Pautz, membre
- Prof. Christian Rüegg, membre
- Prof. Gebhard F. X. Schertler, membre

Direction du WSL

- Prof. Konrad Steffen, directeur
- Christoph Hegg, directeur adjoint
- Anna Hersperger, membre (depuis mai 2019)
- Prof. Rolf Holderegger, membre
- Prof. Andreas Rigling, membre
- Jürg Schweizer, membre
- Prof. Niklaus Zimmermann, membre

Direction de l'Empa

- Prof. Gian-Luca Bona, directeur
- Peter Richner, directeur adjoint
- Brigitte Buchmann, membre
- Prof. Alex Dommann, membre
- Pierangelo Gröning, membre
- Urs Leemann, membre
- Tanja Zimmermann, membre

Direction de l'Eawag

- Prof. Janet Hering, directrice
- Prof. Rik Eggen, directeur adjoint
- Prof. Jukka Jokela, membre
- Prof. Tove Larsen, membre
- Gabriele Mayer, membre
- Prof. Alfred Johny Wüest, membre
- Prof. Christian Zurbrügg, membre

³ En janvier 2019, Thierry Strässle a été nommé directeur *ad interim* du PSI après le départ du directeur sortant fin 2018. Le professeur Christian Rüegg lui succédera à la tête du PSI en avril 2020.

Etat au 31 décembre 2019 (les modifications déjà décidées en 2019 et prenant effet en 2020 sont également mentionnées).

Instance de recours

Commission de recours interne des EPF

La Commission de recours interne des EPF statue sur les recours déposés contre des décisions rendues par des organes des institutions du Domaine des EPF (art. 37, al. 3 de la Loi sur les EPF). Il s'agit d'une autorité judiciaire indépendante, dont le siège est à Berne, qui est rattachée administrativement au Conseil des EPF et qui rend compte à ce dernier (art. 37a de la Loi sur les EPF). Les recours concernent essentiellement la législation sur le personnel et les écoles polytechniques. Les décisions de la Commission de recours interne des EPF peuvent être portées en appel devant le Tribunal administratif fédéral.

- Prof. Hansjörg Peter, président (jusque fin septembre 2019)
- Barbara Gmür Wenger, présidente (dès janvier 2020)
- Esther Tophinke, vice-présidente (jusque fin 2019)
- Consuelo Antille, membre (jusque septembre 2019)
- Prof. Simone Deparis, membre (dès janvier 2020)
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. ém. Rodolphe Schlaepfer, membre (jusque septembre 2019)
- Prof. Thomas Vogel, membre (dès janvier 2020)
- Yolanda Schärli, membre

Soutien au Conseil des EPF

Etat-major du Conseil des EPF

L'état-major du Conseil des EPF soutient le Conseil des EPF dans l'accomplissement de son mandat légal, en particulier en matière de direction stratégique, de surveillance, de promotion de la collaboration au sein du Domaine des EPF et lors des contacts avec les autorités fédérales (art. 26b de la Loi sur les EPF).

Comité directeur

- Michael Käppeli, directeur administratif
- Kurt Baltensperger, sciences
- Gian-Andri Casutt, communication
- Dieter Künzli, finances et personnel
- Monique Weber-Mandrin, service juridique
- Michael Quetting, immobilier
- Barbara Schär, secrétariat du Conseil

Audit interne

Le Conseil des EPF recourt à un service d'audit interne, au sens de l'art. 35a^{ter} de la Loi sur les EPF, qui assure la révision interne pour les institutions du Domaine des EPF.

- Patrick Graber, directeur

Comités d'audit et de gestion

Le comité d'audit assiste le Conseil des EPF dans la surveillance financière et celle de la gestion des risques, du système de contrôle interne et de la révision. En règle générale, il est formé de deux à trois membres «externes» du Conseil des EPF qui sont indépendants de la direction, mais il peut aussi comprendre d'autres personnes disposant d'une voix consultative. Le président du Conseil des EPF, le responsable de l'audit interne et celui du secteur d'état-major finances du Conseil des EPF participent aux séances avec une voix consultative.

Le comité de gestion soutient le Conseil des EPF en particulier dans la préparation et le suivi des réunions, ainsi que dans l'exercice de ses fonctions d'employeur. Il entretient les contacts avec les partenaires sociaux. Il se compose du président du Conseil des EPF (présidence), des présidents des deux EPF, du représentant des établissements de recherche et du délégué des assemblées d'écoles. Le directeur général et, si nécessaire, d'autres collaborateurs de l'état-major du Conseil des EPF participent aux séances du comité de gestion.

Rémunération du Conseil des EPF

L'ancien président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire annuel brut de 289 604 CHF (362 005 CHF pour 100%) et 96 535 CHF pour la période de janvier à avril 2019 (l'employeur a également versé 35 872 CHF de cotisations aux assurances sociales pour cette période). A cela s'est ajoutée une indemnité de représentation de 1666 CHF au pro rata ainsi que 72 402 CHF pour les congés non pris. Le président était assuré par la caisse de pension de la Confédération, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur.

Entre mai et décembre 2019, la présidente ad interim a touché pour son poste à 50% un salaire annuel brut de 181 002 CHF jusqu'en juin 2019 (362 005 CHF pour 100%), 181 365 CHF à partir de juillet (362 729 CHF pour 100%), soit au total 120 850 CHF pour la période de mai à décembre 2019 (l'employeur a également versé 7570 CHF de cotisations pour cette même période).

En 2019, les deux vice-présidentes (ancienne et ad interim) qui sont pas employées par une institution du Domaine des EPF ont perçu chacune une rémunération forfaitaire de 26 000 CHF (au pro rata) pour les périodes de janvier à avril et de mai à décembre.

Les cinq autres membres du Conseil des EPF non employés par une institution du Domaine des EPF ont perçu en 2019 une rémunération forfaitaire de 20 000 CHF. Ils ont également perçu un total de 43 000 CHF pour des dialogues et des réunions du comité d'audit (y compris 6000 CHF d'indemnité forfaitaire pour la présidence du comité d'audit et la vérification des comptes annuels). De plus, leurs frais leur ont été remboursés sur la base de l'Ordonnance du Conseil des EPF du 11 avril 2002 concernant le remboursement des frais dans le Domaine des EPF. Les membres du Conseil des EPF sous contrat de travail avec une institution du Domaine des EPF ne perçoivent pas de rémunération supplémentaire pour leur travail au Conseil des EPF.

Le Conseil des EPF a pris en charge 40% des charges salariales et sociales de l'EPFL (y c. la compensation des frais) pour le poste à 70% de la déléguée des assemblées d'écoles des deux EPF, afin de garantir son indépendance d'une institution.

Contrôle et révision

Système de contrôle interne

Les institutions du Domaine des EPF disposent d'un système de contrôle interne conforme aux règles de la Confédération (SCI, art. 35a^{bis} de la Loi sur les EPF). Le but est de protéger les biens du Domaine des EPF, d'empêcher les erreurs et les irrégularités dans la tenue de la comptabilité ainsi que de garantir la régularité des comptes et l'établissement de rapports fiables. C'est une composante de la révision du Contrôle fédéral des finances (CDF) ou de l'organe de révision qu'il a mandaté. Il met l'accent sur les processus financiers.

Audit interne

L'audit interne assure la révision interne des institutions du Domaine des EPF (art. 35a^{ter}, al. 1 de la Loi sur les EPF et art. 11 de la Loi sur le contrôle des finances). Son personnel est directement subordonné au président du Conseil des EPF et le comité d'audit surveille ses activités. L'audit interne fournit des prestations de contrôle indépendantes et objectives et aide le Domaine des EPF à atteindre ses objectifs. Il assure également la coordination et le suivi de la révision externe du Domaine des EPF.

Organe de révision

Le CDF assume la fonction de révision externe pour le Domaine des EPF (art. 35a^{ter}, al. 3 de la Loi sur les EPF). En 2019, il a révisé les comptes consolidés des deux EPF ainsi que les comptes consolidés du Domaine des EPF et procédé à des révisions intermédiaires. Le CDF effectue la révision des établissements de recherche en collaboration avec l'entreprise PricewaterhouseCoopers (PwC). Le reporting du CDF sur la révision des comptes consolidés du Domaine des EPF englobe un rapport de révision et un rapport complet. Ces rapports sont discutés chaque année au sein du comité d'audit avec des représentants du CDF. En 2019, le CDF a facturé au Conseil des EPF un montant total de 589 626 CHF (dont 369 890 CHF pour la révision de clôture des comptes 2018 et 219 736 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2019).

Politique d'information

Du fait de sa mission légale, le Conseil des EPF joue un rôle charnière entre la science, le milieu politique et la société. Dans son règlement, il s'engage à pratiquer une communication authentique, objective et transparente au profit de la société, à expliquer les décisions du Conseil et à consolider la position et la réputation du Domaine des EPF. La responsabilité en incombe au président. Les principaux instruments de communication sont le rapport d'activité annuel adressé à la Confédération par le Conseil des EPF, le site Internet www.cepf.ch, des travaux de relations publiques ciblés et, selon les cas, la clarification de faits et de positions pertinents, notamment en matière de politique de formation, de recherche et d'innovation.



Beth Krasna

* 1953, Suisse / Américaine
Ingénieure diplômée

Membre du Conseil des EPF depuis 2003 et présidente du Conseil des EPF a. i. (de mai 2019 à janvier 2020). Administratrice indépendante.

Beth Krasna est ingénieure chimiste de l'ETH Zurich et titulaire d'un master en management du *Massachusetts Institute of Technology* (Cambridge, Etats-Unis). Elle est administratrice chez Symbiotics SA ainsi que présidente du conseil d'administration d'Ethos Services SA et de Xsensio SA. B. Krasna est également vice-présidente du conseil de fondation de l'Institut des Hautes Etudes Internationales et du Développement à Genève et membre de l'Académie suisse des sciences techniques.



Barbara Haering

* 1953, Suisse / Canadienne
Prof., dr sc. nat., dr h. c. sc. pol.

Membre du Conseil des EPF et du comité d'audit depuis 2008, vice-présidente du Conseil des EPF a. i. (de mai 2019 à janvier 2020) et présidente du comité d'audit depuis mai 2019. Présidente du conseil d'administration d'econcept AG depuis 2015.

Barbara Haering a étudié les sciences naturelles et obtenu en 1996 un doctorat en aménagement du territoire à l'ETH Zurich. Elle est présidente du conseil d'administration d'econcept AG ainsi que membre du conseil d'administration d'Ernst Schweizer AG. Elle préside le conseil d'orientation stratégique de l'Université de Genève et le conseil de fondation du Centre International de Déménagement Humanitaire de Genève. B. Haering est en outre membre du conseil de fondation du Fonds national suisse (FNS) et membre du conseil d'administration de la Technische Universität de Dresde. Elle est chargée de cours à l'Université de Lausanne.



Joël Mesot

* 1964, Suisse
Prof., dr sc. nat.

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2010. Président de l'ETH Zurich depuis 2019.

Joël Mesot a étudié la physique à l'ETH Zurich et a passé sa thèse en physique des solides en 1992. Il a obtenu le prix Latsis de l'ETH Zurich en 2002 et le prix IBM de la SSP (Société Suisse de Physique) en 1995. Après des séjours en France et aux Etats-Unis, il est arrivé à l'ETH Zurich et au PSI, où il a dirigé le Laboratoire LNS dès 2004. Il a été directeur du PSI de 2008 à 2018. J. Mesot représente l'ETH Zurich au sein de plusieurs organes consultatifs suisses et internationaux. Il est notamment membre de l'organe consultatif «Transformation numérique» du Conseil fédéral, du conseil de fondation du Parc d'innovation suisse et du sénat de la *Helmholtz-Gemeinschaft*.

› Markus Bertschi / ETH Zurich



Kristin Becker van Slooten

* 1962, Suisse / Allemande
Dr

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2017, déléguée des assemblées d'école de l'ETH Zurich et de l'EPFL au Conseil des EPF. Cheffe de projet pour l'égalité à l'EPFL depuis 2017. Maître d'enseignement et de recherche (MER).

Spécialiste des sciences de l'environnement, Kristin Becker van Slooten a étudié la biologie à l'Université de Genève et a effectué son doctorat en chimie environnementale et écotoxicologie à l'EPFL. De 1995 à 2002, elle a été collaboratrice scientifique au laboratoire de chimie environnementale et d'écotoxicologie, où elle a dirigé à partir de 2002 le groupe de recherche en écotoxicologie expérimentale, et obtenu en 2005 le titre de MER. De 2006 à 2016, elle a été adjointe du président et du secrétaire général de l'EPFL. Depuis 2017, K. Becker est cheffe de projet pour l'égalité à l'EPFL et représente, en tant que déléguée, les assemblées d'école de l'ETH Zurich et de l'EPFL au Conseil des EPF, comme elle l'a déjà fait de 2004 à 2006.



Marc Bürki

* 1961, Suisse
Ingénieur diplômé en génie électrique

Membre du Conseil des EPF depuis 2017 et du comité d'audit depuis 2018. CEO de Swissquote Holding SA depuis 1999 et de Swissquote Bank SA depuis 2002.

Marc Bürki est titulaire d'un diplôme d'ingénieur en génie électrique de l'EPFL. Après de premières expériences professionnelles auprès de l'Agence spatiale européenne aux Pays-Bas, il a créé en 1990 à Gland l'entreprise Marvel Communications S.A., qui était spécialisée dans le développement de logiciels d'information financière. En 1999 est née la Swissquote Group Holding SA, spécialisée dans le trading en ligne, qui a fait son entrée en bourse en 2000. Swissquote Bank SA a obtenu une licence bancaire en 2001. M. Bürki est le CEO de ces deux sociétés.

› Swissquote



Beatrice Fasana

* 1969, Suisse
Ingénieure diplômée en sciences alimentaires

Membre du Conseil des EPF depuis 2012. Managing Director de Sandro Vanini SA depuis 2013.

Beatrice Fasana a étudié les sciences alimentaires à l'ETH Zurich. Après un stage au *Nestlé Research and Development Center* de New Milford, Connecticut, Etats-Unis, elle a occupé diverses fonctions de direction auprès de grands fabricants de produits alimentaires en Suisse. Elle a été notamment responsable du centre de profit *Chewing Gum* de Chocolat Frey et directrice marketing de Coca-Cola. Jusqu'à fin 2012, elle a dirigé sa propre entreprise, BeFood Consulting SA. Depuis 2013, elle occupe le poste de Managing Director chez Sandro Vanini SA, une entreprise du groupe Haecky. B. Fasana est également membre du Conseil et présidente de la Commission administrative de la Haute école spécialisée de la Suisse italienne SUPSI (Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana) ainsi qu'administratrice de la banque Raiffeisen del Basso Mendrisiotto depuis 2018.



Martin Vetterli

* 1957, Suisse

Prof., dr ès sc., ingénieur diplômé en génie électrique

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2017. Président de l'EPFL depuis 2017.

Martin Vetterli a terminé ses études à l'ETH Zurich en tant qu'ingénieur diplômé en génie électrique, a obtenu ensuite un Master of Science à la Stanford University puis a passé son doctorat à l'EPFL. Après avoir occupé des chaires à la Columbia University, New York, et à l'University of California, Berkeley, il est revenu en 1995 à l'EPFL au poste de professeur ordinaire en systèmes de communication. De 2000 à 2003, il a été membre du Conseil suisse de la science et de la technologie (CSST). De 2004 à 2011, Martin Vetterli a été vice-président de l'EPFL et, de 2011 à 2012, doyen de la Faculté Informatique et Communications. De 2013 à fin 2016, il a été président du Conseil de la recherche du Fonds national suisse (FNS). > Nik Hunger/EPFL



Susan Gasser

* 1955, Suisse

Prof., dr sc. nat., dr. h. c. mult.

Membre du Conseil des EPF depuis 2018. Directrice de l'Institut de recherche biomédicale Friedrich Miescher (2004–2019). Professeure de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005.

Susan Gasser a étudié la biologie et la biophysique à l'University of Chicago et a présenté sa thèse de doctorat à l'Université de Bâle. A partir de 1986, elle a travaillé comme responsable de groupe à l'Institut suisse de recherche expérimentale sur le cancer (ISREC) de l'EPFL, avant d'être nommée professeure ordinaire à l'Université de Genève en 2001. Elle a occupé le poste de directrice de l'Institut de recherche biomédicale Friedrich Miescher (FMI) de novembre 2004 jusqu'à mars 2019. Elle est professeure ordinaire de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005. Depuis mars 2019, elle dirige son groupe de recherche au FMI. S. Gasser est membre du conseil scientifique de l'Institut Max-Planck de chimie biophysique, du Francis Crick Institute à Londres et du Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL) de Heidelberg. Elle préside en outre la commission du Fonds national suisse (FNS) pour l'égalité des chances. > Nestlé Nutrition Council



Gian-Luca Bona

* 1957, Suisse

Prof., dr sc. nat.

Membre du Conseil des EPF depuis 2019. Représentant des établissements de recherche au Conseil des EPF. Directeur de l'Empa et professeur à l'ETH Zurich et à l'EPFL depuis 2009.

Gian-Luca Bona a étudié la physique à l'ETH Zurich où il a obtenu son doctorat en 1987. Il a débuté sa carrière chez IBM, d'abord au laboratoire de recherche à Zurich, puis au centre de recherche IBM Almaden à San José, où il a dirigé le secteur Science & Technology de 2004 à 2008. Puis, de 2008 à 2009, il a pris la tête des Tape Storage Solutions chez IBM à Tucson, en charge de la recherche et du développement de produits de stockage sur bande magnétique. G.-L. Bona est notamment membre du conseil de fondation du Technopark Zurich et du parc d'innovation de Zurich. Il siège également aux conseils d'administration de Comet SA et du groupe Bobst SA, ainsi qu'au conseil de l'Institut fédéral pour la recherche et les essais des matériaux (BAM) de Berlin et au conseil scientifique du Centre suisse d'électronique et de microtechnique (CSEM). > Empa



Christiane Leister

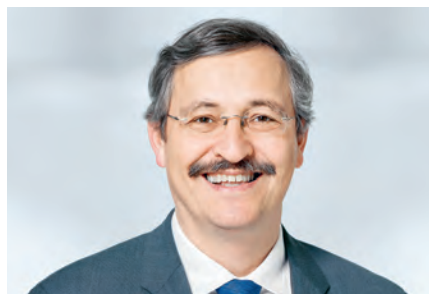
* 1955, Suisse/Allemande

Economiste dipl.

Membre du Conseil des EPF depuis 2017. Propriétaire du groupe Leister depuis 1993 et présidente de son conseil d'administration.

Au terme de ses études d'économie à l'Université Christian-Albrecht de Kiel, Christiane Leister a entamé sa carrière chez Jungheinrich (chariots de manutention et systèmes d'entreposage). Elle a ensuite dirigé les départements du controlling et des finances des sociétés Vereinigte Papierwerke AG et Milupa AG. A partir de 1989, elle a exercé des missions stratégiques et opérationnelles au sein de l'entreprise familiale Leister. Depuis 1993, C. Leister est propriétaire de l'entreprise Leister, dont elle a assuré la direction opérationnelle jusqu'en 2014; elle a réalisé la diversification de l'entreprise par les nouvelles technologies et l'a développée à l'international pour en faire le groupe Leister.

> Leister AG



Nouveau président du Conseil des EPF: Michael O. Hengartner

Le 4 septembre 2019, le Conseil fédéral a élu Michael O. Hengartner (* 1966) nouveau président du Conseil des EPF. Il est entré en fonctions le 1^{er} février 2020.

Michael O. Hengartner est l'ancien recteur de l'Université de Zurich (UZH), qu'il a dirigée de février 2014 à janvier 2020. Il a également présidé *swissuniversities* de 2016 jusqu'à sa démission de son poste de recteur à l'UZH. Michael O. Hengartner a la double nationalité suisse et canadienne. Il a grandi à Québec et y a étudié la biochimie à l'Université de Laval. En 1994, il a obtenu son doctorat au *Massachusetts Institute of Technology* dans le laboratoire du lauréat du prix Nobel H. Robert Horvitz. Il a ensuite dirigé un groupe de recherche aux Etats-Unis, au *Cold Spring Harbor Laboratory*, jusqu'en 2001. Cette même année, il a été nommé professeur titulaire de la chaire Ernst Hadorn, alors nouvellement créée à l'Institut de biologie moléculaire de l'Université de Zurich. De 2009 à 2014, il a été doyen de la Faculté de mathématiques et de sciences naturelles de l'alma mater zurichoise.

Michael O. Hengartner a obtenu son Executive MBA à l'IMD Lausanne. Ses travaux de recherche particulièrement innovants sur la base moléculaire de l'apoptose ont plusieurs fois été récompensés, notamment par le Prix Latsis national suisse en 2006. En 2010, il a reçu le prix de l'innovation pédagogique de l'Université de Zurich (*Credit Suisse Award for Best Teaching*). En 2016, Michael O. Hengartner a été nommé docteur honoris causa de Sorbonne Université. Le recteur de l'UZH a été distingué pour ses travaux de recherche en biologie moléculaire et pour les services rendus à la société. > UZH

Vous trouverez une synthèse complète des liens d'intérêts des membres du Conseil des EPF sur www.cepf.ch/liensdinterets.

Personnel élu

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 4 septembre 2019, le Conseil fédéral a nommé, sur proposition de Guy Parmelin, chef du DEFR, le prof. Michael O. Hengartner à la présidence du Conseil des EPF. Agé de 53 ans, le nouveau président succède à Fritz Schiesser qui a quitté ses fonctions fin avril 2019. Michael O. Hengartner est l'ancien recteur de l'Université de Zurich (UZH), qu'il a dirigée de février 2014 à janvier 2020. Il est entré en fonction le 1^{er} février 2020.

Il a également présidé swissuniversities de 2016 jusqu'à sa démission de son poste de recteur UZH. Michael O. Hengartner a la double nationalité suisse et canadienne. Il a grandi à Québec et y a étudié la biochimie à l'Université de Laval. En 1994, il a obtenu son doctorat au Massachusetts Institute of Technology dans le laboratoire du lauréat du prix Nobel H. Robert Horvitz. Il a ensuite dirigé un groupe de recherche aux Etats-Unis, au Cold Spring Harbor Laboratory, jusqu'en 2001. Cette même année, il a été nommé professeur titulaire de la chaire Ernst Hadorn nouvellement créée à l'Institut de biologie moléculaire de l'UZH. De 2009 à 2014, il a été doyen de la Faculté de mathématiques et de sciences naturelles de l'alma mater zurichoise (cf. p. 43).

Elue par le Conseil fédéral le 8 mars 2019, Beth Krasna a présidé le Conseil des EPF ad interim. Membre du Conseil des EPF depuis plusieurs années, B. Krasna était à ce moment-là vice-présidente du Conseil des EPF et présidente du comité d'audit.

Le 27 novembre 2019, le Conseil fédéral a élu le prof. Christian Rüegg nouveau directeur du PSI pour quatre ans. C. Rüegg entrera en fonction le 1^{er} avril 2020. Il succède au prof. Joel Mesot, qui a pris la présidence de l'ETH Zurich le 1^{er} janvier 2019. Thierry Strässle, ancien chef de l'état-major du PSI, a dirigé le PSI a. i. jusqu'à cette date.

Agé de 43 ans, C. Rüegg vient du canton d'Argovie, a étudié la physique à l'ETH Zurich et a passé son doctorat en 2005 au Laboratoire de diffusion neutronique (LNS) de l'ETH Zurich et du PSI. De 2005 à 2011, il a exercé au London Centre for Nanotechnology de l'University College London (UCL). Il a été Royal Society University Research Fellow, assistant et associate professor à l'UCL. De 2011 à 2016, il a dirigé le Laboratoire de diffusion neutronique et d'imagerie du PSI dans le do-

main de recherche Neutrons et muons. Depuis 2017, il dirige le domaine de recherche et, depuis mai 2018, il est membre de la direction du PSI. Il est professeur à l'Université de Genève depuis 2012. C. Rüegg est physicien de l'état solide et travaille sur les phénomènes quantiques du magnétisme. Il a reçu plusieurs prix scientifiques prestigieux pour ses travaux, dont le Lewy-Bertaut Prize, le Nicolas Kurze European Science Prize et un ERC Grant.

Le 27 novembre 2019, le Conseil fédéral a également prolongé le mandat du prof. Konrad Steffen d'un an en tant que directeur du WSL.

Personnel élu par le Conseil des EPF

Election à la direction du WSL

Le Conseil des EPF a élu Anna M. Hersperger nouveau membre de la direction du WSL à compter du 1^{er} juin 2019. Originaire du canton de Lucerne, Anna M. Hersperger a suivi des études de génie rural et de métrologie à l'ETH Zurich et obtenu son doctorat en 2000 à l'Université de Harvard avec un diplôme conjoint en écologie et architecture du paysage.

Elections de renouvellement de la Commission de recours interne des EPF

Dans le cadre des élections de renouvellement de la Commission de recours interne des EPF qui ont lieu tous les quatre ans, le Conseil des EPF a élu ou réélu une présidente et quatre membres de la Commission de recours interne des EPF au 1^{er} janvier 2020. Barbara Wenger Gmür, avocate, a succédé au professeur Hans-Jörg Peter qui a présidé la Commission durant huit ans. Le poste de vice-présidente ou vice-président à partir de 2020 est encore vacant. Le Conseil des EPF remercie le président sortant, la vice-présidente sortante et les deux membres sortants de la Commission de recours interne pour leur grand engagement au cours des dernières années.

Professeurs élus

Les questions relatives à la nomination des professeurs sont abordées à droite, p. 45.

Professeurs élus

Nomination du corps professoral

En 2019, le Conseil des EPF a traité 152 propositions concernant le professorat. Il a procédé à un total de 92 nominations au niveau du professorat, dont 68 de nouvelles personnes et 24 de promotions internes. Au total, 15 femmes et 44 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich; 14 femmes et 19 hommes dans celui de l'EPFL

Sur les 34 nominations de professeures et professeurs ordinaires, 16 étaient des promotions de professeurs associés. Sur les 19 nominations de professeurs associés, 8 étaient des promotions de professeurs assistants.

En 2019, les nominations féminines représentaient 32% des nominations de nouvelles personnes.

En 2019, le Conseil des EPF a nommé une professeure affiliée. Les professeurs affiliés exercent leur activité principale dans une institution de recherche suisse ou étrangère et travaillent également au sein d'une des deux EPF à un taux d'occupation réduit. Ils ont un statut de professeurs ordinaires et sont comptés dans les statistiques comme tels.

Le Conseil des EPF a également décerné le titre de professeure ou de professeur titulaire à 3 chercheuses et à 9 chercheurs.

Retraites et démissions

En 2019, le Conseil des EPF a pris connaissance de 12 départs à la retraite: 7 à l'ETH Zurich et 5 à l'EPFL. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 10 départs pour d'autres motifs.

Nominations

92

professeurs, dont 15 femmes et 44 hommes à l'ETH Zurich, et 14 femmes et 19 hommes à l'EPFL

Proportion de femmes

32%

dans les nominations de nouvelles personnes

Ces 92 nominations se répartissent de la manière suivante:

Professeurs ordinaires*

34

dont 11 femmes

Professeurs associés

19

dont 3 femmes

Professeurs assistants avec tenure track

29

dont 14 femmes

Professeurs assistants sans tenure track

10

dont 1 femme

* dont 1 professeure affiliée

Situation et gestion des risques

Organe de direction et de surveillance, le Conseil des EPF définit la politique de risque du Domaine des EPF. Il a déterminé différents objectifs pour les deux EPF et les établissements de recherche. Il s'agit de garantir d'une part que les missions pourront être remplies de façon efficace, économique et prévoyante, tout en préservant l'esprit d'innovation et la qualité du fonctionnement. Et d'assurer d'autre part la sécurité des personnes, des objets et des autres biens le mieux possible. Les institutions du Domaine des EPF doivent être pilotées sur la base d'informations complètes, transparentes et récentes. Il est aussi nécessaire de sensibiliser les étudiants et les collaborateurs aux différents risques et de préserver la bonne réputation du Domaine des EPF.

Toutes les institutions du Domaine des EPF ont leur propre processus de gestion des risques qui identifie et évalue les risques individuels et inclut des stratégies pour y faire face ainsi qu'un controlling adéquat. Dans chaque institution, un gestionnaire des risques et/ou un comité des risques coordonne les activités dans le cadre de la gestion des risques et pilote le processus afférent. Chaque institution tient son propre catalogue des risques qui décrit en détail les risques identifiés et les évalue sur la base de leur probabilité de survenance et leur potentiel impact financier. La répercussion possible du risque sur la réputation est également prise en compte. Les catalogues des risques sont actualisés au moins une fois par an.

Dans le cadre de leur rapport annuel au Conseil des EPF, les institutions présentent les risques de base auxquels elles sont exposées (nature, étendue, impacts possibles). Les risques de base sont ceux qui ont des incidences financières potentiellement élevées et une probabilité de survenance supérieure à la moyenne. Ils compromettent directement la bonne exécution des missions légales des institutions. Le signalement des risques de base est ensuite transmis au département responsable du Domaine des EPF. Les institutions doivent informer immédiatement le Conseil des EPF de toute évolution exceptionnelle dans les risques ou de tout dommage. Le profil individuel, l'orientation spécifique et la taille de chaque institution se reflètent dans son catalogue des risques. Les deux hautes écoles ne sont donc pas exposées aux mêmes risques de base que les quatre établissements de recherche et l'évaluation d'un même risque peut varier.

Outre la violence/menace à l'encontre de personnes et la cybersécurité, les incertitudes en matière d'évolution du financement ainsi que les répercussions d'un environnement politique et juridique inhibitif (rapports flous entre la Suisse et l'UE) constituent deux des principaux risques de base du Domaine des EPF. L'alourdissement des exigences, le manque de vision d'ensemble sur les engagements financiers à long terme et sur leurs conséquences ainsi que la perte de maîtrise et de contrôle du fait de la création de structures externes représentent d'autres risques de base; tout comme les dysfonctionnements/irrégularités au niveau des ressources humaines et l'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques.

Malgré une gestion attentive des risques, on ne peut exclure qu'une institution soit affectée par un événement dommageable qui l'empêche d'accomplir ses missions telles que définies par la loi. Dans ce cas et après consultation de l'AFF, le Conseil des EPF demanderait au DEFR, à l'attention du Conseil fédéral, d'ajuster les objectifs stratégiques ou d'augmenter la contribution financière de la Confédération, d'après l'art. 30, al. 2 de l'Ordonnance sur les finances et la comptabilité du Domaine des EPF.

Les polices d'assurance souscrites par les institutions ont une grande importance. Les institutions doivent s'assurer, subsidiairement à d'autres mesures, contre d'éventuels dommages, dès lors qu'ils peuvent être assurés et que leur couverture peut être financée. Chaque institution est responsable de sa souscription à des assurances et de la gestion de son portefeuille d'assurances. Elle doit prendre en compte sa situation individuelle en termes de risques, rechercher un rapport coûts-utilité proportionné et respecter les dispositions sur les marchés publics de la Confédération. Les assurances doivent satisfaire à la norme usuelle sur le marché suisse des assurances et être conclues auprès d'une compagnie d'assurance autorisée en Suisse. Les institutions ont conclu des assurances responsabilité civile d'entreprise ainsi que de plus petites assurances pour des risques spécifiques. En revanche, les biens immobiliers appartenant à la Confédération ne sont pas assurés car cette dernière suit la stratégie du propre assureur.

OBJECTIFS STRATÉGIQUES

Enseignement <small>Objectif 1</small>	48
Recherche <small>Objectif 2</small>	51
Infrastructures de recherche <small>Objectif 3</small>	54
Transfert de savoir et de technologie <small>Objectif 4</small>	57
Coopération et coordination nationales <small>Objectif 5</small>	60
Positionnement et coopération sur le plan international <small>Objectif 6</small>	63
Rôle dans la société et services nationaux <small>Objectif 7</small>	66
Sources de financement et utilisation des ressources <small>Objectif 8</small>	69
Gestion immobilière <small>Objectif 9</small>	73
Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique <small>Objectif 10</small>	78

Les détails des objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF sont disponibles sur le site Internet du SEFRI www.sefri.admin.ch sous la rubrique Hautes écoles / Hautes écoles fédérales.

Objectif stratégique

ENSEIGNEMENT

Les EPF continuent d'attirer un nombre croissant d'étudiants et de doctorants. En 2019, ils étaient 33 642 à être inscrits à l'ETH Zurich ou à l'EPFL. Le contenu des cours proposés par les institutions est développé et adapté de manière continue. L'introduction d'un master conjoint en cybersécurité par les deux EPF était d'ailleurs l'un des points forts de l'année 2019.

Excellence de la formation axée sur la recherche et orientée vers les compétences

Le Domaine des EPF est très attractif pour les étudiants et doctorants de Suisse et de l'étranger. En 2019, ils étaient 22 193 à être inscrits dans un cursus à l'ETH Zurich et 11 449 à l'EPFL, soit respectivement 3,7% et 2,8% de plus qu'en 2018. Le nombre de doctorants est resté stable alors que le nombre d'étudiants aux niveaux bachelor et master a augmenté dans les deux EPF. A nouveau, les filières en Informatique et technologies de la communication enregistrent la plus forte croissance, et cela dans les deux EPF (+12,8% à l'ETH Zurich et +7,7% à l'EPFL). Il est réjouissant de constater que le pourcentage de femmes a augmenté aux niveaux bachelor, master et doctorat. Même si cette augmentation est relativement faible, elle est constante depuis plusieurs années déjà (31,7% en 2019, 31,3% en 2018 et 30,6% en 2017). L'augmentation des étudiants et des doctorants de nationalité étrangère est une preuve d'attractivité du Domaine des EPF au niveau international. Les étudiants et doctorants de nationalité étrangère représentaient en 2019 47,5% de l'effectif total (46,6% en 2018). A noter que leur proportion

était nettement plus élevée au sein des doctorants qu'au sein des étudiants en master, et surtout des étudiants en bachelor, dont 68,1% étaient d'origine suisse (cf. tableau de monitoring et rapport sur les prestations académiques, p. 84 ss pour les chiffres détaillés concernant les étudiants et doctorants).

Les deux EPF adaptent continuellement leurs programmes d'études dans leur contenu et leur forme, en fonction des domaines d'activité d'importance stratégique et des besoins de la société. Par exemple, l'ETH Zurich a révisé de manière fondamentale sa filière de bachelor en génie géospatial en 2019, afin, entre autres, de renforcer les compétences interdisciplinaires requises dans ce domaine. De son côté, l'EPFL, après l'introduction de la pensée computationnelle dans toutes les filières en première année de bachelor en 2018, a travaillé l'offre de cours en intelligence artificielle en deuxième et troisième année de bachelor, ainsi qu'au niveau master, en tenant compte des particularités de chaque filière. Afin de répondre au besoin croissant de notre société en spécialistes en sécurité informatique, l'ETH Zurich et l'EPFL ont lancé conjointement une filière de master en cybersécurité (cf. p. 22). Au semestre d'automne 2019, ils étaient 34 étudiants de l'EPFL à être inscrits à ce cursus, et 16 étudiants de l'ETH Zurich. L'ETH Zurich a également lancé une nouvelle filière de master en génie quantique, qui a attiré 25 étudiants pour son premier semestre d'existence. La filière de master en robotique, lancée par l'EPFL en 2018, a attiré, quant à elle, 115 nouveaux étudiants en 2019. Les masters en Data Science proposés par l'ETH Zurich et l'EPFL depuis 2017 continuent d'avoir beaucoup de succès et ont compté environ 180 nouveaux étudiants dans les deux EPF en 2019 (soit une trentaine de plus qu'en 2018). La filière de bachelor en médecine humaine est offerte à l'ETH Zurich depuis 2017 et comptait durant l'année un total de 286 étudiants. A noter que les nouvelles inscriptions en bache-

lor de médecine humaine sont limitées à 100 par année. Finalement, la première volée des étudiants de master en humanités digitales à l'EPFL a été diplômée en 2019.

Le corps enseignant du PSI, du WSL, de l'Empa et de l'Eawag dispense des cours, des séminaires, des travaux pratiques et autres formations dans différentes disciplines. En 2019, ceci représentait 18 717 heures d'enseignement dans une haute école suisse ou étrangère (cf. fig. 13, p. 90). De plus, les établissements de recherche ont encadré 639 travaux de bachelor et de master, ainsi que 837 doctorats. Plus d'une centaine de scientifiques des établissements de recherche sont d'ailleurs professeurs assistants, associés, ordinaires ou titulaires dans une des EPF ou dans une autre haute école universitaire en Suisse. Dix nouvelles nominations ou titularisations de chercheurs travaillant dans un établissement de recherche ont d'ailleurs ponctué 2019, soit six au PSI, deux au WSL, une à l'Empa et une à l'Eawag.

Les institutions du Domaine des EPF proposent un certain nombre de cours et d'activités encourageant le dialogue entre les disciplines MINT et les sciences sociales et humaines. Le programme *Science in Perspective* de l'ETH Zurich propose, par exemple, de nouvelles perspectives et une réflexion critique sur les sciences naturelles et l'ingénierie. C'est dans le cadre de ce programme qu'a eu lieu en 2019 un symposium sur la science, la technologie et les politiques publiques. Le thème choisi visait à mettre en évidence le rôle des hautes écoles universitaires techniques, telles que l'ETH Zurich et l'EPFL, dans le soutien aux décideurs dans l'élaboration des politiques publiques au niveau national ou international, ainsi que dans la formation

de la prochaine génération de spécialistes qui pourra répondre aux enjeux sociétaux d'envergure. Chaque année, l'ETH Zurich organise également l'événement *ETH Week*, qui fait partie intégrante de son initiative *Critical Thinking* (pensée critique). La cinquième édition a permis à plus de 200 étudiants de se pencher de manière interdisciplinaire sur le thème «repenser la mobilité». Les *Discovery Learning Laboratories* de l'EPFL donnent la possibilité aux étudiants de participer à des projets interdisciplinaires, dont certains sont liés à des thématiques de société actuelles et de participer à des concours internationaux. L'école d'été du WSL qui avait pour thème *Land-System Science* constitue également un exemple notable d'approche pédagogique multidisciplinaire. Coorganisée avec l'Université de Berne, l'école d'été de 2019 a attiré 28 doctorants et postdoctorants venant non seulement du monde entier mais également de disciplines très diverses. L'objectif était de permettre aux participants de développer une vision intégrée des thématiques liées à l'utilisation et la gestion du paysage, afin de pouvoir transmettre au mieux leurs découvertes scientifiques au monde professionnel. De son côté, et en collaboration avec l'EPFL, l'Eawag a proposé, pour la 3^e année consécutive, quatre MOOC sur le thème de l'assainissement, de l'eau et des déchets solides pour le développement.

Innovations et assurance-qualité dans l'enseignement

Le monde académique, qui forme les spécialistes de demain, se trouve directement affecté par les changements qui touchent le monde du travail avec l'apparition de nouvelles technologies et de la numérisation croissante de la société. L'impact de la numérisation sur l'enseignement supérieur et sur la promotion des talents était d'ailleurs le thème choisi pour le *Times*

L'EPFL est un lieu bouillonnant de vie: avec plus de 120 nationalités représentées, le campus lausannois est l'un des plus ouverts sur le monde.

› Alain Herzog/EPFL



Higher Education World Academic Summit, événement accueilli par l'ETH Zurich en septembre 2019 (cf. p. 18). Pour faire face à ces changements, les institutions du Domaine des EPF promeuvent et développent des formes novatrices d'enseignement. Les projets du centre LEARN de l'EPFL, qui a pour mission la recherche translationnelle en sciences de l'éducation, ont commencé à prendre forme. L'objectif du centre est de pouvoir s'appuyer sur une approche scientifique pour développer de nouvelles méthodes d'enseignement. L'EPFL a également lancé le fonds DRIL (*Digital Resources for Instruction and Learning*) en 2018, dans le but de soutenir le corps enseignant dans la création de ressources numériques pour l'éducation. Un MOOC sur la pensée computationnelle et des cahiers numériques programmables (*Jupyter Notebooks*, une application web en *open source*) ont pu voir le jour en 2019 grâce à ce fonds.

La qualité de l'enseignement est assurée en procédant à des évaluations et accréditations régulières. Les résultats d'évaluations sont intégrés dans l'optimisation de l'enseignement. Par exemple, une nouvelle procédure a été mise en place par l'EPFL pour obtenir de manière systématique le feedback des étudiants et des *alumni* sur les programmes d'étude. De même, l'EPFL a révisé ses directives concernant l'évaluation de l'enseignement. De son côté, l'ETH Zurich a lancé le projet *Redefine Master Admission*. Entre autres, l'une des intentions de ce projet vise à reformuler les objectifs de l'ETH Zurich en matière d'admission des étudiants en master. La supervision des étudiants et des doctorants ainsi que leur satisfaction sont également une priorité pour les institutions du Domaine des EPF. En janvier 2019, l'ETH Zurich a organisé un symposium international sur le thème de la supervision des doctorants, attirant 340 membres de l'ETH Zurich et 40 invités d'autres hautes écoles universitaires. La direction de l'ETH Zurich a décidé de lancer des mesures destinées à développer le doctorat, en mettant l'accent sur l'amélioration de la supervision. De manière similaire, le WSL a rédigé de nouvelles directives pour les doctorants et leurs superviseurs, incluant des recommandations pour assurer une supervision de qualité. Dans le cadre de la professionnalisation de la supervision des doctorants, le PSI a introduit des cours de formation obligatoires pour les scientifiques ayant une fonction de supervision. Par ailleurs, l'Empa a adopté un règlement interne détaillé sur le développement et l'encadrement des doctorants, qui améliore encore la qualité de la formation.

Afin de déterminer la satisfaction de leurs étudiants ou de leurs doctorants et postdoctorants, des institutions du Domaine ont également lancé des sondages en 2019. Finalement, les EPF ont mis en place des mesures de soutien destinées à atténuer les effets de l'augmentation des taxes d'études.

Par exemple, l'ETH Zurich a décidé d'augmenter le montant des bourses qu'elle accorde aux étudiants qui reçoivent des bourses d'études cantonales. L'EPFL a décidé quant à elle de dédier les montants relatifs à l'augmentation des taxes à des mesures pour l'enseignement ainsi qu'à des aides sociales.

Encouragement de la mobilité nationale et internationale

La mobilité des étudiants est encouragée afin d'ouvrir leur horizon et de promouvoir les échanges d'idées et d'expériences ainsi que les échanges linguistiques. Au semestre de printemps 2019, ce sont 180 étudiants de l'ETH Zurich qui ont fait un séjour dans une autre haute école universitaire en Suisse ou à l'étranger. Au semestre d'automne, ils étaient 202. A l'EPFL, 392 étudiants ont fait un échange dans une autre haute école universitaire au semestre de printemps et 437 au semestre d'automne. Ces chiffres ne comprennent pas la centaine d'étudiants qui effectuent leur projet de master dans une autre institution. Nombreux sont également les étudiants de mobilité qui viennent d'une autre haute école suisse ou étrangère à l'ETH Zurich ou l'EPFL. Sur l'année 2019, 467 étudiants de mobilité ont suivi des cours à l'ETH Zurich aux niveaux bachelor et master, et 593 à l'EPFL (cf. fig. 7, p. 87).

La mobilité au sein du Domaine des EPF est encouragée au travers de différentes actions. Sept écoles d'été ont par exemple été organisées en 2019 de manière conjointe par des doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL. Un certain nombre d'étudiants de l'EPFL font également un semestre ou leur projet de master à l'ETH Zurich, et vice-versa. L'introduction du master en cybersécurité au cours de l'année a renforcé la mobilité des étudiants, étant donné que le programme prévoit au moins un semestre d'échange entre les deux EPF. Au niveau européen, des contrats d'échange ont été établis entre les EPF et leurs partenaires européens les plus importants.

Objectif stratégique

RECHERCHE

De nombreux travaux de recherche remarquables dans des domaines variés ont ponctué l'année 2019. Le domaine des sciences computationnelles et de l'informatique a été renforcé dans les deux EPF et cinq des sept chaires additionnelles prévues dans le cadre du plan d'action pour le numérique sont désormais attribuées.

Position de leader au niveau international dans la recherche

Le Domaine des EPF a mené de nombreuses activités de recherche en 2019, dont une grande partie en collaboration avec d'autres institutions nationales ou internationales. Dans le domaine des neuroprothèses, des chercheurs de l'EPFL ont développé, avec des collègues italiens, une prothèse de main robotique de nouvelle génération permettant de recréer les sensations et la sensibilité du toucher chez le patient amputé. Similairement, l'ETH Zurich, avec une équipe de chercheurs internationale, a développé une prothèse de jambe bionique qui fournit un neurofeedback au patient lui facilitant ainsi grandement le mouvement de sa jambe. En collaboration avec des partenaires suisses, néerlandais, israéliens et anglais, des chercheurs de l'Empa ont, quant à eux, réussi à créer un pont moléculaire pour électrons ayant une stabilité mécanique et électronique inédite. Il s'agit d'une avancée importante dans la miniaturisation des circuits électroniques visant à la création future d'appareils électroniques à l'échelle nanométrique. Citons également les recherches du PSI et de l'ETH Zurich qui ont permis de développer un nouveau matériau dont la mémoire de forme est activée par mag-

nétisme. Une fois qu'une forme donnée lui a été imprimée, il la conserve lorsqu'il se trouve dans un champ magnétique, le rendant particulièrement intéressant en médecine, en navigation spatiale, en électronique ou encore en robotique.

D'autres recherches d'importance permettent de mettre au point ou d'améliorer des méthodes existantes. Par exemple, des chercheurs de l'ETH Zurich ont réussi à améliorer la méthode CRISPR/Cas et peuvent désormais modifier simultanément des dizaines, voire des centaines de gènes dans une cellule donnée, et donc modifier des réseaux entiers de gènes en une seule étape. Ceci est notamment utile dans la recherche sur la reprogrammation des cellules ou dans l'étude de troubles génétiques complexes.

La biodiversité, le changement climatique et les énergies renouvelables constituent également des recherches d'importance dans le Domaine des EPF. Après l'été 2018, extrêmement chaud et sec, des chercheurs du WSL ont entamé différentes recherches pour comprendre les conséquences de cette situation extrême sur les forêts et le régime hydrologique. Les premiers résultats ont été publiés en 2019. Des scientifiques de l'Eawag ont, de 2013 à 2018, procédé à des pêches de recensement dans des centaines de rivières et ruisseaux suisses pendant les mois de septembre et d'octobre, afin de caractériser la biodiversité des poissons avec précision. Ce projet, abouti en 2019, livre de nouvelles bases pour la protection de la diversité écologique et génétique des poissons. Des chercheurs du PSI et du WSL, avec environ 600 chercheurs de 19 pays, participent à l'expédition polaire internationale MOSAiC (*Multidisciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate*) afin de comprendre l'influence du climat arctique sur le climat. Comme exemples de travaux de recherche liés aux énergies renouvelables peuvent être cités ceux de chercheurs de l'EPFL qui ont

réussi à concentrer et à transformer la lumière du soleil en énergie chimique, mettant ainsi au point un système pour produire de larges quantités d'hydrogène propre, qui est une source d'énergie alternative. A l'ETH Zurich, des chercheurs ont développé une technologie de production d'un carburant neutre en CO₂ à partir d'air et la lumière du soleil (cf. p. 18). Des chercheurs du SLF et de l'EPFL ont, quant à eux, étudié la possibilité de produire davantage d'énergie électrique, en particulier en hiver, en installant des systèmes photovoltaïques dans les hautes montagnes plutôt que dans les régions centrales. L'Empa a lancé avec 20 partenaires européens le consortium SUNRISE (*Solar Energy for Recycling*), avec l'objectif de développer des alternatives durables à la production de combustibles fossiles et de produits de base dans l'industrie chimique. D'autres travaux de recherche d'importance qui se sont déroulés ou qui ont abouti en 2019 sont décrits plus en détail au chapitre «La science en marche» (cf. p. 11 ss).

L'excellence des chercheurs du Domaine des EPF s'illustre aussi par les nombreuses distinctions et bourses de recherche qu'ils ont reçues. Parmi elles le Prix scientifique suisse Marcel Benoist remis à la professeure Nicola Spaldin de l'ETH Zurich et le Prix Sanofi-Institut Pasteur International Junior, reçu par la Professeure Andrea Ablasser de l'EPFL. Les autres prix décernés sont, entre autres, le Prix Latsis national, le Prix scientifique européen Körber, le Prix Rolex à l'esprit d'entreprise, le Prix d'architecture contemporaine de l'Union européenne, le Prix *Young Experimental Physicist* de la Société européenne de physique et le Prix Sandmeyer de la Société Suisse de Chimie.

Le Domaine des EPF participe également activement aux programmes nationaux de recherche et aux pro-

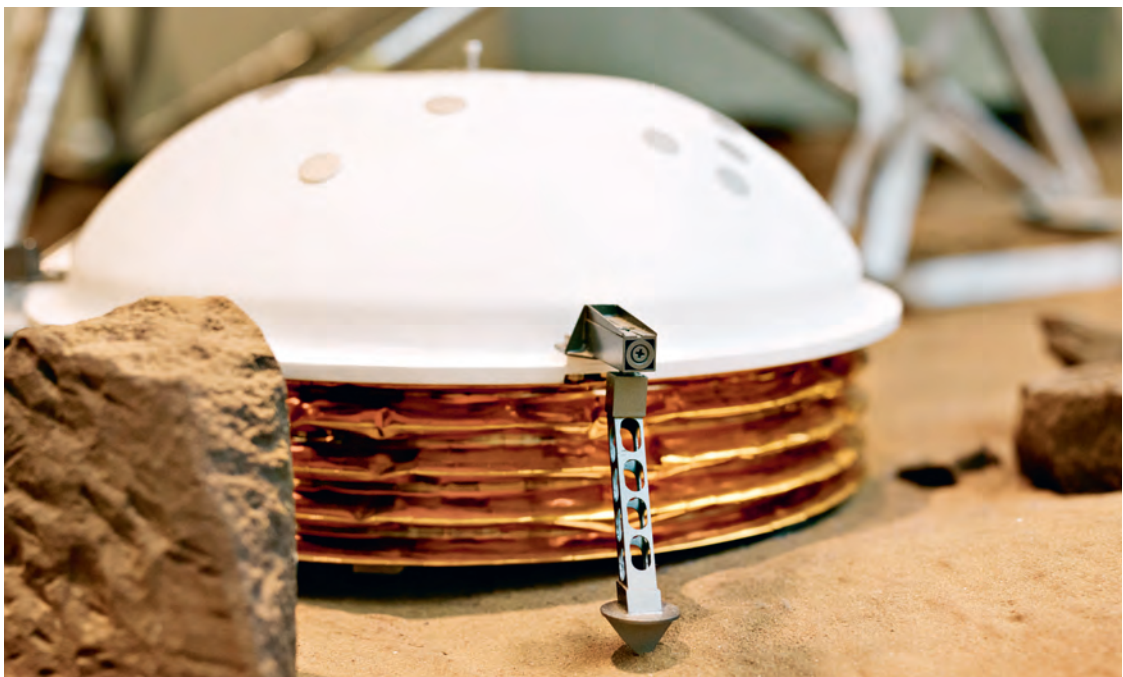
grammes-cadres européens de recherche. Sur les six Pôles de recherche nationaux (PRN) approuvés en 2019, trois sont dirigés ou codirigés par une institution du Domaine des EPF. Au niveau européen, les deux EPF participent activement à la planification et à l'élaboration du contenu du programme Horizon Europe, qui succédera à Horizon 2020. L'association de la Suisse au programme Horizon Europe est par ailleurs indispensable au maintien de la compétitivité des institutions du Domaine des EPF. En ce qui concerne Horizon 2020, la division de recherche sur l'énergie nucléaire et la sûreté du PSI a été mandatée par le SEFRI pour être le point de contact suisse dans le programme EURATOM «EURAD» (*European Joint Programme on Radioactive Waste Management*). De nombreuses bourses ERC ont également été octroyées aux institutions du Domaine des EPF en 2019: 18 *Starting Grants*, 8 *Advanced Grants*, 6 *Consolidator Grants*, 11 *Proof of Concept Grants* et 3 *Synergy Grants*.

Les deux EPF continuent également de figurer en tête des classements internationaux des meilleures universités au monde (cf. p. 93).

Accents dans la recherche

De nombreuses activités ont également été menées dans le cadre des quatre grands axes stratégiques définis par le Conseil des EPF pour la période de 2017 à 2020, soit la Santé personnalisée et technologies associées, les Sciences des données, les Systèmes de fabrication de pointe (*Advanced Manufacturing*) et l'Energie. Les faits marquants liés à la Santé personnalisée et technologies associées sont traités en détail sous l'objectif 5 (cf. p. 60 ss). En ce qui concerne les Sciences des données, les projets au sein du *Swiss Data Science Center* (SDSC) vont bon train et le troisième appel à projets a été lancé en 2019. Toutes les institutions du

Le sismomètre développé par l'ETH Zurich a enregistré son premier séisme martien le 6 avril 2019 (ici à l'échelle 1:2) (cf. p. 15 s.).



Domaine des EPF sont d'ailleurs impliquées dans des projets qui se déroulent dans le cadre du SDSC. Par exemple, des chercheurs du PSI et de l'EPFL ont lancé PACMAN (*Particle Accelerators and Machine Learning*) au sein du SDSC, un projet qui a pour but d'intégrer l'apprentissage automatique (*machine learning*) au fonctionnement des accélérateurs de particules pour augmenter la performance de leur utilisation. L'Empa collabore avec le SDSC sur le projet Carbosense ayant pour but de modéliser la dispersion du CO₂ dans l'atmosphère, en se basant sur les mesures récoltées par un réseau de capteurs placés dans toute la Suisse. Le WSL participe à deux projets de recherche au sein du SDSC; SpeedMind, visant à améliorer les modèles de biodiversité grâce à une approche fondée sur l'extraction de données et l'apprentissage automatique, et DEAPSnow, visant à développer des modèles numériques automatisés pour améliorer la prédiction des avalanches.

De nombreuses activités se déroulent également dans le domaine des systèmes de fabrication de pointe, dont des projets issus de l'initiative d'encouragement ETH+, lancée par la direction de l'ETH Zurich. Beaucoup de projets liés à ce grand axe stratégique se font en collaboration avec l'industrie. C'est le cas notamment d'un projet de l'Empa et de G-ray qui se sont associés pour développer un nouveau système dans l'impression 3D avec des métaux. De nombreux travaux de recherche sont également menés dans le domaine de l'énergie (voir ci-dessus). La plateforme de recherche ReMaP (*Renewable Management and Real-Time Control Platform*), qui est le fruit d'une collaboration entre l'ETH Zurich, le PSI, l'Empa et des entreprises privées, a commencé ses travaux en 2019. Différents événements ont également eu lieu sur le thème de l'énergie et de sa consommation. Lors de la journée d'information de l'Eawag 2019, quelque 200 experts du monde professionnel, de la recherche et de l'administration se sont retrouvés pour mettre en lumière les conséquences de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération sur les cours d'eau suisses.

De manière générale, toutes les institutions du Domaine travaillent sur les évolutions en cours en manière de coopération scientifique et de publication des résultats de la recherche. L'EPFL a par exemple intensifié son soutien aux pratiques d'*Open Science* en lançant un fonds de recherche dans ce domaine pour la période 2019–2021. Le Domaine des EPF a également mis en place un groupe de travail avec des représentants de chaque institution afin de définir au mieux les aspects pertinents liés à la mise à disposition et la liberté d'accès des données de recherche appropriées. La plateforme EnviDat du WSL se concentre également sur l'accessibilité des données de recherche (cf. p. 26 s).

Renforcement des sciences computationnelles et de l'informatique

L'ETH Zurich et l'EPFL sont très actives dans la numérisation. En plus du nombre important de projets de recherche, les deux EPF s'impliquent également fortement dans la formation de futurs spécialistes dans les domaines touchant aux sciences computationnelles. C'est pourquoi elles ont lancé en 2019 un master conjoint en cybersécurité (cf. Objectif 1, p. 48 ss). Les deux EPF mettent en place des mesures concrètes dans le cadre du plan d'action pour le numérique présenté par le Conseil Fédéral en 2017 (cf. aussi Objectif 4, p. 57 ss). Sur les sept chaires additionnelles prévues dans le cadre du financement fédéral supplémentaire pour développer des compétences dans le domaine de la numérisation, cinq sont désormais attribuées (trois sur quatre à l'ETH Zurich et deux sur trois à l'EPFL). L'initiative ETH+ prévoit également des chaires supplémentaires dans différents domaines liés au numérique. Le *Cyberdefence Campus* a été inauguré en automne 2019 à l'EPFL et à l'ETH Zurich, avec pour objectif de favoriser la collaboration entre les différents acteurs suisses impliqués dans le domaine de la cyberdéfense et de développer les compétences dans cette discipline.

Intégrité scientifique

Toutes les institutions du Domaine ont mis en place des mesures pour promouvoir une culture et un fonctionnement contribuant au respect de l'intégrité scientifique, et proposent des offres de formation aux chercheurs à tous les niveaux. Le cours en ligne *Ethics in Research*, qui est obligatoire pour tous les doctorants du PSI depuis 2018, a reçu la médaille Comenius-Edu-Media en 2019 et est désormais obligatoire pour tous les postdoctorants du PSI. L'ETH Zurich a lancé la plateforme *ETHics Resource Platform* qui met à disposition des outils, des ressources et des cours sur le thème de l'éthique. Afin de mieux ancrer la sensibilisation aux bonnes pratiques scientifiques à tous les niveaux, un module «Intégrité en recherche» a été mis en ligne sur la plateforme *d'e-learning Compliance* de l'ETH Zurich. Ce thème et la plateforme font d'ailleurs partie intégrante du processus d'accueil des nouveaux professeurs de l'ETH Zurich. Le PSI, en coordination avec les autres établissements de recherche, est en train de réviser ses directives sur les bonnes pratiques scientifiques, ainsi que sur les procédures en cas de soupçon de violation de l'intégrité dans la recherche. Le WSL a revu le contenu des manifestations qu'il organise sur l'intégrité scientifique avec ses employés. L'Empa a de son côté intensifié la communication interne et les échanges à ce sujet avec les responsables de recherche. Toutes les institutions ont des procédures définies qui sont mises en œuvre lorsqu'une atteinte à l'intégrité scientifique est suspectée ou avérée, et des enquêtes sont lancées en cas de soupçons justifiés. Elles visent également à une meilleure communication, interne et externe, et aussi transparente que possible à ce sujet.

Objectif stratégique

INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Le Domaine des EPF gère, développe et exploite un certain nombre d'infrastructures de recherche d'importance nationale et internationale. Ces dernières profitent non seulement aux chercheurs du Domaine des EPF mais aussi à ceux d'autres institutions, nationales et internationales, et de l'industrie. En 2019, nombre de ces infrastructures ont subi des mises à niveau importantes.

Exploitation, développement et mise à disposition de grandes infrastructures de recherche

Les grandes infrastructures de recherche exploitées par le Domaine des EPF sont régulièrement développées et mises à niveau afin d'assurer leur compétitivité sur le long terme et de conserver les avantages qu'elles représentent pour le monde académique et l'industrie suisse. Un des défis est de réussir à mettre les infrastructures à niveau tout en permettant aux scientifiques de continuer leurs travaux de recherche. Au PSI, quelques grandes infrastructures de recherche ont subi en 2019 des travaux de développement importants. Deux stations expérimentales sur la ligne de faisceaux ARAMIS du Laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X (Swiss-FEL) ont commencé leur service régulier tandis que la construction d'une troisième station est en préparation. En outre, la construction de la deux-ième ligne de faisceaux ATHOS s'est poursuivie avec succès selon le calendrier prévu, avec l'atteinte du jalon de la première lumière cohérente (*first lasing*) en décembre 2019. Les conducteurs à neutrons de la Source de neutrons de spallation (SINQ) ont aussi fait l'objet de

travaux de mise à niveau. Le service régulier reprendra dès 2020 et permettra aux chercheurs d'effectuer de nouveaux types de mesures beaucoup plus précises. Au total, le nombre d'environ 2500 utilisateurs des grandes infrastructures du PSI était à peu près le même que les années précédentes, bien que SINQ n'était pas en service en raison du programme de mise à niveau. Environ 40% du temps de mesure a été attribué à des groupes suisses, dont la majorité était issu du Domaine des EPF. Selon les stations expérimentales, la demande pour le temps de mesure a dépassé les ressources disponibles d'un facteur 1,5 à 8. L'utilisation de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) par l'industrie reste à un niveau élevé d'environ 13%. En 2019, environ 800 publications de chercheurs ayant bénéficié de l'accès à ces grandes infrastructures ont été publiées.

Cette année, l'unité DFAB HOUSE de l'ETH Zurich, première habitation au monde en grande partie conçue et fabriquée numériquement, a été inaugurée dans le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag (cf. p.14). L'unité UMAR (*Urban Mining And Recycling*), inaugurée elle en 2018 et dédiée à l'économie circulaire dans le domaine de la construction, a été désignée comme l'un des 20 projets les plus prometteurs lors de la compétition internationale *beyond bauhaus – prototyping the future*. Le NEST a lui-même reçu le *Building Award 2019* de la fondation *bilding* dans la catégorie «Recherche et développement». Autre infrastructure importante de l'Empa, la plateforme de démonstration *move*, dédiée à la mobilité durable, a pour objectif de décarboner la mobilité du futur grâce à des carburants renouvelables comme l'hydrogène. En 2019, *move* a poursuivi son expansion notamment en mettant l'accent sur les technologies *Power-to-X*, qui utilisent le courant excédentaire issu d'énergies renouvelables pour produire des vecteurs énergétiques liquides ou

gazeux, comme l'hydrogène ou le méthane, pouvant être stockés durant une longue période avant d'être réutilisés (cf. p. 25). Dans le cadre d'un projet commun mené par cinq centres de compétences dans le domaine de la recherche énergétique, des chercheurs de sept institutions suisses, dont l'ETH Zurich et l'Empa, ont élaboré, sous la direction du PSI, un livre blanc à ce sujet à l'intention de la Commission fédérale pour la recherche énergétique (CORE).

Enfin, depuis février 2019, une plateforme expérimentale de 100 mètres carrés, «LÉXPLORE», flotte sur le lac Léman. Ce projet commun entre l'Eawag, l'EPFL et les Universités de Genève et de Lausanne a pour but de comprendre les processus écologiques du lac et les interactions entre l'eau et l'atmosphère. La plateforme sera accessible à tous les chercheurs nationaux et internationaux intéressés et les résultats des mesures seront disponibles pour tous, en ligne et en temps réel.

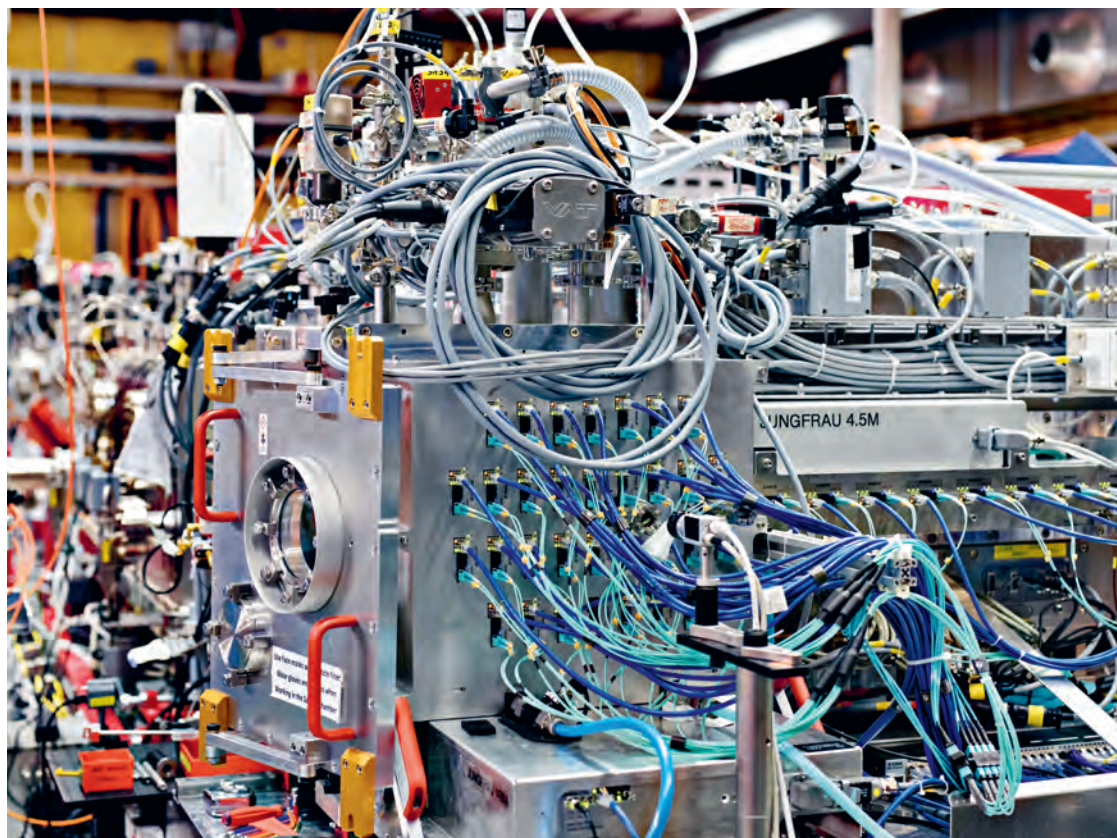
Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche: réalisation de projets stratégiques

La Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche constitue l'instrument de planification de la Confédération pour les investissements dans les infrastructures de recherche d'importance nationale et les infrastructures internationales auxquelles la Suisse contribue.

Au cours de l'année 2019, la mise en œuvre des infrastructures de la Feuille de route de la période FRI 2017-2020 s'est poursuivie avec succès. Le *Sustained Scientific User Lab for Simulation-based Science au Centre suisse de calcul scientifique (CSCS)* de l'ETH Zurich est une infrastructure essentielle pour les chercheurs suisses, leur donnant accès à des systèmes informatiques de pointe pour le calcul hauteperformance. Ce *User Lab* fonctionne à pleine capacité, les demandes de temps de calcul dépassant deux à trois fois les capacités disponibles. Entre 2017 et 2019, le nombre d'utilisateurs et de projets a augmenté de 53% et 16% respectivement pour atteindre 1858 utilisateurs et 135 projets en 2019. D'autre part, l'intense collaboration entre le CSCS et l'Institut suisse de la physique des particules a permis au superordinateur «Piz Daint» de prendre en charge l'analyse d'une partie des données générées par les expériences au Grand collisionneur de hadrons (LHC) du CERN, en plus de ses activités de recherche générales.

La mise à niveau des détecteurs de l'expérience CMS (*Compact Muon Solenoid*) au LHC s'est poursuivie sous la direction de l'ETH Zurich et du PSI. En 2019, des chercheurs de l'ETH Zurich et du PSI ont contribué à la publication de résultats inédits, sur la base de l'ensemble des données récoltées jusqu'à présent grâce à cette expérience.

Ce composant du SwissFEL qui ne paie pas de mine abrite des capteurs haute précision: la *Jungfrau* est un nouveau type de détecteur à pixels en deux dimensions développé pour des travaux de recherche pointus sur les photons (cf. p. 23 s.).



Le *Blue Brain Project* (BBP) a pour but de reconstruire et simuler le cerveau de rongeurs et, à terme, celui de l'être humain. L'évaluation scientifique du BBP, qui a eu lieu au dernier trimestre 2018, a démontré la force de l'idée pionnière du projet. L'application des concepts de *big data* et d'*open science* a été particulièrement salués. Le projet a mis à disposition de la communauté internationale la plateforme *Channelpedia*, une base de données ouverte sur le fonctionnement détaillé des neurones. Le BBP participe désormais à l'initiative NeuroTech+ qui réunit des chercheurs en neurosciences, en neurotechnologie et en neurocomputation afin d'assurer une convergence sur les thématiques *technology-driven neuroscience* et *neurotechnology for medicine and society*.

La mise à jour de la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche 2019 a été publiée en vue du message FRI 2021–2024, sous la direction du SEFRI. Trois nouvelles infrastructures y sont désormais inscrites: les mises à niveau substantielles de l'infrastructure de la stratégie HPCN (*High Performance Computing and Networking Strategy*) du CSCS (HPCN–24) et de la SLS 2.0 au PSI, ainsi que la nouvelle infrastructure *Catalysis Hub*.

La stratégie HPCN–24 permettra au CSCS de répondre à la demande croissante de puissance de calcul, grâce à l'utilisation des technologies les plus récentes, puissantes et économes en énergie. L'acquisition d'un nouveau système informatique a ainsi été lancée. Ce système sera beaucoup plus puissant que l'actuel superordinateur phare «Piz Daint». Au PSI, la phase de conception de SLS 2.0 se déroule conformément à la planification. Ce développement de la SLS résultera en une augmentation importante de l'intensité du rayonnement synchrotron, qui bénéficiera aux techniques d'imagerie et à l'étude des très petits échantillons. Notons que durant la phase de préparation de sa mise à niveau, la SLS reste à disposition des chercheurs suisses et étrangers. Enfin, le *Catalysis Hub* constituera une nouvelle infrastructure des deux EPF permettant d'explorer les processus catalytiques afin de fabriquer de nouvelles matières premières à partir d'énergies renouvelables (hydraulique, solaire et éolienne). Ces dernières permettront de remplacer les produits dérivés du pétrole. Dans cette perspective, l'ETH Zurich et l'EPFL renforcent leurs activités dans le domaine de la catalyse, notamment grâce au nouveau pôle de recherche national *Suchcat*. De son côté, l'Empa apporte au *Catalysis Hub* son savoir-faire en spectroscopie photo-électronique à rayons X et se concentre notamment sur l'intégration des nouveaux équipements du futur centre.

Participations aux infrastructures de recherche internationales

Les institutions du Domaine des EPF participent aussi aux grandes infrastructures de recherche et aux projets importants au niveau européen et international. En 2019, le SEFRI a signé une déclaration d'adhésion à l'initiative EuroHPC (*European High-Performance Computing*) avec pour objectif de mettre en place une infrastructure paneuropéenne de superordinateurs et de soutenir les activités de recherche et d'innovation. Le CSCS de l'ETH Zurich représentera la Suisse, parmi neuf autres pays, au sein du consortium finlandais LUMI (*Large Unified Modern Infrastructure*) qui accueillera l'un des trois superordinateurs préexistants de l'initiative EuroHPC.

Sous la direction du PSI, la collaboration CHART (*Swiss Center for Accelerator Research and Technology*) vise à soutenir le projet de futur collisionneur circulaire du CERN, renforçant la compétitivité de la recherche et de l'industrie suisse dans le domaine des accélérateurs de particules ainsi que dans leurs applications. La collaboration regroupe trois institutions du Domaine des EPF: le PSI, l'ETH Zurich et l'EPFL. La première phase du projet s'est achevée en 2018 et la seconde a pu débuter avec le soutien financier du SEFRI, du Conseil des EPF et des autres institutions partenaires.

Les deux EPF font partie de la communauté scientifique suisse qui a montré son intérêt dans le projet SKA (*Square Kilometer Array*), un nouveau réseau international de radiotélescopes qui sera construit en Afrique du Sud et en Australie pour étudier l'origine de l'univers. Ce projet d'envergure est inscrit dans la Feuille de route 2019 pour la période FRI 2021–2024. Des spécialistes de l'EPFL contribueront au traitement des quantités importantes de données générées par les campagnes d'observation.

Enfin, l'ETH Zurich, le WSL et l'Empa font partie du réseau européen ICOS (*Integrated Carbon Observation System*) dont l'objectif est de fournir des données pour mieux comprendre le cycle global du carbone et l'influence de l'activité humaine sur celui-ci, grâce à un réseau de stations de mesures qui remplissent des critères de qualité stricts. La station de mesures des écosystèmes à Davos a reçu la certification de la plus haute exigence et est désormais labellisée comme site officiel du réseau. En 2019, ICOS a publié des données détaillées sur le contenu atmosphérique des gaz à effet de serre, notamment grâce aux mesures effectuées, entre autres par l'Empa, à la station de recherche du Jungfraujoch.

Objectif stratégique

TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

Les institutions du Domaine des EPF contribuent fortement à la compétitivité de la Suisse. Le nombre de créations de spin-off a atteint un record en 2019. Les manifestations organisées par les réseaux et axées sur les besoins actuels de l'économie et de la société ont stimulé le transfert de savoir et de technologie (TST), tout comme le développement des offres de formation continue.

Renforcement de la capacité d'innovation et de la compétitivité de la Suisse

Durant l'année sous revue, le Domaine des EPF a déposé 224 brevets, 324 licences, 329 déclarations d'inventions et 40 déclarations de logiciels. 59 spin-off ont été créés, contribuant directement à la transposition des avancées scientifiques en innovations commercialisables (cf. p. 91). Pour un transfert réussi et une meilleure compétitivité du pays, les institutions échangent beaucoup avec les PME suisses et les grandes entreprises. En 2019, l'EPFL a ainsi organisé son deuxième forum de l'innovation, dédié aux PME et appelé FORWARD, et sa première journée des investisseurs (*Investor Day*), qui a permis à 75 spin-off de se présenter devant un parterre d'investisseurs. L'EPFL Valais Wallis a également lancé un projet pilote destiné aux PME du canton du Valais: un camp de quatre jours dans la *Silicon Valley*, portant sur l'innovation. Lors de l'*Industry Day 2019* qui s'est tenue à l'ETH Zurich en présence de la secrétaire d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation, plus de 80 groupes de recherche et spin-off ont expliqué leurs travaux et leurs offres. Dans le but de permettre à

leurs scientifiques d'accéder aux meilleures prestations TST possibles, les institutions du Domaine des EPF sont affiliées à des réseaux nationaux, via la swiTT (*Swiss Technology Transfer Association*), et internationaux, comme le *European Technology Transfer Offices Circle*, auquel participe le PSI avec son responsable du service de transfert technologique, depuis l'été 2019, et qui élargit les possibilités d'échange d'expérience. Attribué à l'ETH Zurich en 2019 et décerné pour la première fois à une institution non anglo-saxonne, le *Global University Venturing Award* témoigne de la qualité du travail effectué par les services de transfert technologique. La distinction salue notamment l'efficacité du transfert technologique par les spin-off.

Grâce aux liens étroits tissés avec l'industrie et le secteur public, un grand nombre de projets communs a également vu le jour en 2019. Au total, les institutions du Domaine des EPF ont établi 570 contrats de collaboration dépassant chacun les 50 000 CHF avec l'économie privée et 278 avec le secteur public (cf. fig. 15, p. 92). Concrètement, l'Empa a par exemple entamé une coopération avec l'Office fédéral des routes (ASTRA) et un consortium de partenaires économiques portant sur l'amélioration des capteurs des véhicules autonomes. D'autre part, le PSI et l'entreprise Dassault Aviation ont testé ensemble la qualité des composants du lanceur de l'Agence spatiale européenne (ESA), ce qui a contribué au succès du lancement de la fusée Ariane 5 à la mi-2019. En octobre, l'ETH Zurich a fêté l'inauguration du *Mixed Reality & Artificial Intelligence Laboratory* de l'entreprise Microsoft. Tech4-Impact, la plateforme de l'EPFL consacrée à l'impact social et au développement durable, a initié une coopération avec douze multinationales, entre autres sur le thème des *Sustainable Plastics & Materials*.

La collaboration avec le secteur public se concentre sur des enjeux et des services concrets qui relèvent du niveau fédéral, cantonal ou communal. Durant l'année sous revue, l'Eawag a notamment accompagné un projet visant à rendre le traitement des eaux usées moins énergivore et à accroître les capacités des stations d'épuration sur un espace restreint. En association avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et dans le cadre du contrôle de l'efficacité des mesures de protection des biotopes suisses, le WSL étudie, depuis plusieurs années, l'état et l'évolution des biotopes d'importance nationale et a publié un premier rapport complet sur le sujet en 2019. Les institutions du Domaine des EPF pratiquent également le TST international ciblé et soutiennent les objectifs humanitaires de la Confédération en matière de politique extérieure. Au mois de janvier, par exemple, un expert du SLF s'est rendu au Kazakhstan pour y donner un cours sur la protection contre les avalanches, destiné aux responsables sécurité, qui a permis à 32 personnes de se former à la gestion des dangers naturels.

Les réseaux et les plateformes d'innovation, auxquels s'associent les institutions du Domaine des EPF en tant que centres de compétences, jouent un rôle majeur puisqu'ils permettent d'optimiser et d'exploiter rapidement les opportunités de mise en œuvre des résultats des travaux de recherche dans différents secteurs spécialisés. Le réseau S-WIN, qui a réorienté sa stratégie en 2019, se consacre au thème des technologies innovantes du bois dans l'optique de la décarbonisation de la société. Le WSL, l'Empa, le PSI, l'EPFL et l'ETH Zurich ainsi que plusieurs hautes écoles spécialisées et représentants de l'industrie du bois, participent à ce réseau qui travaille sur la contribution de l'utilisation du bois à la réalisation des objectifs de réduction de CO₂. Cet été, un atelier d'experts initié conjointement par l'Eawag et les deux EPF sur le thème du cycle du phosphore a réuni les principaux acteurs de ce domaine. Avec une économie circulaire du phosphore opérationnelle, la Suisse pourrait jouer un rôle de pionnier dans le recyclage régional de ce nutriment indispensable.

Réseau national de centres de transfert de technologie en Advanced Manufacturing

Le Domaine des EPF joue un rôle clé dans la mise en place du réseau de centres de transfert de technologie en *Advanced Manufacturing*, qui s'inscrit dans le «plan d'action pour le numérique» de la Confédération (cf. objectif 2, p. 51 ss). L'association faitière de ces centres a été fondée à l'Empa début 2019, par 22 organisations suisses de premier plan dans les secteurs scientifiques et industriels. Deux centres de transfert technologique ont été sélectionnés dans une première étape et ont déjà commencé leurs activités. Il s'agit de Swiss m4m Center, initié par l'Empa et différents partenaires, qui porte sur le transfert de technologies de fabrication au sein de l'industrie

médicale, et d'ANAXAM, qui s'appuie sur les compétences des experts du PSI et sur ses grandes installations de recherche, pour proposer à l'industrie des services d'analyse des matériaux grâce aux sources de neutrons et de rayons X.

Formation continue

Les formations continues mises en place par les institutions du Domaine des EPF contribuent fortement au transfert des connaissances et des compétences au sein de la société et de l'économie. Les établissements de recherche organisent des cours dans leurs spécialités respectives. En 2019, par exemple, l'Eawag et le Centre Ecotox ont programmé huit cours axés sur la pratique sur les thèmes de l'eau et des cours d'eau et de l'écotoxicologie. Le programme de cours du centre de formation du PSI, qui a obtenu en 2019 la certification de qualité ISO 29990, s'adresse au personnel des centrales nucléaires et aux personnes qui travaillent avec des rayonnements ionisants, par exemple en médecine ou dans l'industrie. En 2019, environ 3300 personnes ont profité de ces offres. En outre, la *PSI-Akademie* organise des formations complémentaires axées sur les compétences transversales et la formation à la gestion. En 2019, sur mandat de l'OFEV, le WSL a dirigé, entre autres, le nouveau cours pratique sur l'évaluation des dangers naturels gravitaires (glissements de terrain, avalanches, etc.) qui a réuni près de 60 personnes. L'Empa a rassemblé des ingénieurs en génie civil et des architectes pour son séminaire *Urban Mining* qui présentait des solutions de recyclage des matériaux dans le secteur de la construction.

L'offre de formations continues des deux EPF est très riche. La *School for Continuing Education* qui coordonne les programmes de formation continue de l'ETH Zurich a encore étoffé son offre de cours en 2019. Six CAS figurent parmi les nouveautés, ainsi que le *MAS ETH in Applied Technology* qui est un franc succès. L'offre permet à des cadres d'entreprises technologiques de se former en ingénierie. L'EPFL et l'Université de Lausanne dispensent désormais plus de 200 formations continues. A leurs côtés, la toute récente *Extension School* propose des formations aux technologies numériques qui ont déjà rassemblé plus d'un millier d'élèves de 15 à 74 ans. Dans le cadre d'un essai pilote, elle teste une extension de ses cours en ligne ciblant les entreprises.

Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Pour encourager l'esprit d'entreprise de leurs étudiants et chercheurs, les institutions attribuent des bourses et des *fellowships* ou gèrent leurs propres incubateurs d'entreprise, comme c'est le cas de l'Empa. Les créations d'entreprise par les lauréats sont révélatrices du succès de ces instruments. Il est intéressant de noter que les 88 *Pioneer Fellows* de l'ETH Zurich de ces dix dernières années ont fondé 54 spin-offs. L'*Innovation & Entrepreneurship Lab* a contribué

à ce succès, en proposant notamment des places de travail, du coaching et du réseautage. En 2019, plus de 40 délégations suisses et étrangères l'ont fréquenté. De premières spin-off sont nées des *Founder Fellowships* attribués depuis trois ans au PSI, dont Araris Biotech AG qui a déjà reçu 2,5 mio CHF lors d'un premier tour de financement. Des ateliers sur des thèmes tels que l'analyse du marché ou le développement de stratégie, qui aident à la préparation au processus de sollicitation d'un *Founder Fellowship*, sont accessibles à tous les scientifiques du PSI.

Certains programmes de promotion des institutions servent à développer des produits ou services innovants dans des thématiques spécifiques. En plus des *Innogrants* et des *Xgrants* qui ont fait leurs preuves, l'EPFL attribue depuis peu des *Ygrants*. Ce programme d'aide vise à encourager les étudiants de bachelor et de master à lancer leur entreprise à impact positif sur l'environnement et sur la société. Il faut également mentionner l'aide, au thème plus ciblé, proposée par l'*ESA Business Incubation Centre Switzerland*, incubateur qui fait figure d'exemple en Europe au sein de l'Agence spatiale européenne (ESA). Sous l'égide de l'ETH Zurich et avec, entre autres, l'EPFL, l'Empa et le PSI, onze start-up liées à l'aérospatiale ont à nouveau été soutenues en 2019. L'une des start-up encouragées a même été missionnée par l'ESA pour éliminer les débris spatiaux. Le mandat de coordination de *Research in Sustainable Space Logistics*, confié par le *Swiss Space Office* du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) à l'EPFL, confirme également le rôle d'expert du Domaine des EPF dans l'aérospatiale.

Forte participation à Switzerland Innovation

En 2019, le projet intergénérationnel du parc d'innovation suisse a enregistré différents succès et progrès. Le premier coup de pioche a été donné au mois de novembre pour l'extension du PARK INNOVAARE, à proximité immédiate du PSI. L'établissement de recherche s'est mobilisé pour trouver des investisseurs et des entreprises adéquates. Le PARK INNOVAARE accueille d'ores et déjà 14 entreprises qui bénéficient du savoir-faire du PSI. L'EPFL a pu convaincre une poignée d'entreprises supplémentaires de s'établir sur les derniers mètres carrés restants du site de l'EPFL *Innovation Park* à Lausanne. En coordination avec la fondation et les différents sites de *Switzerland Innovation*, une première rencontre a été organisée entre les dix responsables de site à Berne. Les six sites du réseau romand étaient eux aussi représentés. A l'heure actuelle, l'ETH Zurich est l'acteur le plus engagé du parc d'innovation de Zurich, notamment en matière de *Robotics & Mobility*. La Haute école développe différents concepts dans le but de créer de nouvelles formes de collaboration entre les scientifiques, les start-up et l'industrie. L'Empa participe aussi au parc d'innovation zurichois et soutient également le parc d'innovation de Saint-Gall (*Innovationspark Ost*) dans sa demande d'accréditation au sein de *Switzerland Innovation*.

Spin-off et start-up du Domaine des EPF qui marchent:

Planted: l'alternative végétale est difficile à distinguer de la vraie viande de poulet, même en matière de goût. Le faux poulet aux pois est en vente dans le commerce de détail depuis la mi-janvier. planted.ch

L'industrie du recyclage trie traditionnellement le PET par couleur. *DePoly* a développé un processus qui dépolymérise le plastique en composants de base purifiés et qui rend cette étape de tri inutile.

› Markus Mallaun / Conseil des EPF



Objectif stratégique

COOPÉRATION ET COORDINATION NATIONALES

La multitude de projets et de coopérations institutionnelles menés en 2019 témoigne de l'intensité de la coopération des institutions du Domaine des EPF, aussi bien entre elles qu'avec différents établissements suisses de formation et de recherche. Le Domaine des EPF s'est particulièrement investi dans des projets d'importance nationale portant sur l'organisation de l'espace suisse des hautes écoles.

Coopération dans le Domaine des EPF et en dehors

L'étroite coopération entre les institutions du Domaine des EPF génère une valeur ajoutée pour tous les participants, grâce à l'utilisation de complémentarités. La collaboration entre les six institutions est particulièrement intense autour des grands axes stratégiques, dans le cadre des infrastructures de recherche utilisées et gérées conjointement et de la réponse commune à des appels d'offres liés, par exemple, aux nouveaux pôles nationaux de recherche. La participation des établissements de recherche à l'enseignement et le financement commun des chaires favorisent les échanges entre les deux EPF et les établissements de recherche. Les établissements de recherche exploitent aussi entre eux des synergies thématiques et institutionnelles. Ainsi, depuis l'été 2019, l'Eawag et le WSL ont rassemblé les domaines de l'écologie aquatique et de l'écologie terrestre dans un groupe de recherche qu'ils financent conjointement. Le «Centre de recherche sur le changement climatique et les extrêmes» (dénomination provisoire), que le WSL

planifie actuellement sur son site de Davos avec l'ETH Zurich, mutualisera lui aussi les compétences. Dans le cadre de sa stratégie d'innovation, le canton des Grisons soutient ce centre de recherche. Le nouveau master conjoint Cybersécurité lancé avec succès en 2019 par l'EPFL et l'ETH Zurich (cf. objectif 1, p. 48 ss et p. 22) ou le renforcement de la coopération entre les services de transfert technologique de l'ETH Zurich et du PSI constituent d'autres exemples de formes de coopération. Les *PSI Founder Fellows* peuvent désormais profiter des offres de formation de l'ETH Zurich dans le domaine de l'entrepreneuriat. L'Empa et l'Eawag gèrent, quant à eux, conjointement un service de transfert technologique.

En plus des coopérations internes au Domaine, les six institutions échangent de multiples façons avec d'autres établissements suisses de formation et de recherche. Les scientifiques initient directement un grand nombre de projets individuels avec différents partenaires. Au niveau institutionnel, l'étroite coopération entre l'EPFL et l'Université de Lausanne a fait ses preuves en sciences humaines et naturelles. A l'heure actuelle, l'EPFL du site Valais Wallis prévoit d'implanter des laboratoires de chimie dans les locaux de la HES Valais. Les coopérations fructueuses associent souvent plusieurs partenaires. Depuis longtemps, l'ETH Zurich travaille étroitement avec l'Université de Zurich et le centre cantonal de Strickhof dans le domaine de l'agriculture et de la médecine vétérinaire, par exemple. Cinq chaires et quatre programmes des deux établissements utilisent actuellement AgroVet Strickhof. Le Réseau des relevés glaciologiques suisse GLAMOS, dont la direction a été déplacée de l'ETH Zurich au WSL depuis 2019, réunit encore davantage d'acteurs. Il est géré et financé par l'ETH Zurich, les deux Universités de Fribourg et de Zurich, l'OFEV, MétéoSuisse et l'Académie suisse des sciences naturelles.

Le campus valaisan de l'EPFL compte déjà dix laboratoires qui accueillent 226 scientifiques et collaborateurs. L'EPFL envisage d'implanter des laboratoires de chimie dans les locaux de la HES Valais.

> EPFL



Alliances stratégiques

Dans le contexte des alliances de recherche stratégiques, les institutions du Domaine des EPF travaillent aussi avec des établissements de recherche spécialisés, d'importance nationale, qui bénéficient de l'appui de la Confédération. Plusieurs groupes de recherche de l'ETH Zurich interviennent au sein d'inspire AG, le centre de compétence pour le transfert de technologie avec l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux. L'EPFL échange autant avec le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique CSEM de Neuchâtel qu'avec l'Institut de Recherche Idiap, qui s'est spécialisé dans l'informatique et l'intelligence artificielle. La chaire commune de l'EPFL et du CSEM a obtenu d'excellents résultats en recherche photovoltaïque. Une cellule cristalline sur grande surface a récemment atteint un rendement record de 25%. La coopération est de qualité tant dans la recherche et le TST que dans l'enseignement. Cette année, les collaborateurs de l'Idiap dispensent trois cours au niveau bachelor et master et six cours à l'Ecole doctorale de l'EPFL. Une autre alliance stratégique associe l'EPFL et l'Institut Tropical et de Santé Publique Suisse (*Swiss TPH*) de Bâle. Durant l'année sous revue, des scientifiques de l'EPFL, du *Swiss TPH* et de l'Université de Bâle ont entamé un projet quadriennal portant sur les *African Contributions to Global Health* d'un point de vue historique, financier et urbanistique.

Mise en œuvre de l'espace suisse des hautes écoles LEHE

Membres de swissuniversities, les deux EPF participent aux travaux en cours pour la coordination et la répartition des tâches au sein du paysage suisse des hautes écoles. Avec ses coûteuses infrastructures de recherche d'importance nationale (cf. objectif 3, p. 54 ss), le Domaine des EPF contribue significativement à l'organisation de l'espace des hautes écoles. Les institutions du Domaine des EPF participent intensément aux

projets de coopération que la Confédération promeut par des contributions liées à des projets. Les thématiques sont très variées. Dans le domaine de l'égalité des chances et du développement des hautes écoles, le PSI dirige le projet *Connecting Women's Careers in Academia and Industry*, auquel participent aussi toutes les autres institutions du Domaine des EPF ainsi que l'Université de Zurich. La première série de projets a commencé à l'automne, avec le concours du centre de recherche ABB et de Roche, et a réuni 35 participantes. Plusieurs projets des deux EPF sont soutenus dans le domaine des *Digital Skills*. L'un d'entre eux est destiné au corps enseignant des hautes écoles et revêt la forme d'une coopération entre l'ETH Zurich, la Haute école pédagogique de Zurich et la Haute Ecole d'Art de Zurich. Les écoles polytechniques et les établissements de recherche du Domaine des EPF sont également très présents dans le domaine de l'information scientifique. Des contributions liées à des projets sont par exemple versées à SELVEDAS (*Services for Large Volume Experiment-Data Analysis*), un projet commun du CSCS de l'ETH Zurich et du PSI. Cette année, des avancées ont aussi été faites sur des projets déjà en cours depuis un certain temps. Le Swiss MOOC Service instauré par l'EPFL a permis à plusieurs universités suisses de produire leurs propres MOOC. L'EPFL a signé des contrats de service par lesquels elle transmet sa longue expérience. Au mois d'avril a été donné le coup d'envoi du projet *ETH goes SLSP* à l'ETH Zurich. La bibliothèque de l'ETH veut ainsi montrer l'exemple en pilotant au mieux la mutation attendue au sein des bibliothèques via la *Swiss Library Service Platform*.

Activités dans le secteur de la médecine et de la technique médicale

Le Domaine des EPF a une responsabilité particulière en ce qui concerne le développement du système de santé suisse. Le grand axe stratégique *Personalized Health and Related Technologies* (SFA PHRT) du Domaine des EPF vise à renforcer la coopération entre les hôpitaux, les universités et les institutions du Domaine des EPF dans le secteur de la médecine personnalisée, qui brasse énormément de données. Au mois de mai s'est tenue au PSI la première journée PhD et Postdoc du SFA PHRT qui a réuni 25 futurs spécialistes. Les deux plateformes technologiques pour la génomique et la protéomique ont été lancées en 2018. Dans le cadre d'un projet pionnier, des groupes de recherche de l'ETH Zurich ont séquencé et analysé des données de 230 échantillons de patients dans trois dimensions (génomique, transcriptome, protéome). En août, la mise en place d'une autre plateforme technologique, qui sera consacrée à l'ensemble du métabolisme dans les cellules et les tissus (métabolomique), a été approuvée. Dans le cadre du SFA PHRT, des scientifiques de l'Empa ont travaillé sur le contenu avec l'*ARTORG Center for Biomedical Engineering Research* de l'Université de Berne. Ce projet portant sur les microstructures osseuses va transposer en pratique clinique les récents résultats obtenus en caractérisation des matériaux à l'échelle micrométrique.

Outre le grand axe stratégique PHRT, les institutions du Domaine des EPF sont également en contact étroit avec des acteurs très différents du domaine médical à travers plusieurs initiatives. Durant l'année sous revue, *Zurich Heart* est entré en phase deux. De nombreuses publications et brevets issus de la première phase ont été publiés et accueillis très positivement. L'Empa participe à ce grand projet de la *Hochschulmedizin Zurich* aux côtés de l'ETH Zurich, par le biais de plusieurs groupes de recherche. Une nouvelle génération de pompes cardiaques va ainsi voir le jour. Le nouveau centre de recherche médicale de la place universitaire zurichoise *The Loop Zurich* s'intéresse de près à l'informatique médicale. Pour la première fois en Suisse, la protonthérapie a été au cœur d'un symposium organisé par le PSI cet été, dans le cadre de l'assemblée annuelle de la *Scientific Association of Swiss Radiation Oncology*.

En neuroréhabilitation, l'EPFL a participé à la fondation du *Defitech Center for Interventional Neurotherapies – NeuroRestore*, implanté en grande partie au sein du Centre hospitalier universitaire vaudois. Le Centre pour muscles artificiels du campus Microcity de l'EPFL à Neuchâtel a déposé huit brevets en lien avec son système peu invasif d'assistance cardiaque. Financées par la Fondation *Werner Siemens*, ces recherches sont menées en collaboration avec l'Hôpital de l'Île de Berne et l'Hôpital universitaire de Zurich. Et pour finir, deux projets de recherche du WSL et de l'Eawag ont démarré en 2019 autour de la recherche environnementale et de la médecine. En s'appuyant sur la mécanique des fluides telle qu'elle se présente dans la nature, les chercheurs étudient le débit sanguin dans les principales artères, afin de développer de nouvelles techniques de réduction des thromboses.

Y compris dans le domaine médical, les deux EPF s'engagent fortement en faveur de la formation de la relève. Le programme en médecine humaine, proposé à l'ETH Zurich depuis 2017, et qui offre 100 places chaque année, jouit d'une grande popularité (cf. objectif 1, p. 48 ss). Pour sa part, l'EPFL a mis en place une passerelle entre son bachelor en ingénierie des sciences du vivant et le programme de master des facultés médicales des Universités de Lausanne et de Genève. Elle propose quatre cours supplémentaires spécifiques afin d'y préparer ses étudiants. En 2019, sept d'entre eux ont été admis au programme Passerelle de l'Université de Lausanne et quatre à celui de l'Université de Genève.

Objectif stratégique

POSITIONNEMENT ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

En 2019, le Domaine des EPF a su développer et renforcer la position de ses institutions en tant qu'acteurs d'importance mondiale, notamment à travers divers programmes de mobilité internationale, un réseau d'alliances étroit et des initiatives de coopérations au niveau mondial.

Attractivité du Domaine des EPF

Les programmes internationaux de mobilité participent amplement à l'attractivité du Domaine auprès des meilleurs chercheurs étrangers. Leur recrutement contribue à la qualité des institutions. En particulier, COFUND, du programme européen Actions Marie Skłodowska-Curie (AMSC) permet à plusieurs institutions de financer de brillants jeunes chercheurs internationaux. C'est lui qui cofinance par exemple le programme *ETH Fellows* à l'ETH Zurich, qui a décerné 30 bourses en 2019. Ce même programme européen cofinance le programme *EuroTechPostdoc*, qui a permis à l'EPFL de recevoir 20 chercheurs, ainsi que le programme doctoral *EPFLinnovators* qui a accueilli 16 nouveaux doctorants en 2019. Grâce au programme *PSI-Fellow-II-3i*, qui est actuellement dans son second cycle, le PSI a, lui, reçu 30 postdoctorants. Une nouvelle demande de soutien COFUND du PSI a été approuvée par la Commission européenne. Au WSL, quatre chercheurs ont bénéficié d'une bourse AMSC en 2019. Cette même année, dans le cadre du troisième cycle du programme COFUND EMPAPOSTDOC-II, l'Empa a évalué positivement les candidatures de dix postdoctorants. En outre, une demande de projet *follow-up* COFUND pour 50 postdoctorants a été déposée auprès du programme Horizon 2020. D'autres programmes de mobilité existent, tels que le programme *Visiting Fellow* du WSL, qui n'a

jamais eu autant de succès qu'en 2019: pas moins de 12 chercheurs expérimentés venant d'institutions de recherche internationales ont reçu ce financement pour travailler au WSL. Les bourses *Doc.Mobility* et *Early Postdoc.Mobility* du FNS offrent la possibilité aux doctorants et aux postdoctorants des institutions suisses d'effectuer une partie de leurs recherches dans des établissements de recherche étrangers.

Les institutions du Domaines des EPF ont aussi entrepris de nombreuses actions afin de renforcer leur attractivité auprès des meilleurs étudiants internationaux. Les deux EPF attribuent des bourses d'excellence aux meilleurs étudiants de master de Suisse et de l'étranger. En 2019, l'ETH Zurich a délivré 51 bourses *Excellence Scholarship & Opportunity Program* ainsi que 35 bourses *Master Scholarship Package*. L'EPFL quant à elle, a attribué 35 bourses *Excellence Fellowship* pour l'année académique 2019-2020. A l'occasion de son 50^e anniversaire, l'EPFL a aussi lancé la *50 Fifty Campaign* afin de récolter des fonds pour, entre autres, renforcer les bourses d'excellence destinées aux talents internationaux au niveau master. Toutes les institutions du Domaine des EPF ont contribué à des écoles d'été ou d'hiver, en Suisse comme à l'étranger, qui ont donné l'occasion à de jeunes chercheurs de se former et de se perfectionner. Enfin, l'ETH Zurich a organisé une série d'événements *ETH Meets You* en Suisse et à l'étranger, au cours desquels des experts locaux et de l'ETH Zurich issus des sciences, de l'économie et de la société ont pu échanger sur des thèmes actuels et stimuler l'échange d'idées avec le public international.

Coopération internationale

L'appartenance des institutions à différents réseaux et alliances stratégiques ainsi que les partenariats avec la communauté scientifique internationale sont des éléments clés qui contribuent à l'excellence du Domaine des EPF.

L'ETH Zurich fait partie de plusieurs alliances, comme le réseau UNITECH. Réunissant neuf universités techniques en Europe et des entreprises internationales, ce réseau gère un programme pour les étudiants ingénieurs. En 2019, l'assemblée générale d'UNITECH s'est tenue sur le campus de Hönggerberg. L'*IDEA League*, dont est membre l'ETH Zurich, a permis en 2019 à des étudiants de suivre une école d'été sur le thème *Infrastructure of Science*. De plus, les deux EPF sont aussi membre de CESAER (l'association européenne des universités des sciences et technologies), de l'*International Sustainable Campus Network* (ISCN) ou encore du *Global University Leaders Forum* (GULF), une plateforme de présidents d'universités d'excellence, initiée par le Forum économique mondial de Davos. Lors de l'édition 2019 de cet événement, le Domaine des EPF a d'ailleurs été bien représenté, notamment grâce au pavillon *RETHINKING Design* de l'ETH Zurich qui a touché un large public national et international. De même, les institutions du Domaine ont également présenté une sélection de projets de recherche à un large public lors d'une visite au SLF du WSL. Du côté des établissements de recherche, le bâtiment NEST de l'Empa et de l'Eawag fait désormais partie du *European Network of Living Labs*, un réseau de plus de 150 membres, fondé par le Conseil européen, dont le but est l'échange et le soutien de projets individuels. L'Empa a aussi signé un accord d'intention avec l'Institut coréen de génie civil et de technologie du bâtiment (KICT) pour coopérer dans les domaines des bâtiments intelligents et de l'utilisation durable des ressources naturelles et de l'énergie.

Les institutions se sont aussi engagées dans des actions et des projets d'importance mondiale. Le WSL, par exemple, a démontré sa place d'expert international en contribuant à l'élaboration d'un rapport sur l'état des connaissances en matière de surveillance des paysages, qui a été présenté devant une délégation de la Convention européenne du paysage à Strasbourg. Le WSL a aussi participé à la publication d'un nouveau rapport du *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC). L'Eawag, quant à lui, s'engage depuis plus de huit ans avec l'équipe de recherche internationale *Sewage Analysis CORE group Europe* (SCORE) pour détecter et analyser les traces de drogues illégales dans les eaux usées des métropoles européennes, dans le cadre d'un projet soutenu par l'Observatoire européen des drogues et des toxicomanies.

En collaboration avec le Conseil mondial de l'énergie et *Accenture Energy Strategy*, le PSI a élaboré les scénarios énergétiques mondiaux 2019, qu'il a présentés devant les représentants de plus de 140 pays lors du Congrès mondial de l'énergie à Abu Dhabi. Enfin, l'Empa a contribué à une étude internationale qui a permis de déterminer l'origine d'importantes émissions de chlorofluorocarbures, un groupe de polluants interdits par le Protocole de Montréal.

Des chercheurs du Domaine ont lancé un certain nombre d'initiatives en matière de coopération internationale. Citons par exemple le lancement à l'ETH Zurich de *RETHINK*, un *Think-and-do-Tank* qui se concentre sur le potentiel de l'intelligence artificielle pour les processus de conception dans les différentes disciplines scientifiques. A l'ETH Zurich des partenariats académiques avec d'autres universités internationales ont été conclus, comme le *Multi-Scale Robotics Laboratory* qui collabore sur les questions de robotique médicale avec la *Chinese University of Hong Kong*, l'*Imperial College London* et la *Johns Hopkins University*. A l'Empa, le partenariat stratégique signé en 2018 avec la *Fraunhofer-Gesellschaft* pour le développement de batteries solides a commencé en janvier 2019 par le lancement d'un projet commun avec l'Institut *Fraunhofer* de recherche sur les silicates (ISC) à Würzburg en Allemagne. Le projet qui s'étendra sur trois ans dans le cadre du programme *ICON (International Cooperation and Networking)* entend élaborer les bases d'une nouvelle génération de batteries pour voitures électriques. Dans le cadre de projets de la Direction du développement et de la coopération, le laboratoire de chimie atmosphérique du PSI collabore avec des institutions de recherche en Inde et en Chine sur des questions de pollution de l'air.

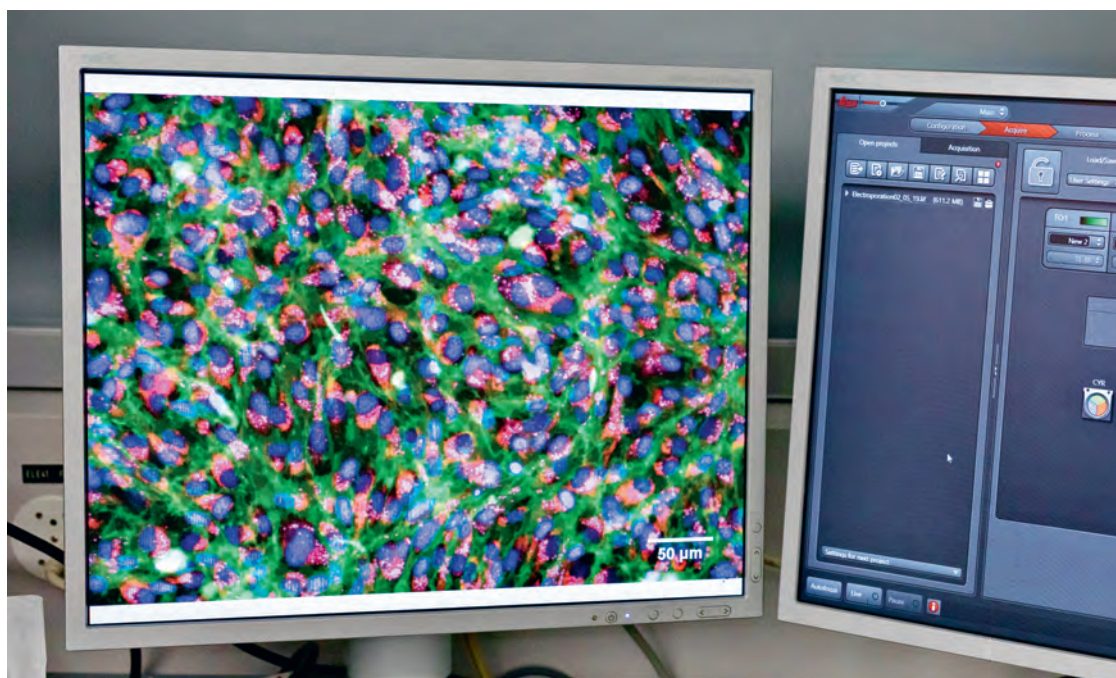
Les sites externes des deux EPF contribuent aussi au rayonnement international du Domaine. Au *Singapore-ETH Centre* (SEC), deux nouveaux programmes dans le domaine de la santé numérique (*Future Health Technologies*) et des systèmes d'infrastructures complexes (*Future Resilient Systems II*) ont été établis et approuvés par la *National Research Foundation* de Singapour et débiteront au printemps 2020. En outre, le fructueux programme *Future Cities Laboratories* (FCL) qui s'achèvera en automne 2020 sera succédé par le programme *FCL Global* qui aura deux sites, l'un à Singapour et l'autre à Zurich. Durant la première édition du *ETH Singapore Month*, des étudiants de l'ETH Zurich et de Singapour se sont penchés sur des questions concernant le «futur de la société urbaine». En 2019, l'ETH Zurich a aussi lancé les *ETH Studios Bangalore* (Inde) et *West Coast* (Etats-Unis), centrés, entre autres, sur la robotique, l'ingénierie, l'intelligence artificielle ou encore les *data sciences*.

Le site de l'*EPFL Middle East* à Ras al-Khaimah (Emirats arabes unis) a, lui, fêté ses dix ans. Plus de 100 stages, masters et thèses de doctorat ont contribué à de nombreuses innovations et à la création de plus de 130 emplois locaux dans le domaine de l'énergie. Un nouvel accord définitif devrait être conclu courant 2020.

Rôle actif dans la coopération bilatérale avec les nations émergentes

Mandatée par le SEFRI, l'ETH Zurich est la *Leading House* pour la coopération scientifique bilatérale de la Suisse avec la Chine, la Corée du Sud, le Japon et la région ASEAN (sans Singapour). A ce titre, elle travaille en étroite collaboration avec le réseau *swissnex* et les ambassades des pays partenaires pour, entre autres, mettre à disposition des chercheurs les outils financiers pour établir ou approfondir des partenariats de recherche. C'est aussi en 2019 que l'*ETH for Development* (ETH4D) a été lancée. Cette initiative de l'ETH Zurich soutient les projets de recherche combinant les sciences de l'ingénieur, naturelles et sociales afin d'identifier de nouvelles solutions pour améliorer la vie des communautés les plus pauvres, notamment en Afrique. De son côté, l'EPFL s'est lancée en 2019 dans un ambitieux programme d'excellence scientifique visant les meilleurs talents sur l'ensemble du continent africain. Le programme contient trois volets: *Junior Faculty* qui compte 20 tandems entre professeurs de l'EPFL et jeunes professeurs africains; 100 bourses de doctorat pour des projets en Afrique codirigés par un professeur de l'EPFL; et enfin *Digital Education*, la continuation d'un programme d'éducation numérique. Enfin, l'Eawag contribue au développement d'activités de formation et de recherche dans les pays en développement à travers son programme de partenariat (EPP) qui permet à des doctorants originaires de pays à faibles et moyens revenus de venir travailler au sein d'un département de l'Eawag grâce à six bourses par année.

L'alternative aux expérimentations animales récompensée: un essai circulaire interlaboratoires et international l'a confirmée et a permis une percée. L'article à ce sujet a été publié en avril 2019 dans la revue *Toxicological Sciences* (cf. p.32 s.).



Objectif stratégique

RÔLE DANS LA SOCIÉTÉ ET SERVICES NATIONAUX

Les institutions du Domaine des EPF et la population ont cultivé un esprit de dialogue lors de nombreuses manifestations. Durant l'année sous revue, un accent particulier a été placé sur les branches MINT et la formation initiale et continue correspondante du corps enseignant. Le niveau des services nationaux rendus est resté très élevé.

Dialogue avec la société

L'une des grandes missions des institutions du Domaine des EPF est de dialoguer avec la population, afin de la sensibiliser à l'importance de la recherche et des développements technologiques ainsi qu'à la responsabilité sociétale des chercheurs. Toutes les institutions se mobilisent régulièrement dans le but de rendre les faits scientifiques accessibles à un large public. A l'occasion de Scientifica sur le thème *Science Fiction – Science Facts*, l'ETH Zurich et l'Université de Zurich ont ouvert leurs portes à plus de 20 000 personnes (cf. p. 18). L'ETH Zurich a même enregistré une affluence record lors de *Treffpunkt Science City*. En 2019, 23 000 personnes ont participé aux formations proposées, avec un programme encore plus riche pour les enfants et les jeunes. Les manifestations s'articulaient notamment autour du thème «L'eau, c'est la vie», l'Eawag y a joué un rôle important. L'EPFL a elle aussi attiré à peu près 20 000 personnes, avec sa double édition du festival *Scientastic* à Sion et à Lausanne et son concours «Ma thèse en 180 secondes». Les 50 ans de l'Ecole ont également donné lieu à plusieurs manifestations, dont une conférence publique avec Yuval Noah Harari, l'auteur du best-seller «Sapiens, une brève histoire de

l'humanité» qui a attiré plus de 3000 personnes. Lors de la journée nationale du numérique à Saint-Gall, l'Empa a expliqué comment les dernières avancées dans la recherche sur les matériaux alimentaient les concepts de diagnostic et de traitement médicaux. Durant l'année sous revue, quelque 20 000 personnes ont visité les sites de l'Empa pour s'informer des récents progrès. Pour atteindre des groupes de population variés et pas uniquement un public proche de la science, les institutions s'associent à des partenaires très divers. Le WSL a ainsi participé à la «Mission B» comme «biodiversité» qui a fédéré toutes les chaînes publiques suisses de radiodiffusion et de télévision. Durant toute une journée, Radio SRF 3 a émis en direct de l'établissement de recherche et a offert aux spécialistes de la biodiversité du WSL les moyens de toucher une large audience. Dans le cadre du cycle de conférences *Forschung vor Ort erleben* (Vivre la recherche sur le terrain) du PSI, la manifestation sur le thème du cancer de la prostate, au cours de laquelle des médecins et chercheurs du PSI ont discuté des méthodes modernes de diagnostic précoce, de dépistage et de thérapie, a rencontré un grand succès. En outre, durant l'année sous revue, le PSI s'est engagé aux côtés de l'association *Industriewelt Aargau*. Ce réseau, qui réunit plusieurs musées et *Aargau Tourismus*, veut faire prendre conscience de l'importance de l'industrie argovienne et de la collaboration entre recherche et industrie pour le développement du canton.

Les institutions du Domaine des EPF ont un rôle particulier à jouer dans la transmission des connaissances scientifiques sur des enjeux actuels et des défis sociétaux. Dans l'optique du développement durable de la société, de l'économie et de l'environnement, les activités de recherche du Domaine des EPF sur l'énergie revêtent une grande importance (cf. objectif 2, p. 51 ss). Les institutions s'acquittent également de missions de conseil et de recherche sur d'autres thématiques d'ac-

Matilda, enseignante et soprano, a suivi des cours d'apprentissage automatique et est à présent aussi scientifique des données.

Digital Skills. For everyone. L'EPFL Extension School propose des cours en ligne pour tous les niveaux afin d'acquérir des compétences dans le numérique. extensionschool.ch



tualité. Durant l'année sous revue, l'Empa a par exemple étudié la présence des microplastiques en Suisse sur mandat de l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). L'Eawag et l'ETH Zurich ont également procédé à un vaste examen des eaux souterraines suisses, à la recherche de produits de dégradation des pesticides, ici aussi sur financement de l'OFEV. Dans le contexte du développement durable, les institutions sont pleinement conscientes qu'elles doivent montrer l'exemple et engagent par exemple des mesures pour la réduction de leurs émissions de CO₂ et de leur consommation d'énergie dans le domaine des bâtiments et de la mobilité (cf. objectif 9, p. 77).

Promotion des disciplines MINT

Les institutions du Domaine des EPF disposent de plusieurs offres pour stimuler l'intérêt que portent les jeunes aux matières mathématiques, informatique, sciences naturelles et techniques, dites MINT. L'EPFL organise ainsi le programme «Les sciences, ça m'intéresse!» en Suisse romande. En 2019, plus de 12 000 enfants et jeunes ont pu profiter d'une large palette d'activités axées sur les disciplines MINT. Un programme spécifique destiné aux jeunes filles s'est également étoffé. Son but est de stimuler la créativité et l'intérêt que les jeunes filles âgées de sept à 15 ans portent aux mathématiques et à l'informatique notamment. Toutes les institutions du Domaine des EPF poursuivent un objectif similaire avec leurs contributions à la journée «Futur en tous genres». Fidèle à la devise de l'évènement «Nouvelles perspectives pour filles et garçons», l'Empa a accueilli en 2019 de nombreuses jeunes filles qui ont pu participer à des ateliers sur la thermographie ou le monde des molécules. L'ETH Zurich a elle aussi organisé une série de manifestations destinée spécialement à la relève féminine. Conçu par le département de mathématiques, l'évènement *goMATH* comprenait notamment une exposition sur les femmes dans les mathématiques et un

échange d'expériences sur les études de mathématiques entre des mathématiciennes, des étudiantes et des élèves.

La coopération entre les institutions et les écoles est essentielle pour promouvoir l'intérêt témoigné aux branches MINT. Les deux EPF entretiennent d'étroits contacts avec notamment les gymnases et présentent leurs offres d'études lors de journées d'orientation ou de visites d'école. Dans le cadre d'*ETH unterwegs*, l'ETH Zurich se déplace dans six à huit gymnases par an pour y donner une image réaliste des études qu'elle propose, un aperçu des travaux de recherche et des perspectives d'emploi. En outre, l'EPFL organise des *summer schools* destinées aux gymnasiens, sur le thème par exemple de la robotique ou de la simulation des matériaux. L'offre va prochainement être élargie. Lieu d'expérimentation apprécié par les écoles, le laboratoire iLab du PSI a accueilli quelque 200 classes en 2019. Pour la toute première fois, l'Académie suisse des sciences naturelles SCNAT y a remis le label MINT à 18 gymnases suisses.

Les deux EPF jouent également un rôle important dans la formation initiale et continue du corps enseignant aux matières MINT. Le centre pédagogique MINT de l'ETH Zurich travaille sur l'optimisation des formations scolaires dans ce domaine. En matière de perfectionnements, des unités d'enseignement destinées aux écoles ont vu le jour avec la participation des établissements de recherche du Domaine des EPF. En biologie, par exemple, le WSL propose des modules tels que «Changement climatique – les traces en forêt» ou «Les cernes des arbres nous parlent» qui invitent le corps enseignant et les élèves à une sortie sur le terrain de l'établissement de recherche. Actuellement, l'accent est mis sur le renforcement de l'enseignement de l'informatique, auquel se consacre le centre de formation et de conseil dans l'enseignement de l'informatique

de l'ETH Zurich. Le centre est très impliqué dans l'organisation du concours suisse de programmation «Castor Informatique». Plus de 25 000 enfants et jeunes ont participé à l'édition 2019. A l'EPFL, c'est le centre LEARN qui est en charge de l'informatique. Le canton de Vaud lui a demandé de définir le plan d'étude en informatique pour le niveau gymnasial. Les premiers retours de la part du corps enseignant sont très positifs. Dans le cadre de l'initiative «DUAL-T» (Technologies pour la formation professionnelle), financée par le SEFRI, l'EPFL qui agit en tant que *Leading House* travaille au renforcement de ses capacités dans le domaine des technologies d'apprentissage et de la recherche en formation professionnelle. La question centrale est de savoir comment la révolution numérique va affecter le système de formation professionnelle en Suisse ainsi que les activités pédagogiques.

Différents prix et concours ont été créés en 2019 pour encourager de nouvelles méthodes d'enseignement et d'apprentissage. Au mois de février, l'ETH Zurich a remis pour la première fois le Prix Alfred Escher, la veille du 200^e anniversaire de l'entrepreneur et homme politique zurichois éponyme, destiné aux élèves et étudiants qui ont fait preuve d'innovation. Deux projets qui donnent envie d'apprendre de façon ludique ont été récompensés. En outre, l'ETH Zurich siège au jury du nouveau fonds de soutien des projets d'enseignement innovants au gymnase, lancé par la Direction de l'instruction publique du canton de Zurich. Le LEARN AWARD, qui distingue les projets pédagogiques innovants dans les gymnases, a été lancé au cours de la «Journée de l'éducation» de l'EPFL. Des enseignants du niveau gymnasial venus de toute la Suisse ont participé à la rencontre lors des festivités du 50^e anniversaire de l'Ecole.

Services nationaux

Sur mandat politique et dans l'intérêt de la société, les institutions assument par ailleurs une multitude de services nationaux, de prestations de services basées sur la recherche ou bien l'exploitation d'installations uniques en Suisse. Ceux-ci incluent aussi, par exemple, le Centre de protonthérapie du PSI ou la préservation à long terme de biens publics, tels que les collections possédant une grande valeur scientifique. A cet égard, la bibliothèque de l'ETH Zurich a mené à terme un vaste projet de numérisation. Les quelque 4300 ouvrages, articles de journaux et tapuscrits hérités de la bibliothèque de Thomas Mann ont été intégralement transcrits et sont désormais accessibles au format numérique. La bibliothèque de l'ETH Zurich se consacre actuellement à un projet de trois ans portant sur l'accès à des documents administratifs de l'Ecole et du Conseil des EPF qui ne figurent pas encore dans la base de données des archives.

Dans le domaine de l'environnement, les institutions assument plusieurs fonctions spécifiques au profit de la Confédération. L'Empa et l'OFEV gèrent ensemble le Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). Sa station de mesure relativement récente de Beromünster a été intégrée au programme *Global Atmosphere Watch* grâce à l'excellente qualité et disponibilité de ses données. Elle permet d'observer aussi bien des masses d'air en grande partie non polluées que des mélanges d'émissions provenant de différentes sources sur le Plateau. La Suisse contribue donc significativement à l'étude internationale des polluants atmosphériques. L'Eawag et l'EPFL gèrent le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée. Durant l'année sous revue, le Centre a pu démontrer l'impact des pesticides présents dans des sédiments sur les microorganismes, et ainsi développer des critères de qualité pour les sédiments. En 2019, le Centre Ecotox a aussi contribué à la standardisation ISO de trois méthodes de test biologiques portant sur la détection de substances œstrogènes. Dans le domaine des dangers naturels, l'ETH Zurich gère le Service Sismologique Suisse (SSS) en tant qu'organe spécialisé de la Confédération. Le SSS a publié, dans la célèbre revue *Nature*, une étude sur une nouvelle méthodologie qui permet de prédire si un séisme risque d'être suivi par un autre plus fort. La prévention des avalanches pour la Suisse fait partie du domaine de compétences du WSL. En 2019, le SLF a publié l'analyse des événements de janvier 2018, un mois exceptionnellement tendu en matière d'avalanches. Malgré 150 occurrences, les avalanches destructrices n'ont fait aucune victime dans les zones urbanisées et les secteurs sécurisés. L'étude conclut que les mesures prises à l'issue de l'hiver avalancheux de 1999 ont fait leurs preuves.

Objectif stratégique

SOURCE DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES RESSOURCES

Le volume des projets financés par des tiers a encore augmenté par rapport à l'exercice précédent. Le Domaine des EPF utilise des réserves de fonds de tiers existantes pour créer de nouvelles chaires ou des initiatives de recherche stratégiques dans des domaines prometteurs.

En 2019, le total du financement du Domaine des EPF s'est monté à 3579 mio CHF. Il est ainsi un peu supérieur à celui de 2018 (3571 mio CHF). Par rapport à 2018, la part du financement fédéral dans le volume total a légèrement varié (2019: 72%; 2018: 71%). La part de fonds de tiers comparée aux recettes d'exploitation s'élève à 28% (2018: 29%).

En 2019, le financement fédéral (perspective plafond de dépense des crédits) a aussi augmenté par rapport à 2018: + 50 mio CHF (+2%). Parmi les fonds de tiers, les dons ont diminué. Ils ont surcompensé la hausse du volume des projets financés par des tiers et ont conduit à une légère baisse de la part des fonds de tiers dans le total.

Le Domaine des EPF exploite les synergies. En 2019, des effets de synergie ont été réalisés grâce, notamment, à la promotion d'initiatives et de projets communs, tels que les grands axes stratégiques (SFA). L'utilisation interdépartementale des technologies (p. ex. ordinateurs haute performance, laboratoires, infrastructures scientifiques et administratives) contribue également à améliorer l'efficacité du Domaine des EPF.

Financement fédéral

Le plafond de dépenses autorisé pour le Conseil des EPF par le Parlement fédéral d'un montant max. de 10 337,8 mio CHF devrait pouvoir être utilisé à 99%. Le total des crédits budgétisés autorisés pour la période 2017–2020 se monte à 10 239 mio CHF. La croissance annuelle moyenne est de +1,4%. Elle s'inscrit ainsi légèrement en dessous de la croissance souhaitée de +1,9% en moyenne pour la période FRI 2017–2020.

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

Conformément à l'art. 33a de la Loi sur les EPF, le Conseil des EPF alloue chaque année les fonds fédéraux (financement fédéral). Il s'appuie pour cela sur ses conventions d'objectifs passées avec les deux EPF et les quatre établissements de recherche. L'allocation des fonds au sein du Domaine des EPF est régie par l'art. 12, al. 2 de l'Ordonnance sur le Domaine des EPF.

Les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF, qui sont coordonnés au plafond de dépenses 2017–2020, constituent la base des conventions d'objectifs quadriennales du Conseil des EPF passées avec les institutions. Les allocations annuelles des fonds aux institutions sont adaptées aux crédits budgétaires annuels décidés par le Parlement. Le Conseil des EPF s'appuie sur les demandes de crédits des institutions et l'évaluation de leurs prestations.

En 2019, au total 2581,2 mio CHF issus des deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses étaient disponibles (2018: 2530,9 mio CHF).

Fig. 1: Plafond de dépenses du Domaine des EPF pour la période FRI 2017–2020

mio CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
Message FRI du 24 février 2016 (16.025)	2 453,8	2 489,1	2 524,3	2 561,6	2 602,8	10 177,8
AF 4 plafond de dépenses Domaine des EPF – augmentation		40,0	40,0	40,0	40,0	160,0
Domaine des EPF plafond de dépenses 2017–2020 AF 4 du 16 septembre 2016	2 453,8	2 529,1	2 564,3	2 601,6	2 642,8	10 337,8
Croissance nominale en CHF		75,3	35,2	37,3	41,2	
Croissance nominale en %		3,1	1,4	1,5	1,6	
Ø Exploitation plafond de dépenses 2013–2016 (base: Budget 2016) en %						1,9

Fig. 2: Crédits imputés sur le plafond de dépenses du Domaine des EPF

mio CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017–2020
A231.0181 Contribution financière de la Confédération	2 288,7	2 377,9	2 356,7	2 372,6	2 415,1	9 522,3
A202.0134 Crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF	165,1	152,9	174,2	208,5	181,0	716,7
Total des crédits imputés sur le plafond de dépenses	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2	2 596,1	10 239,0
Croissance nominale en mio CHF		77,0	0,1	50,3	15,0	
Croissance nominale en %		3,1	0,0	2,0	0,6	
Ø Croissance annuelle moyenne 2017–2020 (base: Budget 2016) en %						1,4
Utilisation prévisionnelle des crédits imputés sur le plafond de dépenses en %						99,0

Fig. 3: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF (après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2019)

mio CHF	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
						abs.	%
Domaine des EPF^{1, 2, 9, 10}	2 417,9	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2	50,3	2,0
ETH Zurich ^{3, 6}	1 224,0	1 247,2	1 297,4	1 300,5	1 298,1	- 2,4	- 0,2
EPFL ⁴	618,1	640,3	666,2	664,9	664,8	- 0,1	- 0,0
PSI ^{5, 8}	324,0	305,4	294,3	307,3	309,8	2,5	0,8
WSL	55,7	55,9	58,7	58,3	57,7	- 0,6	- 1,0
Empa ⁶	106,7	110,7	114,7	105,2	115,7	10,4	9,9
Eawag	58,6	59,1	61,5	61,5	60,5	- 0,9	- 1,5
Conseil des EPF ⁷	30,7	35,1	38,2	33,2	74,7	41,5	125,2

Informations complémentaires sur les budgets/comptes 2019:¹ Allocation totale de fonds en 2019² Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2017–2020 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses): tranche annuelle 2019: 2 601,6 mio CHF/arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2019: 2 581,2 mio CHF³ *Sustained scientific user lab for simulation based science* au CSCS inclus: 22,9 mio CHF, financement de démarrage président: 3,0 mio CHF, coûts supplémentaires réseau de mesure des séismes de forte intensité: 0,8 mio CHF⁴ Projet de neuroinformatique *Blue Brain* inclus: 20,8 mio CHF, financement de démarrage président: 3,0 mio CHF⁵ ATHOS/SwissFEL inclus: 16,0 mio CHF, *Action Plan Energy* PSI: 3,0 mio CHF⁶ Réévaluation du portefeuille immobilier incluse: 2019: ETH Zurich 8,5 mio CHF, Empa 1,5 mio CHF⁷ Projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (11,0 mio CHF), cotisations à la caisse de prévoyance du Domaine des EPF auprès de PUBLICA (taux réglementaire 3,5 mio CHF) ainsi que les fonds reçus en 2019, qui seront utilisés pour couvrir l'excédent de dépenses du budget 2020⁸ Fonds spéciaux inclus (6,9 mio CHF)⁹ Grands axes stratégiques inclus (*Personalized Health and Related Technologies*, science des données, *Advanced Manufacturing*) (total: 24,4 mio CHF)¹⁰ Infrastructures de recherche incluses (mise à niveau détecteurs CMS au CERN, *Swiss Plasma Center*) (total de 5,5 mio CHF)

Le Conseil des EPF a alloué les fonds pour le mandat de base (*base budget*) comme suit (2019: total 2386,1 mio CHF):

– ETH Zurich	1243,0 mio CHF
– EPFL	634,0 mio CHF
– PSI	286,5 mio CHF
– WSL	57,2 mio CHF
– Empa	104,5 mio CHF
– Eawag	60,8 mio CHF

Domaine des EPF: fonds pour les projets stratégiques

- Infrastructures/grands projets de recherche: 65,2 mio CHF
- Grands axes stratégiques (SFA): 24,4 mio CHF
- Numérisation du domaine FRI (y compris augmentation décision Conseil des EPF): 13,8 mio CHF
- Financements incitatifs et d'aide au démarrage, autres dépenses centrales et diverses ainsi que fonds spéciaux: 46,8 mio CHF

Fonds pour le Conseil des EPF:

- Usage propre de l'administration du Conseil des EPF et de la Commission de recours: 15,0 mio CHF
- Selon la décision du Conseil des EPF relative à l'allocation des fonds, les fonds supplémentaires de +30,0 mio CHF, autorisés par les Chambres fédérales conformément à l'AF Ia, ne seront pris en compte et utilisés qu'en 2020 et non pas en 2019 (surbudgétisation du budget 2020 de 20,8 mio CHF à ce jour). À la fin de 2019, ils ont été comptabilisés comme réserves dans les comptes du Conseil des EPF.

Élargissement de la base de financement

Le principal objectif de l'objectif 8 est l'élargissement continu de la base de financement du Domaine des EPF. Un indicateur clé est la mesure de la part des fonds de tiers¹ dans le total du financement du Domaine des EPF. Mais l'évolution absolue des fonds et notamment le développement des aides constituent des critères importants pour évaluer la réalisation des objectifs.

Évolution des fonds de tiers

Le total des fonds de tiers opérationnels se monte à 1010 mio CHF. La valeur budgétisée a été dépassée (B 2019: 1007,4 mio CHF), mais ce chiffre reste inférieur à la valeur de l'année précédente (2018: 1043 mio CHF).

Avec 543 mio CHF, le total des contributions à la recherche de la Confédération (FNS, Innosuisse, recherche sectorielle et PCR) en tant que part des fonds de tiers est supérieur au niveau déjà élevé de l'exercice précédent (2018: 533 mio CHF). 553 mio CHF étaient

prévus pour 2019. Les contributions à la recherche issues de la coopération avec le secteur privé et la recherche axée sur des projets (2019: 219 mio CHF) ont dépassé la valeur budgétisée (B 2019: 203 mio CHF) et celle de l'exercice précédent (2018: 207 mio CHF). Le total des autres fonds de tiers (dons et produits divers) a été en dessous des attentes pour 2019, avec 200 mio de CHF (B 2019: 210 mio CHF; 2018: 263 mio CHF).

La part des fonds de tiers opérationnels dans les produits d'exploitation s'est élevée à 28% (2018: 29%). À l'exception des dons, l'évolution des fonds de tiers reste positive en 2019. Cette bonne évolution est aussi soulignée par l'évolution des valeurs absolues en comparaison avec 2018. Cela se traduit par l'augmentation des contributions à la recherche fédérale et du secteur privé.

Pour une évaluation globale de l'évolution des fonds de tiers, il faut aussi tenir compte des opérations au bilan, notamment de l'évolution des fonds de tiers affectés issus de contrats inscrits au bilan selon IPSAS 23. Si leur volume augmente par rapport à l'exercice précédent, il pourrait s'agir d'un indice positif pour l'élargissement exigé de la base de financement. Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan ont augmenté pendant l'exercice sous revue (2019: 1555 mio CHF; 2018: 1510 mio CHF). En ce qui concerne les contributions à la recherche, cette hausse du volume va se répercuter dans les produits supplémentaires correspondants.

Un autre critère significatif pour évaluer la réalisation de l'objectif 8 est l'évolution des aides (FNS, Innosuisse et PCR), dont le volume a baissé par rapport à 2018 (2019: 443 mio CHF; 2018: 512 mio CHF; 2017: 422 mio CHF). Cela est dû en grande partie à la diminution du nombre de projets de recherche recrutés de manière compétitive dans le cadre des PCR de l'UE.

Les coûts indirects résultant de projets financés par des tiers sont – sauf s'il s'agit de mandats de recherche de la Confédération ou de l'UE – facturés, de sorte à ne pas affecter le mandat de base (*base budget*) et à ne pas être subventionnés de manière croisée par des fonds issus de la contribution financière de la Confédération.

Préservation de la liberté d'enseignement et de recherche

Les deux EPF et les quatre établissements de recherche s'assurent indépendamment de la publication des résultats de la recherche des projets financés par des tiers. Les entités du Domaine des EPF garantissent la

¹ Les fonds secondaires et de tiers sont les catégories utilisées avant le passage aux normes IPSAS (*International Public Sector Accounting Standards*). Depuis 2015, ces fonds font partie de la catégorie Contributions à la recherche (Confédération: FNS, Innosuisse, recherche sectorielle et PCR), mandats de recherche et prestations des services scientifiques. Anciennement, les fonds de tiers comprenaient la recherche axée sur l'économie (secteur privé), les autres fonds de tiers axés sur des projets (y c. cantons, communes, org. intern.), les dons et legs et les autres produits (cf. fig. 4, p. 72).

pleine liberté de l'enseignement et de la recherche. La liberté de publication des personnes et des projets soutenus est aussi garantie en tout temps. Les contrats comprennent un passage à ce sujet. Les libertés correspondantes sont aussi assurées par contrat pour les coopérations de recherche. Le traitement des donations est réglé explicitement dans le code de conduite.

Augmentation de l'efficacité et exploitation de synergies

Les initiatives communes et l'utilisation commune d'infrastructures de recherche génèrent des gains de synergie importants dans le Domaine des EPF. La plateforme commune de reporting sur SAP FC en fait partie. Afin de garantir un bon déroulement, l'ETH Zurich regroupe aussi les liquidités de l'ensemble du Domaine des EPF. Elle réalise le même effet interne avec la nouvelle plateforme financière et de ressources. Des plateformes ou programmes de recherche communs, gérés par plusieurs institutions du Domaine des EPF, visant à mettre en réseau et à exploiter au mieux des compétences de recherche complémentaires, génèrent eux aussi des synergies.

En font partie, p. ex., le *Swiss Data Science Center* (SDSC) de l'EPFL et de l'ETH, la plateforme ESI du PSI, de l'Empa, de l'EPFL et de l'ETH Zurich, ou les bibliothèques ex-

ploitées conjointement. Le site de l'EPFL Valais Wallis héberge le laboratoire des matériaux pour les énergies renouvelables (LMER), commun à l'EPFL et à l'Empa.

Démantèlement et élimination des accélérateurs du PSI

L'utilisation de l'énergie nucléaire ou de rayonnements ionisants dans la médecine, l'industrie ou la recherche engendre des déchets radioactifs (déchets MIR). Les lois sur l'énergie nucléaire et la radioprotection fixent les exigences en matière d'élimination.

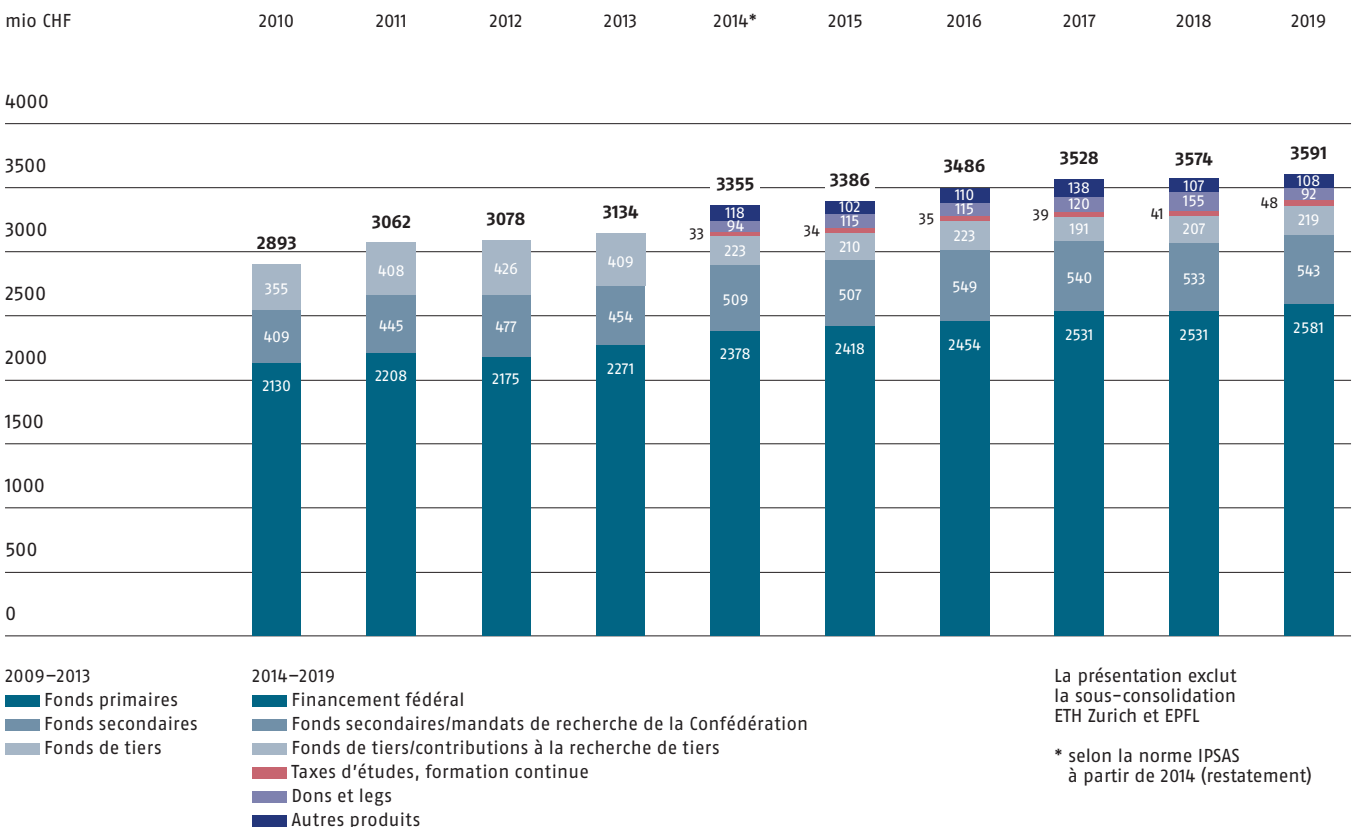
Le financement de la provision d'un total de 544 mio CHF pour le démantèlement des accélérateurs du PSI est alimenté via des montants issus du crédit Contribution financière de la Confédération épargnés chaque année.

Fin 2019, le montant épargné s'élevait à 31 mio CHF (dont montant épargné en 2019: 11 mio CHF). Le PSI a utilisé jusqu'à présent environ 4 mio CHF du montant épargné (dont 2,6 mio CHF en 2019) pour les premières mesures liées au démantèlement.

Gestion des risques majeurs

Nous renvoyons à ce sujet au rapport sur la situation et la gestion des risques, en p. 46.

Fig. 4: Evolution des sources de financement



Objectif stratégique

GESTION IMMOBILIÈRE

De grands projets progressent à vue d'œil. Les bâtiments destinés à l'Eawag à Dübendorf ainsi qu'à l'ETH Zurich dans le centre de Zurich et à Bâle ont bien avancé. Les nouveaux concepts et instruments de pilotage adoptés en gestion immobilière facilitent la coopération et améliorent le professionnalisme ainsi que l'exploitabilité des bâtiments par l'enseignement et la recherche.

Stratégie et développement du portefeuille à long terme

L'année 2019 a été marquée par l'entrée en vigueur des directives fédérales relatives au paquet climatique et aux «mesures structurelles», ce qui influence la planification à long terme du portefeuille immobilier des six institutions. En vue de la prochaine période de prestations 2021–2024, les premières discussions, travaux de réflexion et rédactions de documents ont été initiés en 2019, dans le but d'élaborer la planification du portefeuille à long terme en s'appuyant sur le processus stratégique académique des institutions. Le résultat sera la mise à jour des «Schémas généraux des espaces et du financement» (SGEF). Ces mesures garantiront la préservation de la valeur et de la fonction ainsi que la mise en place, dans les temps, de nouvelles infrastructures nécessaires à l'enseignement, à la recherche et à leur financement.

Le Domaine des EPF, qui se doit d'être exemplaire, s'est vu confier par la Confédération des objectifs ambitieux en matière de développement durable. Dans

le cadre des réformes structurelles, le Conseil fédéral a demandé à ses services chargés de la construction et des immeubles de revoir les normes et les standards correspondants. Depuis fin 2019, l'ETH Zurich applique sa propre stratégie immobilière qui s'appuie sur le processus stratégique académique et cible la rentabilité comme la durabilité de la gestion de l'immobilier. Lancée par la direction, l'initiative ETH+, qui vise à préserver la position de leader de l'ETH Zurich, exige une consolidation des besoins en surface. Sa croissance se poursuivant, l'ETH Zurich a loué des locaux dans les bâtiments OCTAVO et *Andresturm* à Zurich-Oerlikon, afin de pouvoir répondre à temps à une partie de ses besoins à court et à moyen terme en surfaces de remplacement et supplémentaires. L'adaptation des dispositions de construction spéciales pour le campus Hönggerberg suit son cours. Fin octobre 2019, le Grand Conseil zurichois a adopté l'aménagement du campus Hönggerberg dans le cadre de la révision partielle du plan directeur cantonal. L'ETH Zurich dispose d'un plan directeur ETH Hönggerberg 2040 et d'un plan directeur Energie ETH Zurich.

La stratégie immobilière de l'EPFL entretient la valeur du patrimoine culturel architectural et assure son développement en accord avec les besoins des utilisateurs, tout en tenant compte des fonds affectés. Les instituts de physique et de chimie ayant de plus en plus besoin d'une infrastructure moderne, des travaux s'imposent. Le canton de Vaud et la commune de Lausanne ont pris acte de la nécessité d'une extension vers le nord des surfaces de l'EPFL et de l'Université de Lausanne. En parallèle, les deux établissements ont amorcé un plan directeur commun qui a été réalisé fin 2019 et qui sera présenté pour adoption début 2020. Le développement du campus valaisan Alpole, à Sion, et du Smart Living Lab à Fribourg s'inscrivent également dans cette stratégie.

Au rez-de-chaussée du DFAB HOUSE, 15 montants en béton-construits par des technologies numériques bordent la façade. Le mur, doublement incurvé, a été fabriqué par des robots et porte le poids du plafond, lui-même issu d'un processus d'impression en 3D.

› Roman Keller



Le PSI a poursuivi ses travaux dans le PARK INNOVAARE (début des travaux en novembre 2019), avec le regroupement physique de certains secteurs, le déblocage de surfaces, des réaffectations et des rénovations. Confronté à un manque de place, le WSL va créer des espaces de travail dans le cadre de ses travaux de rénovation énergétique. La planification stratégique des thématiques de recherche qui concernent le campus de l'Empa-Eawag a montré un accroissement des besoins futurs en laboratoires et en salles blanches modernes. Il faudra également favoriser l'interaction et l'interdisciplinarité entre les équipes scientifiques par des bâtiments adaptés.

Le Domaine des EPF a conclu plusieurs opérations immobilières en 2019. L'ancien bâtiment du SLF sur le Weissfluhjoch a été vendu aux *Davos Klosters Bergbahnen AG*. Mais l'exploitation des stations de mesure ainsi que l'étude de la neige et des avalanches restent possibles. L'immeuble situé à la rue Jaquet-Droz 7 à Neuchâtel a été vendu au canton de Neuchâtel qui l'intégrera probablement au site du parc d'innovation suisse de microtechnique.

La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2019, à 7,92 mia CHF, soit environ un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'environ 4,09 mia CHF. Le Domaine des EPF exploite environ 390 bâtiments sur 120 parcelles. Fin 2019, la surface utile principale (SUP) de 986 300 m² était en hausse de 1,40% par rapport à 2018.

Le mix de surfaces (cf. fig. 28, p. 98) entre bâtiments de la Confédération, en usage propre ou de tiers, et bâtiments loués à des tiers (en m² de la SUP depuis 2010) révèle que, ces dernières années, une partie de la croissance n'a pu être couverte que par la location de sur-

faces supplémentaires. La hausse des surfaces louées résulte d'une modification du traitement statistique des surfaces après 2013. Sans cet effet, une diminution constante de l'espace loué serait observée.

Projets en cours et réalisés en 2019

En raison de l'augmentation du nombre de chaires au sein des deux EPF et du besoin en locaux modernes, la demande en constructions, agrandissements et réfections reste élevée. Des mesures de réhabilitation vont améliorer l'usage, le bilan énergétique, l'air ambiant, l'adaptation aux personnes à mobilité réduite, la protection incendie, la sécurité sismique et les coûts d'exploitation.

En plus des locations à Zurich-Oerlikon, l'ETH Zurich a pu poursuivre sur la campus Centre la réalisation du nouveau bâtiment de recherche GLC, qui comprend des laboratoires et des espaces de bureaux à la Gloriastrasse destinés aux départements D-HEST et D-ITET. La rénovation du bâtiment principal (HG) ainsi que la rénovation et l'agrandissement du laboratoire des machines (ML/FHK) ont avancé, comme prévu. Sur le campus Höggerberg, les travaux de complète rénovation et d'agrandissement du bâtiment HIF ont commencé, tandis que l'avant-projet de construction du bâtiment de physique (HPQ) prend forme. Après complète rénovation, le bâtiment HPM, avec ses nouveaux laboratoires et espaces de travail, sera remis à la disposition du département de biologie et de ScopeM. Le projet de construction BSS à Bâle est en cours de réalisation et le gros œuvre sera terminé au cours du deuxième trimestre 2020. L'EPFL a lancé les études préliminaires sur l'*Advanced Science Building*. Au PSI, le forum des visiteurs a été rénové; la planification et la réalisation du prolongement de la halle WLHA ainsi que la construction du bâtiment de mesurage de libération WMGA ont démarré. Le coup d'envoi des travaux de base pour la planification de la SLS 2.0 a également été donné. Au

SLF de Davos, le système de chauffage au mazout a été remplacé par une pompe à chaleur à eau souterraine écologique et l'extension du bâtiment D (construction à neuf de remplacement) a été mise au point. Le chantier de remplacement des ateliers du WSL à Birmensdorf est prêt. A l'Empa de Dübendorf et de St-Gall, les travaux de rénovation et d'assainissement se poursuivent; à l'Eawag, le chantier du FLUX destiné à l'enseignement et à la recherche a démarré sur le campus de Dübendorf. Pour la mise en œuvre du plan directeur campus de recherche/site énergie Empa-Eawag à Dübendorf, des «procédures d'adjudication avec dialogue» ont été organisées pour la première étape de développement du bâtiment et des espaces libres.

Investissements et origine des fonds en 2019

Après un transfert de crédit dans la contribution financière de 7,25 mio CHF (3,2%) et la dissolution de la réserve liée conformément à la loi sur les finances de la Confédération (art. 32a, LFC) à hauteur de 10 mio CHF pour le projet de construction BSS de Bâle, le crédit d'investissement 2019 pour les constructions dans le Domaine des EPF s'est monté à 218,6 mio CHF, en hausse par rapport à l'année précédente (134,2 mio CHF). Les investissements concernaient, pour 42,7%, des constructions neuves et, pour 57,3%, le maintien de la valeur et de la fonction. Les fonds de tiers pour l'immobilier de la Confédération n'ont pas été utilisés. Des investissements à hauteur de 96,3 mio CHF, issus des fonds de la contribution financière, ont été consacrés à des équipements à usage spécifique sur des biens des institutions. Ces investissements ont été complétés par un financement de tiers de 16,1 mio CHF. Le volume total des constructions initié par le Domaine des EPF en 2019 s'est élevé à 332 mio CHF (cf. fig. 25, p. 97). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2019 d'un crédit de loyer de 243,8 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyer relatives aux immeubles de la Confédération. Le graphique Origine des fonds (fig. 25, p. 97) montre la provenance des fonds employés pour les constructions du Domaine des EPF depuis 2010. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de l'étendue des projets de

construction actuels. Le projet PARK INNOVAARE du PSI, financé par des fonds d'investisseurs, a démarré en 2019. Le volume d'investissement de l'investisseur pour la première étape s'élève à environ 160 mio CHF.

Programme de construction 2020

Avec son programme annuel de construction, le Domaine des EPF sollicite les crédits d'engagement pour les nouveaux projets prévus. Les Chambres fédérales les ont approuvés via l'Arrêté fédéral AF relatif au budget 2020. Le programme de construction 2020, d'un total de 211,2 mio CHF (crédit total), qui a été sollicité en 2019 par le Conseil des EPF et approuvé le 12 décembre 2019 par le Parlement, prévoit les deux grands projets suivants. 15,2 mio CHF ont été sollicités pour la réalisation du réseau de réfrigération de Zurich Centre (EKZ), qui est au cœur du plan directeur Énergie ETH Centre. Celui-ci garantira la stabilité et la fiabilité de l'approvisionnement en froid, indispensables au fonctionnement des infrastructures de recherche, et améliorera la durabilité de l'approvisionnement en énergie. L'utilisation de l'eau du lac, envisageable à plus longue échéance, a été intégrée au projet. La construction du *Discovery Learning Lab* EL (DLL EL) à Lausanne Ecublens pour 15,0 mio CHF est le deuxième grand projet. Il s'agit d'une infrastructure de travail qui permettra le développement de projets de formation, de méthodes innovantes d'enseignement et d'apprentissage, ainsi que leur mise en œuvre pratique. Le programme *Discovery Learning* initié par l'EPFL sera aussi mis à la disposition de la Faculté des Sciences et Techniques de l'Ingénieur du fait de son succès manifeste. Le crédit-cadre sollicité en 2020 se monte à 181,0 mio CHF. Les crédits-cadres autorisent des projets de construction allant jusqu'à 10 mio CHF et des planifications de projets de plus de 10 mio CHF.

Maintien de la valeur et de la fonction

La préservation de la valeur et de la fonction des biens immobiliers du Domaine des EPF est une mission légitime du Conseil des EPF. Elle est dans l'intérêt de la Confédération, qui en est la propriétaire, et de l'ensemble du Domaine des EPF, qui en est l'utilisateur. L'état de chaque bâtiment est évalué à l'aide d'une

Gestion immobilière stratégique du Domaine des EPF

L'infrastructure immobilière doit être performante pour que les deux EPF et les quatre établissements de recherche atteignent leurs objectifs en matière d'enseignement et de recherche, remplissent leur mandat de prestation et répondent aux exigences de qualité. Les biens immobiliers sont la propriété de la Confédération. Chaque année, le crédit d'investissement pour les constructions est séparé dans le budget. Dans les comptes de la Confédération, il relève de l'Office fédéral de la construction et de la logistique (OFCL) du Département fédéral des finances (DFF). Le Conseil des EPF, qui est l'un des trois services de la construction et des immeubles de la Confédération, joue le rôle de propriétaire à titre fiduciaire. Il est responsable du portefeuille immobilier du Domaine des EPF et coordonne la gestion immobilière stratégique avec les institutions afin de maintenir en état le portefeuille immobilier à moyen et à long terme et de préserver sa valeur culturelle.

Une planification répondant aux besoins et la réalisation en temps voulu de nouvelles constructions, de transformations et de réfections représentent donc des tâches centrales. Le maintien de la valeur et de la fonction résulte d'une planification basée sur les besoins et orientée, dans l'intérêt du propriétaire, sur des critères coûts-utilité, ainsi que sur un contrôle au niveau du Conseil des EPF. Le propriétaire en prend connaissance via le rapport du Conseil des EPF. Le Domaine des EPF applique une vision de développement durable à son parc immobilier et à sa gestion de l'immobilier, selon le mandat donné conformément à l'art. 73 de la Constitution et à la stratégie de la Confédération pour le développement durable.

méthode établie dans le secteur d'activité. Le tout est cumulé au niveau portefeuille et mis en regard de la tendance observée sur plusieurs années. En dépit de l'ancienneté relative des bâtiments et de leur utilisation intensive, leur valeur réelle d'environ 83% de la valeur à neuf, telle que calculée en 2019, reste à un niveau élevé (cf. fig. 26, p. 97). Les charges de rénovation sont parfois considérables, surtout pour les bâtiments historiques, et entraînent des travaux importants. Le plan d'investissement immobilier 2020–2023 comprend des projets de rénovation de plus de 369 mio CHF et a généré des investissements d'env. 125 mio CHF en 2019. Les travaux d'entretien courant ont par ailleurs absorbé quelque 50 mio CHF du crédit de financement. Le Domaine des EPF prouve ainsi qu'il s'est appliqué à gérer de façon responsable et durable le patrimoine construit mis à sa disposition par la Confédération en 2019.

Coordination

En 2019, le service immobilier du Conseil des EPF a assuré la coordination entre les requêtes des offices fédéraux et celles des institutions du Domaine des EPF, dans le développement de normes, de standards et de directives concernant la planification, la réalisation et l'exploitation de l'immobilier. Les institutions sont intervenues, notamment sur les thèmes des achats et des contrats, de la protection des infrastructures critiques et de l'application de la méthode du *Building Information Modeling* (BIM). En 2019, l'accent a été mis sur le développement durable, notamment sur la stratégie de la culture du bâti de la Confédération, la révision du concept de paysage, la mise en œuvre des missions du paquet climatique de l'administration fédérale ou la poursuite du programme d'efficacité énergétique «Exemplarité énergétique». Le Conseil des EPF est membre du Bureau des constructions des hautes écoles (BCHE) du Conseil des hautes écoles de la Conférence suisse des hautes écoles. Celui-ci participe aux décisions sur les contributions aux investissements et participation aux frais locatifs de la Confédération.

Gouvernance

En 2019, l'état-major du Conseil des EPF a rédigé un rapport sur les risques en matière de gestion de l'immobilier. En association avec les six institutions, il a contrôlé systématiquement le portefeuille immobilier à la recherche de risques pour le propriétaire et a défini des mesures ciblées pour réduire les risques identifiés. Le rapport a été approuvé par le comité d'audit et le Conseil des EPF en a pris connaissance. Cette analyse des risques prouve le soin accordé aux biens immobiliers confiés par la Confédération.

En 2019, le Conseil des EPF a approfondi, avec une aide externe, le mandat d'étude entamé en 2018 sur un éventuel transfert de propriété de biens immobiliers de la Confédération au Domaine des EPF. Le Conseil fédéral a stipulé que le mandat d'étude serait achevé d'ici à l'été 2020.

En juillet 2019, le Conseil fédéral a arrêté plusieurs décisions qui ont des impacts sur le Domaine des EPF et sa gestion de l'immobilier. Les «réformes structurelles» obligent tous les services de la construction et des immeubles à examiner l'approche *Shared Space* pour rendre les postes de travail standard plus flexibles. Un concept de mise en place est en cours d'élaboration. D'autre part, l'utilisation plus efficiente des surfaces fait l'objet d'un modèle de pilotage à développer. Le «paquet climatique» adopté par le Conseil fédéral a défini des objectifs et des mesures pour diminuer davantage l'empreinte carbone (cf. section Environnement et énergie à droite).

Un grand pas en avant a été accompli avec les institutions au niveau du projet de standards minimaux dans la gestion des projets de construction. L'harmonisation des instruments de pilotage ainsi que les procédures d'approbation et de rapport vont améliorer la qualité des projets de construction et faciliter la coopération entre les participants. Ici aussi, la numérisation croissante des processus est un défi à relever, par la méthode du BIM par exemple.

Environnement et énergie

Coup de projecteur sur la protection du climat

Par sa participation active à l'initiative «Exemplarité énergétique de la Confédération» (EEC), le Domaine des EPF souligne depuis 2014 son engagement dans la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050. Entre 2006 et fin 2018, le Domaine des EPF a amélioré son efficacité de 35,4%. L'initiative visait les 25% d'ici à 2020: l'objectif est donc d'ores et déjà atteint. Dans le même temps, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale a progressé de 44% à 76%. Les besoins en électricité sont déjà couverts à 86% par des sources d'énergie renouvelables. Du fait de la croissance continue du Domaine des EPF, la consommation énergétique finale absolue a augmenté de 7,7% sur la même période. Le service immobilier du Conseil des EPF et les institutions ont déjà défini les objectifs et les mesures du programme EEC 2020–2030.

En juillet 2019, le Conseil fédéral a arrêté le paquet climatique en soulignant clairement son attachement à la protection du climat et sa volonté de réduire les émissions de gaz à effet de serre. Ce paquet repose sur les mesures du concept EEC 2020–2030, mais durcit les objectifs correspondants pour les acteurs de l'administration fédérale. Les émissions de CO₂ devront avoir baissé de 50% entre 2006 et 2030. Les émissions inévitables restantes devront être compensées. La Confédération veut ainsi atteindre la «neutralité climatique» dès 2030. Les mesures du Domaine des EPF s'orientent vers la production d'électricité et de chaleur, les techniques de construction et la rénovation énergétique des bâtiments du portefeuille. Outre les mesures spécifiques aux bâtiments, le Domaine des EPF doit définir, d'ici à la mi-2020, un plan de réduction de ses émissions de CO₂ générées par la mobilité et les transports aériens ainsi qu'un plan de croissance pour les véhicules propulsés par des énergies renouvelables, avec l'infrastructure de recharge nécessaire. Les travaux sur ces concepts ont commencé durant l'année sous revue, en intégrant les mesures en cours ou terminées de gestion énergétique et environnementale au sein des institutions.

Pour ses travaux neufs et ses rénovations complètes, l'ETH Zurich applique systématiquement le SGNI et/ou le standard de certification Minergie-ECO. En 2019, elle a mis en service sa plus grande centrale énergétique HI dans le cadre de la poursuite de l'extension du réseau basse température. L'Eawag aussi conçoit ses bâtiments en vertu du standard Minergie-ECO au minimum. Sur son site de Davos, le WSL a remplacé son système de chauffage au mazout par une pompe à chaleur eau souterraine et produit désormais toute sa chaleur à partir de sources 100% renouvelables. Le PSI se chauffe à plus de 50% à partir de la chaleur dégagée par ses propres grandes installations de recherche et couvre le reste de ses besoins à partir du réseau de chauffage urbain. En vue d'atteindre le même objectif, l'EPFL a

entamé son chantier de modernisation de sa centrale de chauffage et de réfrigération qu'elle va équiper d'une pompe à chaleur qui utilise l'eau du lac. Le nouveau centre de calcul prévu va lui aussi contribuer significativement à l'amélioration de l'efficacité de l'EPFL. Construit au-dessus de la centrale énergétique, il sera refroidi par l'eau du lac Léman et restituera à la centrale énergétique la chaleur dégagée par les serveurs, pour récupération. Le site de l'Empa-Eawag à Dübendorf met aussi en œuvre un plan directeur Energie. Entrée en service en 2019, la nouvelle pompe à chaleur transforme en haute température la chaleur accumulée dans le réseau moyenne température ou dans le réservoir de stockage saisonnier.

Depuis longtemps, les institutions savent que la mobilité en général et le transport aérien en particulier sont responsables d'une grande partie des émissions de CO₂. C'est pourquoi elles gèrent un programme de gestion de la mobilité qui encourage la mobilité durable. Toutes les institutions consignent les déplacements aériens afin de compenser la majorité des émissions générées. Une plateforme de mobilité coordonne les activités de mobilité durable à l'ETH Zurich et à l'EPFL. Parmi les initiatives importantes dans ce domaine: le projet sur les déplacements aériens et le soutien actif des transports en commun, des offres de *bike sharing* ou l'électromobilité. L'ETH Zurich a pour objectif de réduire les émissions de CO₂ liées au transport aérien de 11% par personne sur la période 2019–2025, par rapport à la valeur moyenne de 2016–2018. Avec son projet *Travel less without loss*, l'EPFL cherche également à diminuer son empreinte carbone et encourage le choix du moyen de transport le plus durable ou le recours plus fréquent aux visioconférences, sans porter atteinte à l'excellence scientifique. L'Eawag a lancé une initiative de réduction de ses déplacements professionnels en avion, baptisée *Fly Aware*. Le PSI a mis en place plusieurs mesures dans le domaine de la mobilité, comme l'extension de la ligne de bus directe Brugg-PSI, l'introduction d'une offre de location de vélos électriques et le développement de l'infrastructure de recharge. 40 bornes sont dorénavant à la disposition des véhicules électriques des visiteurs et du personnel. La part des véhicules de service électriques au sein du PSI dépasse les 30%, c'est-à-dire que l'objectif de 20% d'ici à 2022 a déjà été atteint.

Les institutions veulent encore réduire leur empreinte écologique. L'offre de restauration sur le campus présente du potentiel. Des mesures ciblées peuvent améliorer le bilan environnemental, avec par exemple le développement de l'offre végétarienne et végétane, la réduction du gaspillage alimentaire, la promotion des produits régionaux et de saison, le tout en lien avec la sensibilisation des clients.

Objectif stratégique

CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELÈVE SCIENTIFIQUE

En 2019, la politique du personnel du Domaine des EPF a surtout mis l'accent sur la culture managériale et l'égalité des chances. Toutes les institutions ont pris de nouvelles mesures permettant d'accroître la part des femmes dans les domaines MINT et de mieux concilier la famille et le travail. La sensibilisation à la conduite, à l'encadrement, à l'engagement et au respect a été nettement améliorée dans toutes les institutions.

Thèmes centraux en 2019: compétences managériales et égalité des chances

Diverses mesures visant à renforcer une politique du personnel durable et axée sur le soutien ont été mises en œuvre dans tout le domaine des EPF. Le programme *Leadership Development* de l'ETH Zurich met l'accent sur la qualité du management, en particulier du corps professoral. L'EPFL a, elle aussi, effectué des formations de management afin de renforcer les compétences managériales du corps professoral et des cadres. En 2019, elle a déployé un plan d'action de deux ans visant à numériser les processus RH. Le PSI, l'Empa et l'Eawag se sont focalisés sur le renforcement des formations de conduite et des carrières spécialisées, sur l'amélioration de l'encadrement et de l'accompagnement de la carrière des doctorants et postdoctorants, sur l'approfondissement des thèmes diversité et inclusion et sur la promotion des carrières des femmes dans les domaines MINT. Pour accroître la part de femmes dans la recherche et aux postes de direction, le WSL a adopté un *Gender Action Plan* qui regroupe des me-

ures concernant le recrutement, des *Career Path Measures*, le mentoring et l'équilibre entre famille et carrière. La formation continue interne de l'Eawag a également proposé 34 événements sur les compétences managériales et l'égalité des chances. Le tout nouveau *Career Center* du PSI soutient les jeunes scientifiques dans leur évolution de carrière par des offres de conseil et la mise en réseau avec des entreprises régionales des technologies de pointe et de la recherche.

Perfectionnement du système salarial

Les bases du système salarial ont été précisées avec des profils de compétences remaniés dans tout le Domaine des EPF et la révision partielle de l'Ordonnance sur le personnel (OPers-EPF) a encore progressé. En 2019, les deux EPF (ETH Zurich et EPFL) ainsi que les établissements de recherche (PSI, WSL, Empa et Eawag) ont signé la Charte pour l'égalité salariale dans le secteur public. L'EPFL a examiné systématiquement les professions des technologies de l'information afin de garantir la cohérence, l'équité et la compétitivité des salaires.

Promotion des cadres et évolution du management

L'ETH Zurich propose au corps professoral et aux supérieurs hiérarchiques de nouvelles offres de formation et de coaching. Elle a aussi développé des offres complémentaires pour les collaborateurs scientifiques et technico-administratifs. Pour les nouveaux professeurs et professeurs assistants, elle a introduit des séminaires de gestion *Leadership 4 new faculty* de la série de manifestations *Leadership 4 faculty* pour les professeurs et professeurs assistants. Elle propose en outre des programmes de *Lateral Leadership* destinés aux cadres sans pouvoir de décision.

Pour les professeurs assistants avec *tenure track*, l'EPFL a élaboré une formation de management, qui se compose de coaching individuel et de gestion du personnel.

Elle a formé ses cadres dans les domaines de l'intelligence émotionnelle, la performance collective, la gestion des conflits, la réussite en matière de recrutement, la gestion du changement et la conduite. Depuis 2017, le PSI se charge de développer la formation *CAS Leadership in Science* ciblant les cadres et spécialistes dans le cadre d'une joint-venture avec la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW). Pour les carrières spécialisées, il a développé le programme *Expert Development* selon un modèle industriel de promotion des spécialistes. Les cadres du WSL, de l'Empa et de l'Eawag se perfectionnent lors de formations de management et de coachings personnalisés. Ils ont la possibilité de participer au *CAS Leadership in Science* de la FHNW.

Carrières scientifiques

Depuis 2017, les profils de rôles ainsi que les carrières du personnel scientifique, qui est embauché pour une durée indéterminée (*senior scientists*) à l'ETH Zurich et à l'EPFL, sont discutés et précisés. Ceci a permis d'augmenter sensiblement la transparence en matière d'exigences et de perspectives de développement. Les postdoctorants et maîtres assistants connaissent ainsi les possibilités d'évolution académique au sein des hautes écoles. Au plus tard après quatre à cinq années d'emploi à durée déterminée, le WSL, l'Empa et l'Eawag mènent aussi des entretiens de carrière obligatoires, au cours desquels sont évoquées des mesures concrètes et les opportunités de carrière à long terme. En 2019, le PSI a étudié dans quelle mesure la perception des opportunités de développement a changé, constatant que les attentes des collaborateurs ont fortement augmenté vis-à-vis du management, de la collaboration, de leurs possibilités d'évolution et leurs perspectives d'avenir.

Encouragement de la relève scientifique

Pour promouvoir les échanges scientifiques internationaux, le WSL a organisé et soutenu neuf *summer* et *winter schools* internationales en Suisse et à l'étranger, en 2019. Pour la 30^e fois, il a organisé la «Semaine européenne de la dendroécologie». De plus, le WSL compte parmi les onze organisations partenaires internationales de l'*Innovative Training Network* (ITN) MicroArctic, qui forme la prochaine génération d'expertes et d'experts de la microbiologie arctique et de la biogéochimie. En 2019, un nouveau *TubInTrain* (ITN) a commencé au PSI, portant sur la mise en place avec des partenaires de six pays d'Europe d'un programme pluridisciplinaire de doctorat dans le domaine des maladies neurodégénératives et de la neurotoxicité. Avec la plateforme en ligne *WSL-junior.ch*, le *kihZ-Sommer-Camp* et l'offre *Junior Research* proposée en collaboration avec l'ETH Zurich, les enfants découvrent le monde de la recherche. Le PSI, l'Empa et l'Eawag ont également organisé un camp de vacances pour les enfants des écoles primaires. Chaque année, d'innombrables enfants se passionnent pour la science et la recherche dans toutes les institutions lors de la journée «Futur en

tous genres». Pour renforcer l'aspect «nouvelles perspectives», le PSI a lancé pendant cette journée une campagne de posters montrant des portraits de femmes qui exercent des professions MINT.

Opportunités de carrière pour tous les groupes de fonction

Pour faire évoluer les carrières à une époque où l'apprentissage tout au long de la vie joue un rôle majeur, pour préserver l'employabilité ou en cas de besoins de reconversion, les cadres supérieurs et le personnel du Domaine des EPF disposent d'une large offre de formation continue et de conseil. L'ETH Zurich et l'EPFL proposent un coaching individuel dans les domaines du *leadership*, la carrière, la collaboration et la gestion des conflits, ainsi que des offres sur mesure de développement des équipes, pour les cadres supérieurs de tous les niveaux de fonction. Les formations continues externes sont soutenues financièrement et en termes de temps accordé. Les cadres supérieurs sont tenus de promouvoir le développement des collaborateurs. Des séminaires sont proposés pour améliorer la conduite d'entretiens et présenter ses propres aspirations. Le PSI participe au programme national *Transferable Skills* visant à promouvoir les compétences interdisciplinaires des doctorants et postdoctorants. La participation est obligatoire pour les jeunes scientifiques avec *tenure track* de l'Empa. En 2019, l'Eawag a élaboré des formulaires d'entretien avec le personnel spécifiques pour chaque groupe de fonction. Ils servent de base de discussion pour les opportunités de développement et de carrière.

Encadrement des doctorants et postdoctorants

Les conditions d'engagement et l'encadrement des doctorants et postdoctorants ont été examinés de manière détaillée et ajustés dans tout le Domaine des EPF. L'Ordonnance sur le doctorat de l'ETH Zurich est en cours de révision. Elle permet de débattre de mesures telles que le co-encadrement, le colloque d'habilitation, les entretiens réguliers et contraignants sur place et avec les collaborateurs grâce aux éléments *Progress Report*, la collaboration et le développement. L'ETH Zurich a lancé le projet «Carrières scientifiques, promotion et développement de postdoctorants et de maîtres assistants.» Les profils de tâches et de développement seront également affinés à l'EPFL, la conduite et l'encadrement seront renforcés et la carrière professionnelle sera encouragée. Le PSI a mis au point le concept *Professional Development Support* qui porte notamment sur l'encadrement de doctorants et de postdoctorants, avec la formation obligatoire du personnel d'encadrement. Le cours en ligne *Ethics in Research* est obligatoire, depuis la mi-2019, pour tous les postdoctorants du PSI. Avec l'élaboration d'un guide destiné aux doctorants et aux personnes qui les encadrent, le WSL se prononce en faveur d'aspects qualitatifs à caractère général pour un doctorat réussi. Dans le cadre du *Club PhD*, les doctorants bénéficient d'offres de formation continue sur mesure. Outre le plan de

développement personnel annuel, l'Empa et l'Eawag proposent aux doctorants et postdoctorants des formations spéciales sur la planification de leur carrière. L'Empa a adopté une disposition interne réglementant le développement et l'encadrement des doctorants, qui permet d'améliorer encore la qualité de la formation. L'Eawag remanie en continu son offre d'encadrement très variée pour les doctorants et les postdoctorants.

Potentiel de main-d'œuvre suisse

Depuis le 1^{er} juillet 2018, les dispositions en vigueur concernant l'obligation d'annoncer les postes vacants sont appliquées dans tout le Domaine des EPF. Les prescriptions et recommandations légales correspondantes sont prises en compte lors des recrutements. Les postes vacants des domaines commerciaux et techniques sont publiés sur des plateformes d'emploi suisses et dans les offices régionaux de placement (ORP).

Intégration professionnelle

Tout le Domaine des EPF emploie des personnes en situation de handicap et met à disposition des postes pour les essais de travail et les essais pratiques. Le projet «Zéro obstacle» de l'ETH Zurich a pour vocation d'assurer un accès sans barrière aux études et au travail. Les deux premiers projets partiels, qui mettent l'accent sur l'accès aux bâtiments et les personnes malvoyantes et malentendantes, sont actuellement mis en œuvre. Les offres d'aide visant à compenser les désavantages sont précisées et étendues. Le conseil et l'accompagnement en vue d'une réintégration au poste de travail ont permis d'augmenter aussi le taux de réintégration du PSI. En cas d'incapacité liée au poste de travail, le WSL examine des possibilités de

reclassement interne et permet les essais de travail dans le cadre des mesures de réinsertion prévues par l'AI. L'Empa et l'Eawag intègrent les collaborateurs malades avec un profil de tâches adapté et évaluent la situation professionnelle en fonction de la situation personnelle.

Mise en œuvre de l'égalité des chances

Des projets tels que *Smart Staffing – Hinder Bias* pour vérifier et continuer à optimiser des processus de recrutement basés sur l'ouverture, la transparence et la performance, le programme de mentorat destiné aux femmes souhaitant accéder aux postes de management, l'intégration d'un module sur la diversité thématique aussi les préjugés inconscients dans la formation des cadres, et la poursuite du programme *Fix the Leaky Pipeline* montrent que les sujets relatifs à la diversité et à l'égalité des chances sont très présents dans le Domaine des EPF. L'ETH Zurich met à disposition les fonds nécessaires pour dix chaires supplémentaires afin de recruter les meilleures chercheuses comme professeures. Au moins deux professeures sont représentées dans chaque commission de nomination. A long terme, l'objectif est d'atteindre un quota de 50% de femmes dans le recrutement de professeures. A l'occasion de ses 50 ans, l'EPFL a dressé le portrait de 50 professeures et de cinq anciennes diplômées afin de mettre en avant la participation des femmes dans les sciences techniques. La chaîne de télévision suisse francophone (RTS) a présenté certaines de ces professeures dans des courts métrages. Lors de la journée de grève des femmes, le 14 juin 2019, l'ETH Zurich, l'EPFL et le WSL ont organisé des débats. Ce même jour, plusieurs chiffres et statistiques actuels sur la part globale des femmes, que ce soit dans le management ou dans les sciences, ont été présentés sous

A l'occasion de ses 50 ans, l'EPFL a dressé le portrait de 50 professeures et de cinq anciennes diplômées afin de mettre en avant la participation des femmes dans les sciences techniques.
 > EPFL



forme de posters et rendus accessibles à tous les collaborateurs. Le WSL a participé au *St. Gallen Diversity Benchmarking*. Les résultats de cette analyse ont été repris dans le nouveau *Gender Action Plan*. Au PSI, au moins une candidate figure parmi la liste des finalistes pour chaque fonction de management. De plus, une part de femme de 15 à 20% est souhaitée dans les organes pertinents en termes de stratégie et de carrière. L'application de cette consigne sera vérifiée. L'Empa et l'Eawag, qui ont réalisé en 2019 la campagne «Respect», ont également veillé à garantir la diversité et l'égalité des chances dans toutes les catégories d'engagement.

Equilibre entre vie professionnelle et vie privée

Dans tout le Domaine des EPF, l'offre de garde pour les enfants est très favorable aux familles. L'ETH Zurich a transformé le projet pilote «Garde d'enfants flexible» au centre universitaire en un service permanent. En janvier 2020, un projet pilote a démarré pour les gardes d'urgence. Une offre de conseil axée sur l'équilibre entre la famille, les études et le travail a été lancée le 1^{er} janvier 2020, avec le Bureau UND. Grâce aux bourses Robert Gnehm, l'EPFL soutient les postdoctorants devenus parents, dès le début de leur parentalité, afin de leur permettre de consacrer plus de temps à leur enfant sans que leurs travaux scientifiques en souffrent. Les collaborateurs du PSI profitent de l'offre de garde complète et flexible de la fondation kihz (kihz Flex, kihz Mobil). En 2019, le WSL a continué la semaine de vacances avec kihz et permis aux parents de tout le Domaine des EPF de travailler pendant les vacances d'été en confiant leurs enfants à une équipe professionnelle. L'Empa a été récompensé à de multiples reprises pour ses conditions d'engagement favorables aux familles. Il a notamment obtenu le label «Famille ET profession», la classification *Best Practice* et le «Prix BalanceZH», ainsi que la distinction *HR Excellence in Research* de la Commission européenne. L'Eawag a lui aussi dressé un état des lieux de sa compatibilité avec les familles en collaboration avec le Bureau UND. Il soutient ses collaborateurs pour les aider à trouver un bon équilibre entre vie familiale et vie professionnelle, ce qui lui a permis d'obtenir d'excellents résultats lors du sondage réalisé auprès du personnel fin 2018.

Promotion de la diversité

En 2019, l'ETH Zurich a conçu diverses mesures qui seront appliquées en 2020, comme des ateliers sur la promotion de la diversité, l'intégration d'un module sur la gestion de la diversité dans la formation des cadres, et un projet de mentorat dédié aux doctorants étrangers venant d'Etats tiers. A l'automne 2019, une campagne de sensibilisation sur le thème de la diversité et les *Unconscious Bias* (préjugés inconscients) a été lancée. A l'ETH Zurich et à l'EPFL, les échanges et le dialogue étaient au cœur des activités de promotion d'une culture de l'égalité et de l'intégration. Les directions des écoles étaient présentes aux activités organisées sur les deux campus lors de la journée de

grève des femmes du 14 juin, et elles ont permis à leurs collaborateurs d'y participer. Les sujets de la diversité ont fait l'objet d'une table ronde, afin de discuter de questions stratégiques pour l'institution. Il en a résulté des propositions concrètes pour 2020. Le PSI s'est hissé à la deuxième place de l'indice Diversité 2018 de la haute école de Lucerne. Les résultats ont servi d'état des lieux pour définir d'autres priorités et champs d'action. Lors de l'information sur la nouvelle année 2019 s'est tenue la remise du *Diversity Award* pour les cadres. Le WSL a conçu diverses mesures qui seront mises en œuvre en 2020. Des concepts d'ateliers sur la promotion de la diversité (réduction des *Unconscious Bias*), des cours de langues et un projet de mentorat pour les doctorants étrangers issus de pays tiers ont notamment été élaborés. L'Empa et l'Eawag misent eux aussi sur une représentation équilibrée des sexes au niveau des cadres. L'égalité des chances et les thèmes de la diversité sont développés en continu et ajustés aux besoins.

Sécurité au travail, protection de la personnalité et de la santé

Toutes les institutions proposent des offres de conseil complètes aux cadres supérieurs et aux collaborateurs en cas d'absences de longue durée, pour la réintégration et la protection de la personnalité. L'ETH Zurich a créé un poste de médecin du travail chargé de garantir la protection de la santé et de dispenser des formations en la matière dans les laboratoires et les ateliers. Il doit permettre d'améliorer la protection au travail en cas de grossesse, l'examen de l'état de santé lors du démarrage d'une formation professionnelle et les offres proposées en cas de troubles psychosociaux. Le soutien en cas d'absences de longue durée et la réintégration ont encore été étendus. L'EPFL a examiné ses structures et ses procédures concernant toutes les formes de harcèlement. Elle a mis en place le Bureau «Respect» et un réseau de soutien avec des contacts spécifiques. Le PSI a poursuivi les mesures initiées dans le projet *Safe@Work*, comme la formation ciblée de cadres et la réalisation périodique de campagnes de sensibilisation. Depuis 2019, il existe une formation obligatoire sur la protection de la santé et la prévention destinée aux cadres. L'Empa et l'Eawag réalisent aussi des formations et des ateliers, comme «accrobranche» du WSL ou la Journée de la santé organisée pendant l'été 2019.

Formation des apprenants

En 2019, l'ETH Zurich a proposé 170 places d'apprentissage dans 15 métiers, en ateliers et laboratoires d'apprentissage. Les nouvelles semaines d'initiation permettent de bien démarrer dans le monde du travail. L'EPFL forme plus de 100 apprenants. Pour recruter les futurs apprenants, un portail a été créé afin de permettre aux élèves de postuler à un stage. Le PSI forme plus de 100 apprenants dans 15 corps de métiers différents. Depuis peu, il propose aussi des places d'apprentissage pour des jeunes gens en situation de han-

dicap ou ayant des difficultés scolaires. Les apprenants du PSI reçoivent régulièrement des prix régionaux et nationaux. Ils ont notamment obtenu une médaille d'argent (électronicien) lors des *SwissSkills* 2019 et deux diplômes de 5^e place (électronicien et informaticien). Lors de la participation au concours national 2019 de «La Science appelle les jeunes», la mention «excellent» a même été obtenue (électronicien, 4^e année d'apprentissage). En 2019, le WSL a proposé des places d'apprentissage à 15 apprenants, à Birmensdorf et à Davos. Un soutien par le biais de programmes d'encadrement complémentaire est prévu pour les apprenants qui auraient des difficultés à réussir leur apprentissage. Selon une enquête de la société *Great place to work*, l'Empa compte parmi les meilleures entreprises de formation de Suisse. Avec plus de 40 apprenants dans dix métiers différents, il offre une formation professionnelle large, solide et variée. L'Eawag forme 25 apprenants et lutte contre le chômage des jeunes en proposant à ses apprenants un emploi à durée déterminée une fois leur diplôme en poche.

Synthèse, perspectives et objectifs

La sensibilisation à la conduite et au respect, à l'encadrement et à l'engagement permet de relever de manière constructive les défis qui se posent dans le cadre de la conduite et de la collaboration. Pour améliorer le conseil et la conciliation en cas de situations de management et de collaboration critiques, toutes les institutions ont lancé d'autres mesures, comme les bureaux de conseil ou les campagnes. En 2020, une commission de conciliation selon la Loi sur l'égalité sera en outre mise en place pour le Domaine des EPF. En 2019, la diversité et les thèmes de l'égalité des chances ont encore plus occupé le devant de la scène. Le Domaine des EPF continuera de s'engager pour des relations fondées sur le respect et les questions liées au genre (LGBTQIA+).

Il convient également de rester attentifs au climat politique entre la Suisse et l'UE et à son impact sur les accords bilatéraux, afin que les modifications des législations pertinentes puissent être anticipées à temps.

Chiffres-clés du personnel

Au 31 décembre 2019, le Domaine des EPF comptait 22 599 contrats de travail (CT), soit 19 440,2 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 18, p. 94). Avec 250 CT supplémentaires (+1,1%), soit 319,8 EPT, la croissance du personnel s'est stabilisée au niveau des années précédentes. Comme prévu, le personnel a donc moins augmenté en 2019 qu'en 2018, année où la progression avait été bien supérieure aux 2 à 3% habituels du fait des 515 CT supplémentaires de l'ETH Zurich dus au système. Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorants, reste de loin, avec 13 617 CT (11 608,0 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (60,3% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 18, p. 94),

suivi par les collaborateurs techniques qui, avec 3954 CT (3591,8 EPT), représentent 17,5% des effectifs. 16,4% des membres du personnel, soit 3708 CT (2952,3 EPT), sont des collaborateurs administratifs et 2,0% des apprenants. Avec 862 CT (830,5 EPT), le corps professoral représente quant à lui 3,8% de l'ensemble du personnel.

Corps professoral

En 2019, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL se composait de 691 professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), de 122 professeurs assistants avec tenure track (TT) et de 49 professeurs assistants sans TT (cf. fig. 19, p. 94). Le pourcentage de femmes dans les trois catégories est passé de 15,5 à 17,2% en 2019. Il était de 14,8% pour les professeurs o. et a., de 26,2% pour les professeurs assistants avec TT et de 28,6% pour les professeurs assistants sans TT. En 2019, 66,6% des 862 professeurs venaient de l'étranger (2018: 67,1%). Ainsi, 52,4% (2018: 52,1%) des professeurs venaient de l'espace européen et 14,2% d'autres pays (2018: 15,0%) (cf. fig. 20, p. 95).

Financement du corps professoral

Sur les 524 professeurs (506,9 EPT) employés à l'ETH Zurich au 31 décembre 2019, 460,8 EPT (90,9%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 19,4 EPT (3,8%) ont été financés par le FNS, 4,9 EPT (1,0%) par des programmes de recherche européens et 21,6 EPT (4,3%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Sur les 338 professeurs (323,6 EPT) employés à l'EPFL au 31 décembre 2019, 307,0 EPT (94,9%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 5,6 EPT ont été financés par le FNS et 0,1 EPT par Innosuisse (1,7% au total), aucun poste par des programmes de recherche européens et 10,9 EPT (3,4%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Part de femmes

Fin 2019, la proportion de femmes dans le Domaine des EPF était de 35,1%. Elle a progressé dans toutes les institutions. Les chiffres varient selon le groupe de fonction, la discipline et l'institution. Les plus faibles proportions de femmes sont au PSI et à l'Empa, la plus élevée à l'Eawag (cf. fig. 23, p. 96).

Apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 458 jeunes des places de formation professionnelle dans plus de 20 professions différentes au cours de l'exercice sous revue. En 2019, la part de femmes parmi les apprenants était de 32,1%.

CHIFFRES -CLÉS

Tableau de monitoring	84
Rapport sur les prestations académiques	86
Transfert de savoir et de technologie	91
Classements des hautes écoles	93
Personnel	94
Immobilier	97
Environnement et énergie	100

Tableau de monitoring sur les objectifs stratégiques du Conseil fédéral

Fig. 5: Tableau de monitoring sur les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF pour les années 2017–2020

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitoring		
	2008	2013	2016	2017	2018	2019
ENSEIGNEMENT						
Etudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL (headcount)						
Nouvelles inscriptions						
Au niveau bachelor	4 052	5 255	5 531	4 756	4 827	4 966
Etudiants	16 233	22 099	24 217	25 059	26 140	27 275
Proportion de femmes (%)	29,3	29,1	29,7	30,6	31,2	31,5
Proportion d'étrangers (%)	27,3	35,5	37,4	38,4	39,3	40,7
Au niveau bachelor	10 138	13 995	14 727	14 385	14 792	15 243
Proportion de femmes (%)	28,8	28,6	30,0	30,6	31,6	31,9
Proportion d'étrangers (%)	23,8	30,9	31,6	29,4	30,4	31,9
Au niveau master	4 649	7 241	8 662	8 895	9 517	10 163
Proportion de femmes (%)	28,0	29,4	28,5	29,4	29,6	29,8
Proportion d'étrangers (%)	34,4	43,1	46,1	45,4	46,3	47,6
Au niveau diplôme	751	0	0	0	0	0
En programme MAS/MBA	695	863	828	840	827	809
Proportion de femmes (%)	34,2	34,6	37,9	38,8	40,6	40,3
Proportion d'étrangers (%)	48,1	45,7	50,2	51,5	50,1	46,7
De mobilité ¹	–	–	–	939	1 004	1 060
Proportion de femmes (%)	–	–	–	35,5	32,9	34,9
Proportion d'étrangers (%)	–	–	–	96,5	96,6	96,0
Taux d'encadrement						
Etudiants (bachelor et master) par professeur	25,1	27,7	29,2	28,3	29,7	30,6
Doctorants	4 823	5 947	6 134	6 234	6 391	6 367
Proportion de femmes (%)	28,6	30,4	31,0	30,8	31,4	32,8
Proportion d'étrangers (%)	62,7	72,6	74,3	75,0	76,3	76,9
Taux d'encadrement						
Doctorants par professeur	7,8	7,7	7,7	7,6	7,8	7,7
Etudiants et doctorants	21 056	28 046	30 351	31 293	32 531	33 642
Proportion de femmes (%)	29,1	29,4	30,0	30,6	31,3	31,7
Proportion d'étrangers (%)	35,4	43,3	44,9	45,7	46,6	47,5
Taux d'encadrement						
Etudiants et doctorants par professeur	34,0	36,5	37,9	38,0	39,8	40,5
Diplômes						
Bachelor	1 656	2 249	2 500	2 602	2 686	2 876
Diplôme, master	1 978	2 663	2 989	3 065	3 240	3 368
MAS/MBA	336	346	303	394	343	324
Doctorat	832	993	1 256	1 258	1 209	1 290
Enseignement et encadrement par les établissements de recherche						
Heures d'enseignement	15 569	15 670	18 023	17 992	18 659	18 717
Travaux de bachelor, master et diplôme	391	532	575	602	623	639
Doctorants	700	797	783	807	854	837
Proportion de femmes (%)	36,1	36,3	39,8	39,0	38,4	38,2
Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%)	66,1	67,9	67,4	67,7	68,6	67,9
Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%)	17,3	13,4	11,7	10,3	8,8	9,8

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitoring		
	2008	2013	2016	2017	2018	2019
RECHERCHE						
Publications²	–	–	–	–	–	–
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques (en mio CHF)	–	–	772,7	743,2	755,2	779,1
dont Fonds national suisse (FNS)	141,6	209,0	257,4	260,3	254,7	259,7
dont Innosuisse	26,1	36,8	50,6	62,6	55,5	49,3
dont programmes-cadres de recherche de l'UE (PCR)	97,7	135,2	142,1	139,2	141,8	151,6
TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE (TST)						
Déclarations d'inventions ³	–	–	–	343	358	329
Déclarations de logiciels ³	–	–	–	26	36	40
Brevets	125	193	230	206	230	224
Licences	178	223	353	377	341	324
Spin-off	46	43	50	48	55	59
PERSONNEL (EPT)						
Professeurs	619,4	767,7	800,8	823,8	818,3	830,5
Proportion de femmes (%)	10,7	12,4	13,9	14,8	15,4	17,2
Proportion d'étrangers (%)	61,8	67,1	68,0	67,2	67,3	66,8
Personnel scientifique	7 956,5	9 927,3	11 053,9	11 204,4	11 542,3	11 608,0
Personnel technique	2 957,6	3 157,3	3 355,1	3 439,8	3 494,0	3 591,8
Personnel administratif	1 771,2	2 279,0	2 577,8	2 690,0	2 804,7	2 952,3
Apprenants	386,0	435,0	463,7	473,6	461,1	457,6
FINANCES / IMMOBILIER						
Financement fédéral (point de vue du plafond de dépenses) (en mio CHF)	1 949,4	2 271,4	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2
dont contribution financière de la Confédération	1 778,4	2 073,9	2 288,7	2 377,9	2 356,7	2 372,6
dont crédit d'investissement dans les constructions du Domaine des EPF ⁴	170,9	197,5	165,1	152,9	174,2	208,6

¹ Depuis 2017, les étudiants de mobilité constituent une catégorie d'étudiants séparée.

² L'activité de publication est analysée tous les quatre ans lors de l'évaluation intermédiaire.

³ Indicateurs TST supplémentaires introduits en 2017.

⁴ Les valeurs pour les années 2018 et 2019 diffèrent de celles du compte d'État (cf. la note en marge p. 102).

Indicateurs et mode de comptage pour le tableau de monitoring et le rapport académique

En l'absence de précisions supplémentaires, le terme «étudiants» se réfère toujours à l'ensemble des étudiants des niveaux bachelor et master, des étudiants des programmes de formation continue *Master of Advanced Studies* et *Master of Business Administration* (MAS/MBA) et des étudiants de mobilité entrants (qui étudient un à deux semestres dans une des deux EPF tout en étant immatriculés dans une autre haute école). Les doctorants constituent une catégorie à part. En cas d'inscription simultanée à plusieurs filières ou niveaux d'études, c'est la filière ou le niveau prioritaire qui est pris en compte.

Les étudiants et les doctorants sont comptabilisés en nombre de personnes (*headcount*). Les étudiants et les doctorants étrangers forment deux sous-catégories: les personnes de nationalité étrangère scolarisées à l'étranger (domiciliées à l'étranger lors de l'obtention de leur certificat d'accès au niveau d'études concerné) et les personnes de nationalité

étrangère scolarisées en Suisse (domiciliées en Suisse lors de l'obtention de leur certificat d'accès au niveau d'études concerné). Toutes les catégories de personnel sont comptabilisées en équivalent plein temps (EPT), selon leur taux d'activité. Les professeurs – ordinaires, associés, assistants, y compris ceux qui bénéficient d'un subside *Eccellenza Professorial Fellowship* du FNS – qui sont engagés dans une des deux EPF sont pris en compte dans le calcul du taux d'encadrement. Les *senior scientists* et maîtres d'enseignement (MER) correspondent à des collaborateurs scientifiques avec une fonction dirigeante ou faisant partie des cadres supérieurs. Certains d'entre eux sont des professeurs titulaires. Les *senior scientists* et MER des deux EPF s'ajoutent au corps professoral pour le calcul du taux d'encadrement «élargi». Les heures d'enseignement dispensées par les établissements de recherche ne prennent pas en compte les heures de préparation, mais seulement celles qui sont passées en présence des étudiants.

Rapport sur les prestations académiques

Fig. 6: Etudiants et doctorants par discipline

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												en %
Architecture	2 994	3 098	3 177	3 097	3 066	3 060	3 030	3 047	3 041	3 090	49	1,6
ETH Zurich	1 848	1 900	1 950	1 852	1 783	1 805	1 771	1 823	1 855	1 904	49	2,6
EPFL	1 146	1 198	1 227	1 245	1 283	1 255	1 259	1 224	1 186	1 186	0	0,0
Construction et géomatique	2 405	2 727	2 900	3 074	2 946	2 882	2 860	2 791	2 777	2 716	- 61	- 2,2
ETH Zurich	1 434	1 576	1 629	1 740	1 731	1 716	1 701	1 688	1 667	1 614	- 53	- 3,2
EPFL	971	1 151	1 271	1 334	1 215	1 166	1 159	1 103	1 110	1 102	- 8	- 0,7
Sciences de l'ingénieur	5 985	6 391	6 816	7 245	7 502	7 903	8 069	8 398	8 699	9 081	382	4,4
ETH Zurich	3 901	4 167	4 341	4 549	4 729	4 930	4 993	5 135	5 224	5 467	243	4,7
EPFL	2 084	2 224	2 475	2 696	2 773	2 973	3 076	3 263	3 475	3 614	139	4,0
Informatique et technologie de la communication	2 070	2 253	2 367	2 536	2 665	2 809	3 033	3 261	3 648	4 031	383	10,5
ETH Zurich	1 029	1 082	1 083	1 158	1 247	1 405	1 536	1 753	1 991	2 246	255	12,8
EPFL	1 041	1 171	1 284	1 378	1 418	1 404	1 497	1 508	1 657	1 785	128	7,7
Sciences exactes et sciences naturelles	4 155	4 476	4 780	4 883	4 944	5 145	5 442	5 595	5 810	5 940	130	2,2
ETH Zurich	2 606	2 790	2 903	2 972	3 024	3 157	3 352	3 505	3 691	3 794	103	2,8
EPFL	1 549	1 686	1 877	1 911	1 920	1 988	2 090	2 090	2 119	2 146	27	1,3
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	-	-	99	192	286	94	49,0
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	99	192	286	94	49,0
Sciences de la vie	3 176	3 314	3 708	3 879	3 990	4 051	4 216	4 312	4 500	4 624	124	2,8
ETH Zurich	2 472	2 551	2 823	2 923	3 012	3 044	3 162	3 218	3 326	3 433	107	3,2
EPFL	704	763	885	956	978	1 007	1 054	1 094	1 174	1 191	17	1,4
Sciences naturelles orientées système	2 205	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	18	0,7
ETH Zurich	2 205	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	18	0,7
Management, technologie, économie	859	833	870	897	913	913	972	973	966	954	- 12	- 1,2
ETH Zurich	592	584	583	549	579	582	571	583	573	560	- 13	- 2,3
EPFL	267	249	287	348	334	331	401	390	393	394	1	0,3
Sciences humaines, sociales et politiques ²	255	276	268	276	300	310	318	380	378	382	4	1,1
ETH Zurich	255	276	268	276	300	310	318	366	358	351	- 7	- 2,0
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	14	20	31	11	55,0
Total d'étudiants et de doctorants	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	1 111	3,4
ETH Zurich	16 342	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	796	3,7
EPFL	7 762	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	315	2,8
dont femmes	7 149	7 585	7 973	8 238	8 414	8 677	9 091	9 587	10 167	10 675	508	5,0
ETH Zurich	5 050	5 292	5 445	5 560	5 701	5 873	6 164	6 563	6 917	7 304	387	5,6
EPFL	2 099	2 293	2 528	2 678	2 713	2 804	2 927	3 024	3 250	3 371	121	3,7
dont étrangers	9 488	10 456	11 437	12 152	12 354	12 804	13 615	14 290	15 160	15 993	833	5,5
ETH Zurich	5 698	6 205	6 559	6 751	6 949	7 226	7 563	7 972	8 433	8 876	443	5,3
EPFL	3 790	4 251	4 878	5 401	5 405	5 578	6 052	6 318	6 727	7 117	390	5,8

¹ L'ETH Zurich a introduit une filière de bachelor en médecine humaine en 2017.

² L'EPFL a introduit une filière de master en humanités digitales en 2017.

Fig. 7: Etudiants et doctorants par niveau d'études

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018/2019	
												en %
Etudes de bachelor	11 716	12 600	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	14 792	15 243	451	3,0
ETH Zurich	7 757	8 236	8 468	8 817	8 820	9 087	9 309	9 262	9 517	9 895	378	4,0
EPFL	3 959	4 364	4 891	5 178	5 124	5 205	5 418	5 123	5 275	5 348	73	1,4
Etudes de master	5 997	6 568	6 981	7 241	7 781	8 126	8 662	8 895	9 517	10 163	646	6,8
ETH Zurich	4 281	4 607	4 755	4 811	5 187	5 480	5 861	6 158	6 590	7 037	447	6,8
EPFL	1 716	1 961	2 226	2 430	2 594	2 646	2 801	2 737	2 927	3 126	199	6,8
Etudes de diplôme	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
ETH Zurich	191	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
EPFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
MAS/MBA	792	801	911	863	805	836	828	840	827	809	-18	-2,2
ETH Zurich	606	659	763	661	634	640	635	646	635	626	-9	-1,4
EPFL	186	142	148	202	171	196	193	194	192	183	-9	-4,7
Etudiants de mobilité¹	-	-	-	-	-	-	-	939	1 004	1 060	56	5,6
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	449	480	467	-13	-2,7
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	490	524	593	69	13,2
Total d'étudiants	18 696	19 969	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	26 140	27 275	1 135	4,3
ETH Zurich	12 835	13 502	13 986	14 289	14 641	15 207	15 805	16 515	17 222	18 025	803	4,7
EPFL	5 861	6 467	7 265	7 810	7 889	8 047	8 412	8 544	8 918	9 250	332	3,7
Etudes de doctorat	5 408	5 660	5 836	5 947	6 007	6 103	6 134	6 234	6 391	6 367	-24	-0,4
ETH Zurich	3 507	3 685	3 795	3 889	3 975	4 026	4 010	4 092	4 175	4 168	-7	-0,2
EPFL	1 901	1 975	2 041	2 058	2 032	2 077	2 124	2 142	2 216	2 199	-17	-0,8
Total d'étudiants et de doctorants	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	1 111	3,4
ETH Zurich	16 342	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	796	3,7
EPFL	7 762	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	315	2,8

¹ Depuis 2017, les étudiants de mobilité constituent une catégorie d'étudiants séparée.

Différences entre les modes de comptage du Conseil des EPF et de l'Office fédéral de la statistique (OFS)

La comptabilisation des étudiants et des doctorants adoptée par le Conseil des EPF diffère de celle adoptée par l'OFS. Cette divergence se justifie principalement par les approches et les tâches différentes de chaque acteur. L'OFS comptabilise les étudiants des hautes écoles universitaires selon le Système d'information universitaire suisse, afin de permettre une comparaison à l'échelle nationale, tandis que le Conseil des EPF souhaite illustrer le mieux possible les objectifs stratégiques assignés par le Conseil fédéral et mettre en avant les points forts et les particularités du Domaine des EPF. La différence entre les chiffres avancés par le Conseil des EPF et l'OFS s'explique en grande partie par le fait que le Conseil des EPF compte les étudiants de mobilité entrants dans le total des étudiants.

Depuis 2017, les étudiants de mobilité entrants constituent une catégorie d'étudiants séparée; auparavant, ils étaient compris dans les effectifs des étudiants au niveau bachelor ou master. Cela doit être pris en compte lors de la comparaison avec les années précédentes. Pour le Domaine des EPF, il est en effet important que ces étudiants de mobilité apparaissent dans le compte rendu sur les objectifs stratégiques, notamment dans le contexte du sous-objectif «Encouragement de la mobilité nationale et internationale».

Fig. 8: Nouvelles inscriptions au niveau bachelor à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												en %
Architecture	671	646	599	604	564	573	569	437	450	468	18	4,0
Construction et géomatique	556	638	620	613	486	493	488	366	370	383	13	3,5
Sciences de l'ingénieur	1183	1240	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	1353	50	3,8
Informatique et technologie de la communication	425	448	465	547	595	596	679	582	662	708	46	6,9
Sciences exactes et sciences naturelles	832	954	986	969	952	1001	1108	985	928	952	24	2,6
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	-	-	100	100	100	0	0,0
Sciences de la vie	529	578	700	744	721	695	778	635	696	725	29	4,2
Sciences naturelles orientées système	318	321	336	335	316	366	372	288	307	259	-48	-15,6
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	13	13	12	14	14	16	19	13	11	18	7	63,6
Total	4 527	4 838	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756	4 827	4 966	139	2,9

¹ L'ETH Zurich a introduit une filière de bachelor en médecine humaine en 2017. Les nouvelles inscriptions pour cette discipline sont limitées à 100 et resteront stables au fil des années.

Fig. 9: Proportion de femmes parmi les étudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
% au niveau bachelor	28,9	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6	31,9
% au niveau master	29,2	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6	29,8
% en programme MAS/MBA	37,0	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6	40,3
% des étudiants de mobilité	-	-	-	-	-	-	-	35,5	32,9	34,9
% au niveau doctorat	30,4	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4	32,8

Fig. 10: Proportion d'étrangers parmi les étudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL

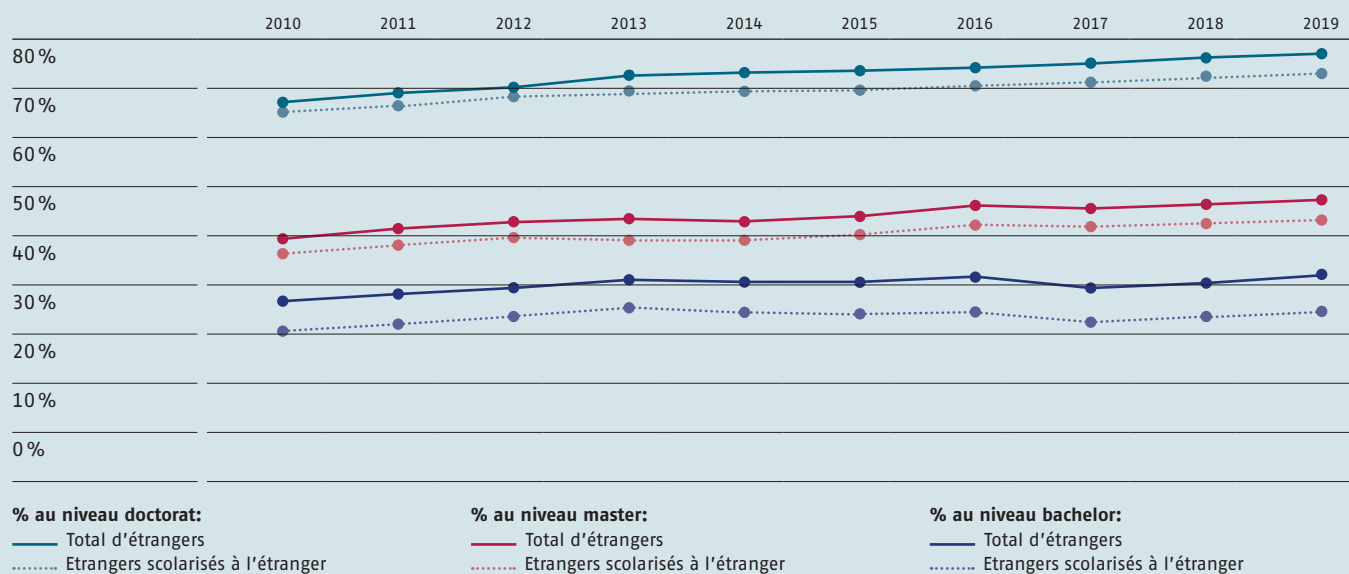


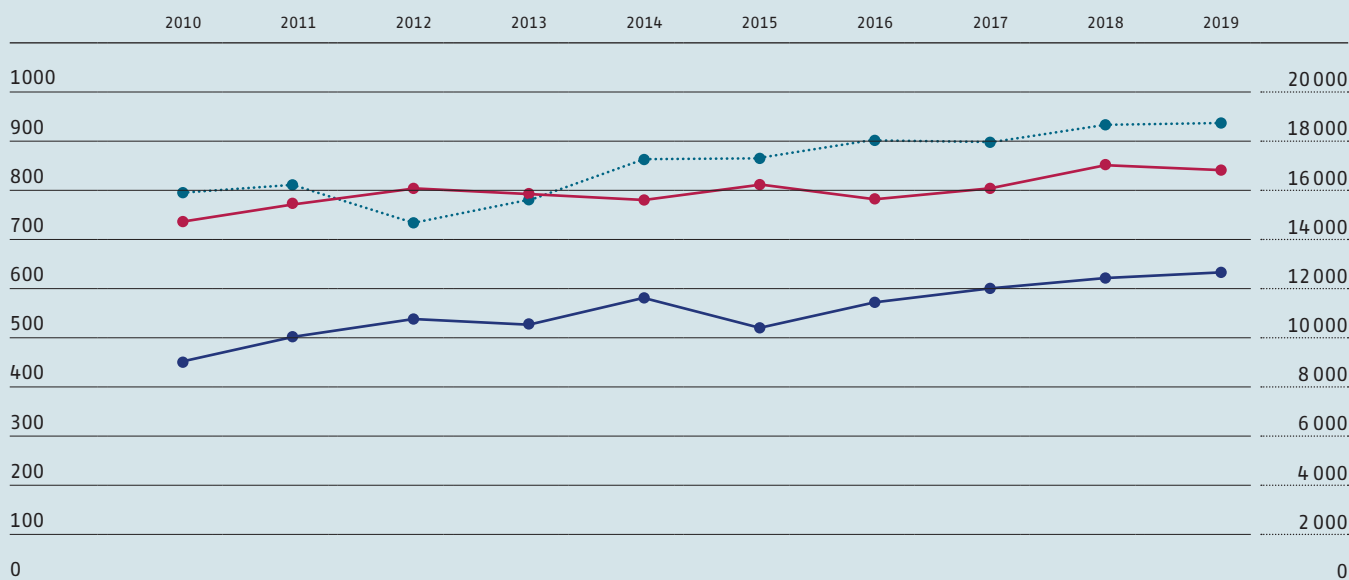
Fig. 11: Taux d'encadrement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Taux d'encadrement	35,1	35,8	36,4	36,5	36,8	37,4	37,9	38,0	39,8	40,5
Niveau bachelor/master	26,1	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7	30,6
Niveau doctorat	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8	7,7
Taux d'encadrement élargi	22,9	23,7	24,5	24,7	24,7	25,3	25,7	25,8	26,8	27,4
Niveau bachelor/master	17,0	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0	20,7
Niveau doctorat	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2

Fig. 12: Titres obtenus par niveau d'études

	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Δ 2018 / 2019	
												en %
Bachelor	1900	1988	2216	2249	2538	2528	2500	2602	2686	2876	190	7,1
ETH Zurich	1283	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	1758	80	4,8
EPFL	617	684	769	802	959	964	929	996	1008	1118	110	10,9
Master / diplôme	1898	2159	2320	2663	2711	2821	2989	3065	3240	3368	128	4,0
ETH Zurich	1270	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	2335	139	6,3
EPFL	628	653	670	816	872	942	974	993	1044	1033	-11	-1,1
MAS / MBA	283	301	256	346	260	254	303	394	343	324	-19	-5,5
ETH Zurich	174	203	184	228	205	175	203	272	232	245	13	5,6
EPFL	109	98	72	118	55	79	100	122	111	79	-32	-28,8
Doctorat	986	1027	1095	993	1197	1109	1256	1258	1209	1290	81	6,7
ETH Zurich	650	696	747	579	769	718	851	827	802	866	64	8,0
EPFL	336	331	348	414	428	391	405	431	407	424	17	4,2

Fig. 13: Enseignement et encadrement par les établissements de recherche



Ordonnée gauche: nombre de travaux de bachelor, de master, de diplôme et de doctorat supervisés

Ordonnée droite: nombre d'heures d'enseignement par année

- Nombre de doctorats encadré
- Nombre de travaux de bachelor, de master et de diplôme encadré
- Nombre d'heures d'enseignement par année

Transfert de savoir et de technologie

Fig. 14: Transfert de savoir et de technologie dans le Domaine des EPF

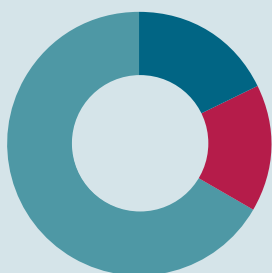
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
Déclarations d'inventions¹	-	-	-	-	-	-	-	343	358	329
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	171	205	159
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	134	119	132
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	38	34	38
Déclarations de logiciels^{1,2}	-	-	-	-	-	-	-	26	36	40
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	20	19	26
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	6	13	13
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	0	4	1
Brevets	128	147	195	193	211	219	230	206	230	224
ETH Zurich	63	72	87	103	82	98	109	84	109	102
EPFL	47	52	75	66	99	88	100	95	95	98
Etablissements de recherche	18	23	33	24	30	33	21	27	26	24
Licences	178	194	230	223	270	311	353	377	341	324
ETH Zurich	39	45	35	38	35	50	78	82	87	62
EPFL	45	50	31	41	46	48	58	50	39	50
Etablissements de recherche	94	99	164	144	189	213	217	245	215	212
Spin-off	38	40	38	43	49	48	50	48	55	59
ETH Zurich	20	22	22	24	22	25	25	25	27	30
EPFL	14	15	12	12	24	18	20	15	25	23
Etablissements de recherche	4	3	4	7	3	5	5	8	3	6

¹ Les déclarations d'inventions et les déclarations de logiciels sont prises en compte comme indicateurs TST supplémentaires depuis 2017.

² Logiciels *Open Source* non compris

Licences

324



ETH Zurich	62
EPFL	50
Etablissements de recherche	212

Déclarations d'inventions

329

Déclarations de logiciels

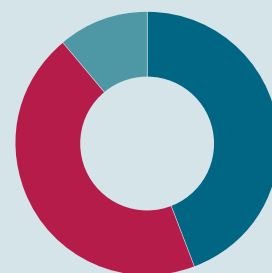
40

Spin-off

59

Brevets

224



ETH Zurich	102
EPFL	98
Etablissements de recherche	24

Fig. 15: Collaboration avec l'économie privée et le secteur public

	2019	2018	2017
Contrats de collaboration avec l'économie privée	570	594	507
Financement par l'économie privée	404	415	316
ETH Zurich	163	149	122
EPFL	125	120	99
Etablissements de recherche	116	146	95
Financement par Innosuisse et les PCRD *	166	179	191
ETH Zurich	55	74	57
EPFL	61	49	66
Etablissements de recherche	50	56	68
Contrats de collaboration avec le secteur public suisse	278	261	285
ETH Zurich	88	100	88
EPFL	51	43	54
Etablissements de recherche	139	118	143

Nombre de nouveaux contrats de collaboration (mandats de recherche et prestations de services scientifiques) établis avec l'économie privée ou le secteur public suisse d'un montant total de minimum 50 000 CHF par contrat. Ces indicateurs sont pris en compte depuis 2018.

* PCRD: programmes-cadres européens de recherche et de développement technologique

Indicateurs TST et mode de comptage

Les brevets correspondent uniquement aux premiers dépôts (*first filing*) et les licences comprennent également les contrats de transfert de technologie. Les déclarations d'inventions et de logiciels correspondent aux déclarations écrites adressées aux unités de transfert de technologie des institutions du Domaine des EPF dans l'année sous revue. Elles représentent les activités de la phase initiale du processus d'innovation et complètent ainsi les autres indicateurs TST. Les logiciels *Open Source* ne sont pas pris en compte.

Seuls les contrats de collaboration nouvellement conclus sont comptabilisés pour représenter la collaboration des institutions avec l'économie privée et publique. Il s'agit uniquement des mandats de recherche

et prestations de services scientifiques d'un montant total de minimum 50 000 CHF par contrat. Les collaborations avec l'économie privée sont divisées en deux catégories; celles directement financées par l'économie suisse ou étrangère et celles financées par Innosuisse ou par les programmes-cadres européens de recherche et de développement technologique (PCRD). La collaboration avec le secteur public comprend les contrats établis avec des institutions appartenant au secteur public suisse, mais pas avec les organisations nationales ou internationales de promotion de la recherche, ni avec les fondations.

Classements mondialement réputés

Les hautes écoles universitaires sont évaluées et classées par des institutions et des entreprises à l'aide de différentes méthodes. Le classement *THE (Times Higher Education World University Rankings)* recourt à 13 indicateurs concernant l'enseignement (pondération de 30%), la recherche (30%), la citation de publications (30%), la dimension internationale (7,5%) et le financement par l'industrie (2,5%). Le classement *QS (QS World University Rankings)* pondère plus fortement la réputation (40% pour la réputation académique, 10% pour la réputation des diplômés auprès des employeurs), suivie du taux d'enca-drement (20%), de la citation de publications (20%) et de la dimension internationale (10%). Le classement *ARWU (Academic Ranking of World Universities by ShanghaiRanking Consultancy)* utilise des indicateurs se fondant sur les récompenses prestigieuses (prix Nobel, médaille

Fields) obtenues par les diplômés, les collaborateurs ainsi que sur les chercheurs fréquemment cités des institutions examinées. L'activité de publication est évaluée sur la base du nombre d'articles publiés dans une sélection de magazines parmi les plus renommés, en proportion du nombre de chercheurs actifs dans l'institution. Le classement *CWTS Leiden (Centre for Science and Technology Studies Leiden Ranking)* s'appuie exclusivement sur l'activité de publication des universités et calcule à partir de cela des indicateurs en vue d'évaluer la performance de la recherche. Un indicateur souvent utilisé pour classer les hautes écoles dans le classement *CWTS* est la part des publications qui figurent parmi les 10% les plus fréquemment citées (PP(top 10 %)) dans la filière correspondante. Les classements des deux EPF (cf. fig. 16) reposent sur cet indicateur.

Personnel

Fig. 18: Effectifs et taux d'occupation selon les groupes de fonction

2019	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %
Professeurs (o. / a.)	589	562,8	95,6	102	97,6	95,7	691	660,4	95,6
Professeurs avec <i>tenure track</i>	90	90,0	100,0	32	32,0	100,0	122	122,0	100,0
Professeurs sans <i>tenure track</i>	35	35,0	100,0	14	13,1	93,6	49	48,1	98,2
Personnel scientifique	9 345	8 094,0	86,6	4 272	3 514,0	82,3	13 617	11 608,0	85,2
dont <i>senior scientists</i> et MER	684	655,3	95,8	111	99,1	89,3	795	754,4	94,9
Personnel technique	3 049	2 874,7	94,3	905	717,1	79,2	3 954	3 591,8	90,8
Personnel administratif	1 238	1 085,7	87,7	2 470	1 866,6	75,6	3 708	2 952,3	79,6
Apprenants	311	311,0	100,0	147	146,6	99,7	458	457,6	99,9
Total	14 657	13 053,2	89,1	7 942	6 387,0	80,4	22 599	19 440,2	86,0

Effectif de personnel et taux d'occupation (T0) des hommes et des femmes de tout le Domaine des EPF, répartis par groupes de fonction. Les *senior scientists* et les maîtres d'enseignement et de recherche ainsi que d'autres cadres supérieurs sont recensés séparément, mais toutefois comptés comme toujours dans le personnel scientifique. Les deux EPF comptent 6234 doctorants inscrits. Lorsqu'ils disposent d'un engagement au Domaine des EPF, ils sont comptés avec le personnel scientifique.

Fig. 19: Evolution du nombre de professeures et de professeurs

2019	2019			2018			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeurs (o. / a.)	589	102	691	594	93	687	-0,8	9,7	0,6
Professeurs avec <i>tenure track</i>	90	32	122	84	24	108	7,1	33,3	13,0
Professeurs sans <i>tenure track</i>	35	14	49	41	15	56	-14,6	-6,7	-12,5
Total professeurs	714	148	862	719	132	851	-0,7	12,1	1,3

Evolution du nombre de professeurs des trois catégories: professeurs ordinaires ou associés, professeurs assistants avec et sans *tenure track*. Les trois dernières colonnes montrent l'évolution en pourcentage par rapport à l'année précédente.

Catégories de professeurs

Il existe plusieurs catégories de professeurs, qui se différencient par leur position et par leurs conditions d'embauche. Aux deux EPF, des professeurs ordinaires (o.) et associés (a.) ainsi que des professeurs assistants avec et sans *tenure track* (TT) enseignent et font de la recherche. Ces derniers peuvent bénéficier d'un contrat à durée indéterminée en tant que professeurs o. ou a., à condition d'atteindre un objectif de performance défini. Les professeurs o. et a. sont nommés pour une durée indéterminée, alors que les professeurs assistants sont engagés sur la base d'un contrat d'une durée maximale de quatre ans, reconductible pour quatre ans au maximum.

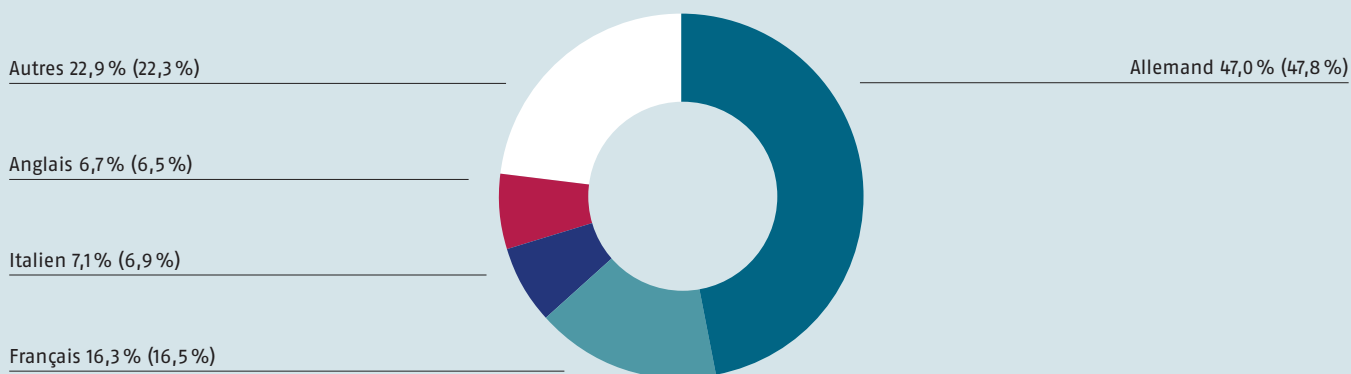
Le 1^{er} mars 2017, un nouvel article est entré en vigueur dans l'Ordonnance sur le corps professoral des EPF. Il élargit la catégorie des professeurs ordinaires et définit les conditions-cadres pour l'engagement des «professeurs affiliés». L'ancrage des conditions-cadres permet aux deux EPF de mieux cibler et d'intensifier leurs collaborations avec des instituts de recherche suisses et étrangers. Des personnes triées sur le volet provenant d'instituts de recherche suisses et étrangers peuvent être engagées aux deux EPF en tant que «professeurs affiliés».

Fig. 20: Origine du corps professoral

2019	Suisse			UE			Autres		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Professeurs (o. / a.)	222	30	252	303	57	360	64	15	79
Professeurs avec <i>tenure track</i>	15	6	21	50	16	66	25	10	35
Professeurs sans <i>tenure track</i>	12	3	15	16	10	26	7	1	8
Total professeurs	249	39	288	369	83	452	96	26	122

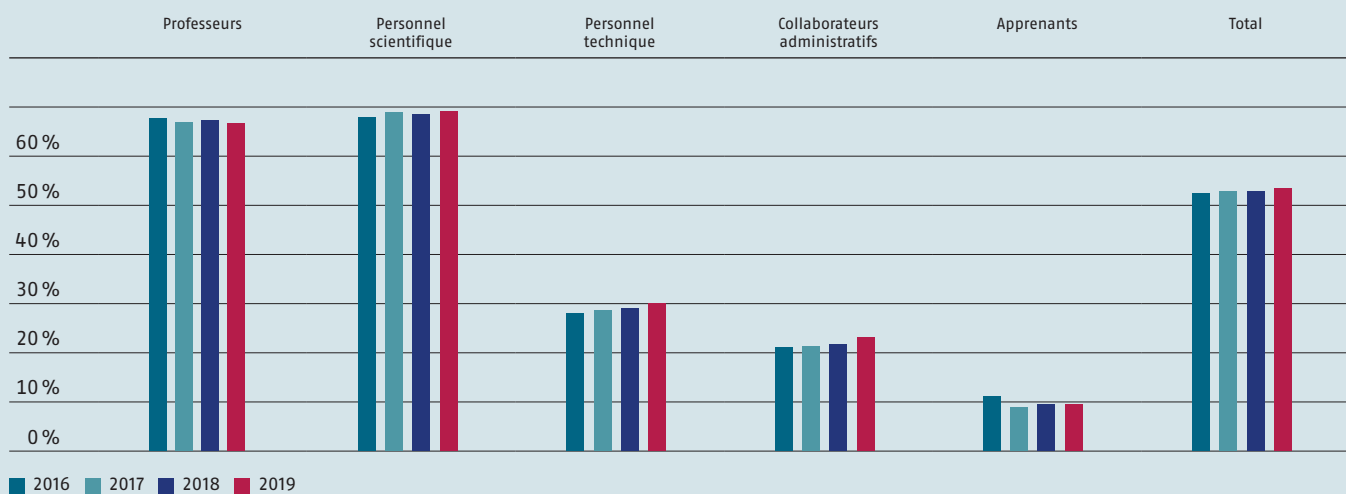
Nombre de professeurs originaires de Suisse, de l'UE et d'autres pays.

Fig. 21: Langues maternelles des collaborateurs



Langue maternelle des collaborateurs du Domaine des EPF en 2019. Les valeurs de l'année précédente sont marquées entre parenthèses.

Fig. 22: Evolution de la part des collaborateurs étrangers selon les groupes de fonctions



Evolution de la part de collaborateurs étrangers par groupe de fonctions au cours des quatre dernières années (basée sur le nombre de contrats de travail).

Fig. 23: Evolution de la part de femmes selon les institutions



Evolution de la proportion de femmes par institution au cours des quatre dernières années (basée sur le nombre de contrats de travail).

Fig. 24: Provenance des fonds selon les groupes de fonctions

Groupe de fonctions		Corps professoral (total)	Personnel scientifique	Personnel technique	Personnel administratif	Total
Origine des fonds						
Financement fédéral						
Contribution financière de la Confédération	2018	749,8	6 254,2	2 920,1	2 502,7	12 426,8
	2019	767,8	5 859,0	2 951,4	2 660,2	12 238,4
	Δ 2018 / 2019	18,0	-395,2	31,3	157,5	-188,4
Fonds de tiers						
Promotion de la recherche (FNS, Innosuisse, autre), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE	2018	34,5	3 833,4	193,9	99,0	4 160,8
	2019	30,0	4 155,3	243,2	104,4	4 532,9
	Δ 2018 / 2019	-4,5	321,9	49,3	5,4	372,1
Recherche axée sur l'économie, dons / legs	2018	33,9	1 461,9	371,9	204,0	2 071,7
	2019	32,5	1 596,3	395,3	187,2	2 211,3
	Δ 2018 / 2019	-1,4	134,4	23,4	-16,8	139,6
Total	2018	818,2	11 549,5	3 485,9	2 805,7	18 659,3
	2019	830,3	11 610,6	3 589,9	2 951,8	18 982,6
	Δ 2018 / 2019	12,1	61,1	104,0	146,1	323,3

Origine des fonds (en mio CHF) par groupe de fonctions (en EPT) en 2019 et par rapport à 2018. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (457,6 EPT) et les stagiaires.

Immobilier

Fig. 25: Origine des fonds des constructions du Domaine des EPF (en mio CHF)

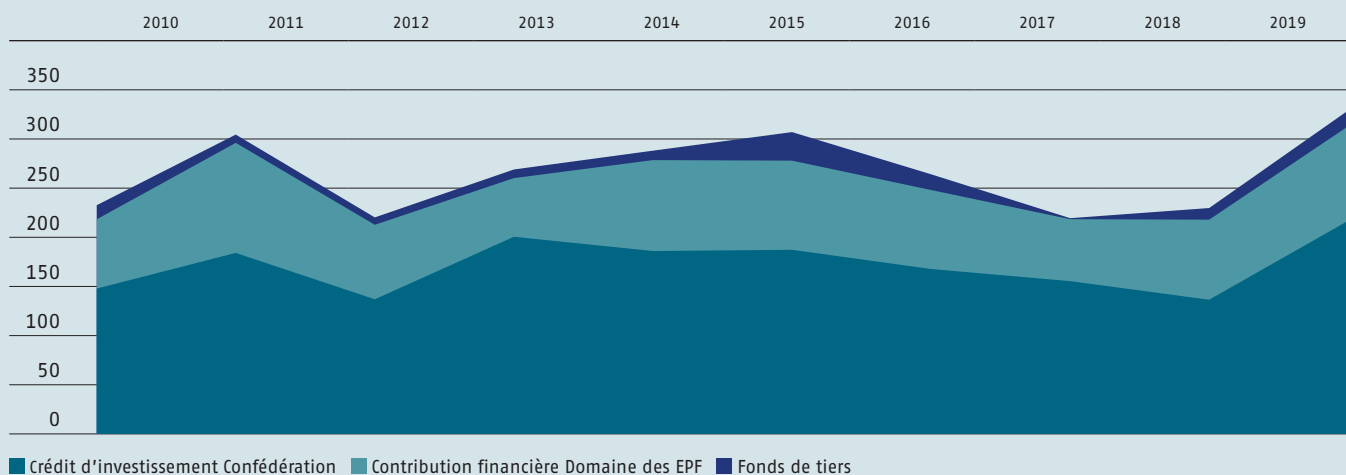
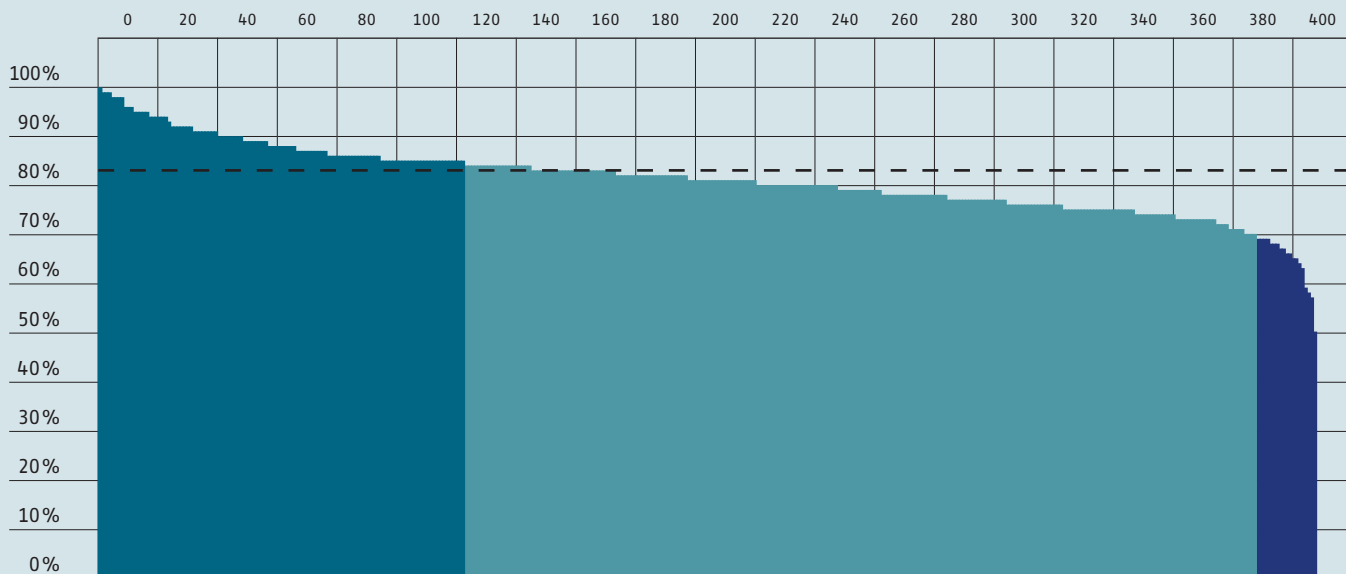


Fig. 26: Valeurs d'état au 31 décembre 2019



Nombre d'objets saisis: 389

- très bon état, état neuf
- bon état, aucune mesure nécessaire
- état moyen, planifier/mettre en application des mesures
- en mauvais état, mesures nécessaires
- valeur vénale moyenne de tous les objets 83%

Fig. 27: Evolution de la surface utile principale par institution en %

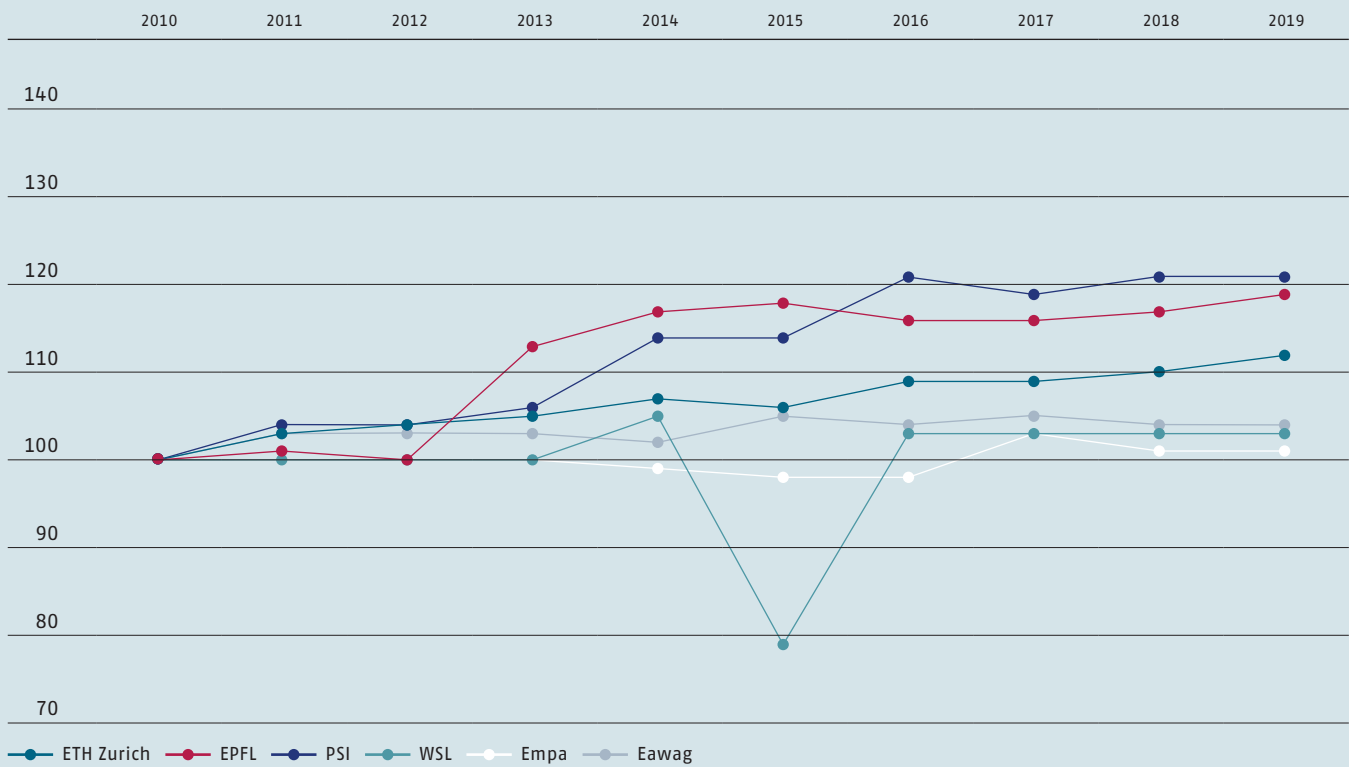


Fig. 28: Mix de surfaces (en 1000 m²)

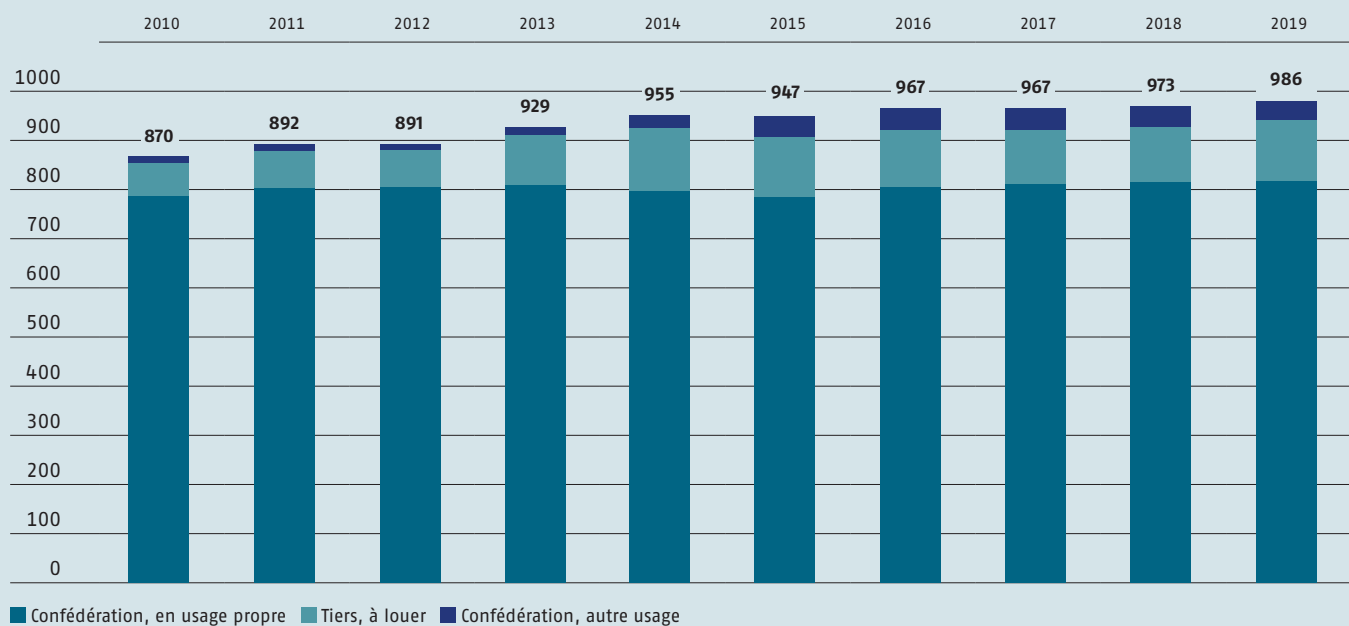


Fig. 29: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Bâtiments / installations							
Nombre	161	84	138	23	28	12	446
Valeur d'acquisition	3 608	1 656	628	100	362	102	6 456
Valeur comptable	1 325	877	230	43	95	49	2 620
Parcelles							
Nombre	68	19	9	15	4	4	119
Valeur comptable	691	243	30	24	63	10	1 062
Valeur comptable constructions en cours	312	55	13	3	9	14	407
Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives)							0
Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)	2 329	1 175	273	70	167	74	4 088
Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs)							281

Nombre et valeur de tous les biens immobiliers de la Confédération alloués aux institutions du Domaine des EPF.

Fig. 30: Investissements

1000 CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Crédit d'investissement Confédération	150 000	40 200	10 100	2 590	5 030	10 630	218 550
pour construction neuve ou remplacement	70 854	2 887	6 919	697	1 697	10 236	93 289
pour maintien de la valeur et de la fonction	79 146	37 313	3 181	1 893	3 333	394	125 261
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur)	72 130	15 602	5 839	401	2 148	169	96 290
Fonds de tiers	10 743	3 570	0	0	1 804	0	16 117
Dépenses en construction des institutions	232 873	59 372	15 939	2 991	8 983	10 799	330 957
Surface utile principale SUP (en m ²)	488 220	288 380	112 410	20 080	59 850	17 380	986 320
Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²)	477	206	142	149	150	621	336

Investissements 2019 dans le portefeuille immobilier du Domaine des EPF par rapport à la surface utile principale (SUP, m²). Celle-ci correspond à la surface utile (SU) directement associée à la tâche principale d'enseignement et de recherche. Comme les instituts de recherche ne dispensent pas eux-mêmes d'enseignement, un ratio d'ensemble en surfaces – par exemple sur la base du nombre d'étudiants – serait peu significatif.

Environnement et énergie

Fig.31: Données énergétiques et environnementales

		Domaine des EPF 2017	Domaine des EPF 2018	ETH Zurich Total	EPFL Total	PSI Total	WSL Total	Empa Total	Eawag Total	Domaine des EPF Tendance 2019 ¹
DONNÉES DE BASE										
Surface de référence énergétique SRE ²	m ²	1475 985	1470 019	696 191	424 390	169 650	28 246	123 442	28 100	1459 162
Equivalent plein temps ³	EPT	36 103	37 532	21 393	11 694	2 061	670	1 021	693	38 361
ENERGIE⁴										
Energie finale nette⁷	kWh / a	429 011 863	435 890 829	186 965 283	94 832 452	128 874 141	4 701 850	16 366 323	4 150 780	425 448 033
Electricité nette (sans autoprod.)	kWh / a	357 484 834	346 882 764	131 332 000	76 073 000	122 208 141	2 853 911	11 004 112	3 411 600	341 695 403
Achat d'électricité non certifiée	kWh / a	50 939 413	43 870 141	1 662 000	0	42 208 141	0	0	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh / a	306 545 421	303 012 623	129 670 000	76 073 000	80 000 000	2 853 911	11 004 112	3 411 600	
Electricité (sans <i>naturemade star</i>)	kWh / a	298 164 120	293 836 779	125 670 000	73 820 000	80 000 000	876 907	13 469 872	0	
Photovoltaïque <i>naturemade star</i>	kWh / a	2 084 150	2 085 290	0	2 000 000	0	0	0	85 290	
Hydraulique <i>naturemade star</i>	kWh / a	13 936 394	13 954 314	4 000 000	4 751 000	0	1 877 004	0	3 326 310	
Éolienne <i>naturemade star</i>	kWh / a	101 996	100 000	0	0	0	100 000	0	0	
Vente d'électricité	kWh / a	- 774 1239	- 6 963 760	0	- 4 498 000	0	0	- 2 465 760	0	
Energie thermique	kWh / a	69 191 978	87 509 035	54 832 000	18 759 452	6 402 000	1 414 192	5 362 211	739 180	
Mazout	kWh / a	7 918 044	8 613 209	1 445 000	6 717 000	160 000	284 859	0	6 350	
Gaz naturel	kWh / a	53 911 698	50 769 631	33 396 000	12 005 000	0	0	5 368 631	0	
Chaleur à distance	kWh / a	33 038 081	51 884 009	43 761 000	4 217 699	6 242 000	0	726 410	732 830	
Copeaux de bois	kWh / a	1 100 684	1 136 016	0	6 683	0	1 129 333	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh / a	- 26 776 529	- 24 893 830	- 23 770 000	- 391 000	0	0	- 732 830	0	
Carburants (propres véhicules)	kWh / a	2 335 051	1 499 030	801 283	0	264 000	433 747	0	0	
Informations supplémentaires										
Energie										
Frais d'électricité et de production de chaleur ⁵	CHF / a	47 371 233	48 131 104	25 867 086	10 281 345	10 523 588	450 159	512 617	496 309	50 358 487
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh / a	622 450	2 718 349	214 127	2 000 000	0	130 750	199 064	174 408	
Total vente à des tiers	kWh / a	- 34 517 768	- 31 857 590	- 23 770 000	- 4 889 000	0	0	- 3 198 590	0	
EAU (POTABLE)	m³	663 418	680 576	373 355	178 559	94 115	8 095	22 234	4 218	697 160
MATIÈRES										
Papier	kg	344 133	284 909	179 300	54 500	28 521	6 256	10 857	5 475	239 706
Papier de fibres nouvelles	kg	114 284	82 817	31 800	40 400	9 361	1 036	100	120	76 520
Papier recyclé	kg	229 849	202 092	147 500	14 100	19 160	5 220	10 757	5 355	163 186
INDICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT										
Energie primaire⁶	kWh / a	597 739 400	587 599 808	211 080 341	115 711 876	228 539 959	7 205 870	19 710 995	5 350 768	
Dont énergies renouvelables	%	68	65	58	65	75	55	66	76	
Emissions de t CO₂	t CO₂ / a	35 553	36 630	16 892	7 763	9 702	411	1 553	309	

¹ Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2020.

² La surface de référence énergétique est la somme de toutes les surfaces brutes de plancher chauffées ou climatisées sur et sous le niveau du terrain.

³ Afin de déterminer la consommation par personne, la valeur EPT mentionnée ici a été complétée par le nombre d'étudiants d'une valeur EPT de 0,68.

⁴ Les principaux ratios englobent la consommation totale de chaleur et d'électricité, tant pour les bâtiments que pour la conduite de l'enseignement et de la recherche.

⁵ Le principal ratio sur les coûts énergétiques reprend toutes les dépenses (*cashout*) d'approvisionnement en énergie (chaleur et électricité).

⁶ Dans le secteur énergétique, le terme énergie primaire désigne les formes d'énergie directement disponibles dans la nature comme les combustibles (p. ex. le charbon ou le gaz naturel), mais aussi des sources d'énergie telles que l'énergie solaire, éolienne ou nucléaire.

⁷ L'énergie finale équivaut quant à elle à la part restante de l'énergie primaire qui atteint le raccordement de l'utilisateur final après les pertes survenues lors de la conversion et de la transmission de cette énergie. L'énergie finale correspond en principe à l'énergie achetée.

FINANCES

Compte de financement	102
Comptes annuels consolidés*	106
Bilan consolidé*	107

* Extrait du Rapport financier 2019

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2019

Compte de financement

La plus grande partie du financement du Domaine des EPF provient de la Confédération. En 2019, l'activité de construction soutenue a généré d'importantes dépenses.

Financement

Par rapport à 2018, les recettes d'exploitation du Domaine des EPF ont légèrement progressé (2019: 3591 mio CHF, 2018: 3571 mio CHF). Les attentes du budget 2019 (3589 mio CHF y compris l'augmentation) se sont confirmées. Lors de l'élaboration du rapport budgétaire 2019, l'augmentation de 30 mio CHF du financement fédéral (conformément à l'AF Ia sur le budget 2019) dans les recettes n'avait pas encore été décidée et ne figurait donc pas encore dans le total des recettes. Par rapport à l'exercice précédent, il y a eu une légère réaffectation dans les différentes parts au profit du financement fédéral. Néanmoins, les parts restent dans l'ensemble constantes au fil des années. La grande majorité des fonds provient du financement fédéral.

Origine des fonds

En tant que propriétaire, la Confédération subventionne le Domaine des EPF à près de 90% (2019: 87%). En 2019, en plus du financement fédéral (71,9%), elle l'a financé indirectement par des contributions à la recherche (15,1%). La part des fonds de tiers dans les recettes opérationnelles a reculé pour s'établir à 11,7% (2018: 13,1%). Le total, soit 419,7 mio CHF, était lui aussi inférieur à celui de 2018 (469,3 mio CHF). Au niveau des recettes des finances de cours, l'augmentation de la taxe semestrielle et du nombre d'étudiants a pesé sur les recettes totales (C 2019: 48 mio CHF; C 2018: 41 mio CHF).

Financement fédéral

Le plafond de dépenses maximal autorisé pour le Domaine des EPF sur la période 2017–2020 se monte à 10 337,8 mio CHF (croissance 1,9%). A la fin de la période de prestations 2020, l'utilisation du plafond de dépenses était de 99% (10 239,0 mio CHF). Il en résulte une croissance annuelle moyenne de 1,4% (cf. fig. 1 et 2, p. 70).

Crédits mis en compte sur le plafond de dépenses

Le total des deux crédits imputables au plafond de dépenses autorisé par les Chambres fédérales avec l'AF Ia relatif au budget 2019 s'élevait à 2581,2 mio CHF. Par rapport à 2018, (B 2018: 2530,9 mio CHF), l'augmentation a été de 50,3 mio CHF (+2,0%). Elle comprend également les 30 mio CHF supplémentaires par rapport à la proposition des Chambres fédérales dans le cadre du ACF (août 2018). Le Conseil des EPF a affecté cette augmentation au mandat de base 2020 plutôt que 2019. En 2019, il y a eu de nouveau un transfert de crédit (7,2 mio CHF) au profit du crédit Contribution financière de la Confédération. Sur les réserves d'un montant de 40 mio CHF (cf. compte d'Etat 2018) constituées dans l'administration générale conformément à l'art. 32a LFC, 10 mio CHF ont été utilisés selon l'art. 35 LFC. Dans le compte d'Etat 2019, cette utilisation est comptabilisée comme dissolution à l'aide d'un dépassement de crédit à l'OFCL (VE 620) dans le crédit A202.0134 Constructions du Domaine des EPF. Le total inclut aussi les fonds alloués pour les tâches du «plan d'action Numérisation».

Contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE

En 2019, la Confédération a contribué indirectement au financement du Domaine des EPF à hauteur de 543 mio CHF, via ses deux principales institutions de financement FNS et Innosuisse, ainsi que par la recherche sectorielle et les fonds des PCR. Les recettes ont dépassé le total de 2018 (C 2018: 533 mio CHF), mais sont toute-

Le monitoring contient les crédits autorisés pour le budget conformément à l'AF Ia. Le compte d'Etat (Volume 2 B) montre au contraire les dépenses. Pour les années 2018 et 2019, les valeurs du crédit d'investissement pour constructions du Domaine des EPF (crédit A202.0134) ne sont pas les mêmes dans le rapport de gestion du Conseil des EPF pour le Domaine des EPF et dans les comptes d'Etat 2018 et 2019.

fois restées inférieures à la valeur budgétisée (B 2019: 553 mio CHF). A l'exception des recettes issues des projets d'innovation de l'institution de financement Innosuisse, toutes les catégories des contributions à la recherche de la Confédération ont enregistré une hausse, notamment les fonds du 8^e PCR (2014–2020) qui ont nettement augmenté. Il y a eu de légers reports dans les parts des contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE. La part des contributions de la recherche dans le total du financement est cependant restée inchangée en 2019 par rapport à 2018, à environ 15%.

Contributions à la recherche de tiers / diverses recettes

En 2019, le total des recettes opérationnelles à hauteur de 420 mio CHF est bien inférieur (-49,6 mio CHF) au niveau de 2018 (469 mio CHF). Les attentes ont toutefois été légèrement dépassées (B 2019: 414 mio CHF). Ce recul par rapport à 2018 s'explique uniquement par les dons comptabilisés de l'ETH Zurich, dont le total a été divisé par plus de deux en raison du nombre plus faible de contrats (-72 mio de CHF). Cette baisse a toutefois pu être en partie compensée par l'augmentation des produits découlant de la collaboration avec le secteur privé et les cantons, ainsi que par des produits plus élevés dans les autres recettes. La part des contributions à la recherche de tiers / diverses recettes dans le total du financement a cependant diminué par rapport à 2018, passant de 13% à tout juste 12%.

Remarque: Les recettes opérationnelles résultant des contributions à la recherche et des autres recettes opérationnelles ne correspondent normalement pas au produit d'exploitation du compte de résultat. La distinction nécessaire ne peut cependant pas être mise en

pratique. Dans le rapprochement du compte de financement et du compte de résultat figurent donc des valeurs identiques. De façon générale, l'évolution des contributions à la recherche doit être évaluée en intégrant le bilan et en tenant compte des aides de la Confédération (FNS et Innosuisse, recherche sectorielle, PCR).

Affectation des fonds (dépenses)

En 2019, le total des dépenses d'exploitation s'est élevé à 3489 mio CHF. Il est supérieur à celui de 2018 (3349 mio CHF) mais est inférieur au budget autorisé (2019: 3635 mio CHF y compris l'augmentation d'après l'AF la sur le budget 2019). La forte hausse des investissements a contribué à faire augmenter les dépenses. Une autre partie des dépenses supplémentaires a été causée par des dépenses de personnel plus élevées. Au total, les dépenses supplémentaires ont été d'environ 140 mio. CHF. Le budget des dépenses de biens et services en cours était beaucoup trop élevé; c'est aussi la raison principale de l'utilisation incomplète de l'enveloppe budgétaire.

Les dépenses se décomposent en dépenses de personnel, dépenses de biens et services et dépenses d'investissement. La majeure partie des fonds est utilisée pour le personnel (2019: 65,5%, 2018: 66,6%). En 2019, près de 14% des dépenses totales ont été investies dans les biens et services (2018: 10,9%). Le montant des autres dépenses d'exploitation courantes (2019: 20,9%) pour l'infrastructure et des projets dans l'enseignement et la recherche est fonction de nombreux facteurs (cf. le rapport financier sur le site www.cepf.ch/rapport-financier2019).

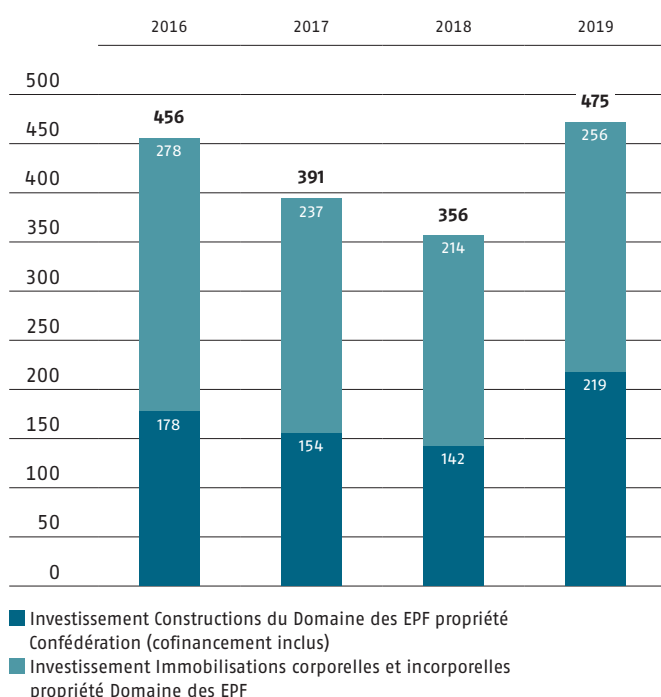
Pendant l'exercice 2019, la répartition des principales composantes des dépenses montre une légère réaffectation des dépenses courantes vers une part plus élevée d'investissement (perspective de l'utilisation).

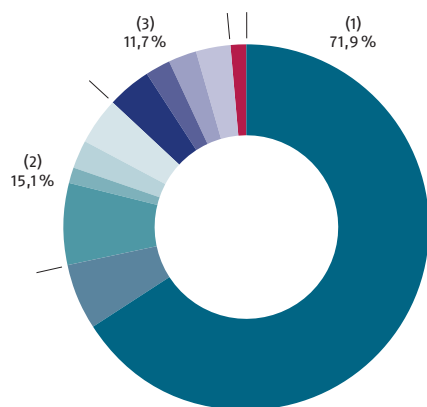
Personnel

Le total de 2282 mio CHF est de 50 mio CHF supérieur à la valeur de l'année précédente (C 2018: 2232 mio CHF). En 2019, 18 982,6 postes à temps plein (EPT; valeurs au jour de référence) ont été financés, répartis sur 22 599 contrats de travail (2018: 18 659,3 EPT). L'augmentation des dépenses de personnel est essentiellement due au financement des postes supplémentaires (+ 323,3 EPT). Une partie des dépenses de personnel supplémentaires a été utilisée pour compenser l'inflation, gérer le système salarial et financer la hausse des cotisations de l'employeur.

Le financement fédéral subventionne la majeure partie des postes à temps plein (2019: 12 238,4 EPT), pour lesquels près de 1700 mio CHF ont été dépensés selon le recensement statistique, et qui sont imputés au crédit Contribution financière de la Confédération. Le nombre de postes à temps plein financés par le financement fédéral a diminué de 188,4 par rapport à 2018.

Fig. 32: Evolution des investissements totaux (en mio de CHF)



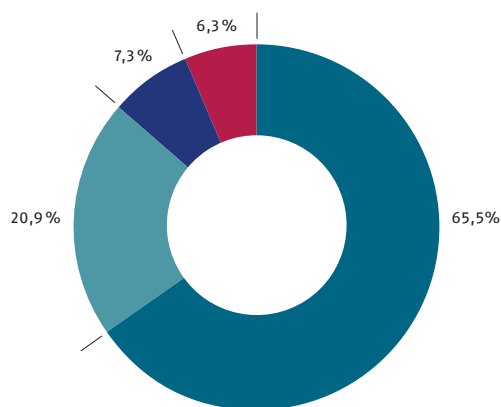


Origine des fonds

Fig. 33*: Structure des recettes en %

Recettes d'exploitation, comptes annuels 2019: 3591 mio CHF (perspective du compte de financement)

(1) Financement fédéral (perspective du plafond de dépenses)	71,9%
■ Contribution financière de la Confédération	66,0%
■ Crédit d'investissement pour des constructions du Domaine des EPF	5,8%
(2) Contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE	15,1%
■ Fonds National Suisse (FNS)	7,2%
■ Innosuisse	1,4%
■ Recherche sectorielle	2,3%
■ Programmes-cadres de recherche européens (PCR)	4,2%
(3) Fonds de tiers	11,7%
■ Collaboration avec l'économie	4,1%
■ Autres fonds de tiers (universités, cantons, etc.)	2,0%
■ Dons et legs	2,6%
■ Autres produits	3,0%
■ Taxes d'études, formation continue	1,3%



Origine des fonds

Fig. 34**: Structure des dépenses en %

Dépenses d'exploitation, comptes annuels 2019: 3489 mio CHF (perspective du compte de financement)

■ Personnel	65,5%
■ Autres dépenses courantes	20,9%
■ Investissements propriété Domaine des EPF	7,3%
■ Investissements propriété Confédération	6,3%

* La fig. 33 montre les recettes de la perspective du financement selon l'origine des fonds. Elles se montent à 3591 mio CHF et se composent des éléments suivants: contribution financière de la Confédération, crédit d'investissement pour les constructions du Domaine des EPF, dons et legs, contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations des services scientifiques, droits de scolarité et autres taxes d'utilisation, autres produits.

** La fig. 34 représente les dépenses de la perspective du financement selon l'affectation des fonds. Elles s'élèvent à 3489 mio CHF et se composent des éléments suivants: charges de personnel (après neutralisation des charges de prévoyance nettes selon IPSAS 39), investissements dans des bâtiments appartenant à la Confédération; investissements dans des immobilisations corporelles et incorporelles appartenant au Domaine des EPF, charges de biens et services (sans les charges de loyers), charges de transfert. Les amortissements ne figurent pas dans le total selon l'affectation des fonds.

4532,9 EPT ont été financés par le biais des contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE et 2211,3 EPT grâce à des coopérations avec l'économie privée et aux dons et legs. Par rapport à 2018, les postes à temps plein financés par les contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE ont particulièrement augmenté (+372,1 EPT ou +8,9%).

Les cotisations de l'employeur en pourcentage de la rétribution du personnel (sans tenir compte d'IPSAS 39) se sont montées à 20,5% en 2019 (C 2018: 19,9%). Dans le budget 2019, le taux forfaitaire de cotisations de l'employeur est de 21,4%. Le taux effectif des cotisations de 2019 a donc été inférieur au taux de cotisations utilisé pour le calcul.

Investissements

En 2019, les investissements ont été nettement supérieurs à 2018 (2019: 475 mio CHF, 2018: 356 mio CHF). L'augmentation des dépenses (+119 mio CHF) est due uniquement à l'activité de construction soutenue durant l'exercice. Dans la présentation des investissements

totaux, tous les investissements sont inscrits indépendamment de la question de la propriété et du financement: il s'agit d'investissements dans la substance utilisée par le Domaine des EPF. C'est pourquoi les investissements dans des biens immobiliers qui sont la propriété de la Confédération sont aussi intégrés dans le total des investissements, bien qu'ils soient financés via le crédit A202.0134 crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF, qui relève de l'OFCL (VE 620 administration générale).

La part des investissements dans les dépenses totales était légèrement supérieure à la moyenne à long terme (env. 12%), mais s'inscrivait dans la fourchette habituelle en comparaison avec p. ex. l'administration fédérale centrale (part de 12–15% dans les dépenses totales). Les principaux investissements concernaient les dépenses généralement élevées consacrées aux aménagements de locaux pour adaptation aux besoins des locataires (CFC 3) – surtout à l'ETH Zurich – et, comme aussi l'an passé, les investissements dans le faisceau ATHOS au PSI.

Rapprochement du compte de financement et du compte de résultat

Dans le compte de financement, les fonds issus du financement fédéral sont enregistrés dans la période durant laquelle ils ont été reçus. C'est pourquoi le financement fédéral se compose des crédits mis en compte sur le plafond de dépenses du Domaine des EPF: A231.0181 Contribution financière de la Confédération au Domaine des EPF et A202.0134 Constructions du Domaine des EPF. Dans le compte de résultat en revanche, la comptabilisation se fait selon la période à laquelle les fonds appartiennent. C'est pourquoi, de la perspective du compte de résultat, le financement fédéral se compose des crédits: A231.0181 Contribution financière de la Confédération au Domaine des EPF et A231.0182 Contribution aux loyers du Domaine des EPF.

Les différentes perspectives requièrent un rapprochement des recettes opérationnelles (2019: 3591 mio CHF)

et du produit d'exploitation consolidé du Domaine des EPF conformément au compte de résultat (2019: 3675 mio CHF). C'est pourquoi nous devons présenter des valeurs analogues.

Les principales différences entre le total des dépenses (2019: 3489 mio CHF) selon le compte de financement et les charges d'exploitation (2019: 3637 mio CHF) selon le compte de résultat s'expliquent comme suit: les investissements font seulement partie des dépenses. En revanche, les loyers et amortissements représentent uniquement des charges. D'autres aspects du rapprochement concernent les charges de prévoyance nettes selon IPSAS 39 ainsi que l'effet des sous-consolidations de l'ETH Zurich et de l'EPFL. Ces deux éléments restent généralement sans être pris en compte dans la budgétisation et dans le compte de financement et font partie du rapprochement. Cela concerne aussi les prestations en nature résultant de droits d'utilisation.

Fig. 35: Rapprochement du compte de financement et du compte de résultat

mio CHF	Compte de financement	Rapprochement			Compte de résultat
	2019	Diminution (-)	Augmentation (+)	Consolidation (+ / -)	2019
COMPTE DE FINANCEMENT / COMPTE DE RÉSULTAT					
Recettes (origine des fonds) / produits d'exploitation	3 591	- 209	244	48	3 675
Financement fédéral	2 581	- 209	244	-	2 616
Contribution financière de la Confédération	2 373				2 373
Investissements dans des constructions du Domaine des EPF	209	- 209			-
Contribution aux loyers	-		244		244
Taxes d'études, formation continue	48				48
Contributions à la recherche: Confédération	543				543
Contributions à la recherche: fond de tiers	219			16	235
Recettes diverses	200			32	232
Dépenses (utilisation des fonds) / charges d'exploitation	3 489	- 219	578	44	3 637
Personnel	2 284		82	20	2 386
Biens et services – loyers Domaine des EPF	-		244		244
Amortissements	-		252	14	267
Autres dépenses et charges de biens et services / de transfert courantes	731			10	740
Investissements	474	- 219	-	-	256
Constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	219	- 219			-
Cofinancements de constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	-				-
Immobilisations corporelles immeubles (appartenant au Domaine des EPF)	85				85
Immobilisations corporelles meubles (appartenant au Domaine des EPF)	169				169
Immobilisations incorporelles (appartenant au Domaine des EPF)	2				2

Point de vue du compte de financement – recettes/dépenses et point de vue du compte de résultat – charges/produits

Comptes annuels consolidés

Tableau 1: Compte de résultat du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	Budget 2019	Réalisé 2019	Réalisé 2018	Ecart Réalisé absolu
Contribution financière de la Confédération		2373	2373	2357	16
Contribution aux loyers		244	244	269	-25
Financement fédéral	7	2616	2616	2625	-9
Taxes d'études, formation continue	8	41	48	41	7
Fonds National Suisse (FNS)		261	260	255	5
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse)		68	49	56	-6
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle)		79	82	81	1
Programmes-cadres de recherche de l'UE		144	152	142	10
Recherche axée sur l'économie (secteur privé)		132	146	139	7
Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales)		71	90	84	7
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques	9	756	779	755	24
Dons et legs	10	95	92	155	-63
Autres produits	11	115	140	138	3
Produits d'exploitation		3624	3676	3714	-38
Charges de personnel	12, 28	2352	2386	2333	54
Charges de biens et services	13	962	935	990	-55
Amortissements	21, 23	241	267	266	1
Charges de transfert	14	173	49	43	7
Charges d'exploitation		3727	3637	3631	6
RÉSULTAT D'EXPLOITATION		-104	39	83	-44
RÉSULTAT FINANCIER	15	9	28	-22	50
Résultat des entités associées et co-entreprises	20	-	74	-11	85
RÉSULTAT DE L'EXERCICE		-95	140	50	90

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	31.12.2019	31.12.2018	Ecart absolu
ACTIF CIRCULANT				
Liquidités et placements à court terme	16	950	852	98
Créances à court terme sur transactions sans contrepartie	17	612	558	54
Créances à court terme sur transactions avec contrepartie	17	48	36	12
Placements financiers et prêts à court terme	22	1430	1409	21
Stocks	18	10	10	-
Actifs de régularisation	19	49	48	1
Total de l'actif circulant		3 099	2 913	187
ACTIF IMMOBILISÉ				
Immobilisations corporelles	21	1 898	2 023	-125
Immobilisations incorporelles	21	63	67	-4
Créances à long terme sur transactions sans contrepartie	17	939	970	-31
Créances à long terme sur transactions avec contrepartie	17	-	-	-
Participations dans des entités associées et co-entreprises	20	208	135	73
Placements financiers et prêts à long terme	22	42	32	10
Cofinancements	23	123	128	-4
Total de l'actif immobilisé		3 272	3 354	-82
TOTAL DE L'ACTIF		6 371	6 267	104
CAPITAUX DE TIERS				
Engagements courants	24	154	179	-25
Engagements financiers à court terme	25	15	16	-2
Passifs de régularisation	26	150	142	8
Provisions à court terme	27	102	109	-7
Capitaux de tiers à court terme		421	446	-25
Fonds de tiers affectés	29	1 555	1 510	45
Engagements financiers à long terme	25	350	361	-11
Engagements nets de prévoyance	28	2 423	2 239	185
Provisions à long terme	27	621	705	-83
Capitaux de tiers à long terme		4 950	4 815	135
Total des capitaux de tiers		5 370	5 261	110
CAPITAUX PROPRES				
Réserves de réévaluation		-1 470	-1 364	-106
Réserves affectées		1 365	1 123	242
Réserves libres		856	967	-110
Cofinancements	23	123	128	-4
Réserves d'entités associées	20	208	135	73
Excédent (+) / déficit (-) au bilan		-82	17	-99
Total des capitaux propres		1 001	1 006	-5
TOTAL DU PASSIF		6 371	6 267	104

Mentions légales

Editeur: Conseil des EPF, Haldeliweg 15, 8092 Zurich,
kommunikation@ethrat.ch
Direction du projet / rédaction:
Communication du Conseil des EPF, Zurich
Conception graphique / mise en page: Hej GmbH, Zurich
Reportages: Roland Fischer, Berne
et les institutions du Domaine des EPF
Photographie: Basil Stücheli, Aeugstertal
ou selon crédit photo
Traductions, relecture: comtexto AG, Zurich
Système de publication: ns.publish, mms solutions AG, Zurich
Impression: Urs Zuber AG, Reinach
Clôture de la rédaction: 4 mars 2020

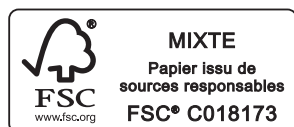
Le présent rapport de gestion est publié en allemand, en français et en anglais. Pour les comptes annuels, la version allemande fait foi. Le rapport de gestion est disponible au format électronique sur www.cepf.ch/rapportdegestion2019.

Différences d'arrondi: il est possible que les totaux ou les chiffres financiers présentés dans ce document ne correspondent pas exactement aux montants figurant dans les tableaux. Ces montants sont calculés sur des chiffres non arrondis et peuvent différer d'une valeur basée sur les chiffres arrondis figurant dans les tableaux.

Nous remercions tout particulièrement pour leurs contributions:

- tous les scientifiques des institutions du Domaine des EPF qui ont participé à la réalisation des reportages,
- les membres du Groupe IPS du Domaine des EPF (Implémentation du Plan Stratégique),
- les membres du ComTeam du Domaine des EPF (responsables de la communication et leurs collaborateurs)
- et les responsables et collaborateurs de l'état-major du Conseil des EPF et des institutions du Domaine des EPF.

© Conseil des EPF, mars 2020



Page de titre

Un grand pas en avant dans la promotion des alternatives aux expérimentations animales: la professeure Kristin Schirmer (en photo) et sa collègue Melanie Fischer ont reçu le *3RCC's 3Rs Award* pour leur travail de recherche en 2019.

Conseil des EPF

Conseil des écoles
polytechniques fédérales

Zurich:

Händeliweg 15
8092 Zurich

Berne:

Hirschengraben 3
3011 Berne

www.cepf.ch