



DOMAINE DES EPF

RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2018



Domaine des EPF

FAITS ET CHIFFRES



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. Nommé par le Conseil fédéral, le Conseil des EPF 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, quelque 500 professeurs forment plus de 21 000 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. Les découvertes et innovations des chercheurs de l'ETH Zurich alimentent les branches d'avenir de l'économie suisse, de l'informatique aux nanotechnologies et microtechnologies, en passant par les dispositifs médicaux high-tech. www.ethz.ch

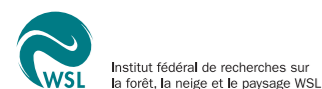
EPFL

11 100 étudiants et doctorants originaires de 116 pays et plus de 350 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. L'école génère en moyenne plus d'une start-up par mois et entretient des rapports étroits avec le monde entrepreneurial. En 2018, l'EPFL a inauguré le Centre LEARN, dédié aux sciences de l'éducation. Celui-ci vise à promouvoir l'innovation et à répondre aux défis engendrés par la transformation numérique, comme le fait le *Center for Digital Trust*. 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



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



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 l'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

2531^{mio}

2017: 2531 mio CHF

Dépenses

en mio CHF

3349^{mio}

2017: 3307 mio CHF

Etude sur la création de valeur²

Investissements dans le Domaine des EPF

Création de valeur ajoutée en Suisse

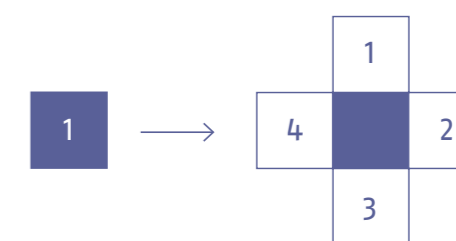
1 emploi dans le Domaine des EPF

crée 4 emplois en Suisse



Environ 2,5 mia CHF de la Confédération

Environ 13,3 mia CHF de création brute de valeur ajoutée



Environ 21 000 collaborateurs

Environ 80 000 emplois en Suisse

Personnel

Contrats de travail

22 349

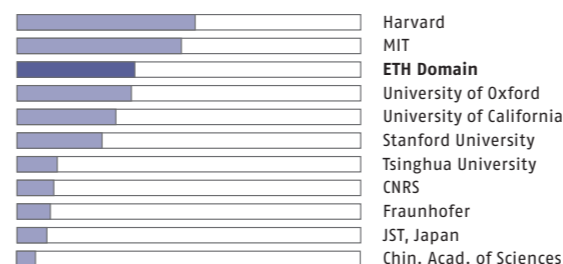
Proportion de femmes: 34% Apprenants: 462

Etudiants et doctorants

32 531

Proportion de femmes: 31%

Brevets de classe mondiale³



En comparaison avec certaines des institutions de recherche les plus renommées au monde, le Domaine des EPF détient la troisième part la plus élevée de brevets de classe mondiale.

Spin-offs Domaine des EPF

55

Classements des hautes écoles universitaires



¹ Crédits mis en compte sur le plafond de dépenses

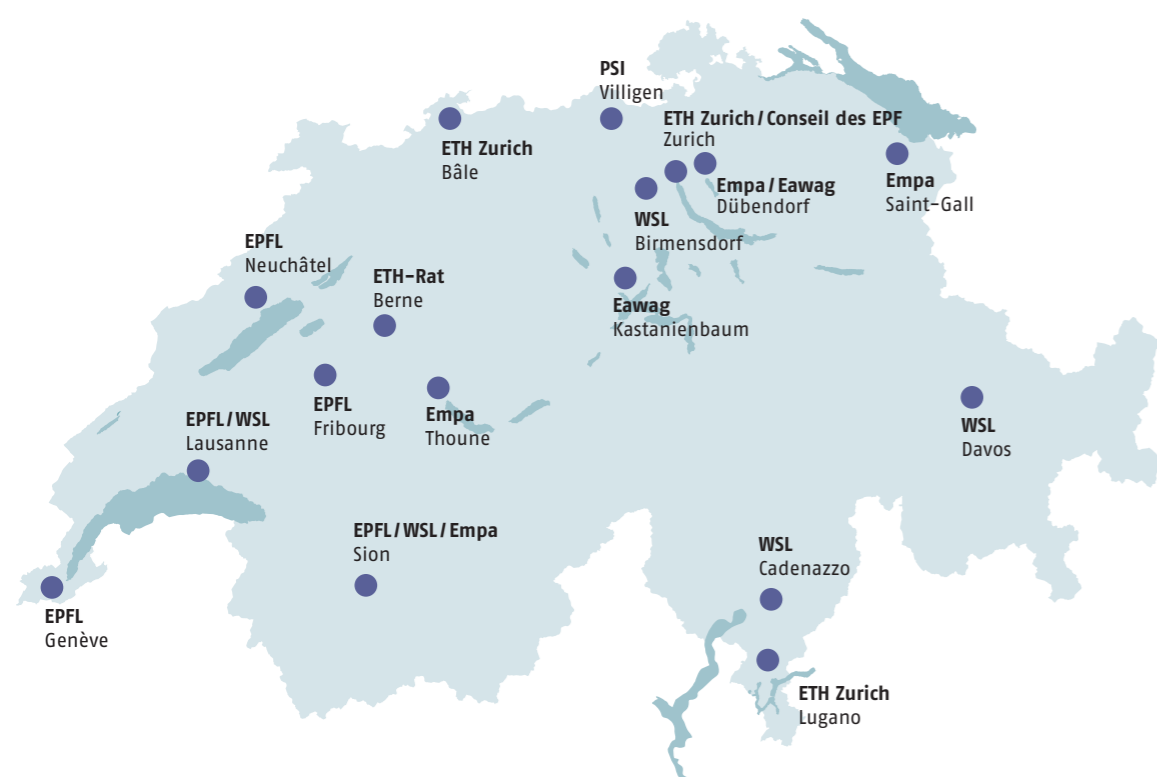
² BIGGAR Economics, novembre 2017

³ BAK Economics AG, 2018

■ ETH Zurich ■ EPFL

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 plus de 22 000 collaborateurs, plus de 32 000 étudiants et doctorants et un corps professoral de quelque 850 personnes.

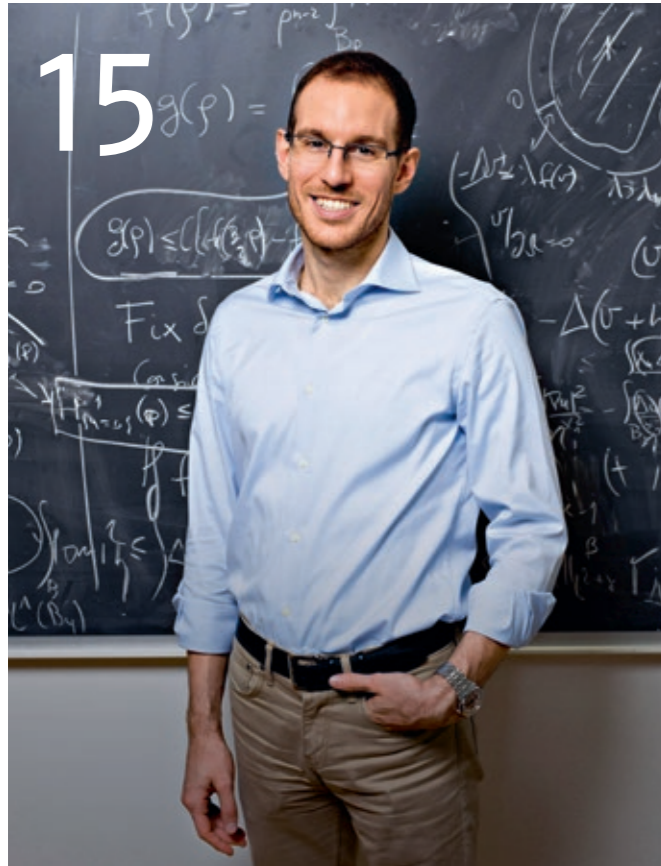
Le Domaine des EPF est composé de deux écoles polytechniques fédérales, l'ETH Zurich et l'EPFL, et de quatre établissements de recherche fédéraux, le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag. L'organe stratégique de direction et de surveillance du Domaine des EPF est le Conseil des EPF. www.domainedeseopf.ch |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

Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2018

Préface	6
Rétrospective	8
La science en marche	11
Gouvernance	35
Objectifs stratégiques	45
Chiffres clés	81
Finances	99
Mentions légales	106

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2018

Table des matières



ETH Zurich: médaille Fields 2018

Portrait d'Alessio Figalli

A. Figalli, professeur de mathématiques à l'ETH Zurich, l'a gagnée. La plus prestigieuse récompense en mathématiques au monde: la médaille Fields. Elle a fait de lui un exemple à suivre. Même dans sa ville d'origine, Rome, où à l'automne 2018 le nombre d'inscriptions en études de mathématiques a doublé.

21

EPFL: Prix Latsis 2018

Andrea Ablasser récompensée

Pour ses travaux de recherche particulièrement innovants sur l'immunité innée, Andrea Ablasser, professeure assistante à l'EPFL, a reçu le Prix Latsis national 2018.



Le conseiller fédéral Guy Parmelin avec les présidents, la directrice et les directeurs des institutions du Domaine des EPF.

WEF 2019

La Suisse sur la scène internationale

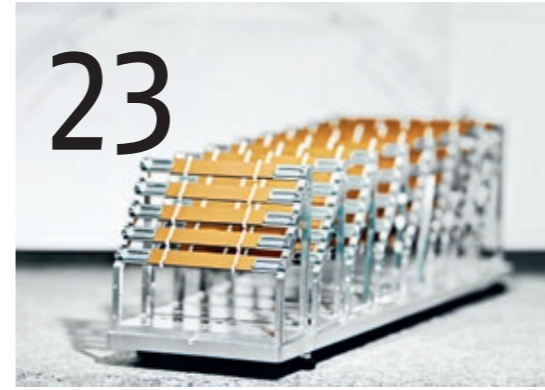
Pour la troisième fois déjà, l'ETH Zurich a participé au WEF de Davos avec son propre pavillon. Le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF y ont organisé des rencontres sur le thème de la recherche de pointe en Suisse, réunissant acteurs scientifiques, politiques et économiques helvétiques et étrangers.

> Markus Mallaun / Conseil des EPF

EPFL

Glaciers et écosystèmes en voie de disparition

Pour mieux comprendre la vie microbienne au sein de ces écosystèmes menacés, une équipe de l'EPFL prépare une grande expédition qui la conduira vers quelque 200 glaciers à travers le monde.



PSI

Développement réussi des infrastructures de recherche

Le Domaine des EPF entretient de nombreuses infrastructures de recherche qu'il met à la disposition des scientifiques nationaux et internationaux, comme le bâtiment de recherche et d'innovation NEST ou la Source de neutrons à spallation SINQ. Actuellement en travaux, cette dernière disposera ensuite de la meilleure optique au monde.

Empa

Des actionneurs à la place de moteurs

CTsystems, spin-off de l'Empa, a présenté le premier prototype de transformateur polymérique électromécanique par empilement, qui change l'énergie électrique en travail mécanique en intégrant une fonction de capteur. Grâce à la collaboration avec le spécialiste suisse Dätwyler, le niveau de la production industrielle a atteint un nouveau palier.



Eawag

Les eaux usées, une mine d'or

Dans le monde, des millions de personnes n'ont pas accès à des installations sanitaires offrant une solution «propre». C'est pourquoi l'Eawag recherche des moyens techniques pour traiter les eaux usées et récupérer leurs ressources.

WSL

Les situations extrêmes se multiplient

Dans cet entretien, les experts du WSL Andreas Rigling et Manfred Stähli expliquent les implications qu'auront les étés secs comme celui de 2018 sur la nature en Suisse.



PRÉFACE



Dr Fritz Schiesser,
président du
Conseil des EPF

Depuis 2008, Fritz Schiesser occupe le poste de président du Conseil des EPF et du comité de gestion du Domaine des EPF. Il est docteur en droit et travaille également en tant qu'avocat et notaire dans le canton de Glaris. De 1990 à 2007, il a siégé au Conseil des Etats qu'il a présidé de 2003 à 2004; il a aussi présidé le conseil de fondation du Fonds national suisse (FNS) de 1999 à 2007.

Chères lectrices,
chers lecteurs,

L'ETH Zurich s'envole pour la planète Mars, l'EPFL fait remarquer des personnes paralysées et l'Empa étudie l'effondrement du pont de Gênes. Et ce n'est qu'une petite sélection parmi les milliers d'articles des médias de l'année passée qui témoignent des compétences et de la diversité du Domaine des EPF. Chaque année, les classements et études attestent de l'excellente qualité de l'enseignement et de la recherche ainsi que du transfert de savoir et de technologie des institutions du Domaine des EPF. Une analyse de la qualité des brevets montre par exemple qu'un tiers des brevets examinés provenant du Domaine des EPF sont de classe mondiale, le classant ainsi au troisième rang dans le monde et même en première position en Suisse. Ces réussites ne sont possibles que grâce aux excellentes conditions-cadres dans notre pays. La politique, les entreprises et la population veillent ensemble à ce que le Domaine des EPF dispose d'un financement solide, soit suffisamment autonome et à ce que la Suisse reste un pays ouvert.

Tout comme le football de haut niveau, la recherche de pointe est internationale. Tous deux ont besoin de talents nationaux mais aussi étrangers pour faire partie des meilleurs. Sans les étudiants et les collaborateurs étrangers et sans la possibilité de collaborer à l'échelle internationale, le Domaine des EPF ne serait pas là où il est arrivé aujourd'hui. Il est fier des nombreuses spin-offs fondées chaque année, qui créent des innovations et des emplois.

Plus de la moitié des fondateurs viennent de l'étranger. Et les deux tiers du corps professoral qui forme notre relève scientifique, développe des projets avec les entreprises et fait de nouvelles découvertes dans la médecine, la nanotechnologie ou l'énergie ne possèdent pas de passeport suisse. La recherche repose en grande partie sur la collaboration internationale. Entraver cette collaboration aurait des conséquences négatives. Du fait de l'exclusion temporaire d'Horizon 2020, les instituts de recherche suisses ont participé à beaucoup moins de projets européens. Ils ont reçu moins de fonds et ont coordonné un nombre réduit de projets.

A l'avenir aussi, des décisions seront prises sur le rapport de la Suisse avec l'Europe, sur la liberté de la recherche, et des débats porteront sur le budget. Les milieux politiques, les entreprises et la population suisse seront régulièrement appelés à défendre les bonnes conditions-cadres. De son côté, le Domaine des EPF continuera de tout mettre en œuvre pour que ses compétences soient les plus utiles possibles à notre pays et pour assumer sa coresponsabilité face aux défis sociaux pressants.

Zurich / Berne, février 2019

Domaine des EPF

UNE RÉUSSITE INTERNATIONALE

Excellence scientifique, réseau international et ouverture sont étroitement liés. Grâce à de solides coopérations avec des partenaires en Suisse et à l'étranger, les institutions du Domaine des EPF ont réussi à s'affirmer au plan international. De plus, leur excellence dans l'enseignement et la recherche leur permet de recruter les meilleurs talents mondiaux. Une situation dont bénéficie aussi l'économie suisse, pour ses besoins en main-d'œuvre spécialisée dans le secteur MINT. Pour qu'à l'avenir d'excellentes conditions en matière de politique de recherche et d'innovation soient aussi garanties, la préservation de relations internationales stables, y compris avec l'Union européenne, est capitale.

1/3

Un tiers des brevets étudiés du Domaine des EPF font partie des 10% les plus importants au monde dans leur technologie.

Il y a de nombreuses manières d'appréhender la qualité des hautes écoles et des établissements de recherche. La comparaison avec des institutions scientifiques du monde entier constitue un élément central. Le Domaine des EPF s'avère là extrêmement convaincant. Année après année, les deux hautes écoles de Zurich et Lausanne arrivent en tête des classements établis par différentes organisations selon diverses méthodes (cf. fig. 16 et 17, p. 91). En 2018, l'ETH Zurich et l'EPFL sont ainsi respectivement 11^e et 35^e du classement THE World. Si le classement THE utilise des critères tels que l'enseignement, la recherche ou les citations, le classement QS World donne, quant à lui, la priorité à la réputation des institutions académiques et des diplômés auprès de leurs employeurs. En 2018, l'ETH Zurich s'y classe en 7^e position et l'EPFL en 22^e.

Ce résultat remarquable du Domaine des EPF se confirme aussi dans d'autres comparaisons. Citons par exemple l'étude *Analysis of the patent portfolio of the ETH Domain* publiée fin 2018. Pour le compte du Conseil des EPF, la société BAK Economics AG a analysé le portefeuille de brevets du Domaine des EPF. Pour éviter une approche purement quantitative, elle a appliqué une méthode *Big Data* afin de mesurer l'importance des brevets dans 17 technologies différentes. Ces chiffres ont été comparés avec ceux de dix des plus grands instituts de recherche et universités mondiaux: environ un tiers des brevets étudiés du Domaine des EPF font partie des 10% les plus importants au monde dans leur technologie. Seuls Harvard et le MIT, deux universités privées américaines, font mieux. Un rapide coup d'œil sur la répartition des brevets révèle que le Domaine des EPF est en pointe dans plus d'un tiers des technologies analysées.

Le *Computational Robotics Lab* de l'ETH Zurich a construit le premier robot capable de patiner.
 › Andreas Eggenberger/
 ETH Zurich



2/3

Environ deux tiers des publications du Domaine des EPF sont le fruit de coopérations internationales. C'est ce type de travaux qui a l'impact le plus fort.

Grande importance des réseaux internationaux dans la recherche

Si la méthode de mesure de la qualité et de la performance s'effectue dans le cadre d'une comparaison internationale, ce caractère mondial est aussi une propriété fondamentale de la science et revêt une importance capitale pour des résultats scientifiques de pointe. Un fait mis en évidence de manière exemplaire par l'analyse bibliométrique commandée par le Conseil des EPF en vue de l'évaluation intermédiaire du Domaine des EPF qui aura lieu en 2019. L'étude menée par le *Centre for Science and Technology Studies* (CWTS) à l'Université de Leiden a analysé le nombre d'articles et de *reviews* rédigés par les chercheurs des six institutions du Domaine des EPF entre 2007 et 2016 et a quantifié leur impact sur la base du nombre de citations qu'ils ont reçues jusqu'en 2017. La coopération des scientifiques du Domaine des EPF avec leurs collègues du monde entier joue ici un rôle capital.

D'après l'analyse bibliométrique, environ les deux tiers de toutes les publications sont le fruit d'une coopération internationale. Ce type de travaux a l'impact le plus fort; il a donc été cité particulièrement fréquemment. Toutes les institutions du Domaine des EPF sans exception obtiennent, dans l'analyse des publications scientifiques, des résultats qui sont en partie très nettement supérieurs à la moyenne mondiale.

Lié à cette culture de la coopération internationale très marquée au sein du Domaine des EPF, il convient de citer aussi les programmes-cadres de recherche européens. Dans le cadre des projets collaboratifs d'Horizon 2020, des universités, hautes écoles spécialisées et partenaires industriels de différents pays travaillent souvent ensemble. Les institutions du Domaine des EPF peuvent non seulement se prévaloir d'un taux de réussite supérieur à la moyenne pour les propositions de projet auxquelles elles ont participé, mais elles assument aussi souvent la coordination des collaborations internationales.



WEF 2019: Martin Vetterli, président de l'EPFL, s'entretient avec la présentatrice Patrizia Laeri, Marianne Janik, Country Manager Microsoft Suisse, et Olivier Bousquet, Head Google AI Research en Europe (d. g. à d.).
 > Andreas Eggenberger / ETH Zurich

Deux chercheuses de l'EPFL: J. Miehlbradt (g.) et C. Rognon, qui porte la FlyJacket, développée pour le pilotage intuitif de drones grâce à des capteurs et à un logiciel d'intelligence artificielle. Une demande de brevet est en cours.

> Markus Mallaun / Conseil des EPF

Attractivité internationale – main-d'œuvre pour la Suisse

La qualité hors pair de l'enseignement et de la recherche du Domaine des EPF permet aux institutions d'attirer les «meilleurs cerveaux». Les scientifiques viennent souvent de l'étranger pour travailler dans l'excellent environnement de recherche de la Suisse. Le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL est ainsi composé pour deux tiers de chercheurs de l'étranger. Ceci est à la fois le résultat de l'excellent positionnement des institutions d'enseignement et de recherche du Domaine dans les comparaisons mondiales, et constitue la base de futures performances scientifiques de pointe.

La recherche suisse n'est pas la seule à bénéficier directement de l'attractivité internationale du Domaine des EPF. Une année après avoir décroché leur diplôme de l'ETH Zurich ou de l'EPFL, environ 60% des étudiants étrangers travaillent en Suisse. Cette main-d'œuvre MINT est non seulement très recherchée, mais contribue aussi de manière déter-

minante à maintenir la capacité d'innovation de l'économie suisse à un niveau élevé. Qui plus est, les anciens collaborateurs du Domaine des EPF restent très actifs lorsqu'ils font de la recherche dans l'industrie suisse. Selon l'étude BAK, 3800 brevets d'entreprises ont parmi leurs inventeurs au moins un chercheur ayant travaillé auparavant et ayant déposé des brevets dans le Domaine des EPF.

Politique de formation – garantir l'ouverture internationale

La première place occupée depuis des années par la Suisse dans le *Global Innovation Index*, notamment grâce aux diplômés suisses et étrangers du Domaine des EPF, ne doit pas faire oublier la rudesse de la compétition internationale pour des conditions favorables à la recherche et à l'innovation. Une étude publiée cet été par l'Académie suisse des sciences techniques (SATW) a montré que les grandes entreprises de notre pays délocalisaient de plus en plus leurs activités de recherche et développement dans des pays offrant davantage d'incitations étatiques. De même, l'étude «Recherche et innovation: la Suisse comparée aux régions phares de l'innovation» (Centre pour la recherche économique européenne, mai 2018) diligentée par le SEFRI montre que d'autres régions du monde rattrapent leur retard. Cette étude conclut que la Suisse peut uniquement compenser ses inconvénients structurels de petit pays par une grande ouverture.

Pour le Conseil des EPF, la préservation de cette ouverture est une priorité majeure. Le succès du Domaine des EPF repose essentiellement sur une forte coopération internationale et sur la compétition directe avec les meilleurs instituts de recherche mondiaux. Pour ce faire, des relations stables et fiables avec l'Union européenne sont indispensables. Le rapport du SEFRI publié récemment sur la participation de la Suisse aux programmes-cadres de recherche européens indique clairement que, suite à l'exclusion provisoire du programme Horizon 2020 due à l'adoption de l'initiative dite «contre l'immigration de masse», notre pays a participé à un nombre nettement moins important de projets et a vu le nombre de coordinations de projets baisser. Pour continuer à préserver l'intensité des échanges scientifiques transfrontaliers, espérons que la Suisse pourra à nouveau participer au prochain programme-cadre de recherche de l'UE en qualité d'Etat pleinement associé.

LA SCIENCE EN MARCHÉ

La cybersécurité à la mode suisse	Domaine des EPF	12
Le goût du raisonnement	ETH Zurich	15
Des écosystèmes très anciens dans des paysages peu hospitaliers	EPFL	19
Une vision nette grâce aux neutrons	PSI	23
Les situations extrêmes se multiplient	WSL	26
Des actionneurs à la place de moteurs	Empa	29
Les eaux usées, une mine d'or	Eawag	32

DOMAINE DES EPF

LA CYBERSÉCURITÉ À LA MODE SUISSE

L'Internet ne se limite pas qu'à Google, Facebook, Twitter & Co.: c'est aussi une infrastructure concrète. Si celle-ci intégrait les qualités suisses, la Toile inspirerait peut-être davantage confiance. La cybersécurité est sur toutes les lèvres, mais l'insécurité est grande. C'est l'avis des experts du Domaine des EPF.

Lancé en 2018 par l'EPFL, le *Center for Digital Trust (C4DT)* est un partenariat qui associe la recherche, l'industrie, le secteur public et la société afin de développer et de mettre en œuvre une vision commune instaurant la confiance numérique. c4dt.org

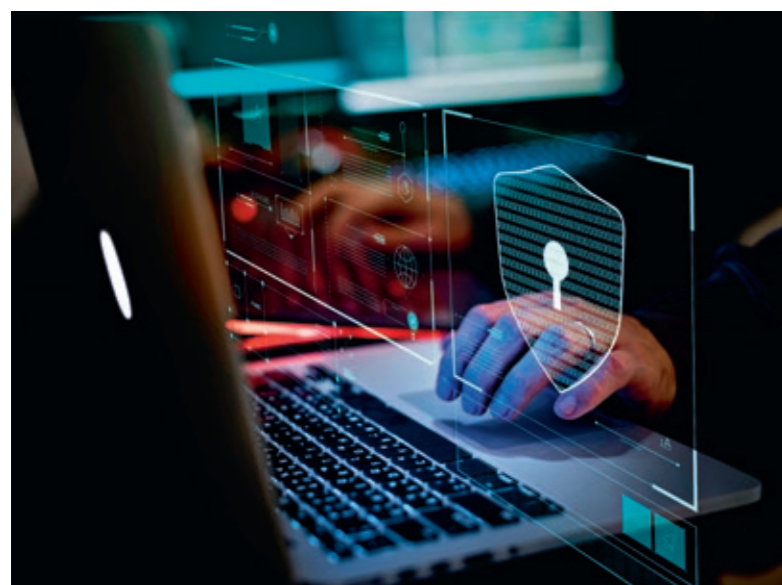
Cybersécurité. La sécurité au sein de l'espace numérique, que l'on n'appelle plus le cyberspace, depuis le temps qu'il fait partie de notre quotidien. Et c'est là le problème: les utilisateurs ont toujours du mal à cerner cet espace, surtout ses zones d'ombre et ses pièges. Il y a quelques années, la chancelière allemande Angela Merkel avait été critiquée pour l'avoir qualifié de territoire inconnu. Mais elle n'avait pas tout à fait tort. En effet, la société considère ce «nouveau territoire» – et tout ce qui le fait fonctionner – comme un acquis évident.

Depuis les révélations d'Edward Snowden, voire même avant, tout internaute sait pourtant à quel point le réseau peut être ambivalent et dangereux. De nouvelles histoires défraient régulièrement la chronique. Récemment, on a pu lire que des entreprises asiatiques de matériel informatique installaient depuis longtemps des mouchards sur des composants électroniques que nous utilisons au quotidien.

Plus rien ne semble sûr. Un malaise s'est installé et les questions se multiplient. Mais d'où vient la menace? Quelles activités numériques quotidiennes et surtout quelles négligences rendent vulnérables? Les particuliers sont-ils visés? La société pourrait-elle s'effondrer après une attaque ciblée de l'infrastructure numérique? Les problèmes résident-ils dans la structure même du réseau? Ou faut-il plutôt redouter des actions malveillantes?

Le monde numérique a une infrastructure et des ingénieurs qui la construisent. La Suisse peut compter sur les meilleurs ingénieurs au monde et surtout sur une ingénierie réputée particulièrement fiable.

Image symbolique
> Shutterstock



«L'Internet actuel se heurte à tant de problèmes qu'il faudrait entièrement revoir sa conception et sa construction pour le rendre à nouveau plus sûr.»

– Adrian Perrig, professeur et responsable du *Network Security Group* à l'ETH Zurich

«La Suisse est justement le bon endroit pour restaurer la confiance dans ces systèmes.»

– Edouard Bugnion, professeur et vice-président pour les systèmes d'information à l'EPFL

Les activités de recherche du *Center for Security Studies (CSS)* portent sur la politique de sécurité autour de l'évolution des menaces auxquelles sont confrontés les États et leurs sociétés. css.ethz.ch

Les deux EPF formant des ingénieurs, la Suisse n'est-elle pas bien placée pour organiser le monde numérique de façon aussi élégante que robuste? Un paradigme d'ingénierie numérique, adossé aux ponts, aux tunnels et à la statique de construction.

C4DT: la cybersécurité interdisciplinaire

Un ingénieur doit connaître les charges auxquelles son système sera exposé. Si l'on prend l'exemple d'un pont, celui-ci doit être assez solide pour résister à l'usure du temps et à la circulation prévue. Et aussi aux sollicitations maximales extrêmes. Ne devrait-il pas aussi pouvoir faire face à un tremblement de terre? Et si oui, de quelle intensité? La question de la sécurité est toujours une question de risque à prévoir.

Les réseaux informatiques n'ont pas à résister à des dangers naturels, mais à des attaques ciblées aux motivations qualifiées de «différentes» par le professeur Edouard Bugnion, vice-président pour les systèmes d'information de l'EPFL qui est à l'origine du *Center for Digital Trust (C4DT)*. «L'adversaire n'est pas la nature, mais des instigateurs privés ou publics.» La question de la sécurité d'un système, de sa résistance n'est pas la même que pour la construction de structures physiques. Et en ce qui concerne la défense face aux cyberattaques, la Suisse manque clairement de moyens et d'expertise, par rapport à d'autres pays – comme les grands protagonistes et les spécialistes tels Israël. Malgré tout, la Suisse peut justement être le bon endroit pour restaurer la confiance dans ces systèmes.

Pour E. Bugnion, la Suisse dispose, en plus de son ingénierie, d'un autre grand atout qui a une forte valeur identitaire et qui inspire la confiance: sa fiabilité. Depuis des siècles, la Suisse s'est spécialisée dans des domaines qui reposent sur la fiabilité et sur la confiance entre les personnes: montres de luxe, banques, assurances... Cette qualité pourrait servir au sein de l'espace numérique. Le C4DT, qui réunit une trentaine de groupes de recherche, essaie dans plusieurs disciplines de concilier questions éthiques et applicabilité sur le plan politique, en lien par exemple avec les technologies de cryptage. Ici, le terme sécurité a une acception plus large, celle de culture à entretenir.

Myriam Dunn Cavelty est tout à fait d'accord: «La cybersécurité est plus qu'un simple problème technique.» Chercheuse au *Center for Security Studies (CSS)* de l'ETH Zurich, elle est convaincue que, tant qu'il n'existera pas d'accord socio-politique qui protégera le cyberspace, ce territoire ne sera pas sûr. On recense quelques initiatives pour y remédier, aux origines parfois surprenantes. M. Dunn Cavelty cite l'idée d'une nouvelle convention de Genève pour l'espace numérique qu'a récemment proposée le président de Microsoft Brad Smith. Celle-ci a rencontré peu d'écho, «les États n'aimant pas que des entreprises privées leur dictent ce qu'il faut faire.» Mais M. Dunn Cavelty pense que la Suisse et Genève, en particulier, pourraient jouer un rôle intéressant dans la lutte internationale contre les attaques portées à l'infrastructure numérique. En revanche, elle considère comme une «bêtise» les tentatives d'établir la souveraineté numérique dans un contexte national. E. Bugnion partage cet avis: «Nous devons penser plus européen.» Il regrette l'absence d'une initiative européenne qui ferait évoluer la culture numérique en direction d'une forte protection des données et de la sécurité d'Internet.

SCION – une nouvelle architecture pour l'Internet

Adrian Perrig pense global. Ce professeur à l'ETH Zurich, qui dirige le *Network Security Group*, mène peut-être l'un des projets les plus révolutionnaires du Domaine des EPF en matière de cybersécurité: il veut reconstruire Internet dans son ensemble. Un jour, ce spécialiste réseau a pris conscience que l'Internet actuel se heurtait à tant de problèmes qu'il faudrait entièrement revoir sa conception et sa construction pour le rendre à nouveau plus sûr. A. Perrig et son groupe ont travaillé une bonne dizaine d'années sur ce thème. Concrètement, il s'agissait de déterminer le niveau de sécurité que l'on pouvait atteindre. Pas en tant qu'idéal théorique, mais dans l'utilisation quotidienne des outils informatiques. «Il est très difficile d'atteindre un niveau de sécurité absolu avec les ordinateurs», précise A. Perrig. Mais, concernant les réseaux, plusieurs années d'essais l'ont rendu très optimiste.

La nouvelle architecture Internet est plus sûre, mais aussi plus efficace.

Une autre contribution importante est le travail effectué par les groupes de recherche des professeurs David Basin et Peter Müller à l'ETH Zurich. Leur objectif: prouver mathématiquement que les protocoles Internet et le code sont effectivement sûrs. «La complexité de l'Internet actuel rend la vérification formelle extrêmement difficile. Mais la structure de notre nouvelle architecture réseau rend cette vérification possible», explique D. Basin. Le groupe du professeur Müller travaille à la vérification du code source. «Ces dernières années, nous avons essayé d'arracher pied d'améliorer nos méthodes pour obtenir une preuve de cette ampleur», annonce-t-il. Une percée a permis d'intégrer les techniques de preuve des groupes de D. Basin et de P. Müller: l'ensemble du système est sûr, du protocole jusqu'au code, et c'est prouvé.

Ce nouveau réseau a été baptisé SCION (*Scalability, Control, and Isolation on Next-Generation Networks*). A. Perrig promet que l'utilisateur ne remarque aucune différence entre celui-ci et l'«ancien» Internet, hormis peut-être un plus grand confort de navigation. Ce résultat tient notamment au fait que l'on peut influencer de façon ciblée le parcours des paquets de données et que la transmission peut emprunter différents itinéraires, par exemple un chemin au court temps de retard pour le signal audio et un autre offrant un meilleur débit pour le signal vidéo. Il ne s'agirait pas de tout reconstruire à zéro. «Ce serait un peu comme si on pouvait choisir de se déplacer sur une même route soit avec une bicyclette, soit avec un véhicule électrique.» Cette vision n'est pas celle d'un avenir lointain puisque des négociations intensives sont en cours avec des fournisseurs d'accès à Internet.

«Au niveau du logiciel, la sécurité est un thème très complexe. Mais que faire si le matériel informatique lui-même est manipulé.»

— Gabriel Aeppli, professeur, membre de la direction et directeur de la *Photon Science Division* au PSI

Disposerons-nous donc bientôt de plusieurs options pour surfer sur Internet? A bas prix mais sans garantie de sécurité ou sur la voie express, avec une architecture réseau du XXI^e siècle? Du point de vue d'un ingénieur, ceci ne semble guère présomptueux, c'est juste raisonnable.

L'«ennemi» est dans l'ordinateur

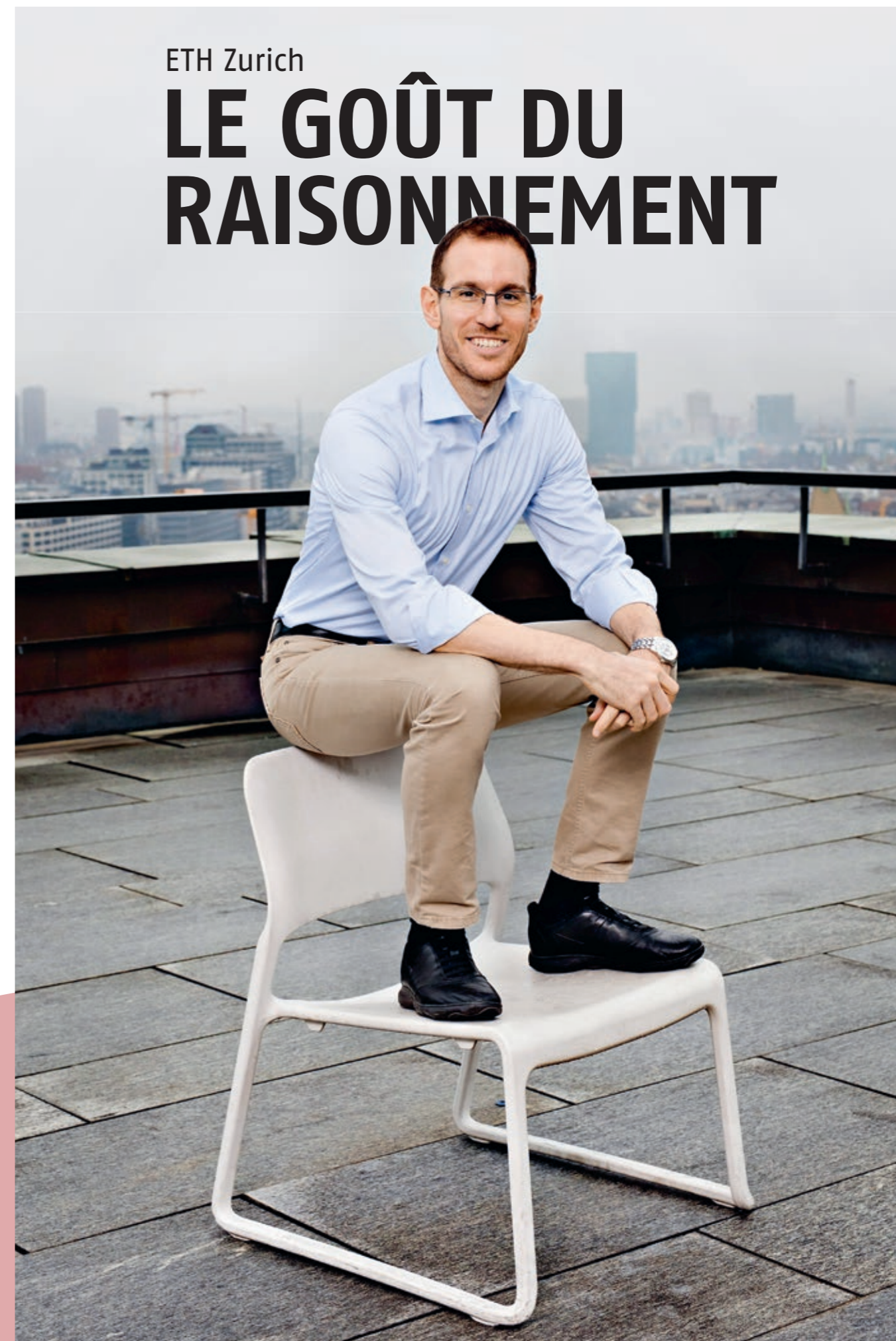
Mais que faire si le problème est au sein même de l'ordinateur? Pour Gabriel Aeppli, professeur, membre de la direction et directeur de la *Photon Science Division* à l'Institut Paul Scherrer (PSI), le matériel informatique peut avoir été manipulé. Tandis que les logiciels qui font tourner le monde occidental viennent souvent d'Amérique ou d'Europe, les composants des ordinateurs sont eux majoritairement produits en Asie. Si des éléments peuvent être corrompus dès le stade de la fabrication, les stratégies de défense traditionnelles et les nouvelles architectures de réseau sont vouées à l'impuissance. G. Aeppli pense donc que les procédures standard prévoient bientôt l'examen à la loupe des livraisons de matériel informatique par échantillonnage et ce, jusqu'aux circuits imprimés.

Jusqu'à présent, les moyens à y consacrer étaient tels que cela rendait impossible tout contrôle raisonnable et laissait planer le doute. Mais G. Aeppli a participé au développement d'une nouvelle technologie d'imagerie qui permettrait d'y remédier puisqu'elle pourrait scruter des puces entières en quelques minutes, sans les détruire. Cette méthode tridimensionnelle, mise au point au PSI, a déjà fait sensation au sein de la communauté technologique car, et c'est inédit, elle permet de visualiser les conductions de courant dans les composants internes, mesurant quelques nanomètres, en détail et sans déformation. On pourrait donc comparer le produit livré à celui commandé. La confiance n'exclut pas le contrôle.

Une question centrale se pose au niveau psychologique: à qui peut-on encore faire confiance? L'histoire des composants informatiques corrompus n'a pas renforcé la confiance, notamment parce que les entreprises concernées ont tout démenti et demandé aux reporters de s'abstenir. Cette réaction ne surprend pas outre mesure, quand on réfléchit à l'impact d'une telle perte de confiance. M. Dunn Caverty est bien consciente de ce problème: «La confiance est essentielle, y compris dans le domaine de l'économie.»

ETH Zurich

LE GOÛT DU RAISONNEMENT



«Les mathématiques sont partout. Et peuvent modéliser le monde.»

– Alessio Figalli, professeur de mathématiques

En 2018, Alessio Figalli a remporté la plus prestigieuse récompense en mathématiques au monde: la médaille Fields. Ce prix l'a placé sous les feux de la rampe et a fait de lui un modèle à suivre, notamment pour la jeune génération. En Italie, son pays natal, les inscriptions en mathématiques ont bondi.

Alessio Figalli arrive en se dépêchant à son bureau, situé dans le bâtiment principal de l'ETH Zurich, et s'excuse pour ses deux minutes de retard avec une cordialité toute italienne. Sa chemise est bien repassée, son bureau à peine encombré par quelques documents qu'il remet en place. Le soleil automnal inondant la pièce, il baisse le store. Il est navré pour le désordre. Le désordre? Quel désordre? Il semble affectionner les choses bien ordonnées. Quitte à en décevoir certains, A. Figalli n'a rien d'un excentrique. C'est un jeune homme sociable, à qui on serait prêt à confier la gestion de ses opérations bancaires. Il est à mille lieues du cliché du mathématicien. Et ce cliché justement l'énerve. «Pourquoi les mathématiciens devraient-ils être bizarres et éloignés des réalités?» La plupart ne sont pas du tout conformes à cette image. Avant d'intégrer la légendaire Ecole normale supérieure de Pise, il était inscrit en lettres classiques au lycée et suivait des cours de grec et de latin. Il ne s'est intéressé aux mathématiques qu'après avoir participé à l'Olympiade de mathématiques.

Son bureau ne déroge tout de même pas à un beau cliché, avec son pittoresque tableau noir recouvert de formules et de diagrammes. Oui, parfois, il aime travailler là. Pouvoir tout effacer d'un coup d'éponge pour réorganiser ses pensées a un côté libérateur. Mais il préfère tout simplement le stylo et la feuille de papier – l'ordinateur restant éteint dans la mesure du possible. De temps en temps, il se demande si le rythme de la société actuelle est sain et si nous ne ferions pas mieux de passer à la vitesse inférieure. Les mathématiques sont un processus plutôt lent. Chaque étape d'un raisonnement doit être minutieusement contrôlée et justifiée. Ce qui prend du temps.

Et si l'ordinateur effectuait une partie de ce travail, en arrière-plan? A. Figalli plisse le front. Il trouve «inquiétant» le fait que l'intelligence artificielle soit sans doute bientôt capable de tirer des conclusions logiques et d'établir des liens. En principe, peu d'obstacles s'opposent à ce que des machines acquièrent cette aptitude, mais A. Figalli a du mal à croire qu'elles puissent aussi être créatives. Il cite les échecs: il considère que tout le plaisir du jeu s'est envolé depuis que les meilleurs ordinateurs battent aisément n'importe quel joueur humain.

Il a choisi les mathématiques par goût de la logique et de l'ordre, pour leur «propreté» et parce qu'elles s'affranchissent de toute question de croyance. C'est justement le facteur «plaisir» qu'offrent les problèmes mathématiques complexes qui l'a conduit à son domaine de recherche. Il a reçu la médaille Fields pour avoir réussi à démontrer comment les questions de transport optimal des ressources étaient liées à la géométrie de l'espace. Les résultats sont utilisés en sciences économiques, en calcul de probabilités ou encore en mécanique des fluides. Ne participe-t-il pas ainsi lui-même à la course à l'efficacité, à cette envie d'en avoir toujours plus, toujours plus vite? Non, il n'envisage pas la chose sous cet angle puisque l'efficacité permet notamment de libérer du temps pour autre chose. Dans tous les cas, il aime savoir que ce qu'il trouve est utile: «Plus l'application est proche, mieux c'est.» Mais son travail n'est pas guidé par l'application. Les mathématiques sont une discipline en soi. A. Figalli évoque la transformation de Fourier, indispensable au fonctionnement des systèmes électroniques actuels, alors que Fourier même ne s'en doutait pas.

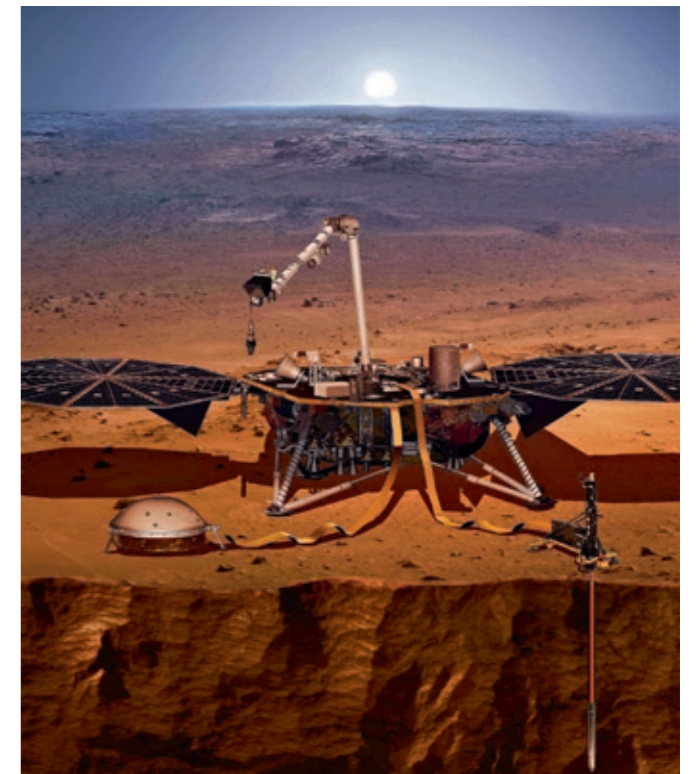
Il trouve que la communication avec les chercheurs, qu'ils soient physiciens ou biologistes, complique fortement les rapports entre recherche fondamentale mathématique et application scientifique: «Nous ne nous comprenons tout simplement pas.» On fait appel à des médiateurs qui connaissent les deux domaines, mais les approches resteront toujours fondamentalement différentes: «Le phénomène qui permet aux avions de voler ne s'appuie toujours pas sur une théorie solide. C'est un domaine complexe du point de vue mathématique.» Pour illustrer la différence entre les mathématiques et la physique, il dispose d'un bon exemple: l'absence d'une preuve irréfutable n'empêche pas l'ingénieur de construire ces engins volants. Et ne nous dissuade pas non plus de voyager à leur bord.

A. Figalli travaille sur l'équation de Monge-Ampère. Elle lui sert par exemple à décrire le parcours de gouttes d'eau dans un nuage. Le but est d'améliorer les modèles mathématiques de prévision météo.

La médaille Fields l'a placé sous les feux de la rampe et a fait de lui un modèle à suivre. A Rome, sa ville natale, le nombre d'inscriptions en études de mathématiques a doublé à l'automne 2018.

Des systèmes électroniques de l'ETH sur Mars

Début mai 2018, une fusée chargée de la sonde *InSight* de la NASA a décollé pour Mars. A son bord: des systèmes électroniques de commande et de saisie des données développés par l'ETH Zurich qui seront utilisés par le sismomètre du module. Les scientifiques pourront ainsi enregistrer les activités sismiques et les chutes de météorites sur Mars, et étudier la structure interne de la planète rouge. A partir du printemps 2019, les géologues de l'ETH Zurich recevront systématiquement des données sismiques de Mars à analyser et à interpréter. Les scientifiques espèrent que la mission *InSight* les aidera aussi à mieux comprendre l'origine et le développement d'autres planètes de notre système solaire.



La sonde *InSight* est équipée de systèmes électroniques de l'ETH. Courtesy NASA/JPL-Caltech

La recherche s'invite sur les billets

Fin août 2018, la Banque nationale suisse (BNS) a présenté la nouvelle coupure de 200 francs. On y voit une collision de particules ainsi que l'histoire de l'univers. Günther Dissertori, professeur à l'Institut de physique des particules et d'astrophysique de l'ETH Zurich, a été sollicité pour ses conseils. Le projet, strictement confidentiel, a duré quelques années. G. Dissertori a expliqué aux graphistes de la BNS comment représenter un détecteur et une collision de particules ainsi que les principaux moments de l'histoire de l'univers. Choisir la recherche fondamentale pour illustrer un billet de banque souligne l'importance de cette activité pour la Suisse.



Coupures de 200 francs: une collision de particules illustre le verso. Banque nationale suisse 2017

Ursula Keller a reçu le Prix européen de l'inventeur dans la catégorie Œuvre d'une vie. Office européen des brevets

L'œuvre d'une vie récompensée

Depuis 2006, l'Office européen des brevets décerne le Prix européen de l'inventeur pour honorer les prestations de personnes qui, par leurs idées et leur créativité, ont contribué au développement de produits innovants. Ursula Keller, professeure de physique spécialisée dans les lasers ultrarapides à l'ETH, fait partie des lauréats de 2018. Le jury l'a récompensée dans la catégorie Œuvre d'une vie pour ses travaux dans le domaine des lasers ultrarapides. Les lasers développés par U. Keller sont très prisés par l'industrie. Ils ont également permis des avancées importantes en recherche fondamentale, comme son horloge baptisée «attoclock» qui utilise le laser pour mesurer des phénomènes du monde infinitésimal de la physique quantique.





Le Lion d'or pour le pavillon suisse

La Fondation suisse pour la culture Pro Helvetia avait invité quatre jeunes architectes de l'ETH à concevoir le pavillon suisse de la 16^e biennale d'architecture de Venise. Une excellente idée, puisque *Svizzera 240: House Tour* a décroché le Lion d'or. C'est la première fois que la Suisse reçoit la plus haute distinction de la catégorie Participation nationale. Composé d'Alessandro Bosshard, Li Tavor, Matthew van der Ploeg et Ani Vihervaara, le collectif a proposé une déambulation à travers une sorte d'appartement témoin non meublé, qui déconcerte par ses éléments surdimensionnés et ses portes gauchies. Leur but était de sensibiliser les visiteurs à l'enveloppe architecturale qui nous entoure au quotidien.

Les gagnants du Lion d'or – Alessandro Bosshard, Li Tavor, Matthew van der Ploeg et Ani Vihervaara (d. g. à d.) – dans la cuisine surdimensionnée du pavillon suisse.
 > Christian Beutler/KEYSTONE

School for Continuing Education

Les progrès techniques ont d'importantes répercussions sur les compétences demandées au sein de l'économie et de la société. La demi-vie du savoir diminue et se former en continu devient une nécessité tout au long de sa carrière. Dans ce contexte, l'ETH Zurich a créé la *School for Continuing Education* et organisé ses programmes de perfectionnement en quatre domaines: *Environment, Infrastructure & Architecture, Technology, Management & Innovation, Public Policy & Governance et Health, Life & Natural Science*. Sont proposés 17 MAS (*Master of Advanced Studies*), 9 DAS (*Diploma of Advanced Studies*) et 20 CAS (*Certificates of Advanced Studies*). Une vingtaine de programmes supplémentaires est prévue.



Botnar finance la recherche pour les enfants

Le 19 septembre 2018, l'Université de Bâle et l'ETH Zurich ont fondé le *Botnar Research Centre for Child Health (BRCC)* à Bâle. Ce centre réunit des scientifiques et des chercheurs cliniques de différents horizons, le but étant de développer de nouvelles méthodes et des innovations numériques exploitables dans le monde entier en pédiatrie. Les pays aux ressources limitées sont ciblés. Mais les solutions développées doivent pouvoir être utilisées partout. Cette approche orientée recherche et développement durables profitera directement à la santé des enfants et des adolescents. Le BRCC est financé par la Fondation Botnar bâloise à hauteur de 100 millions de francs sur dix ans.



Peter Lenz, président du Conseil de fondation de la Fondation Botnar, Andrea Schenker-Wicki, rectrice de l'Université de Bâle et Lino Guzzella, président de l'ETH Zurich à l'époque. (d. g. à d.)
 > Peter Hauck

Se mesurer aux meilleurs: l'ETH Zurich met en scène son ancien élève le plus connu dans la publicité pour son offre de perfectionnement. > ETH Zurich



«Ces travaux répondent à un enjeu global et s'inscrivent dans la dynamique du nouveau Centre pour l'étude du changement des environnements alpins et polaires de l'EPFL Valais.»

— Martin Vetterli, président de l'EPFL

Pourquoi un scientifique s'intéresse-t-il aux glaciers? Parce que ce milieu abrite une vie étonnante, paradoxalement peu étudiée, alors qu'elle pourrait livrer énormément d'informations sur l'époque où toute la Terre était prise par les glaces. Pour y remédier, une équipe de l'EPFL prépare une grande expédition qui la conduira vers quelque 200 glaciers à travers le monde.

«Il est de notre devoir, vis-à-vis des générations futures, de mieux comprendre la vie microbienne qui anime ces écosystèmes en voie de disparition.»
— professeur Tom Battin, directeur de recherche du projet NOMIS (en photo)

Il fait froid ici, à 2300 mètres d'altitude. Heureusement que le soleil est là. Nous sommes mi-novembre et la première neige de l'année tapisse déjà le glacier de Corbassière. Arrivée au pied du glacier, l'équipe s'installe et déballe son matériel au bord du torrent. Tom Battin et Hannes Peter sont dans tous leurs états. Ils prélèvent des pierres du lit du torrent et les montrent à la ronde. Qu'y a-t-il à voir? Enormément de choses et même le profane s'en rend compte rapidement, alors que l'hiver sévit déjà dans ce milieu de haute montagne inhospitalier. Quelques pierres sont recouvertes d'une couche gluante verdâtre qui, à certains endroits du torrent, foisonne comme la barbe de Gandalf. La température de l'eau? 0,01 degré. Une quelconque trace de vie alentour? Pas grand-chose, a priori, hormis un peu de lichen sur des cailloux et quelques plantes opiniâtres à des endroits protégés des talus. Les nutriments présents dans le torrent émissaire du glacier sont rares, mais suffisent à ces microorganismes. Expert en écosystèmes des cours d'eau, Hannes Peter sait que l'époque est la plus propice aux biofilms. Le courant est faible, la lumière intense: les conditions ne pourraient guère être plus favorables.

Mais qu'entend-on par biofilm? Rien à voir avec les documentaires animaliers... Il s'agit de communautés de microorganismes. On en entend souvent parler dans le contexte médical car les biofilms, qui sont très résistants, posent souvent problème. On estime qu'environ 80% des affections chroniques sont dues à des biofilms. Résistants, ils le sont ici aussi, au pied du glacier qui leur offre un cadre idéal. «Les biofilms existent depuis 3,5 milliards d'années. C'est une forme de la vie sur Terre très ancienne et très efficace», explique Tom Battin, professeur à l'EPFL et directeur du «Laboratoire de recherche en biofilms et écosystèmes fluviaux».

C'est peut-être même le tout début de la vie telle que nous la connaissons: des formes de vie très complexes avec des organes qui se répartissent les tâches. A un moment donné, les microorganismes se sont «sédentarisés». Ils se sont mis à former un substrat gluant qui, au fur et à mesure du temps, a accueilli d'autres espèces: les formes de vie plus évoluées ont donc pour base des communautés microbiennes. Ces agglomérats sont vite devenus des mégapoles, composées de milliers de taxons qui y trouvaient un intérêt (métabolisme, défense face aux ennemis). T. Battin parle ici de «sociomicrobiologie».

Les biofilms des glaciers sont à la base des écosystèmes fluviaux situés en aval et, pour ainsi dire, au début de la chaîne alimentaire. «Les microorganismes orchestrent les processus biochimiques fondamentaux des ruisseaux et des rivières et, pourtant, ils sont très peu étudiés.» Surtout à cet endroit, d'où sort l'eau. «Actuellement, nous en savons plus sur la vie microbienne au fond des mers que sur celle des torrents qui drainent le toit de notre planète», explique T. Battin.

Il veut combler cette lacune. Il a donc engagé Michael Styllas qui, en temps normal, dirige des expéditions en haute montagne, mais qui, aujourd'hui, extrait à la pelle des sédiments du torrent. Ces prochaines années, M. Styllas et son équipe vont se rendre aux quatre coins du monde pour examiner quelque 200 cours d'eau glaciaires, dans des milieux géographiques variés.

T. Battin est convaincu que la neige et la glace y abritent des vestiges d'écosystèmes très anciens, qui n'ont guère évolué. T. Battin et H. Peter espèrent découvrir un noyau fondamental ou *core microbiome*, le plus petit dénominateur commun de la vie d'un biofilm. «Nous aimerions connaître le répertoire génétique dont ces communautés ont besoin. Nous pourrions ainsi comprendre comment elles survivent dans pareilles conditions.» C'est d'autant plus important que ces conditions évoluent très rapidement. Comment obtient-on des communautés stables dans un environnement très instable, surtout en ce moment? Ces travaux sont un voyage dans le temps, vers le passé et vers l'avenir, sur l'adaptation des biofilms aux changements climatiques.

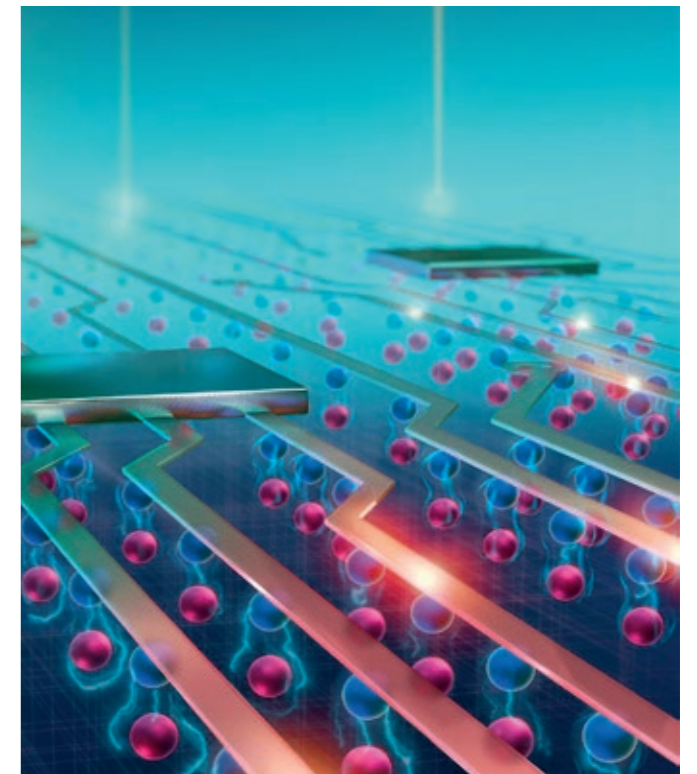
Aujourd'hui, sur le glacier de Corbassière, le but est de s'entraîner aux manipulations et de tester le matériel. Qui s'installe où près du torrent, comment coordonne-t-on les expériences? Un protocole précis a été défini et tout doit parfaitement fonctionner, quelles que soient les conditions météo. Certaines expériences seront réalisées au bord du torrent, tandis que les analyses plus complexes auront lieu plus tard en laboratoire, comme le séquençage exact. En effet, les chercheurs s'intéressent à la métagénomique et à la métatranscriptomique des microbes des biofilms.

Financé par la Fondation NOMIS, ce projet est le premier programme de recherche mené par le Centre pour l'étude du changement des environnements alpins et polaires (Alpole), sur le campus sédunois de l'EPFL Valais Wallis.

Un circuit excitonique.
» LANES/EPFL

L'électronique du futur

L'exciton pourrait bien révolutionner la manière dont on conçoit l'électronique. Une équipe de chercheurs de l'EPFL a mis au point un transistor – soit l'un des composants d'un circuit – basé sur ces particules plutôt que sur les électrons. Surtout, ils ont pu pour la première fois le faire fonctionner et en démontrer l'efficacité à température ambiante, levant ainsi la contrainte principale de ce genre de dispositif. Un succès qui est notamment dû au choix de deux matériaux 2D en guise de semi-conducteurs. Cette découverte pourrait mener à des dispositifs plus rentables, rapides et compacts et ouvre la voie à une panoplie de nouvelles possibilités en excitonique, un domaine qui, après ceux de la photonique et de la spintronique, s'avère des plus prometteurs.



Lancement d'un centre dédié aux sciences de l'éducation

En matière d'éducation, l'EPFL a développé un écosystème unique de services, de laboratoires de recherche et d'entrepreneuriat. Le Centre LEARN – dirigé par Francesco Mondada, professeur au Laboratoire de systèmes robotiques et concepteur du robot Thymio – regroupe tous les acteurs impliqués dans la recherche pédagogique et le développement de nouveaux outils au service de la formation. «Avec les avancées spectaculaires des technologies numériques, ce que nous enseignons et comment nous l'enseignons doit évoluer», relève Pierre Vandergheynst, vice-président pour l'éducation. Le Centre vise donc à promouvoir l'innovation au niveau pédagogique et à répondre aux défis engendrés par la transformation numérique.



Le robot Thymio permet aux enfants de s'essayer à la programmation et de découvrir les bases de la robotique.
» EPFL

Lauréate du Prix Latsis 2018: Andrea Ablasser

Immunologue et professeure à l'EPFL, Andrea Ablasser analyse la façon dont les cellules résistent aux attaques virales et bactériennes. En 2018, elle a reçu le Prix national Latsis pour ses recherches pionnières sur l'immunité. Tandis que l'immunité acquise produit des anticorps contre des agents pathogènes de manière ciblée mais lente, la réponse de l'immunité innée est – au contraire – immédiate et déclenche une réponse de défense. Andrea Ablasser étudie la manière dont cette réponse immunitaire innée est induite et a ainsi découvert une approche thérapeutique prometteuse pour mieux comprendre les maladies auto-immunes.



Une neurotechnologie révolutionnaire pour traiter la paralysie



L'étude STIMO – dirigée par l'EPFL et le CHUV (Centre hospitalier universitaire vaudois) – établit un nouveau cadre thérapeutique pour améliorer la réhabilitation après une blessure de la moelle. Trois patients atteints de paraplégie chronique ont pu marcher grâce à des stimulations électriques précises de leur moelle épinière par un implant sans fil. Les scientifiques Grégoire Courtine (EPFL/CHUV) et Jocelyne Bloch (CHUV) montrent qu'après quelques mois d'entraînement, les patients ont pu contrôler les muscles de leurs jambes, jusqu'ici paralysées, même en l'absence de stimulation électrique. Ils marchent désormais avec l'aide de supports, grâce à de nouveaux protocoles de réhabilitation qui combinent une stimulation électrique ciblée de la moelle épinière lombaire et une thérapie de support de poids corporel.

Jocelyne Bloch et Grégoire Courtine (debout, au milieu et à droite) avec les patients.
 > Laurianne Aeby / EPFL

Les étudiants EPFL sur le podium d'Hyperloop

L'équipe d'EPFLoop s'est hissée en juillet dernier parmi les trois meilleures équipes de la finale du concours *Hyperloop Pod Competition* à Hawthorne, en Californie. Un exploit pour ces étudiants dont c'était la première participation, et qui faisaient partie des deux seules équipes sélectionnées à ne pas avoir pris part à une des précédentes éditions. Qualifiée en finale, EPFLoop a atteint avec son pod une vitesse de 85 km/h à l'intérieur d'un tube d'un kilomètre et demi. Des problèmes de communication ont empêché le pod aux couleurs de l'EPFL de développer toute sa vitesse, le classant à une belle troisième place, sous les yeux d'Elon Musk, le fondateur de SpaceX, à l'origine de la compétition.



Inauguration du Centre pour muscles artificiels à Neuchâtel

En collaboration avec l'Hôpital universitaire de Berne, puis avec l'Hôpital universitaire de Zurich, l'EPFL se place au croisement entre l'ingénierie et la médecine. Le premier projet vise à développer un système d'assistance cardiaque moins invasif pour aider là où seule une greffe ou un système d'assistance complexe permet de sauver les patients. La prothèse développée à l'EPFL, un anneau autour de l'aorte, n'entre pas en contact avec le sang, évitant notamment les problèmes d'hémorragie et de thrombose. Le second projet, la reconstruction faciale, permettra de recréer des expressions du visage. Suivra le développement d'un sphincter artificiel à partir de la même technologie que celle du cœur.



Les mouvements de l'anneau autour de l'aorte sont renforcés par un ressort de haute précision en titane.
 > EPFL

PSI

UNE VISION NETTE GRÂCE AUX NEUTRONS



«Une fois que tout aura été transformé, nous aurons la source équipée de la meilleure optique au monde.»

– Christian Rüegg, professeur, membre de la direction et responsable du domaine de recherche Neutrons et muons

En photo avec son équipe (de g. à d.): Christian Kägi, mécanique, Roman Bürge, électronique, et Dieter Graf, construction

Le PSI dispose de l'une des meilleures sources de neutrons au monde, qui est actuellement en cours de modernisation. Le responsable du domaine de recherche Neutrons et muons, Christian Rüegg, nous explique sur place ce qui rend la technique des neutrons si particulière.

Les faisceaux de photons et les rayons X sont bien connus. Au PSI, les chercheurs font beaucoup d'expériences avec ces derniers. Mais Christian Rüegg, responsable du domaine de recherche Neutrons et muons, s'occupe d'un autre procédé d'imagerie qui, lui, fonctionne avec des neutrons. Ces neutrons sont fournis par la source de neutrons à spallation SINQ, qui a fêté ses 20 ans en 2017. Les sources de neutrons classiques sont des réacteurs de recherche, car la fission nucléaire libère des neutrons. La production de neutrons à l'aide d'un accélérateur de particules, telle que la pratique le PSI, est plus complexe. Première installation du genre à exploiter la spallation qui engendre un flux de neutrons continu, la SINQ est aujourd'hui encore la plus puissante.

L'analyse d'échantillons à l'aide de neutrons est peu différente de celle par rayons X: une source de neutrons permet elle aussi de voir à l'intérieur des objets. Ou de mesurer comment les neutrons changent de direction lorsqu'ils passent à travers un échantillon, ce qui permet de tirer des conclusions sur des structures régulières très fines, jusqu'au niveau atomique. «Tout l'art consiste à produire ces neutrons de manière très contrôlée, de les freiner et de les concentrer selon l'énergie souhaitée», explique le professeur Rüegg. Car la technologie neutronique doit travailler avec moins de particules que celle aux rayons X. «Lors de leur sélection, nous ne devons pas être trop difficiles, faute de quoi nous aurions trop peu de particules à la fin et n'aurions pas l'intensité nécessaire. En revanche, l'information fournie est unique et très précieuse.» Pour pouvoir capturer toutes les particules produites et dispersées, il faut donc une optique ultramoderne et des détecteurs particulièrement sensibles et efficaces.

Actuellement, le PSI perfectionne son optique à neutrons, les conducteurs à neutrons qui acheminent les

particules de la source jusqu'aux instruments, ainsi que plusieurs autres instruments de la SINQ. Un nouvel instrument, le spectromètre à neutrons CAMEA (*Continuous Angle Multiple Energy Analysis*), construit par le PSI en coopération avec l'EPFL, est déjà terminé et réglé pour un rendement optimal. Le professeur Rüegg l'affirme, la détection est «super-efficace». «Une fois que tout aura été transformé, nous aurons la source équipée de la meilleure optique au monde. Nos instruments, notamment le CAMEA, font partie des plus innovants au monde.» Pour ce faire, le PSI recourt à l'expertise de *SwissNeutronics*, sa spin-off, qui modernise l'optique à neutrons, avec des lentilles et des miroirs optimisés pour les rayons à neutrons, certains miroirs ayant jusqu'à 10 000 couches métalliques. Des mesures inédites et beaucoup plus précises seront donc possibles à partir de 2020. Le professeur Rüegg le souligne, l'expertise scientifique, mais aussi le savoir-faire technique du PSI sont capitaux. Et en la matière, l'établissement de recherche est au top, car il emploie les meilleurs scientifiques et des techniciens hors pair qui, pour répondre aux exigences élevées et donner corps à des idées très innovantes, construisent eux-mêmes nombre d'installations.

Les grandes installations de recherche du PSI offrent aux scientifiques du Domaine des EPF, aux hautes écoles suisses et à l'industrie mondiale des possibilités uniques d'expérimentation. La diffusion neutronique est souvent utilisée en complément de la diffraction des rayons X, par exemple pour déterminer la position d'atomes d'hydrogène ou de lithium presque invisibles aux rayons X ou pour visualiser des structures et des processus au sein de pièces métalliques. Cela ouvre de nombreuses possibilités d'applications d'analyse spécifiques, de la recherche fondamentale en physique et en chimie à la recherche sur les matériaux, sur l'énergie ou médicale. La technologie est par exemple très utile pour les travaux de recherche sur les batteries et pour l'observation *in situ* de processus chimiques. Mais c'est leur moment magnétique qui rend les neutrons encore plus intéressants. La diffusion neutronique constitue donc une méthode importante d'étude des structures et phénomènes magnétiques. Elle permet de rendre visibles des structures en couches de composants électroniques, quasiment lors du processus d'activation.

L'interaction assez faible des neutrons avec l'échantillon à analyser est à la fois un avantage et un inconvénient. Actuellement, elle empêche la construction de détecteurs ayant une résolution encore plus fine et une efficacité de détection supérieure. Mais peu d'interaction signifie aussi une grande profondeur de pénétration et un examen non destructif, des atouts inestimables dans nombre d'applications, comme pour l'étude de grandes pièces métalliques industrielles ou d'objets d'art uniques.

Nombre d'installations sont construites par le personnel du PSI. En la matière, l'établissement de recherche est au top, car il emploie les meilleurs scientifiques et des techniciens hors pair.

Le chimiste Martin Béhé prélève un nucléide radioactif de lutétium 177 d'un conteneur en plomb, pour le coupler à une molécule cible.
» Markus Fischer / PSI



Nouveau médicament contre le cancer

Une substance radioactive conçue au PSI et efficace contre une forme particulièrement agressive de cancer de la glande thyroïde pourrait devenir un médicament vedette. Grâce à sa structure, elle est aussi capable de s'arrimer aux cellules d'autres tumeurs (celles du carcinome bronchique à petites cellules) et de détruire celles-ci avec son rayonnement – pour autant que sa surface porte les récepteurs adaptés. Etant donné qu'il n'existe pas de traitement vraiment efficace contre les deux types de cancer, l'entreprise biopharmaceutique de Lausanne Debiopharm entend développer le principe actif du PSI jusqu'à son autorisation comme médicament. Debiopharm et PSI ont créé la base contractuelle requise à cet effet en octobre 2018.

Des gaz d'échappement diesel propres

Sur les moteurs diesel, la combustion du carburant libère des oxydes d'azote nocifs pour la santé. L'industrie automobile a donc élaboré un procédé réduisant les émissions et ajoute aux gaz d'échappement du gaz ammoniac qui transforme les oxydes d'azote en azote inoffensif et en eau. Mais ce procédé ne fonctionne pas encore de façon optimale à basses températures. Les scientifiques du PSI ont prouvé pour la première fois au niveau moléculaire ce qui peut y remédier dans le moteur: la quantité exacte d'ammoniac ajouté doit varier suivant la température. Les constructeurs pourront ainsi améliorer l'efficacité de leurs catalyseurs pour véhicules diesel.

Le bon mélange de gaz détruit les oxydes d'azote du diesel.
» Markus Fischer / PSI



Nouveaux transistors de puissance

Un transistor de puissance innovant, au nitrure de gallium, promet à l'industrie électronique des avantages considérables par rapport aux transistors haute fréquence utilisés actuellement. Néanmoins, beaucoup de propriétés de base du matériau sont encore inconnues. Avec des collègues russes et roumains, les chercheurs du PSI ont pour la première fois observé la circulation des électrons dans un transistor de ce type. Pour ce faire, ils ont utilisé une des meilleures sources de rayons X «mous», la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) du PSI. Le résultat: lorsque l'on étudie le transistor au nitrure de gallium, on voit les électrons se déplacer de manière plus efficace dans des directions déterminées. Cette découverte va permettre de concevoir des transistors plus rapides et plus performants, une condition de base pour la transformation de nos réseaux de communication pour la 5G.

WSL

LES SITUATIONS EXTRÊMES SE MULTIPLIENT



Andreas Rigling (à g.), membre de la direction du WSL et professeur au département des sciences de l'environnement à l'ETH Zurich, dirige l'unité de recherche Dynamique forestière.

Manfred Stähli, directeur de l'unité de recherche Hydrologie de montagne et mouvements de masse, étudie notamment les implications des changements climatiques sur les ressources hydriques.

Quelles implications les étés secs comme celui de 2018 auront-ils sur la nature en Suisse? Des experts du WSL se concentrent sur le régime hydrique ainsi que sur la forêt en tant que ressource et espace de détente. Les perspectives: de grands changements pourraient survenir, mais pas à tous les niveaux. Manfred Stähli (S) et Andreas Rigling (R) se sont entretenus avec Roland Fischer.

Monsieur Stähli, monsieur Rigling, comment avez-vous perçu l'été 2018 du point de vue de votre domaine spécialisé?

S – Il faut commencer par évoquer l'hiver, très neigeux, qui a créé les meilleures conditions, il y avait beaucoup d'eau dans le sol.

R – Mais ensuite est venu le mois d'avril, qui a été décisif pour la végétation. A partir de ce moment, la sécheresse a été constante. Question températures, 2018 est comparable à 2003, la référence en la matière.

S – C'est vrai, nous avons égalé cette année les records de 2003. Mais cet été comportait quelques ingrédients encore plus extrêmes qu'à l'époque. Ainsi, en bien des endroits, les écoulements dans les cours d'eau ont été encore plus faibles en 2018 qu'en 2003. Et le niveau de la nappe phréatique a lui aussi fortement baissé, par exemple dans la région de la Thur.

Et 15 ans plus tard, nous avons à nouveau un extrême. Peut-on affirmer que les extrêmes se multiplient?

S – Oui, c'est la tendance. Nous avons eu quatre années très sèches en peu de temps.

Quelles sont les implications sur la forêt?

R – J'étudie depuis plus de 20 ans les dommages occasionnés par la sécheresse à la forêt. Nous avons observé sans cesse des pics de mortalité. Mais ceux-ci ne suivent pas forcément immédiatement les années extrêmes. Selon nos connaissances, ils se produisent davantage en cas de succession de plusieurs années de sécheresse. La forêt peut supporter une année sèche, mais si la suivante l'est aussi, cela peut devenir critique.

Pourquoi?

R – Les arbres ont un programme d'urgence pour les périodes de sécheresse.

Ils ferment leurs stomates pour prévenir une transpiration excessive et réduisent l'ensemble de leur métabolisme. Une bonne stratégie, mais qui ne peut pas durer trop longtemps. Pendant de telles années, un arbre produit beaucoup moins de sucre. On le voit notamment à ses cernes, plus étroits. L'arbre vit de ses réserves, mais à un moment, il les a consommées.

S – Pour le régime hydrique en général, il en va de même jusqu'à un certain stade. Il y a aussi des effets de mémoire. Le niveau des nappes phréatiques ne s'est pas encore rétabli par exemple, ça va encore durer. A moyen terme, ce n'est pas un problème, car la nappe phréatique finira par se remplir en quelques années.

Comment doit-on se la représenter? Y a-t-il un grand lac sous la Suisse?

S – Non, la topologie du sous-sol est complexe, les eaux souterraines ne sont pas réparties équitablement, cela dépend fortement de la géologie. Cela signifie qu'il peut y avoir localement des pénuries.

R – Pour la forêt, ce n'est pas la nappe phréatique qui est déterminante, mais plutôt le rapport entre précipitations, ensoleillement et stockage de l'eau dans le sol.

Que savons-nous aussi à ce propos, y a-t-il aussi des tendances?

S – Oui, la disponibilité de l'eau a changé. Il va probablement y avoir des hivers plus humides et des étés plus secs. Qui plus est, les fortes pluies sont appelées à se multiplier.

R – L'histoire de la fondation du WSL a d'ailleurs beaucoup à voir avec des événements extrêmes comme les crues. Et cela nous occupe de plus en plus, à beaucoup de niveaux différents.

S – C'est devenu un thème commun.

Est-ce dramatique pour la forêt?

R – Tout dépend de la perspective. La forêt ne va pas disparaître, mais il va y avoir un déplacement des espèces plus ou moins marqué. Les chênes, par exemple, s'en tirent beaucoup mieux avec la sécheresse. Mais pour les épicéas et les hêtres, la situation pourrait devenir compliquée sur le Plateau. Mais on peut aussi se reposer dans une forêt de chênes. En revanche, cela va représenter un gros défi pour la sylviculture.

Et s'agissant du régime hydrique, quelles sont les perspectives?

S – Le PNR 61 consacré à l'«utilisation durable de l'eau» a abouti à la conclusion suivante: localement, les pénuries risquent de se multiplier, mais de façon générale, nous aurons suffisamment de précipitations, même en cas de scénarios extrêmes.

Pas de problème pour l'agriculture?

S – Assurément un défi. Il va falloir davantage irriguer, et parfois adapter les cultures.

R – Oui, et pour l'adaptation, il y a aussi une différence fondamentale. L'agriculture s'adapte rapidement, elle peut changer les cultures d'une année sur l'autre. En revanche, la forêt fonctionne sur des périodes beaucoup plus longues, de décennies en décennies. La sylviculture est axée sur les épicéas et va devoir se repenser. En 2018, la chute précoce des feuilles de hêtre et, dans certaines régions, les attaques massives de bostryches ont été un signal d'alarme, pour les forestiers aussi.

Quel est le rôle du WSL, comment réagit-on à des années aussi extrêmes avec des projets de recherche concrets?

S – Avec MétéoSuisse, nous avons élaboré une prévision hydrologique à 30 jours pour la Suisse. Dans une perspective mensuelle, on peut prendre des mesures préventives, même s'il s'agit seulement de prévisions.

R – Pour nous, ces années extrêmes sur le plan du climat sont toujours une chance unique. Elles nous permettent d'apprendre beaucoup. Nous avons intensifié notre surveillance et sélectionné 1000 arbres sur l'ensemble du territoire. A présent, nous pouvons suivre comment les arbres concernés vont «digérer» l'événement extrême 2018. Nous étudions les facteurs fondamentaux de la capacité de réaction et d'adaptation pour pouvoir répondre aux questions pratiques urgentes. Faut-il abattre les arbres qui ont perdu leur feuillage si tôt ou auront-ils la capacité de se régénérer? Les forestiers manquent d'expérience, car jusqu'à présent, de tels étés ont été rares. Nous pouvons les aider.



50 ans sur les traces de l'eau

Lors des fortes pluies, les petits ruisseaux des Préalpes peuvent se transformer en torrents fougueux à l'origine d'inondations. C'est pourquoi le WSL étudie, depuis quinze ans, les bassins de ces cours d'eau dans l'Alptal (SZ). La mesure à long terme des matières charriées (pierres, galets, morceaux de bois) par le torrent dans la vallée améliore les modèles d'estimation des crues possibles, ce qui est essentiel pour dresser des cartes de risques exactes. Pour son cinquantième anniversaire, le WSL a organisé un atelier scientifique, modernisé ses stations limnimétriques et climatiques dans l'Alptal et rendu les séries de données sur de nombreuses années disponibles sur son portail EnviDat.

Des paniers métalliques recueillent les pierres, galets et morceaux de bois charriés par l'Erlenbach en cas de crue.
> WSL

Cherche frênes sains

En Suisse, presque tous les frênes sont touchés par la chalarose du frêne, un champignon invasif originaire d'Asie. De plus en plus d'arbres meurent. Comme les frênes sont importants sur le plan écologique et économique, le WSL cherche des moyens de les préserver dans le cadre d'un projet financé par l'OFEV. Et il y a des raisons d'espérer: certains arbres semblent sains ou tolérants. Les services forestiers ont signalé au WSL 397 individus qui sont à présent étudiés de près. On relève leur état de santé, mais aussi d'importants paramètres environnementaux, comme l'exposition et les espèces avoisinantes. Il s'agit de préserver à long terme un nombre suffisamment important de frênes prometteurs pour la recherche future et de garantir à long terme une reconstitution de la population.

ERC Grants pour trois femmes

Au printemps 2018, Catherine Graham est la troisième femme du WSL à avoir obtenu l'un des *ERC Grants* tant convoités. Après Anna Hersperger (*SNSF Consolidator Grant*, 2015) et Francesca Pelllicciotti (*ERC Consolidator Grant*, 2017), l'UE soutient à présent la recherche de cette spécialiste renommée de l'écologie avec un *ERC Advanced Grant* de 2,5 millions d'euros. Catherine Graham tente de résoudre une énigme essentielle de l'écologie: pourquoi la diversité des espèces et la nature des interactions flore-faune évoluent-elles dans l'espace et le temps? Pour ce faire, elle étudie des colibris et des plantes à différentes altitudes dans trois régions biogéographiques, avec différentes histoires d'évolution.



Des *ERC Grants* pour trois femmes du WSL: Catherine Graham, Anna Hersperger, Francesca Pelllicciotti (de g. à d.).
> WSL



«Les polymères électroactifs pourraient révolutionner les commandes électroniques.»

– Pierangelo Gröning, membre de la direction et responsable du département «Matériaux modernes et surfaces»

A l'Empa, des matériaux très différents sont étudiés, dont certains ont des propriétés surprenantes. Il existe p. ex. des élastomères qui réagissent à l'électricité et se contractent ou se dilatent en fonction de la tension appliquée. Il y a 20 ans, des chercheurs se sont demandé ce qu'il était possible d'en faire. Les résultats sont aujourd'hui presque prêts à être lancés sur le marché et pourraient révolutionner les commandes électroniques.

Quelque chose doit être mis en mouvement? La nature s'appuie sur les muscles, la technologie sur les moteurs, la nature déforme, la technologie tourne et visse. Cela pourrait bientôt changer, car des chercheurs de l'Empa sont en train de lancer sur le marché des «actionneurs» bon marché et disponibles en masse. Ils se basent sur une technologie simple, mais plutôt secrète: les élastomères diélectriques font partie des polymères électroactifs et sont des matériaux qui se déforment lorsqu'une tension électrique est appliquée. Les raisons de ce phénomène sont encore à l'étude au niveau moléculaire. Au cours des 20 dernières années, on a néanmoins appris à «maîtriser» ces matériaux de telle sorte que la déformation se fasse de manière très ciblée et puisse être manipulée avec précision. «Il n'est pas simple de produire un mouvement linéaire», relate Pierangelo Gröning, membre de la direction et responsable du département «Matériaux modernes et surfaces». Mais au fil des ans, on n'a cessé de s'approcher du but, en appliquant des tensions relativement faibles grâce au savoir-faire de l'Empa. Ainsi, les actionneurs développés par Gabor Kovacs pourraient passer à une application industrielle à grande échelle.

Dans la main, les actionneurs de test agissent comme une pile de plastique souple composée de nombreuses plaques minces. Ils n'ont rien de spectaculaire, mais la pile de dix centimètres de haut a nécessité beaucoup de travail de recherche. Un programme de recherche a été initié à l'Empa en 2000 dans le but de déformer des structures mécaniques à l'aide de signaux électriques, se remémore G. Kovacs. Mais les matériaux connus alors étaient difficilement utilisables pour des applications concrètes. Ils n'étaient pas assez performants et coûtaient trop cher. Mais comme on croyait fermement au potentiel de la technologie, on a décidé de prendre le taureau par les cornes et on a fondé

la division des polymères fonctionnels afin de développer ces matériaux nous-mêmes. C'est ce qui fait des actionneurs un «cas classique de l'Empa», explique P. Gröning, puisqu'ils sont issus de la recherche sur les matériaux. Décider ensuite de continuer à travailler sur l'idée «dans deux laboratoires différents», c'est ce qui différencie l'Empa. Le défi technique a été relevé par l'optimisation du matériau.

D. Opris a participé au développement de films polymères plus appropriés et adaptés aux besoins spécifiques. Son savoir-faire a permis de réaliser la percée. Elle modifie les élastomères qui composent les films avec des dipôles, ce qui les rend plus «sensibles». Cette modification leur permet de se déformer avec des tensions beaucoup plus faibles. Elle a également adapté les films au procédé de fabrication spécial et les applique les uns sur autres comme dans une imprimante 3D. Ce «procédé d'empilage humide» rend aussi la technologie de l'Empa unique – l'automatisation a déjà été prise en compte.

Le laboratoire de recherche de G. Kovacs héberge deux robots de fabrication. Une machine imprime de très fines couches de films, y compris les électrodes étirables, les unes sur les autres, de sorte qu'une plaque de plastique d'environ 0,5 millimètre d'épaisseur croît lentement. Celle-ci est ensuite coupée en petits morceaux et empilés dans l'autre machine. Dès qu'une tension électrique est appliquée, chaque film se déforme un peu et son épaisseur se modifie aussi. Avec une seule couche, on ne remarquerait presque rien du résultat, mais dans une telle pile, il y a plus de 1000 couches de films. L'effet est donc aussi multiplié et les actionneurs réalisent des mouvements allant de quelques mm à quelques cm qui peuvent même être vus à l'œil nu. Le mouvement est silencieux, les actionneurs sont compacts, légers et fiables. Les «muscles artificiels» effectuent leurs mouvements des milliers et des millions de fois. De plus, le principe peut aussi être inversé: si les films changent d'épaisseur sous pression, cela se traduit par un signal électrique.

G. Kovacs entrevoit des applications d'une part dans le corps humain comme «muscles auxiliaires». Mais il voit aussi un grand potentiel dans l'industrie de consommation. L'interaction homme-machine pourrait être complètement révolutionnée par les actionneurs. Imaginez, une interface utilisateur plate ne réagit pas visuellement, mais tactilement. Les boutons sont créés en fonction des besoins, un relief est en constante évolution. Cela intéresse notamment l'industrie automobile. «Dans dix ans, des tableaux de bord adaptatifs seront installés en série dans les voitures», prédit G. Kovacs. La société CSystems, qui est le résultat de son patient travail de recherche, s'y prépare.

Les actionneurs développés par Gabor Kovacs (à g. sur la photo) pourraient passer à une application industrielle à grande échelle.

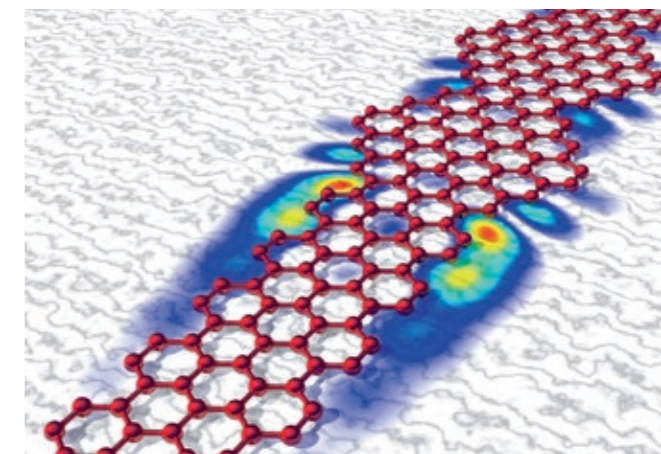
Dorina Opris (à d. sur la photo), de la division des polymères fonctionnels, est intervenue quand les films polymères ont été adaptés aux besoins spécifiques.

Grâce à la collaboration avec le spécialiste suisse Dätwyler Holding SA, le niveau de la production industrielle a atteint un nouveau palier.

En route vers la nanoélectronique et les ordinateurs quantiques

Si les nanobandes de graphène contiennent des sections de différentes largeurs, de nouveaux états quantiques robustes peuvent apparaître aux transitions, qui peuvent éventuellement être utilisés dans les ordinateurs quantiques.

› Empa



Les nanobandes de graphène – couches de carbone de quelques atomes de large et d'un atome d'épaisseur – sont considérées comme des matériaux du futur, p. ex. pour la miniaturisation des composants électroniques. En fonction de leur forme et largeur, les bandes se comportent comme des conducteurs, semi-conducteurs ou isolants. Des chercheurs de l'Empa sont parvenus à ajuster avec précision les propriétés des bandes et à générer des états quantiques locaux spéciaux en variant leur forme de manière ciblée. Cela pourrait permettre de fabriquer des nanotransistors avec une section de canal 1000 fois plus petite qu'aujourd'hui. Et les états quantiques pourraient être utilisés comme éléments de ce que l'on appelle les qubits, les états complexes et imbriqués dans un ordinateur quantique.

Des pansements «intelligents» aux multiples talents

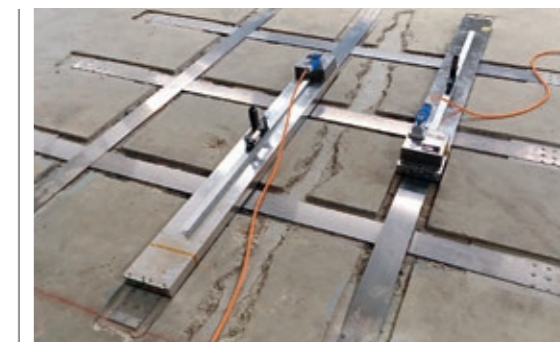
Renforcement d'un faux plafond avec de l'acier à mémoire de forme, un nouvel alliage.

› Empa

Les médicaments ne peuvent pas tous être disponibles sous forme de comprimé ou injectés. La peau, quant à elle, offre une grande surface perméable pour absorber les principes actifs de manière indolore et efficace, p. ex. au moyen de pansements. Des chercheurs de l'Empa ont mis au point des nanoconteneurs pour les médicaments et les fibres polymères spéciales qui peuvent être contrôlés par des stimuli externes comme la lumière, la pression ou le pH pour vérifier le dosage avec précision. Les pansements peuvent aussi être rendus «intelligents» pour surveiller la cicatrisation d'une plaie grâce à un capteur qui signale toute mauvaise cicatrisation. Si les niveaux critiques de glucose sont dépassés dans la plaie – signe d'une mauvaise cicatrisation – le capteur devient fluorescent. On peut ainsi mieux surveiller les lésions cutanées complexes, telles que les brûlures.

Un nouveau pansement avertit le personnel soignant, au moyen de capteurs fluorescents, dès qu'une plaie guérit mal.

› Empa



Comment remettre en état des structures fragiles

En Suisse, tout comme à l'étranger, d'innombrables ponts et autres structures ne sont plus de toute jeunesse. Des chercheurs de l'Empa ont développé différentes technologies afin de les renforcer durablement pour qu'ils puissent continuer à résister en toute sécurité à l'augmentation des contraintes: d'une part, un revêtement en fibre de carbone pour des ponts en acier qui deviennent fragiles, avec lequel un pont ferroviaire suisse et un pont routier en Australie ont déjà été renforcés avec succès. D'autre part, un nouveau matériau de construction à mémoire de forme: l'acier à mémoire de forme se contracte automatiquement lorsqu'il est chauffé et renforce ainsi les structures en béton. Après une quinzaine d'années de travaux de recherche, le nouveau matériau est sur le point d'être lancé sur le marché par re-fer, la spin-off de l'Empa, et un autre partenaire industriel.



Eawag

LES EAUX USÉES, UNE MINE D'OR

«Les perspectives économiques des pellets que l'on peut brûler sont remarquables.»

– Linda Strande, département Assainissement, Eau et Déchets pour le Développement de l'Eawag

Dans le monde, des millions de personnes n'ont pas accès à des installations sanitaires offrant une solution «propre». C'est pourquoi l'Eawag recherche des moyens techniques pour traiter les eaux usées et récupérer leurs ressources. Une attention particulière est portée aux solutions durables pour les pays du Sud.

On peut conter cette histoire de deux manières. D'abord, il y a l'histoire du marché: quel gâchis! Tout ce qu'il y a de précieux dans les excréments humains est rejeté simplement dans les égouts. Loin des yeux, loin du cœur. Argent jeté et emporté. L'histoire de la santé publique est bien différente: les agglomérations ont besoin d'un système d'assainissement qui fonctionne pour éviter les crises sanitaires. Les pays occidentaux ont acquis au fil du temps des réseaux d'égouts centralisés qui fonctionnent, mais coûtent très cher. Cette solution n'est pas vraiment adaptée aux villes du Sud, les installations tombent généralement en panne tôt ou tard et l'argent investi est perdu. Les systèmes décentralisés sont bien mieux adaptés à la collecte et au traitement des eaux usées au niveau local. La question la plus importante est donc: que faire? Ce n'est certainement pas le rejet simple, mais le traitement et la combustion, p. ex., qui représenteraient la solution la plus hygiénique.

Cela devient vraiment intéressant quand les deux histoires sont réunies. C'est le but de la recherche de Linda Strande et de Christoph Lüthi de l'Eawag. Tous deux travaillent au département Assainissement, Eau et Déchets pour le Développement (Sandec) et élaborent des scénarios afin d'établir une gestion des eaux usées digne de ce nom dans les pays du Sud. La santé des personnes est placée au centre, tandis que la récupération des ressources et la «gestion» jouent un rôle de moteur économique. Selon C. Lüthi, les précédentes tentatives d'amélioration de la situation des eaux usées dans les pays du Sud ont largement ignoré les aspects économiques. C'est le facteur décisif pour une solution durable et financièrement viable. Comme le système d'assainissement n'est pas subventionné – les moyens manquent simplement – il faut chercher des solutions rentables.

Après des années de recherche, les spécialistes de Dübendorf ont mis au point une série de solutions économiquement convaincantes: les eaux usées et les boues fécales permettent de récupérer de l'énergie, des nutriments pour engrais et même des aliments pour animaux. Les nutriments proviennent presque tous de l'urine. Une installation de pointe qui sépare les urines dans les toilettes et les transforme ensuite en engrais liquide est en service à l'Eawag. «Depuis peu, les autorités permettent même en Suisse d'utiliser cet engrais pour les plantes comestibles», expliquent fièrement les chercheurs. Pour les villes des pays en développement, cependant, des solutions moins complexes et plus robustes pour les boues fécales peuvent s'avérer beaucoup plus intéressantes. C'est la spécialité de Linda Strande. Elle a accompagné des projets qui ont démontré la faisabilité du procédé, notamment en Ouganda. Les boues fécales peuvent ainsi, p. ex., être déshydratées et transformées en pellets inodores qui peuvent être brûlés à l'instar de pellets de bois, ce qui résout aussi le problème des éventuels agents pathogènes. «Les perspectives économiques sont remarquables», relate Linda Strande, même les industries locales sont intéressées par les pellets bon marché dans la mesure où ils peuvent être produits en quantité suffisante.

Le dernier tour des chercheurs est encore plus épatant: la transformation directe d'excréments animaux ou humains en protéines. Pour ce faire, ils utilisent les larves de la mouche soldat noire qui éliminent presque tous les déchets organiques, tels que les restes de salade, la viande ou ce que nous avons déjà digéré. Si cette bouillie est bien préparée, il ne reste presque plus rien après le festin, sauf de grosses larves qui peuvent être transformées en nourriture pour les animaux de rente ou dans la pisciculture.

Le potentiel est énorme: il y a d'une part un besoin croissant de tels aliments, pellets bon marché ou engrais riches en substances nutritives. D'autre part, la réalité de près d'un tiers de la population mondiale est déplaisante: l'assainissement d'environ 2,7 milliards de personnes continue d'être assuré de manière décentralisée, sans égouts ni évacuation réglementée. C. Lüthi souligne une fois de plus que seules des solutions basées sur une analyse du marché ont une chance d'être mises en place à grande échelle. Il préfère voir beaucoup de mouches soldats noires qu'un autre «éléphant blanc».

«Seules des solutions basées sur une analyse du marché ont une chance d'être mises en place à grande échelle.»
– Christoph Lüthi, responsable du Département Assainissement, Eau et Déchets pour le Développement de l'Eawag

Interdisciplinaire et utile pour la pratique: projet de recherche «Dynamique du charriage et des habitats»

Qu'est-ce qui vit dans et le long des cours d'eau quand la dynamique des sédiments est marquée? Et comment fonctionnent les cours d'eau dont l'approvisionnement en gravier est insuffisant? Les résultats du projet de recherche interdisciplinaire «Dynamique du charriage et des habitats» de l'OVEF, l'Eawag, le WSL et les laboratoires de constructions hydrauliques de l'ETH Zurich et l'EPFL répondent à ces questions. Les huit fiches sur l'aménagement et l'écologie des cours d'eau documentées dans le nouveau recueil de fiches de la série «Connaissance de l'environnement» de l'OVEF décrivent les résultats utiles pour la pratique relatifs au régime de charriage et à la restauration de la dynamique sédimentaire à l'aide de mesures de construction et d'exploitation (p. ex. galeries de déviation, recharge sédimentaire).



Nombre d'insectes passent leur stade larvaire dans l'eau. La larve *Allogamus auricollis* construit ses fourreaux en utilisant des particules sédimentaires. Les insectes qui éclosent sont une importante source de nourriture pour de nombreux organismes terrestres.

› Roland Riederer / Eawag



Vilains canards de bain

Les salles de bains chaudes et humides hébergent des conditions idéales pour le développement de biofilms bactériens et fongiques. De volumineux tapis se développent en particulier dans les canards en caoutchouc et autres jouets de bain. Un groupe de chercheurs de l'Eawag, l'ETH Zurich et l'Université de l'Illinois a étudié la composition des biofilms et les facteurs qui favorisent leur croissance. Les résultats ne sont pas appétissants: entre 5 et 75 millions de cellules avaient trouvé place sur chaque centimètre carré de surface. Les chercheurs ont trouvé des bactéries potentiellement pathogènes dans 80% des canards étudiés. La cause du développement des biofilms réside dans la matière plastique souple à partir de laquelle de nombreux canards sont fabriqués et qui libère de grandes quantités de carbone organique, qui sert de nutriment. D'autres nutriments importants, comme l'azote et le phosphore, ainsi que d'autres bactéries pénètrent dans la baignoire pendant le bain.

Développement et test d'une petite série de nouveaux SQUID pour la collaboration internationale avec onze partenaires institutionnels.

› Andri Bryner / Eawag



Pas très appétissant: l'intérieur d'un canard en caoutchouc. En plus du plastique, les canards de bain offrent un milieu favorable à la croissance de nombreuses bactéries.

› Andri Bryner / Eawag

SQUID – à la recherche de traces dans les égouts

Les égouts transportent les eaux usées, mais sont aussi un grand réacteur biologique. Les variables qui influencent la «puissance» de ce réacteur ne sont mesurées, le cas échéant, qu'en quelques points et cela nécessite de grands moyens. La question de savoir si et dans quelle mesure les substances sont transformées dans les égouts présente un intérêt particulier pour l'épidémiologie fondée sur les eaux usées. Dans le cadre du projet TransDrugS, des chercheurs de l'Eawag ont donc développé la petite plateforme de capteurs SQUID. Flottant dans le flux d'eaux usées, SQUID mesure de manière autonome le pH, la température, le potentiel d'oxydoréduction et la conductivité électrique. L'utilisation répétée permet d'obtenir une résolution spatiale élevée des paramètres de mesure, jamais atteinte auparavant. Les données collectées servent à calibrer des modèles de qualité des eaux et peuvent être utiles dans le cadre de l'identification de conducteurs spéciaux ou du problème des eaux étrangères. Une «recherche de traces» plus détaillée est réalisée avec des partenaires industriels dans le cadre du projet MS2field: un spectromètre de masse de pointe mesure les micropolluants organiques, tels que les résidus de médicaments ou les pesticides, en temps réel directement sur le terrain.

GOUVERNANCE

Structure et conduite	36
Organisation et organes de direction	38
Contrôle et révision	39
Membres du Conseil des EPF	40
Personnel élu	42
Professeurs élus	43
Situation et gestion des risques	44

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 constitue en même temps 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.

En novembre 2018, la procédure de consultation en vue de la révision partielle de la Loi sur les EPF a été ouverte. Les nouvelles règles en discussion concernent, outre les principes directeurs de gouvernement d'entreprise qui ne sont pas encore entrés en appli-

cation (limitation du droit de vote et récusation des membres institutionnels du Conseil des EPF), divers changements en matière de politique du personnel, la création d'une base juridique pour certains traitements de données, la vente d'excédents d'énergie achetés ou produits pour servir aux propres besoins et la mise en œuvre des recommandations du Contrôle fédéral des finances (CDF). Les amendements seront soumis au Parlement en même temps que le prochain Message FRI 2021-2024 et entreront probablement en vigueur début 2021.

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

La structure du
Domaine des EPF

*Contrats de travail, y
c. les doctorants; état
au 31 décembre 2018

Domaine des EPF

Conseil des EPF

11 membres
Etat-major: 53 collaborateurs*

Ecoles polytechniques fédérales

ETH Zurich

Plus de 21000 étudiants et doctorants
12 151 collaborateurs*

EPFL

Plus de 11000 étudiants et doctorants
6053 collaborateurs*

Etablissements de recherche

PSI

2080
collaborateurs*

WSL

508
collaborateurs*

Empa

994
collaborateurs*

Eawag

510
collaborateurs*

internationale. Elles tiennent compte des besoins de la Suisse et favorisent la coopération internationale.

Objectifs stratégiques et plafond de dépenses

Le Domaine des EPF est géré selon un modèle de conduite efficace. Les autorités politiques définissent les standards des prestations à atteindre et les bases financières. Le Domaine des EPF est le prestataire de services et le Conseil des EPF est chargé de la réalisation des objectifs.

La conduite politique 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), les «objectifs stratégiques» du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF adaptés selon ce message et le crédit annuel adopté par le Parlement. Un controlling complète les outils politiques et fournit des informations sur la tenue de la comptabilité ainsi que sur la réalisation du mandat. Les principes communs de gestion des entreprises et des entités proches de la Confédération sont fixés dans le rapport de gouvernement d'entreprise du Conseil fédéral.

La Loi sur les EPF a été revue dans le cadre du Message FRI 2017-2020. Plutôt que d'attribuer un mandat de prestations, le Conseil fédéral définit les «objectifs stratégiques» pour le Domaine des EPF. Le Parlement exerce toujours la haute surveillance parlementaire et peut charger le Conseil fédéral de définir ou de modifier des objectifs stratégiques. Sur la base de cette modification, les principes directeurs 16 et 17 du rapport sur le gouvernement d'entreprise du Conseil fédéral du 13 septembre 2006 ou du 25 mars 2009 (rapport complémentaire) ont été appliqués dans le Domaine des EPF. Ils sont en outre adaptés à la Loi relative à la participation de l'Assemblée fédérale au pilotage des entités devenues autonomes du 17 décembre 2010.

Rapports

Le Conseil des EPF rapporte de diverses manières: dans son rapport de gestion, il dresse un bilan sur la réalisation des objectifs stratégiques et sur l'utilisation, par le Domaine des EPF, de la contribution annuelle du financement fédéral. 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 de prestations. 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 de prestations 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 la dite 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. Il conclut des conventions d'objectifs avec les institutions et répartit la contribution financière de la Confédération en s'appuyant sur leurs demandes de crédits. 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. Il nomme en outre les autres membres de la direction des deux EPF et de celle des quatre établissements de recherche. Enfin, il nomme le corps professoral sur proposition des présidents de l'ETH Zurich et de l'EPFL.

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 service d'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 et, en particulier, à son comité d'audit. 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

Organes de direction du Domaine des EPF

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Fritz Schiesser¹, président (jusqu'à fin avril 2019)
- Beth Krasna², vice-présidente (à partir de mai 2019 présidente a.i.)
- Prof. Lino Guzzella¹ (jusqu'à fin 2018)
- Prof. Martin Vetterli¹
- Prof. Joël Mesot¹
- Kristin Becker van Slooten¹
- Marc Bürki²
- Beatrice Fasana
- Prof. dr sc. nat., dr h. c. mult. Susan Gasser
- Prof. dr h. c. Barbara Haering²
- Christiane Leister

¹ Membre du comité de gestion

² Membre du comité d'audit

Fritz Schiesser quittera la présidence du Conseil des EPF à la fin du mois d'avril 2019, date à laquelle il atteindra l'âge de la retraite.

Fin 2018, le professeur Lino Guzzella a quitté ses fonctions de président de l'ETH Zurich. Le 1^{er} janvier 2019, le professeur Joël Mesot l'a remplacé. Dans cette fonction, il continue de siéger au Conseil des EPF.

Depuis janvier 2019, le professeur Gian-Luca Bona, directeur de l'Empa, est nouveau membre du Conseil des EPF et représentant des établissements de recherche dans le Conseil des EPF.

Direction de l'ETH Zurich

- Prof. Lino Guzzella, président (jusqu'à fin 2018)
- Prof. Joël Mesot, président (depuis janvier 2019)
- 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 Vanderghyest, 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

- Prof. Joël Mesot, directeur (jusqu'à fin 2018)
- Thierry Strässle, directeur a.i. (depuis janvier 2019)³
- Prof. Leonid Rivkin, directeur adjoint
- Prof. Gabriel Aeppli, membre
- Peter Allenspach, membre
- Prof. Andreas Pautz, membre
- Prof. Christian Rüegg, membre (depuis mai 2018)
- Prof. Gebhard F. X. Schertler, membre

Direction du WSL

- Prof. Konrad Steffen, directeur
- Christoph Hegg, directeur adjoint
- 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
- Alex Dommann, membre
- Pierangelo Gröning, membre
- Urs Leemann, membre
- Tanja Zimmermann, membre (depuis septembre 2018)

Direction de l'Eawag

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

³ En janvier 2019, Thierry Strässle a pris la relève en tant que directeur a.i. du PSI jusqu'à ce qu'un nouveau directeur soit trouvé.

Etat au 31 décembre 2018 (les modifications déjà décidées en 2018 et prenant effet en 2019 sont également mentionnées).

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).

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. Il est formé de trois membres du Conseil des EPF indépendants de la direction, mais peut aussi comprendre d'autres personnes disposant d'une voix consultative. Le président du Conseil des EPF, le responsable de l'audit interne et le responsable du département financier du Conseil des EPF participent aux séances avec une voix consultative.

Le comité de gestion soutient le Conseil des EPF dans la préparation et le suivi des réunions, les nominations aux fonctions dirigeantes dans les institutions du

Domaine des EPF, 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 de la déléguée 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

En 2018, le président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire annuel brut de 287 306 CHF (l'employeur a également versé 84 660 CHF de cotisations aux assurances sociales). A cela s'est ajoutée une indemnité de représentation de 5000 CHF. Le président est assuré par la caisse de pension de la Confédération, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur. Le vice-président, qui, comme les cinq autres membres du Conseil des EPF, n'a aucune rela-

tion de travail avec une institution du Domaine des EPF, a reçu une rémunération forfaitaire de 26 000 mio CHF en 2018. Les cinq autres membres du Conseil des EPF ont reçu chacun une somme forfaitaire de 20 000 mio CHF en 2018. Ils ont également perçu un total de 42 000 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 par le vice-président du Conseil des EPF 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. Le Contrôle fédéral des finances (CDF) peut ainsi effectuer la révision comptable et examiner les processus financiers selon les modalités appliquées à d'autres institutions de la Confédération et à des entreprises de droit privé de taille comparable.

Audit interne

Le département 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. Le département 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 2018, 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 2018, le CDF a facturé un montant total de 548 837 CHF au Conseil des EPF (dont 344 601 CHF pour la révision de clôture des comptes 2017 et 204 236 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2018).

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.

Instance de recours

Commission de recours interne des EPF

La Commission de recours interne des EPF statue sur les recours déposés contre les décisions rendues par des organes des institutions du Domaine des 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. 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
- Esther Tophinke, vice-présidente (depuis mars 2018)
- Consuelo Antille, membre
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. ém. Rodolphe Schlaepfer, membre
- Yolanda Schärl, 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.

Comité directeur

- Michael Käppeli, direction
- 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 département Audit interne, au sens de l'art. 35a^{ter} de la Loi sur les EPF. Il assure la révision interne pour les institutions du Domaine des EPF.

- Patrick Graber, directeur

**Fritz Schiesser**

* 1954, Suisse
Docteur en droit

Président du Conseil des EPF (80%) et du comité de gestion depuis 2008. Avocat auprès de *RHS & Partner Rechtsanwälte und Urkundspersonen* depuis 1998 (temps partiel).

Fritz Schiesser a soutenu sa thèse de droit à l'Université de Zurich et travaillé depuis 1998 en tant qu'avocat et notaire dans le canton de Glaris. De 1990 à 2007, il a siégé au Conseil des Etats qu'il a présidé de 2003 à 2004; il a présidé le conseil de fondation du Fonds national suisse (FNS) de 1999 à 2007. Aujourd'hui, Fritz Schiesser siège au conseil de fondation du FNS, de la Fondation de Famille Sandoz, de la fondation de développement de Glaris Sud, de Proto Chemicals, de la coopérative Mobilière Suisse et de Hefti SA. Il est également membre du conseil de fondation du *think tank* Avenir Suisse et du Parc d'innovation suisse. Fritz Schiesser quittera la présidence du Conseil des EPF à la fin du mois d'avril 2019, date à laquelle il atteindra l'âge de la retraite.

**Beth Krasna**

* 1953, Suisse / Américaine
Ingénieure diplômée

Vice-présidente du Conseil des EPF depuis 2018, membre du Conseil des EPF depuis 2003 et présidente du comité d'audit depuis 2008. 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 Coop et chez Symbiotics SA ainsi que présidente du conseil d'administration d'Ethos Services SA et de Xsenio SA. Beth 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. Beth Krasna assumera la présidence ad interim à partir de mai 2019 jusqu'à ce qu'un successeur soit trouvé

**Lino Guzzella**

* 1957, Suisse
Prof., dr sc. tech.

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2015. Président de l'ETH Zurich depuis 2015.

Lino Guzzella est titulaire d'un doctorat en génie mécanique de l'ETH Zurich. Après plusieurs expériences industrielles dans la recherche et le développement chez Sulzer à Winterthur et Hilti à Schaan (FL), il a été nommé professeur assistant à l'ETH Zurich en 1993. Depuis 1999, il est professeur ordinaire de thermotronique. De 2003 à 2004, Lino Guzzella a été *Honda Visiting Professor* à l'*Ohio State University* de Columbus (Etats-Unis). De la mi-2012 à fin 2014, il a occupé la fonction de recteur de l'ETH Zurich. Lino Guzzella est membre du conseil d'administration de Kistler Holding SA et est associé de la *Robert Bosch Industrietreuhand KG* (RBIK). *Fellow* d'IEEE et d'IFAC, il est aussi membre de l'organe consultatif «Transformation numérique» du Conseil fédéral et membre du conseil de fondation du Parc d'innovation suisse. (Photo: Markus Bertschi / ETH Zurich)

**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 une première expérience professionnelle 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 la même année. Marc Bürki est le CEO de ces deux sociétés. (Photo: 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. Beatrice 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.

**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 depuis 2004 et professeure de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005.

Susan Gasser a étudié la biologie et la biophysique à l'Université de 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 occupe le poste de directrice de l'Institut de recherche biomédicale Friedrich Miescher depuis fin 2004 ainsi que celui de professeure ordinaire de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005. Susan Gasser est membre du conseil scientifique de l'Institut Max-Planck de chimie biophysique, du *Wissenschaftskolleg zu Berlin* 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. (Photo: Nestlé Nutrition Council)

**Martin Vetterli**

* 1957, Suisse
Prof., dr ès sc.

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* 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 l'innovation (CSSI, devenu CSS). De 2004 à 2011, il a été vice-président de l'EPFL et de 2011 à 2012, il y a été 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). (Photo: Nik Hunger / EPFL)

**Joël Mesot**

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

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2010 (représentant des établissements de recherche). Directeur du PSI (jusqu'à fin 2018) et professeur à l'ETH Zurich / l'EPFL depuis 2008.¹

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. En 2007, il a été nommé directeur du PSI. Joël Mesot est membre du sénat de la *Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren* et siège dans différents comités d'experts non-européens. Il est en outre second vice-président du conseil de la Fondation Marcel Benoist ainsi que membre du conseil de la Fondation du *Swiss Science Center Technorama* Winterthur, de la *Förderstiftung Technopark Aargau* et du Parc d'innovation suisse ainsi que membre du conseil d'administration du PARK INNOVAARE. (Photo: Markus Bertschi / ETH Zurich)

**Kristin Becker van Slooten**

* 1962, Suisse / Allemande
Dr

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2017. 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 était adjointe du président et du secrétaire général de l'EPFL. Depuis 2017, Kristin 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.

**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. 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, Metallbau* (construction métallique). Elle préside le conseil d'orientation stratégique de l'Université de Genève et le conseil de fondation du Centre International de Dégagement Humanitaire de Genève. Barbara Haering est en outre membre du conseil de fondation du Fonds national suisse (FNS) et membre du conseil d'administration de la TU de Dresde. Depuis août 2016, elle est également professeure titulaire à l'Université de Lausanne.

**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 dans les 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, elle 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. (Photo: Leister AG)

**Nouveau membre du Conseil des EPF**

Gian-Luca Bona (* 1957) est directeur de l'Empa et professeur de photonique à l'ETH Zurich et à l'EPFL. Sous sa conduite, l'Empa est devenu un institut leader sur le plan international pour la recherche sur les matériaux et les technologies novatrices. Gian-Luca Bona est membre de plusieurs comités de transfert de savoir et de technologie, notamment de la Commission pour la Technologie et l'Innovation, du Technopark Zurich et du centre technologique glaTec qui encourage les créations d'entreprises et les processus innovants. Représentant des établissements de recherche, Gian-Luca Bona est membre du Conseil des EPF depuis le 1^{er} janvier 2019 et a remplacé, dans cette fonction, Joël Mesot qui a pris la présidence de l'ETH Zurich.

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

¹ Le 1^{er} janvier 2019, Joël Mesot a pris la présidence de l'ETH Zurich. Dans cette fonction, il continue de siéger au Conseil des EPF.

Personnel élu

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 19 décembre 2018, le Conseil fédéral a pris connaissance du fait que [Fritz Schiesser](#) quittera la présidence du Conseil des EPF fin avril 2019, date à laquelle il atteindra l'âge de la retraite. Fritz Schiesser est devenu président du Conseil des EPF en 2008, alors que le Domaine des EPF traversait une période délicate. Progressivement, il a pu redresser la barre au sein de cet organe stratégique et de surveillance, et corriger le cap pris par le Domaine des EPF.

Le 24 octobre 2018, le Conseil fédéral a élu le [professeur Joël Mesot](#) nouveau président de l'ETH Zurich. L'élection avait été proposée par le chef du DEFR, le conseiller fédéral de l'époque Johann Schneider-Ammann, suivant la recommandation unanime du Conseil des EPF. Joël Mesot dirige le PSI depuis 2008. Il a enseigné aux deux écoles ETH Zurich et EPFL. Il est entré dans ses fonctions le 1^{er} janvier 2019, succédant au [professeur Lino Guzzella](#).

Lino Guzzella, qui a présidé l'ETH Zurich de 2015 à 2018, avait annoncé ne pas se porter candidat pour un nouveau mandat en mai 2018, afin de retrouver ses fonctions de professeur de thermotronique au département de génie mécanique et de génie des procédés de l'ETH Zurich.

Le 14 décembre 2018, le Conseil fédéral a nommé le [professeur Gian-Luca Bona](#), directeur de l'Empa, nouveau membre du Conseil des EPF dont il est le représentant des établissements de recherche depuis le 1^{er} janvier 2019. Gian-Luca Bona a suivi des études de physique à l'ETH Zurich, où il a décroché son doctorat en 1987. Directeur de l'Empa depuis 2009, il enseigne la photonique à l'ETH Zurich et à l'EPFL. Sous sa direction, l'Empa a acquis une renommée internationale de leader de la recherche sur les matériaux et les technologies innovantes.

Le 14 décembre 2018 également, le Conseil fédéral a nommé [Thierry Strässle](#) directeur a.i. du PSI, qu'il dirige depuis janvier 2019 jusqu'à ce qu'un successeur soit trouvé. Thierry Strässle est chef de l'état-major de direction du PSI depuis décembre 2012. Il a rejoint le PSI en 2005 en tant que responsable d'in-

struments du Laboratoire de diffusion neutronique et d'imagerie. Assistant scientifique du directeur à partir de 2010, il a pris la direction de l'unité Science en 2011.

Le 1^{er} janvier 2018, [Beth Krasna](#), élue le 5 juillet 2017 par le Conseil fédéral, a pris ses fonctions de vice-présidente du Conseil des EPF. Tout comme [la professeure Susan Gasser](#), qui a été élue nouveau membre du Conseil des EPF.

Le 4 juillet 2018, à la demande du Conseil des EPF, le Conseil fédéral a reconduit [la professeure Janet Hering](#) dans ses fonctions de directrice de l'Eawag pour quatre années supplémentaires. Janet Hering a entamé son premier mandat en 2007. Depuis, le rayonnement international de cet institut de recherche s'est accru. En Suisse, Janet Hering a consolidé les liens entre l'Eawag et les acteurs en charge de la protection des eaux (administrations et associations).

Personnel élu par le Conseil des EPF

Election à la direction du PSI

A la demande de l'ancien directeur du PSI, le professeur Joël Mesot, le Conseil des EPF a nommé en mai 2018 le [professeur Christian Rüegg](#) nouveau membre de la direction. Depuis 2017, Christian Rüegg dirige le domaine de recherche Neutrons et muons au PSI. Physicien de l'état solide, il étudie le comportement des aimants quantiques. Il est professeur honoraire à l'UCL depuis 2011 et professeur à l'Université de Genève depuis 2012.

Election à la direction de l'Empa

En septembre 2018, à la demande du directeur de l'Empa, le prof. Gian-Luca Bona, le Conseil des EPF a nommé [Tanja Zimmermann](#) nouveau membre de la direction de l'Empa. Scientifique spécialiste du bois, celle-ci a pris la direction d'un groupe de recherche à l'Empa en 2001. En 2011, elle arrive à la tête du département de recherche appliquée sur le bois. Avec sa curiosité, son inventivité et ses compétences scientifiques, elle réussit à apporter une renommée internationale à un domaine de recherche jusque-là peu considéré. Depuis septembre 2017, Tanja Zimmermann dirige le nouveau département *Functional Materials*.

Professeurs élus

Nomination du corps professoral

En 2018, le Conseil des EPF a traité 170 propositions concernant le professorat. Il a procédé à un total de 74 nominations, dont 54 de nouvelles personnes et 20 promotions internes. Au total, 16 femmes et 32 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich et 7 femmes et 19 hommes dans celui de l'EPFL.

Sur les 25 nominations de professeures et professeurs ordinaires, 7 étaient des promotions de professeurs associés. Sur les 21 nominations de professeurs associés, 13 étaient des promotions de professeurs assistants.

En 2018, les nominations féminines de nouvelles personnes représentaient 31% des nominations totales.

Les professeurs affiliés exercent leur activité principale dans une institution de recherche suisse ou étrangère, mais travaillent également au sein d'une des 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 professeur titulaire à 4 chercheuses et 7 chercheurs.

Retraites et démissions

En 2018, le Conseil des EPF a pris connaissance de 26 départs pour raisons d'âge à la retraite: 18 à l'ETH Zurich et 8 à l'EPFL. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 6 départs pour d'autres motifs.

Nominations

74

professeurs, dont 16 femmes et 32 hommes à l'ETH Zurich, et 7 femmes et 19 hommes à l'EPFL

Proportion de femmes

31%

dans les nominations de nouvelles personnes

Ces 74 nominations se répartissent de la manière suivante:

Professeurs ordinaires*

25

dont 3 femmes et 22 hommes

Professeurs associés

21

dont 9 femmes et 12 hommes

Professeurs assistants avec *tenure track*

23

dont 9 femmes et 14 hommes

Professeurs assistants sans *tenure track*

5

dont 2 femmes et 3 hommes

* dont 1 professeur affilié

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 détermine différents objectifs pour les deux EPF et les établissements de recherche, d'une part pour que les missions puissent être remplies de façon efficace, économique et prévoyante tout en préservant l'esprit d'innovation et la qualité du fonctionnement. D'autre part, il s'agit d'assurer 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. En outre, il faut 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. Un gestionnaire des risques et/ou un comité des risques coordonne les activités liées à 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. 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.

L'incertitude quant à l'évolution du financement et les effets d'un environnement politique et juridique obstructif (relations entre la Suisse et l'UE) restent deux des risques majeurs du Domaine des EPF en 2018. 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 la potentielle violation des secrets professionnels (perte de données et publication de données confidentielles), l'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques et la violence et/ou les menaces à l'encontre de personnes.

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 sont d'une grande importance. La gestion des risques prévoit que les institutions s'assurent, 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 donc 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>	46
Recherche <small>Objectif 2</small>	49
Infrastructures de recherche <small>Objectif 3</small>	52
Transfert de savoir et de technologie <small>Objectif 4</small>	55
Coopération et coordination nationales <small>Objectif 5</small>	58
Positionnement et coopération sur le plan international <small>Objectif 6</small>	61
Rôle dans la société et services nationaux <small>Objectif 7</small>	64
Sources de financement et utilisation des ressources <small>Objectif 8</small>	67
Gestion immobilière <small>Objectif 9</small>	71
Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique <small>Objectif 10</small>	76

Objectif stratégique

ENSEIGNEMENT

Ce sont 32 531 étudiants et doctorants qui étaient inscrits dans une des EPF en 2018, soit 4% de plus qu'en 2017. L'attractivité croissante du Domaine des EPF confirme la qualité remarquable de l'enseignement qui y est dispensé. Les offres de formation ont continué à être développées, avec un accent sur l'innovation, la digitalisation et la pensée critique.

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

La formation offerte dans le Domaine des EPF est excellente et attractive en comparaison internationale. En 2018, le nombre total d'étudiants et de doctorants a atteint 21 397 à l'ETH Zurich et 11 134 à l'EPFL (soit environ 4% de plus qu'en 2017, pour chacune des EPF). Pour la deuxième année consécutive, la croissance la plus forte a été enregistrée en Informatique et technologie de la communication (+11,9%). Cette évolution est réjouissante au vu de l'intérêt croissant de la société et de l'économie à promouvoir la relève scientifique dans ce secteur. L'internationalité des étudiants et des doctorants est également une preuve d'attractivité du Domaine des EPF. Les étudiants et doctorants de nationalité étrangère représentaient en 2018 46,6% de l'effectif total (45,7% en 2017). 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 69,6% étaient d'origine suisse. Les EPF déploient des efforts importants pour attirer plus de femmes dans les cursus qu'elles proposent. En 2018, les étudiantes et doctorantes for-

maient 31,3% de l'effectif total, soit une augmentation par rapport aux années précédentes (30,6% en 2017) (cf. tableau de monitoring et rapport sur les prestations académiques, p. 82 ss pour les statistiques détaillées concernant les étudiants et doctorants).

Les deux EPF adaptent continuellement leurs curricula en fonction des domaines d'activité d'importance stratégique et des besoins de la société, tout en intégrant les récents développements de la recherche. C'est dans cette optique que l'ETH Zurich et l'EPFL ont décidé de lancer conjointement un programme de master en cybersécurité, qui débutera en 2019. L'EPFL a développé son offre au niveau master en introduisant un cursus en robotique qui a attiré 69 étudiants pour sa première année d'existence. 84 des 100 étudiants de la première volée en bachelor de médecine humaine de l'ETH Zurich, lancé en 2017, ont passé avec succès les deux blocs d'examens de base (cf. objectif 5, p. 58). L'ETH Zurich et l'EPFL proposent toutes deux un master en *Data Science* depuis le semestre d'automne 2017. Ces cours ont beaucoup de succès et ont compté en 2018 124 nouveaux étudiants dans les deux EPF (soit 37 de plus qu'en 2017). L'EPFL s'est lancée dans une réforme majeure dans de l'enseignement, afin d'introduire la pensée computationnelle dans les cours de base. Elle a également lancé un nouveau programme doctoral en biologie computationnelle et quantitative.

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 2018, ceci correspondait à 18 659 heures d'enseignement dans une haute école suisse ou étrangère (cf. fig. 13, p. 88). De plus, les établissements de recherche ont attiré 1477 étudiants et doctorants pour un travail de bachelor, de master ou de doctorat la même année. Plusieurs nominations et promotions de



Le Rolex Learning Center de l'EPFL est un cadre propice aux études.
 > Michael Sieber / Conseil des EPF

professeurs travaillant dans un des établissements de recherche ont ponctué l'année. Le nouveau titulaire de la chaire d'enseignement à l'Institut des sciences et du génie chimique (ISIC) de l'EPFL assumera également la direction du Laboratoire de femtochimie au PSI. La cheffe de laboratoire *Biointerfaces* de l'Empa a été nommée professeure titulaire à l'ETH Zurich; d'autres chercheurs de l'Empa ont été nommés professeurs aux Universités de Fribourg et de Bâle; une cheffe d'un groupe de recherche à l'Eawag a été promue comme professeure associée de géochimie environnementale inorganique à l'ETH Zurich et un autre chef de groupe à l'Eawag a été promu comme professeur associé d'écologie aquatique à l'Université de Zurich. Tous deux sont, comme auparavant, toujours actifs à l'Eawag. Une chaire professorale d'écotoxicologie, mise au concours par l'Eawag et la FHNW (*Fachhochschule Nordwestschweiz*), a été pourvue en 2018. Il s'agit de la première chaire professorale conjointement créée entre l'Eawag et une haute école spécialisée. De plus, le PSI et l'Université de Berne ont mis au concours une chaire professorale en optique non linéaire. La professeure ou le professeur sera nommé à l'Université de Berne en 2019 et sera également directrice ou directeur d'un laboratoire au PSI. Une chaire professorale conjointe entre le WSL et l'EPFL (niveau de professeur ordinaire) a été mise au concours en été 2018.

Les institutions du Domaine des EPF encouragent le dialogue entre les disciplines MINT et les sciences sociales et humaines, afin que leurs étudiants puissent développer leurs compétences. A l'ETH Zurich, par exemple, le programme *Science-in-Perspective* (SiP), qui propose de nouvelles perspectives et une réflexion critique sur les sciences naturelles et l'ingénierie, est ancré depuis de nombreuses années dans les différentes filières. C'est dans le cadre de ce programme qu'ont eu lieu deux *SiP-Talks* en 2018, l'un consacré aux possibilités et limites des nouvelles technologies computationnelles dans les sciences de la vie, et l'autre à la collecte des données personnelles des étudiants lors de leurs études à l'ETH Zurich. En outre, l'ETH Zurich a mis au point des cours spécifiques pour les étudiants en ingénierie afin qu'ils puissent acquérir des connaissances de base en économie et en gestion d'entreprise. L'EPFL, quant à elle, propose des activités variées pour incorporer les disciplines sociales et humaines dans ses cursus. Par exemple, le cours «Enjeux Mondiaux» est obligatoire pour toutes les sections en première année et des cours en sciences humaines et sociales sont proposés en deuxième année. Le WSL a lancé un MOOC (*Massive Open Online Course*) sur l'écologie du paysage, une discipline où les sciences naturelles et sociales se rencontrent. Ce MOOC est le fruit d'une collaboration entre six universités et instituts de recherche et est conjointement financé par le WSL et l'ETH Zurich. En collaboration avec l'EPFL, l'Eawag propose quatre MOOC sur le thème de l'assainissement, de l'eau et des déchets solides pour le développement, et participe depuis fin 2017 à un cours en ligne supplémentaire intitulé «Introduction à l'ingénierie de la santé publique dans les contextes humanitaires».

Innovations et assurance-qualité dans l'enseignement

En plus de l'offre de formation dite «standard», les institutions du Domaine des EPF développent et promeuvent des formes novatrices d'enseignement et d'apprentissage. Le *KITE Award* de l'ETH Zurich, qui récompense le développement de méthodes pédagogiques innovantes, a été remis en 2018 à trois enseignants du département Informatique, pour leurs *E-Tutorials*, qui permettent aux étudiants de tous les départements d'apprendre et de pratiquer la programmation. Les *E-Tutorials* permettent un enseignement personnalisé, en fournissant un contenu d'exercices concrets conçu en fonction de la discipline respective des étudiants et permettant un encadrement personnalisé, même dans des cours de grande envergure. L'ETH Zurich organise également un nombre très élevé d'examens en ligne. Ceux-ci sont particulièrement adaptés à l'évaluation des compétences.

Courant 2018, une nouvelle salle d'examen a été mise en place à Zurich–Oerlikon et le projet *Prüfen mit mobilen Geräten* (examen avec appareils mobiles) a été lancé.

La «réalité mixte», qui permet l'interaction physique de différentes personnes avec des simulations computationnelles, a également pris de l'ampleur dans les cours proposés par l'ETH Zurich. Plusieurs projets se basant sur la réalité mixte ont été financés en 2018 par le fonds Innovedum de l'ETH Zurich, qui soutient des projets d'enseignement innovants. De même, l'ETH Zurich et le WSL, en collaboration avec une entreprise privée, ont développé une application pour lunettes HoloLens permettant aux étudiants d'en savoir plus sur les lichens.

De son côté, l'EPFL a lancé en 2018 des initiatives éducatives innovantes, qui reposent sur trois piliers: *CORE*, *MAKE* et *LEARN*. L'initiative *CORE* se penche sur le développement des cours polytechniques de base afin d'y introduire des nouvelles méthodes d'enseignement, telles que les salles de classe inversées (*flipped classroom*), les expériences à distance ou virtuelles ou les salles de classe assistées par un MOOC. L'initiative *MAKE* vise à soutenir des expériences en laboratoire et des projets interdisciplinaires impliquant des étudiants de différentes facultés, et le développement d'infrastructures novatrices par le biais de *Discovery Learning Labs*. Finalement, l'initiative *LEARN* se concentre sur la recherche translationnelle en pédagogie (cf. p. 66). Le PSI développe également son offre d'enseignement en ligne et a lancé le MOOC «SYNCHROTRONx» comme introduction aux synchrotrons et lasers à rayons X, en collaboration avec l'EPFL et l'Université de Zurich. Plus de 4000 étudiants ont déjà suivi ces cours.

L'ETH Zurich et l'EPFL assurent la qualité de leurs formations en procédant à des évaluations et accréditations régulières. Les résultats des évaluations sont intégrés dans l'optimisation de l'enseignement. En plus de permettre aux étudiants d'évaluer leurs cours, l'ETH Zurich propose également, depuis quelques années, l'évaluation des examens. Au semestre de printemps 2018, ce sont 497 examens qui ont été évalués (participation à l'enquête: 47,6%), avec une satisfaction moyenne de 3,6 (sur une échelle de 1 à 5).

L'EPFL a lancé un projet pilote pour évaluer l'ensemble des études de bachelor et master; les étudiants en master ont été questionnés sur leurs études de bachelor et les alumni sur leurs études de master. Il est également prévu d'employer les données produites par l'éducation en ligne pour développer l'analyse de l'enseignement et de ses supports.

Encouragement de la mobilité nationale et internationale

L'ETH Zurich et l'EPFL encouragent la mobilité des étudiants afin de favoriser l'échange d'expériences et d'idées. Sur l'année académique 2017–2018, ce sont 350 étudiants de l'ETH Zurich qui ont étudié un à deux semestres dans une autre haute école, suisse ou étrangère. De son côté, l'EPFL a comptabilisé 326 étudiants en séjour dans une autre haute école au semestre de printemps et 385 étudiants au semestre d'automne. Nombreux sont également les étudiants de mobilité qui viennent d'une autre haute école, suisse ou étrangère. En 2018, 480 étudiants de mobilité ont suivi des cours à l'ETH Zurich au niveau bachelor et master, et 524 à l'EPFL (cf. fig. 7, p. 85).

Il existe également un programme de mobilité au sein du Domaine des EPF pour favoriser les échanges entre les institutions du Domaine. En 2018, plus de 150 étudiants ont profité de ce programme pour participer à une *summer school* et 86 pour faire un échange avec une autre institution du Domaine. L'introduction du master en cybersécurité en 2019 par l'ETH Zurich et l'EPFL va également renforcer la mobilité des étudiants, étant donné que le programme prévoit un semestre d'échange entre les deux EPF.

Objectif stratégique

RECHERCHE

L'excellence du Domaine des EPF au niveau de la recherche est à nouveau démontrée par les travaux remarquables de ses chercheurs, par la très bonne performance des institutions en matière de publications, par le placement des EPF au sommet des classements internationaux et par les nombreuses distinctions et bourses de recherche que les chercheurs du Domaine des EPF ont obtenues.

Position de leader au niveau international dans la recherche

Le Domaine des EPF a mené de nombreuses activités de recherche en 2018. Parmi les projets collaboratifs d'envergure peuvent être cités les projets *FET Flagships* de la Commission européenne. Sur les 140 propositions de projet soumises dans toute l'Europe dans le cadre du projet *Quantum Flagship*, 20 ont été retenues, dont six projets impliquant des chercheurs de l'ETH Zurich. A l'EPFL, les deux projets *Health EU* et *Time Machine* ont été pris en compte pour un deuxième tour de sélection pour le prochain *FET Flagship*. D'autres projets d'envergure impliquent des partenaires de collaboration en Suisse ou à l'étranger. Par exemple, l'ETH Zurich a lancé l'initiative interdisciplinaire *ETH Mobility Initiative* en collaboration avec les CFF, afin de renforcer la recherche de solutions innovantes pour la mobilité de demain et promouvoir la coopération avec l'industrie. L'EPFL a en outre réalisé, en collaboration avec le CHUV (Centre Hospitalier Universitaire Vaudois) et l'Université de Lausanne, une percée majeure pour traiter la paralysie (cf. p. 22). De leur côté, des chercheurs du WSL participent à l'ini-

tiative internationale G-TREE (*Global Treeline Range Expansion Experiment*) qui a pour objectif de déterminer l'influence de différents facteurs sur la montée de la limite de la forêt en lien avec le réchauffement climatique. Les travaux du WSL apportent des précisions sur les conditions de germination et de croissance des semences d'arbres au-delà de la limite forestière actuelle.

Beaucoup de travaux de recherche s'appuient sur des infrastructures de pointe et hautement spécialisées, permettant de repousser les limites de la recherche. C'est par exemple le cas des travaux réalisés au SwissFEL du PSI (cf. aussi Objectif 3, p. 52). Les premières expériences pilotes sur le faisceau ARAMIS du SwissFEL ont démontré avec succès les performances particulières du laser à rayons X pour l'étude des protéines ou des complexes protéiques, permettant non seulement d'analyser de leur structure, mais également d'observer leurs mouvements et changements de forme.

Parmi les autres travaux importants peuvent être cités ceux des chercheurs de l'Empa qui ont réalisé une percée majeure dans le domaine des nanobandes de graphène (cf. p. 31). D'autres chercheurs de l'Empa ont quant à eux, en collaboration avec l'ETH Zurich et l'IBM Research-Zurich, réussi à générer artificiellement l'effet dit de «superfluorescence». Cette découverte pourrait permettre des développements dans les domaines de l'éclairage LED, de la technologie des capteurs quantiques, de la communication quantique et même des futurs ordinateurs quantiques. Du côté de l'Eawag, des chercheurs se sont penchés sur la diversification des poissons cichlidés, qui sont des modèles idéaux pour étudier l'évolution des espèces, étant donné qu'ils se développent très rapidement et engendrent sans cesse de nouvelles espèces. Les chercheurs de l'Eawag ont réussi à suivre l'évolution

actuelle des cichlidés dans un lac de Tanzanie où ils avaient été introduits il y a une cinquantaine d'années.

L'excellence des chercheurs du Domaine des EPF s'illustre également par les nombreuses distinctions et bourses de recherche qu'ils ont reçues au cours de l'année 2018. Notamment, à l'ETH Zurich, le professeur Alessio Figalli a reçu la prestigieuse médaille Fields (cf. p. 15), le travail du professeur Lars-Erik Cederman a été récompensé par le Prix scientifique suisse Marcel Benoist et la professeure Ursula Keller a reçu le prix de l'Inventeur européen (cf. p. 17). De plus, le professeur Reto Knutti a reçu le prix de la Fondation Dr. J. E. Brandenberger et le professeur Antonio Lanzavecchia a reçu le prix Louis-Jeantet de médecine. Le Prix Latsis National 2018 a été attribué à une professeure de l'EPFL, Andrea Ablasser (cf. p. 21). Également à l'EPFL, la professeure Maryna Viazovska a été récompensée avec le *Mathematics Breakthrough Prize*, le professeur Michael Grätzel a reçu la Médaille August Wilhelm von Hofmann, et le professeur Paul Dyson le prix européen de la «Chimie durable». Le professeur Jacques Lévy a quant à lui reçu le prix Vautrin-Lud en géographie. Ayodhya Tiwari, chef de laboratoire à l'Empa, a reçu un doctorat honoris causa de l'Université belge de Hasselt et Maria Muñoz, également chercheuse à l'Empa, a quant à elle reçu le Prix suisse des aérosols. La professeure Janet Hering, directrice de l'Eawag, s'est distinguée avec le Prix Clarke du *National Water Research Institute* américain et par son élection comme *Geochemical Fellow* au sein des sociétés de géochimie américaine et européenne.

De nombreuses bourses ERC ont été octroyées aux institutions du Domaine des EPF en 2018; sept *Starting Grants*, seize *Advanced Grants*, quatorze *Consolidator*

Grants et deux *Proof of Concept Grants*. De plus, une *ERC Synergy Grant* a été obtenue pour le projet HERO (*Hidden Entangled and Resonating Orders*) qui sera réalisé sous la direction du PSI, en collaboration avec l'ETH Zurich, l'EPFL et l'Université de Stockholm.

Les chercheurs du Domaine des EPF participent activement aux appels d'offres au niveau national, p. ex. pour les Pôles de recherche nationaux (PRN) et les Programmes nationaux de recherche (PNR) du Fonds national suisse de la recherche scientifique (FNS). Ainsi, les institutions du Domaine des EPF sont actuellement impliquées en tant que *leading house* ou *coleading house* dans plusieurs propositions de nouveaux PRN qui ont obtenu la note A ou B lors de la première phase d'évaluation. En outre, le FNS a confirmé la prolongation de 2018 à 2022 du financement du PRN «Robotique» qui est respectivement piloté et copiloté par l'EPFL et l'ETH Zurich. Les institutions du Domaine sont de plus à la tête de 13 des 25 projets du PNR 73 «Economie durable» qui a démarré en 2018.

L'analyse bibliométrique du Domaine des EPF réalisée en 2018 a confirmé l'excellente performance des institutions du Domaine en matière de publications. L'étude, effectuée par CWTS (le *Center for Science and Technology Studies*, Leiden, Pays-Bas), a relevé que chacune des institutions du Domaine est très performante en comparaison internationale. Le score moyen de l'impact de leurs publications, tout comme la fraction de leurs publications qui est considérée comme appartenant au top 10 mondial, sont plus élevés – et parfois de beaucoup – que la moyenne mondiale (cf. objectif 6, p. 61 ss). Les EPF continuent également de figurer en tête des classements internationaux des meilleures universités au monde (cf. p. 91).



Fonte des glaciers, biofilms et vie microbienne: le premier programme de recherche du Pôle de recherche sur l'environnement alpin et polaire de Sion (Alpole) de l'EPFL a commencé en février 2019. En 2018 une équipe de recherche s'est entraînée aux manipulations sur le glacier de Corbassière (cf. p. 19 s).

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.

L'énergie a une place de choix dans la recherche du Domaine des EPF, en adéquation avec la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération. Les institutions du Domaine sont à la tête de sept des huit SCCER (*Swiss Competence Center for Energy Research*). De plus, en 2018, l'ETH Zurich et l'EPFL ont chacune ouvert deux chaires professorales supplémentaires dans ce domaine stratégique. L'ETH Zurich, le PSI et l'Empa construisent ensemble la plateforme de développement interdisciplinaire ReMaP qui permettra de modéliser l'approvisionnement en énergie des quartiers dans le futur. En collaboration avec l'ETH Zurich, l'EPFL et les Universités de Lausanne, Fribourg et Zurich, une étude du WSL a, pour la première fois, fourni des chiffres sur l'impact du recul des glaciers sur la production d'énergie hydraulique. D'autres chercheurs, au sein de l'Eawag, ont exploré le potentiel de certains lacs comme sources ou puits de chaleur dans un projet soutenu par l'Office fédéral de l'environnement. Divers projets sont également en cours au sein de la plateforme énergétique de l'Empa «ehub», comme par exemple l'installation d'une batterie à base de sel fondu ou la mise en œuvre de différents types de modèles computationnels pour mieux prédire la demande en électricité.

La science des données est également un des grands axes stratégiques du Domaine. En 2018, trois nouveaux professeurs ont été nommés à l'ETH Zurich et un à l'EPFL dans ce domaine. Quatre projets de l'Initiative ETH+ de l'ETH Zurich, qui ont été approuvés en 2018, sont directement liés à la digitalisation et prévoient la création de six chaires professorales supplémentaires dans un futur proche. Le *Swiss Data Science Center* a en outre entamé la première volée de projets interdisciplinaires en science des données et science ouverte (*open science*), portés par un nouveau logiciel d'analyse des données. Les grandes installations de recherche du PSI peuvent quant à elles servir d'environnement d'essai pour le développement de nouveaux concepts et technologies liés au traitement et à la gestion des données. Dans le cadre d'applications pilotes, elles offrent aux partenaires scientifiques et de l'industrie la possibilité de tester des applications, par exemple dans le domaine de la cybersécurité ou de l'apprentissage automatique (*machine learning*).

En ce qui concerne le grand axe stratégique *Advanced Manufacturing*, les responsables des sept premiers projets financés par ce programme ont présenté les premiers résultats en novembre 2018 et quatre nouveaux projets ont débuté. Le réseau de centres régionaux de transfert technologique dédiés aux systèmes de fabrication de pointe (*Advanced Manufacturing*),

qui est en cours de création, est abordé plus en détail sous l'objectif 4 (cf. p. 55 ss). Une conférence internationale sur le *Digital Concrete* a également été organisée à l'ETH Zurich dans le cadre du PRN «Fabrication numérique» et en collaboration avec la RILEM (Réunion Internationale des Laboratoires et Experts des Matériaux, systèmes de construction et ouvrages). C'est également dans le cadre de ce PRN que la *DFAB House* a vu le jour en 2018 (cf. aussi objectif 3, p. 52 ss).

Les faits marquants liés au grand axe stratégique «Santé personnalisée et technologies associées» sont décrits sous l'objectif 5 (cf. p. 58 ss), qui traite en détail de l'apport des institutions dans le domaine de la médecine et de la technique médicale.

Intégrité scientifique

L'intégrité scientifique et la responsabilité éthique sont des valeurs centrales du Domaine des EPF. Toutes les institutions du Domaine ont mis en place des mesures pour soutenir une culture et un fonctionnement contribuant au respect de l'intégrité scientifique. De plus, de nombreuses offres de formations et d'informations sont proposées à ce sujet, surtout pour la nouvelle génération de chercheurs. Afin de promouvoir l'intégrité dans la recherche, la direction de l'ETH Zurich a mis sur pied une nouvelle commission chargée de surveiller le respect des bonnes pratiques scientifiques. Constituée de seize membres, soit une personne par département, elle a notamment pour mission de coordonner les efforts fournis en la matière, de sensibiliser les esprits à l'importance d'exécuter les travaux scientifiques de manière correcte et transparente, ainsi que de proposer des supports de cours relatifs à cette thématique.

L'EPFL a de son côté révisé son *Compliance Guide* et en a publié une nouvelle version en 2018. L'éthique scientifique y a une place de choix, avec un chapitre réservé à ce sujet. Le PSI a quant à lui ajusté le programme de formation de ses jeunes chercheurs sur les questions d'intégrité scientifique; en plus des cours existants, un nouveau module de cours en ligne sur l'éthique de la recherche a été lancé. Le WSL a organisé en 2018 un *World Café* sur l'intégrité scientifique à l'intention des chercheurs de tous niveaux. Comme chaque année, l'Empa a organisé deux séances d'accueil pour les nouveaux doctorants, en en faisant un moment propice pour les initier aux règles de base de l'intégrité scientifique. Des processus sont également mis en place lorsque des fraudes scientifiques sont suspectées ou avérées. Des enquêtes peuvent alors être lancées, comme ce fut le cas dernièrement à l'ETH Zurich et au PSI. Les résultats de ces enquêtes ont d'ailleurs été présentés et communiqués par les directions respectives de ces institutions en 2018.

Objectif stratégique

INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Le développement des infrastructures de recherche du Domaine des EPF s'est poursuivi avec succès en 2018. Nombreuses sont les infrastructures qui ne profitent pas qu'aux chercheurs du Domaine, mais qui sont également mises à disposition des chercheurs d'autres institutions et de l'industrie, en Suisse et à l'étranger.

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

Au cours de l'année 2018, les infrastructures de recherche exploitées par le Domaine des EPF ont été l'objet de divers développements et extensions. Le PSI développe, construit et exploite, sur mandat de la Confédération, plusieurs grandes infrastructures de recherche qu'il met à disposition des chercheurs suisses et étrangers. En font partie la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), la Source de neutrons de spallation (SINQ), la Source de muons (SMU) et, nouvellement, le Laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X SwissFEL. Concernant ce dernier, un premier appel à propositions pour des campagnes de mesures a été lancé en automne 2018. SwissFEL sera donc à la disposition de la communauté nationale et internationale dès 2019. D'importants projets de mises à niveau, tels celui en cours de réalisation pour SINQ et celui en préparation pour SLS (cf. p. 54), permettront d'assurer sur le long terme la compétitivité de ces installations et les avantages qu'elles représentent pour la recherche et l'industrie suisses. En 2018, le nombre d'utilisateurs des grandes infrastructures du PSI (2595) s'est situé au-dessus de la moyenne des années précédentes. Environ 45% du temps de mesure ont été attribués à des groupes suisses, parmi lesquels près de 85% étaient issus du Domaine des EPF (y compris

du PSI). La demande pour du temps de mesure est en moyenne deux fois supérieure aux ressources disponibles. L'industrie représente environ 10% de l'utilisation du SLS, contre 5-7% pour les autres sources de lumière synchrotron dans le monde. De plus, environ 800 publications de chercheurs ayant bénéficié de l'accès à ces grandes infrastructures voient le jour annuellement.

Le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag a ouvert deux nouvelles unités en 2018: UMAR (*Urban Mining And Recycling unit*), dédié à l'économie circulaire dans le domaine de la construction, et SolAce, une unité de recherche de l'EPFL axée sur l'étude de la gestion énergétique d'une entité mixte habitation/travail. En outre, pour la construction de l'unité DFAB HOUSE, consacrée à la digitalisation dans le domaine de la construction, des modules de bois ont été conçus et préfabriqués par des robots développés à l'ETH Zurich. Quant à l'unité *Solar Fitness and Wellness*, elle a été couronnée de succès avec le *Norman Foster Solar Award*, l'*Award für Marketing & Architektur* ainsi qu'un Watt d'Or de l'Office fédéral de l'énergie. De même, l'unité *Vision Wood* s'est distinguée en recevant le prix Cadre d'or 2018. Si ces différentes unités sont intégrées comme autant de modules dans la structure de NEST, la recherche se fait également au niveau de l'ossature même de cette infrastructure, en particulier au *ehub* – la plateforme énergétique de l'Empa – et au *Water Hub* de l'Eawag – le site expérimental où les chercheurs développent et expérimentent des technologies de traitement des flux séparés des eaux usées. Les chercheurs du *Water Hub* ont réussi à développer l'engrais «Aurin» en récupérant les nutriments de l'urine. Cet engrais a franchi en 2018 un nouveau palier en recevant l'autorisation pour usage sur plantes comestibles de l'Office fédéral de l'agriculture (cf. p.33). Une autre infrastructure de recherche importante de

l'Empa est la plateforme de démonstration *move*, axée sur la mobilité durable. Au cours de la seconde phase de cette infrastructure, qui a débuté en 2018, l'accent sera mis sur la transformation de l'hydrogène et du dioxyde de carbone de l'atmosphère en méthane de synthèse destiné à l'exploitation de véhicules à gaz, une technologie appelée *power-to-gas*.

Au travers du *Swiss Plasma Centre* (SPC) de l'EPFL, la Suisse se maintient à la pointe de la recherche dans le domaine de la fusion nucléaire. Au cours de l'année 2018, les efforts du SPC se sont poursuivis autour de la mise à jour du TCV (Tokamak à configuration variable) et de l'étude d'applications sociétales des plasmas, par exemple dans les domaines de la purification de l'eau, de la stérilisation ou de la médecine. La poursuite de la participation suisse à ITER/Euratom est cruciale pour la continuation de ces activités. Le CMI (Centre de Micro et nanotechnologies) est une autre infrastructure de recherche de l'EPFL qui, par le biais des investissements réguliers consentis dans les équipements des salles blanches et la rigueur dans le suivi des évolutions technologiques et des coûts, est à même de répondre aux besoins croissants des chercheurs. En 2018, le nombre d'utilisateurs du centre, qu'ils proviennent de l'industrie ou qu'ils soient collaborateurs de l'EPFL ou d'autres institutions, a continué d'augmenter pour atteindre 510.

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

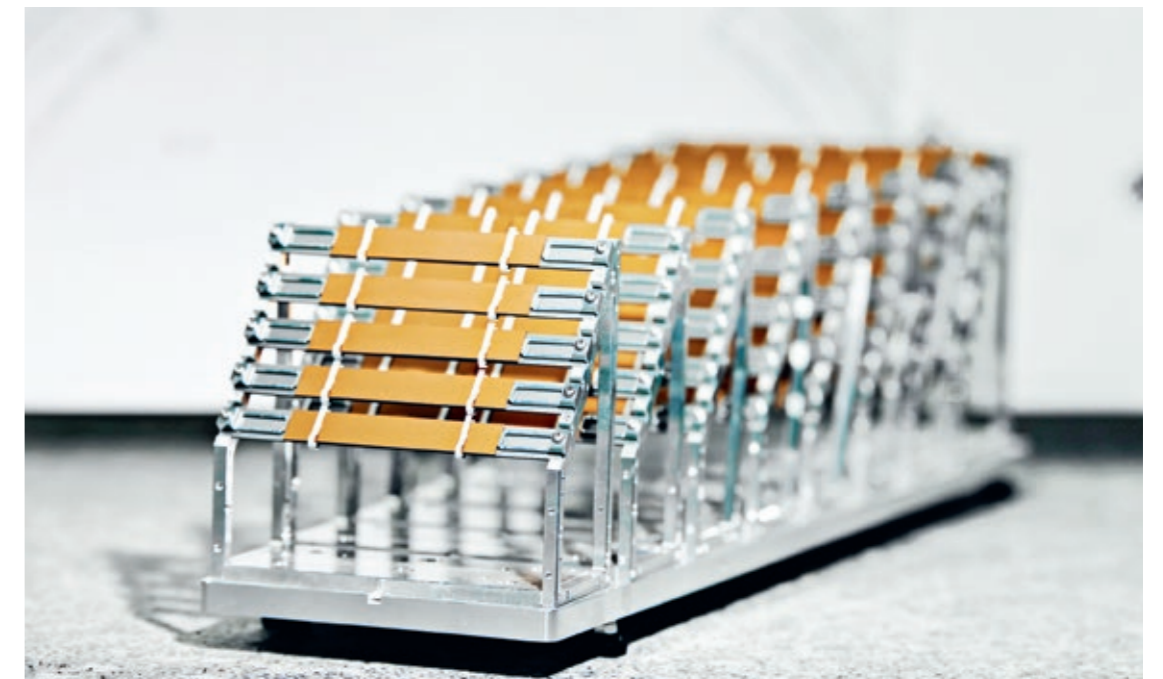
La Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche est un instrument de planification de la Confédération. Elle sert de base pour les investissements à venir dans le domaine des infrastructures de recherche d'importance nationale et des infrastructures internationales avec participation suisse. Parmi

les infrastructures inscrites sur la Feuille de route, les projets stratégiques suivants ont franchi des étapes importantes dans leur réalisation en 2018.

Le *Sustained scientific user lab for simulation based science* au CSCS (Centre suisse de calcul scientifique) de l'ETH Zurich est une infrastructure essentielle pour les chercheurs suisses qui leur donne accès à des systèmes informatiques de pointe pour le calcul à haute performance. Ce *user lab* est pleinement exploité avec des demandes de temps de calcul qui sont deux à trois fois supérieures aux ressources disponibles. Le nombre de projets en cours et celui des utilisateurs sont en constante augmentation: 132 projets regroupant 1584 utilisateurs en 2018, contre 116 projets et 1213 utilisateurs en 2017, et 109 projets et 1190 utilisateurs en 2016. Il convient en outre de noter qu'en plus de fournir des ressources de calcul aux chercheurs suisses, le CSCS est également membre de l'initiative PRACE (*Partnership for Advanced Computing in Europe*) qui a pour but d'offrir aux chercheurs européens des ressources de calcul et de gestion des données de classe mondiale. En contrepartie de la mise à disposition par le CSCS du superordinateur Piz Daint, les chercheurs suisses ont également accès aux installations des autres pays hôtes de PRACE.

Le *Blue Brain Project* (BBP) de l'EPFL a pour but de reconstruire et de simuler le cerveau de rongeurs, et ultimement de l'être humain. Le projet, qui est une constituante essentielle du *FET Flagship Human Brain Project* (HBP, cf. p. 54), fait œuvre de pionnier dans l'application de la simulation numérique et des concepts de *Big Data* et d'*Open Science* aux neurosciences. Ainsi, l'outil NEXUS, développé par l'équipe du projet et introduit début 2018, permet le partage de données avec la communauté neuroscientifique. De plus, le BBP

Des travaux sont en cours sur l'optique à neutrons et divers autres instruments de SINQ. La source disposera ensuite de la meilleure optique au monde (cf. p. 23 s). Ici, l'unité d'analyse du spectromètre CAMEA pour les mesures simultanées d'énergie (PSI/EPFL).



a renouvelé son infrastructure clé en installant au CSCS un nouveau superordinateur de dernière génération. Il convient également de noter que l'EPFL a soumis le projet, en automne 2018, à une évaluation scientifique par des experts internationaux.

La construction du faisceau de rayons X mous ATHOS au SwissFEL du PSI s'est poursuivie selon le calendrier prévu. La première lumière d'ATHOS est attendue d'ici la fin 2019, les premières expériences pilotes en 2021. La mise en service d'ATHOS rendra possibles de nouveaux champs d'application et attirera ainsi un cercle plus large de scientifiques. La construction progressive de ce second faisceau s'est faite parallèlement aux premières expériences pilotes conduites avec le faisceau ARAMIS.

Au *Large Hadron Collider* du CERN, la mise à niveau du détecteur CMS (*Compact Muon Solenoid*) se poursuit, dans le but d'assurer un environnement optimal pour la recherche de phénomènes physiques fondamentaux. Plusieurs sous-projets placés sous la direction de l'ETH Zurich et du PSI ont été évalués scientifiquement et approuvés par le CERN en 2018. La phase suivante de ces projets, qui inclut les derniers travaux de recherche et développement ainsi que la production et les tests de prototypes, peut ainsi démarrer.

Une mise à jour de la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche sera publiée en 2019, sous la direction du SEFRI et dans la perspective du message FRI pour les années 2021 à 2024. A la suite d'un processus en plusieurs étapes comprenant une évaluation scientifique effectuée par le FNS et une évaluation de la faisabilité et du financement effectuée par le Conseil des EPF, trois infrastructures de recherche du Domaine des EPF seront inscrites sur la Feuille de route 2019: HPCN-24, SLS 2.0 et *Catalysis Hub*. La première représente la phase suivante de la stratégie pour le calcul à haute performance et sa mise en réseau (stratégie HPCN), qui a pour but de construire, au CSCS de l'ETH Zurich, la prochaine génération de systèmes de calcul à haute performance. SLS 2.0 est une mise à niveau majeure de la *Swiss Light Source* (SLS) du PSI qui en fera une source de lumière de quatrième génération. Il en résultera une augmentation significative de l'intensité des rayons X, ce qui ouvrira la porte à de nouvelles possibilités en termes d'expériences réalisables au SLS. Enfin, le *Catalysis Hub* sera une nouvelle infrastructure de recherche située à l'ETH Zurich et à l'EPFL et destinée à la recherche de nouvelles technologies catalytiques pour les processus de conversion chimique ainsi qu'à la recherche sur l'énergie. Ces trois infrastructures de recherche, ainsi que le BBP, figureront dans le Plan stratégique 2021-2024 du Conseil des EPF pour le Domaine des EPF.

Participation à des infrastructures de recherche internationale

Les institutions du Domaine des EPF contribuent également au niveau européen et international à de grandes infrastructures de recherche et à des projets de grande envergure. L'initiative EuroHPC (*European High-Performance Computing*) a été lancée en 2017 par l'Union européenne afin de développer un superordinateur de classe exascale basé sur des technologies européennes. Grâce à l'expérience du CSCS de l'ETH Zurich dans ce domaine, la Suisse est en bonne position pour prendre part aux travaux de préparation du projet et en formuler les buts et les spécifications.

Le *FET Flagship* de l'Union européenne HBP a pour but de construire une infrastructure de recherche de pointe destinée à faire avancer nos connaissances dans les domaines des neurosciences, de l'informatique et de la médecine du cerveau. Les travaux en cours sur la consolidation durable de cette infrastructure devraient mener à la création d'une entité légale externe en 2019.

Sous la direction du PSI, la collaboration CHART (*Swiss Center for Accelerator Research and Technology*) a pour but de soutenir le projet de futur collisionneur circulaire (FCC) du CERN, et de renforcer sur le long terme la compétitivité de la recherche et de l'industrie suisses dans le domaine des accélérateurs et de leurs applications. Elle regroupe entre autres des chercheurs de trois institutions du Domaine des EPF: le PSI, l'ETH Zurich et l'EPFL. La première phase de ce projet est arrivée à son terme en 2018. La seconde débutera en 2019 et bénéficiera d'un budget financé par le CERN, le Conseil des EPF, le SEFRI et les institutions partenaires de CHART.

Le réseau européen ICOS (*Integrated Carbon Observation System*) – dont font partie plusieurs institutions suisses, parmi lesquelles l'ETH Zurich (*leading house* pour la contribution nationale), le WSL et l'Empa – vise à fournir des données destinées à mieux comprendre le cycle global du carbone et l'influence des activités humaines sur ce cycle. Pour ce faire, ICOS repose sur un réseau de stations de mesures qui doivent remplir des critères de qualité sévères. En 2018, la station de recherche du Jungfraujoch, utilisée par les chercheurs de l'Empa pour collecter ces données, a été officiellement certifiée par ICOS et a rejoint ce réseau.

Pour terminer ce survol non exhaustif des infrastructures de recherche internationales auxquelles le Domaine des EPF prend part, il est à noter que le PSI participe au développement de plusieurs instruments pour l'ESS, la source européenne de spallation actuellement en construction en Suède, qui constituera la source de neutrons la plus puissante du monde. Cette participation, ainsi que l'invitation à collaborer que le PSI reçoit d'autres installations internationales, sont la conséquence du savoir-faire développé au niveau des infrastructures nationales.

Objectif stratégique

TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

Les chiffres clés sur les spin-offs, les brevets ou les contrats de collaboration provenant des institutions du Domaine des EPF démontrent un transfert réussi des fruits de leurs travaux scientifiques à l'industrie et au secteur public. Grâce à une offre toujours croissante de formations continues, les institutions contribuent au développement ciblé des compétences au sein de l'économie et de la société.

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

Par la transposition de ses avancées scientifiques en innovations commercialisables, le Domaine des EPF contribue fortement à la compétitivité de la Suisse. Durant l'exercice sous revue, ce transfert de savoir et de technologie s'est traduit par 358 déclarations de découvertes, 36 déclarations de logiciels, 230 brevets et 341 licences (cf. fig. 14, p. 89). D'autre part, 55 spin-offs au total ont été fondées en 2018 par du personnel et des diplômés du Domaine des EPF. Ces créations sont très orientées en direction de la numérisation. Plusieurs de ces nouvelles entreprises ont ainsi trait à l'intelligence artificielle, au *Machine Learning*, à la robotique et à la réalité augmentée. A l'EPFL, la spin-off MindMaze, qui fournit des solutions dans le domaine de la santé, basées sur la réalité augmentée, a racheté deux autres spin-offs de l'EPFL dans le secteur Medtech. Cela permet ainsi de renforcer son positionnement. La plupart des spin-offs issues du Domaine des EPF réussissent brillamment. Quatre spin-offs de l'EPFL et deux de l'ETH Zurich figurent ainsi au top 10 du tout dernier classement des *Top 100 Swiss Startups*. «Opto-

tune» est un exemple de spin-off de l'ETH Zurich qui a réussi à s'établir en s'appuyant uniquement sur des partenariats et sans recours à des investisseurs. Elle a fêté ses dix ans en 2018 et a pu embaucher son 150^e collaborateur.

Pour encourager la création de spin-offs et entretenir la proximité avec l'industrie, les deux EPF organisent régulièrement des manifestations de grande envergure avec des PME locales. En 2018, l'EPFL a organisé la première édition de *FORWARD*, un forum d'innovation destiné à faire connaître les offres de l'EPFL dans le domaine du numérique auprès de PME. Cette manifestation a rencontré un grand succès avec près d'un millier de participants. Du côté de l'ETH Zurich, l'*Industry Day* a attiré plus de 600 participants. Cet événement est toujours très apprécié par les exposants et les intervenants.

Les institutions collaborent directement et avec succès avec des acteurs de l'économie privée et du secteur public. Au total, durant l'exercice sous revue, elles ont établi 594 contrats de collaboration dépassant chacun les 50 000 CHF avec l'économie privée et 261 avec le secteur public (cf. fig. 15, p. 90). Lancé en 2009 et à présent terminé, le programme de recherche «Forêt et changement climatique», qui associait le WSL et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), constitue un exemple réussi de collaboration avec le secteur public. Le rapport «Bases stationnelles pour la gestion forestière face au changement climatique», résultant de ce travail, peut désormais servir de base aux cantons lors de leur prises de décision concernant les questions liées à la sylviculture. La plateforme de démonstration et de transfert de technologie *move* de l'Empa pour une mobilité durable, ainsi que son bâtiment de recherche et d'innovation NEST, qui compte désormais plus de 120 partenaires, sont, quant à eux, des exemples d'infrastructures qui permettent une colla-

boration étroite avec l'industrie. Actuellement en cours de mise en place, le réseau national de centres régionaux de transfert technologique dédiés aux systèmes de fabrication de pointe (*Advanced Manufacturing*) aura pour vocation d'optimiser les opportunités de coopération rapprochée entre sciences et industrie. Les différents centres, associés par un partenariat public-privé (PPP), développeront et exploiteront des infrastructures nécessaires au développement à grande échelle et au transfert de nouvelles technologies de production dans des applications industrielles. Fin novembre le PSI et l'Empa ont participé à l'organisation du *Technology Briefing Advanced Manufacturing* sur le site du PSI, qui était destiné à leurs entreprises partenaires. L'événement a attiré plus de 100 participants.

Les réseaux d'innovation et les coopérations que les institutions entretiennent avec des entreprises internationales participent significativement au renforcement de la compétitivité de la Suisse. Le bureau de transfert technologique de l'ETH Zurich est membre du Comité du programme ASTP-Proton, qui est la plus grande société de transfert technologique à l'échelle européenne. C'est d'ailleurs dans ce cadre que l'ETH Zurich a reçu, l'automne dernier, une délégation de membres venus de plusieurs pays européens, afin de discuter des meilleures pratiques en matière de transfert de savoir et de technologie. Pour l'ETH Zurich, l'année 2018 a aussi été marquée par les 10 ans de *Disney Research Zurich*. Sur son site de recherche et de développement suisse, le groupe américain de divertissements emploie une cinquantaine de spécialistes, dont 20 doctorants de l'ETH Zurich, qui travaillent sur des innovations utiles à différents secteurs de Disney. Le procédé d'imagerie neutronique a permis au PSI, dans le cadre d'une collaboration avec ABB, de poser les bases pour une optimisation conséquente des processus liés à la fabrication de composants céramiques. A l'EPFL, l'unité «Grandes Entreprises» de la vice-présidence pour l'innovation a été renforcée afin, notamment, d'explorer la possibilité de nouveaux partenariats industriels de façon plus proactive.

Le transfert international de savoir et de technologie revêt aussi une autre forme: des scientifiques du Domaine des EPF peuvent être sollicités pour mettre à disposition leurs connaissances et leurs compétences à l'étranger, souvent en association avec d'autres institutions scientifiques. Aidés par l'Eawag, des chercheurs espagnols ont modélisé les flux d'eau souterrains qui traversent la lagune «Mar Menor», saturée de fertilisants, afin de développer de meilleurs scénarios de gestion. Dans un autre domaine, le WSL participe au nouveau projet de l'UE appelé PROSNOW. Les 13 partenaires européens de ce projet, ainsi que huit stations d'hiver, tentent de mettre au point une plateforme en ligne visant à optimiser économiquement et écologiquement la gestion de l'enneigement des stations d'hiver.

Formation continue

Les formations continues que proposent les institutions contribuent également au transfert des connaissances et des compétences au sein de la société et de l'économie. Certaines, très spécifiques, s'adressent à des groupes professionnels restreints, comme celles sur l'entretien des biens publics. Exemples typiques, les cours pratiques de l'Eawag baptisés PEAK ont fêté leur 25^e anniversaire cette année. L'événement organisé à cette occasion a réuni de nombreux invités qui avaient participé à de précédentes cours PEAK. Outre la formation, ces cours favorisent donc le réseautage entre scientifiques et personnel de l'administration, bureaux d'études et bureaux de l'environnement. L'offre institutionnalisée de formation continue du PSI est dispensée par l'académie interne du PSI, mais aussi par l'école de radioprotection et l'école d'opérateurs de réacteurs. En 2018, l'école de radioprotection a accueilli environ 3330 personnes et celle d'opérateurs de réacteurs 170 au total. Les offres de formation continue du WSL portent notamment sur la thématique de la neige. La base de formation du WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF consacrée à la préparation et à l'entretien des pistes a été revue, pour offrir aux professionnels de la préparation des pistes des informations uniques et approfondies. En 2018, l'*Empa Akademie* a proposé quelque 25 sessions de formation continue et technique, destinées à l'industrie, qui ont attiré un peu moins de 1600 participants. L'Empa a également mis en place un nouveau point de contact en ligne pour les entreprises suisses innovantes qui travaillent à l'échelle nanoscopique.

En 2017 et 2018, les deux EPF se sont efforcées de condenser leurs offres de formation continue et de les rendre plus accessibles. L'ETH Zurich a ainsi lancé la «School for Continuing Education» qui, en plus de reprendre les programmes déjà en place, propose de nouvelles offres dans les domaines cybersécurité et Data Science ainsi que des formations continues personnalisées très intéressantes pour l'économie suisse (cf. aussi p.18). Neuf CAS, deux DAS et un MAS sont venus s'ajouter en 2018. En collaboration avec l'Université de Lausanne, l'EPFL dispose d'un programme varié de formations continues. L'année dernière, elle a également mis en place l'*Extension School* qui propose des formations continues dans le domaine des technologies numériques. Actuellement, l'*Extension School* dispense trois cours et deux programmes plus complets, sanctionnés par un *Certificate of Open Studies* (COS). Les tout premiers COS ont d'ailleurs été délivrés en novembre passé. Un COS n'exige aucun diplôme universitaire préalable et apporte des connaissances spécifiques dans un domaine technique très demandé par l'industrie. Depuis 2018, le *Center for Digital Education* de l'EPFL dirige le développement du *Swiss MOOC Service*. Cette plateforme nationale met à disposition des cours en ligne, comme ceux produits en grand nombre à l'EPFL depuis 2012.



CTSystems, spin-off de l'Empa, et Dätwyler se sont associés pour commercialiser et industrialiser une nouvelle technologie de transformation polymérique électromécanique par empilement (cf. p. 29 s).

Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Les institutions disposent de plusieurs instruments pour encourager l'esprit d'entreprise de leurs étudiants et chercheurs. Les bourses et les *fellowships* sont un élément central qui soutient les jeunes scientifiques dans le développement de produits ou services innovants, basés sur leurs travaux. Depuis 2010, l'ETH Zurich attribue des *Pioneer Fellowships* qui permettent aux candidats retenus d'utiliser les locaux et l'offre de soutien du *Innovation & Entrepreneurship Lab*. En 2018, l'ETH Zurich a attribué sept de ces *Pioneer Fellowships*. L'EPFL a remis dix bourses dans le cadre du programme *Innogrants*, à la structure similaire, qui est à présent complété par les *Xgrants*, destinés aux étudiants en bachelor et en master. 20 projets ont déjà pu être soutenus avec les *Xgrants* depuis leur introduction fin 2017.

Pour la deuxième fois, le PSI a attribué trois de ses *Founder Fellowships*. Un programme de promotion de 18 mois aide les *fellows* à approfondir leur idée professionnelle et à entrer en contact avec des clients potentiels. La phase pilote de mise en place d'un *PSI Career Center* a démarré. Celui-ci vise à offrir un soutien professionnel structuré aux scientifiques et aux spécialistes et à faciliter les transferts souhaités dans le secteur privé.

Sous la conduite du PSI et en association avec l'Université de Zurich, les institutions du Domaine des EPF ont également lancé le projet *Connecting Women's Careers in Academia and Industry* en 2018. Soutenu dans le cadre des contributions liées à des projets de swiss-universities, celui-ci permet aux chercheuses provenant des branches MINT de se constituer un réseau au sein du monde académique et de l'économie privée.

Forte participation au Switzerland Innovation

Les institutions du Domaine des EPF participent de près au projet intergénérationnel du parc d'innovation suisse *Switzerland Innovation*. Plusieurs membres du Domaine des EPF siègent au conseil de fondation de ce projet majeur. En Suisse romande, l'EPFL joue un rôle de coordination pour *Switzerland Innovation*. En 2018, elle a ainsi organisé un événement qui a réuni plus de 300 personnes d'entreprises étrangères qui s'intéressent aux activités de recherche et de développement menées dans les différents domaines de compétences du *Park Network West EPFL*. Au mois de novembre, l'entreprise américaine *Magic Leap* s'est installée sur le site de l'EPFL Innovation Park à Lausanne, qui est d'ailleurs déjà occupé à 99%. Cette entreprise technologique à forte croissance a prévu d'étendre ses activités de recherche et de développement dans le domaine de l'optique et de la *Mixed Reality*, en profitant du climat innovant de l'EPFL. L'ETH Zurich a implanté son pôle *Robotics & Mobility* au sein du Park Zurich de Dübendorf. Chaires et *spin-offs* de l'ETH Zurich utilisent l'infrastructure pour leurs projets de recherche. L'Empa prévoit de s'engager sur le site de Park Zurich dans le domaine des technologies de production modernes et de promouvoir avec ses partenaires, au sein du parc d'innovation de Bienne, la fabrication de pointe et les technologies de fabrication additives. Le PARK INNOVAARE, établi non loin du PSI, accueille désormais quatorze entreprises. On y planifie entre autres le futur *Business Incubation Centre of CERN Technologies*, destiné à encourager les créations d'entreprises en lien avec les technologies d'accélérateur. Finalement, dix start-ups liées aux technologies spatiales ont été soutenues en 2018 dans le cadre de l'*ESA Business Incubation Center Switzerland*, géré par l'ETH Zurich. La plupart de ces start-ups proviennent d'ailleurs de l'ETH Zurich ou de l'EPFL.

Objectif stratégique

COOPÉRATION ET COORDINATION NATIONALES

Durant l'exercice sous revue, la coopération s'est poursuivie aussi bien entre institutions du Domaine des EPF qu'avec des institutions nationales de formation et de recherche. Un accent particulier a été mis sur les alliances stratégiques conclues avec des instituts de recherche soutenus par la Confédération. La coopération avec les universités et hôpitaux a également été renforcée dans le cadre des activités d'ordre médical.

Coopération au sein et à l'extérieur du Domaine des EPF

La coopération au sein du Domaine des EPF et avec d'autres institutions de formation et de recherche en Suisse exploite des synergies et apporte donc une valeur ajoutée à tous les participants. Elle revêt de multiples formes et repose sur l'initiative personnelle des acteurs concernés, qui connaissent au mieux les conditions-cadres respectives. Dans le domaine de l'enseignement, les deux EPF s'associent, entre autres, pour créer ensemble des filières et des écoles d'été. En 2018, sept écoles d'été conjointes de l'ETH Zurich et de l'EPFL ont eu lieu. Au mois d'octobre, les directions des deux EPF ont validé le lancement d'un *Joint Master Programme* en cybersécurité qui commencera en 2019. La participation des établissements de recherche du Domaine des EPF à l'enseignement et le financement commun de chaires professorales (cf. aussi Objectif 1, p. 46 ss) favorisent les échanges entre les deux EPF et les établissements de recherche. Dans le domaine de la recherche, les six institutions entretiennent

des liens étroits par l'intermédiaire des grands axes stratégiques ou d'infrastructures de recherche utilisées et gérées conjointement. Dans le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag, l'ETH Zurich et l'Empa gèrent actuellement toutes deux unités, l'EPFL et l'Eawag une chacune. Plus de la moitié de tous les scientifiques provenant d'institutions suisses qui ont mené leurs expériences au sein des grandes infrastructures de recherche du PSI sont issus du Domaine des EPF. De plus, les scientifiques des différentes institutions du Domaine s'associent souvent pour répondre à des appels d'offres, par exemple à ceux lancés dans le cadre des nouveaux pôles nationaux de recherche du Fonds National Suisse (FNS) (cf. aussi Objectif 2, p. 49 ss).

Bon nombre de projets amènent les scientifiques des institutions du Domaine des EPF à coopérer de manière étroite avec des experts d'autres institutions de formation ou de recherche en Suisse. Par exemple, c'est dans le cadre d'une telle coopération que des ichtyobiologistes de l'Eawag et de l'Université de Berne ont découvert une nouvelle espèce de poissons, qui diffère nettement morphologiquement, écologiquement et génétiquement des espèces connues jusqu'alors. Initié par le WSL et inauguré fin 2017, le SwissForestLab met en contact différentes institutions, comme les Universités de Zurich, de Berne, de Bâle et l'ETH Zurich, dans le domaine de la recherche forestière. Un tout nouveau programme de doctorat à vocation interdisciplinaire, lancé par l'ETH Zurich en coopération avec l'Université de Zurich et la Haute École d'Art de Zurich, encourage les projets de doctorat à la frontière entre l'art et les sciences. Ce programme, soutenu par swissuniversities, donne entre autres la possibilité à des étudiants diplômés d'une haute école spécialisée de préparer une thèse dans une haute école universitaire. Fondé à l'initiative de l'EPFL, le Swiss Polar Institute suit lui aussi une ap-

Le WSL a intensifié sa surveillance. Il mesure les dommages provoqués par l'été sec de 2018 sur 1000 arbres pour comprendre comment les arbres concernés vont «digérer» l'événement. L'industrie du bois pourrait en profiter (cf. p. 26 s).



proche interdisciplinaire. Le tour du Groenland prévu pour 2019 va réunir des chercheurs et des étudiants venus de plusieurs pays et de différentes disciplines, qui travaillent sur l'écosystème très fragile et menacé des environs du pôle Nord.

Alliances stratégiques

Les alliances de recherche stratégiques sont, en définitive, une forme particulière de coopération. Dans ce contexte, les institutions du Domaine des EPF travaillent avec des établissements de recherche spécifiques et spécialisés, d'importance nationale, qui bénéficient de l'appui de la Confédération. Actuellement, six professeurs de l'ETH Zurich fournissent leur expertise au centre de compétences pour le transfert de technologie avec l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux inspire AG. L'offre de ce centre de compétences s'adresse notamment aux PME qui disposent rarement de leur propre service de recherche. En ce moment, plus de 70 scientifiques répartis en dix groupes de recherche travaillent pour inspire AG. En 2018, le Centre Suisse d'Electrotechnique et de Microtechnique (CSEM) de Neuchâtel a fêté les 50 ans de la toute première montre à quartz au monde, signée par l'établissement qui allait devenir le CSEM. Des représentants de l'EPFL ont participé aux festivités: la proximité géographique entre le site de l'EPFL de Neuchâtel et le CSEM crée des liens, qui prennent ici la forme de projets de recherche et d'une chaire professorale commune. Durant l'exercice sous revue, l'EPFL a également intensifié sa coopération dans le domaine de la recherche et de l'enseignement avec l'Institut Tropical et de Santé Publique Suisse (Swiss TPH) de Bâle. Des enseignants des deux institutions ont animé des séminaires à Bâle et à Lausanne et, au mois de février, le Swiss TPH a lancé un projet interdisciplinaire sur quatre ans portant sur la tuberculose, auquel est associée l'EPFL. La coopération entre l'EPFL et l'Institut de Recherche Idiap est particulière-

ment poussée. 40 doctorants de l'Idiap participent au programme de doctorat *Electrical Engineering* de l'EPFL. Plusieurs projets associent le groupe de recherche *Social Computing* de l'Idiap, le «Centre en Humanités Digitales» de l'EPFL et parfois aussi d'autres acteurs, comme Nestlé Research.

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

Avec ses grandes infrastructures de recherche d'importance nationale (cf. aussi Objectif 3, p. 52 ss), le Domaine des EPF contribue significativement à l'organisation de l'espace suisse des hautes écoles. Par ailleurs, les deux EPF participent aux travaux que mène swissuniversities en vue d'harmoniser et de coordonner le paysage suisse des hautes écoles. Les institutions du Domaine des EPF participent également aux projets de coopération soutenus par les contributions liées à des projets de la Confédération. Ceux-ci revêtent une grande importance dans le cadre de la politique suisse sur les hautes écoles. En été, par exemple, la Swiss Library Service Platform SA est entrée en service. Ce projet a été initié et réalisé avec le soutien massif de la bibliothèque de l'ETH. La plateforme va réunir sous une même enseigne tous les réseaux de bibliothèques des hautes écoles de Suisse.

Activités dans le domaine de la médecine et des technologies médicales

Les institutions du Domaine des EPF jouent également un rôle important dans le cadre du développement du système de santé suisse. Le grand axe stratégique «Santé personnalisée et technologies associées» (PHRT) du Domaine des EPF pour la période 2017–2020 vise à renforcer la coopération entre les hôpitaux, les universités et les institutions du Domaine des EPF dans le secteur de la santé personnalisée, qui brasse énormément de données. Les 27 projets du premier appel à propositions du PHRT ont commencé au début de l'an-

née 2018. Deux plateformes technologiques ont également été lancées pour la génomique et la protéomique. En mars 2018 s'est tenu le premier *Joint Personalized Health Day Switzerland*, co-organisé par le PHRT, le *Swiss Data Science Center* et le *Swiss Personalized Health Network* (SPHN). Plus de 200 personnes venues des milieux politiques, économiques et scientifiques ont échangé sur les opportunités et les défis associés à la médecine personnalisée. Dans le cadre du deuxième appel à propositions de projets PHRT, 24 autres projets ont été approuvés à l'automne 2018.

En plus de leur implication dans le grand axe stratégique PHRT, les institutions du Domaine des EPF intensifient leur coopération avec des facultés médicales, des hôpitaux universitaires et cantonaux ainsi que des cliniques et des entreprises spécialisées dans le domaine de la médecine et des technologies médicales. L'Empa travaille sur trois projets avec l'hôpital cantonal de Saint-Gall. Il participe aussi aux projets de grande envergure *SKINTEGRITY* et *Zurich Heart*, placé sous l'égide de *Hochschulmedizin Zurich* (coopération institutionnelle entre l'ETH Zurich, l'Université de Zurich et les hôpitaux universitaires de Zurich). Durant l'exercice sous revue, des scientifiques de l'Empa ont fait d'importants progrès dans la culture de tissu cardiaque fonctionnel. Au PSI, la station de traitement par protonthérapie «Gantry 3» a été récemment inaugurée et permet ainsi d'augmenter la capacité et de traiter davantage de patients. Ce projet a été mené avec l'Université de Zurich et l'hôpital universitaire de Zurich ainsi qu'avec partenaire industriel sur quatre ans (cf. aussi Objectif 7, p. 64 ss). A Lausanne, le nouveau bâtiment d'AGORA a accueilli ses premiers chercheurs en octobre 2018. Ce cluster translationnel de recherche sur le cancer, auquel participe l'EPFL, évolue à l'interface entre recherche et pratique clinique. Il offre des possibilités uniques de coopération à l'ensemble de la communauté scientifique de Suisse romande. La coopération avec la Clinique Romande de Réadaptation SuvaCare s'est également intensifiée sur le site EPFL de Sion. Des scientifiques de l'EPFL travaillent avec des spécialistes de la clinique dans les laboratoires valai-

sans de l'EPFL. L'ETH Zurich s'est également engagée dans deux grandes coopérations dans le domaine médical en 2018. Elle a cofondé, d'une part, le *Botnar Research Center for Child Health*, implanté à Bâle (cf. p. 18), et, d'autre part, le *Center for Precision Medicine Research* (CPMR), en association avec l'Université de Zurich et les hôpitaux universitaires de Zurich. Le CPMR offrira des plateformes de recherche ultramodernes dans le domaine de la médecine de précision et améliorera l'accès aux données des patients ainsi qu'aux prélèvements médicaux.

La formation de la relève médicale est un aspect important de l'engagement des institutions dans ce secteur. Depuis le semestre d'automne 2017, l'ETH Zurich propose une filière de bachelor en médecine humaine, qui peut accueillir 100 nouveaux étudiants par an. Cette filière permet d'aborder très tôt les aspects cliniques et les relations avec la pratique médicale. Une nouvelle volée d'étudiants a entamé ce cycle de bachelor en médecine à l'automne 2018. Durant l'exercice sous revue, l'ETH Zurich a également créé quatre nouvelles chaires professorales dans le domaine de la médecine et des technologies médicales. A l'EPFL, la «passerelle» entre le *Bachelor in Life Sciences Engineering* de l'EPFL et le master dans les facultés médicales des Universités de Lausanne et de Genève a encore été renforcée.

Objectif stratégique

POSITIONNEMENT ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

Le Domaine des EPF est parvenu en 2018 à étendre sa coopération avec les meilleures institutions du monde et à renforcer son rayonnement international. Les moyens pour y parvenir ont été très variés, allant des programmes de mobilité pour chercheurs du monde entier aux alliances de hautes écoles, en passant par des initiatives *bottom-up* de coopération internationale.

Attractivité du Domaine des EPF

Les programmes de mobilité internationaux sont un ingrédient clé de l'attractivité du Domaine auprès des meilleurs chercheurs étrangers, dont le recrutement contribue de manière substantielle à la qualité des institutions. En particulier, le programme européen Marie Skłodowska Curie COFUND permet à plusieurs institutions de financer de brillants jeunes chercheurs du monde entier. C'est lui par exemple qui cofinance le programme *ETH Fellows*, qui a permis à l'ETH Zurich en 2018 de soutenir 33 nouveaux chercheurs postdoctorants. Grâce au même programme européen, l'EPFL a pu engager 23 doctorants. Le programme *EMPAPOSTDOCS-II* de l'Empa est aussi un programme *COFUND*. Vingt projets de postdoctorants ont été approuvés lors de la première mise au concours, et l'évaluation des projets soumis lors de la seconde s'est terminée fin 2018 avec l'octroi de 23 projets supplémentaires.

Le PSI enfin va engager 30 postdoctorants pendant deux ans par le biais de la deuxième mise au concours du programme *PSI-Fellow-II-3i* publiée en automne 2018. Il existe de nombreux autres programmes au sein

des institutions du Domaine. Le programme *Society in Science – The Branco Weiss Fellowships*, par exemple, a permis en 2018 à l'ETH Zurich de soutenir six postdoctorants qui s'engagent à travers le monde pour le dialogue entre leur discipline et la société. Et enfin, quatre chercheurs confirmés provenant d'institutions diverses ont travaillé au WSL en 2018 en tant que *visiting fellows* sur des projets réalisés en collaboration avec des chercheurs de cette institution.

De nombreuses actions sont entreprises au sein des deux EPF afin d'attirer les meilleurs étudiants étrangers. Ainsi, comme les années précédentes, l'EPFL et l'ETH Zurich ont attribué des bourses d'excellence au niveau master à des étudiants internes ainsi qu'à des étudiants provenant de l'étranger. Les deux EPF organisent aussi des stages de recherche pour des étudiants triés sur le volet aux niveaux bachelor et master. De plus, l'école doctorale de l'EPFL invite des étudiants et doctorants étrangers à participer aux écoles d'été. L'EPFL développe également des doubles diplômes avec de nombreuses institutions étrangères de très haut niveau. C'est le cas entre autres de plusieurs grandes écoles françaises, de Polytechnique Montréal, de la *Technische Universität München* ou encore du *Politecnico di Milano*. Pour certains de ces doubles diplômes, des négociations pour la poursuite de cette offre sont actuellement en cours. L'attractivité des EPF comme lieux de formation peut également se mesurer à l'augmentation des demandes d'admission en master déposées par des étudiants étrangers. En 2018, ces demandes ont augmenté d'environ 22% et ont dépassé les 7100 candidatures. Presque 2000 d'entre elles ont été acceptées, et au final 1080 étudiants ont effectivement débuté un master au sein d'une des deux EPF.

Coopération internationale

Les institutions du Domaine des EPF sont constamment à la recherche de partenariats avec la communauté scientifique internationale, un élément essentiel pour l'excellence scientifique. Les moyens pour établir de tels partenariats revêtent des formes très diverses et vont des innombrables projets de recherche individuels avec partenaires étrangers aux sites externes des deux EPF à l'étranger, en passant par les nombreuses alliances stratégiques et réseaux de hautes écoles dont les deux EPF sont membres.

L'ETH Zurich fait partie de plusieurs de ces alliances. Citons par exemple l'*International Alliance of Research Universities* (IARU), ou encore l'IDEA League, aux étudiants de laquelle l'ETH Zurich a offert en 2018 une école d'été sur le thème *Assessing and reducing society's environmental footprint*. De plus, les deux EPF comptent parmi les membres de CESAER (l'association européenne des universités des sciences et de la technologie), de l'*International Sustainable Campus Network* (ISCN) et du *Global University Leaders Forum* (GULF), une plateforme de présidents d'universités d'excellence, initiée par le Forum économique mondial (WEF). A l'occasion de la réunion de janvier 2018 du WEF à Davos, les institutions du Domaine des EPF ont d'ailleurs été représentées à deux endroits: au pavillon de l'ETH Zurich *RETHINKING Intelligence* ainsi qu'au SLF, l'Institut fédéral pour l'étude de la neige et des avalanches du WSL. Cette rencontre a été pour elles l'occasion de soigner leurs réseaux nationaux et internationaux et d'échanger avec le monde de la politique, les autorités et les représentants de l'économie. L'EPFL quant à elle a également été active en 2018 dans les réseaux *EuroTech Universities Alliance* et RESCIF. *EuroTech*, réseau regroupant six institutions de premier plan en Europe et en Israël, possède un bureau à Bruxelles qui permet d'être actif auprès de l'Union européenne, tant par un travail de veille que par des efforts de lobbying. RESCIF regroupe quant à lui quatorze universités francophones de onze pays. La réunion 2018 des présidents de ce réseau s'est déroulée à Lausanne et, après plusieurs années à sa tête, l'EPFL en a transféré le secrétariat général et la présidence à l'institution INP-HB de Côte d'Ivoire.

Parmi les initiatives *bottom-up* en matière de coopération internationale, citons le nouveau centre de robotique *Materials Science and Technology Center for Robotics* que l'Empa a établi en collaboration avec l'*Imperial College London*. Opérationnel dès janvier 2019, ce centre va développer des drones en s'inspirant de la biologie pour leur modélisation. L'Empa et l'Institut Fraunhofer de recherche sur les silicates ont en outre signé un partenariat stratégique pour le développement de batteries solides. Cette collaboration débutera avec un projet conduit dans le cadre du programme ICON (*International Cooperation and Networking*) de la société Fraunhofer. Il s'agira du premier projet ICON lancé avec la Suisse. Le ministère allemand

de la formation et de la recherche a lancé en septembre 2018 un programme d'encouragement dans le domaine de la recherche sur la matière à l'aide de grands équipements. Bien que les institutions étrangères ne soient normalement pas autorisées à participer, ce programme était ouvert à une sélection de telles institutions, parmi lesquelles le PSI. Il s'agit d'un signe fort de reconnaissance de l'excellence du Domaine des EPF. Un autre exemple de projet international individuel auquel une institution du Domaine participe est le projet européen CENTAUR (*Cost-Effective Neural Technique for Alleviation of Urban Flood Risk*). Des chercheurs de l'Eawag y contribuent à gérer de manière beaucoup plus efficace les situations d'inondation, grâce à une technologie sophistiquée basée sur l'intelligence artificielle. Ce système de régulation des canalisations a été reconnu comme étant la «nouvelle technologie la plus innovante de l'année» lors des *Water Industry Awards 2018*. Enfin, un réseau de recherche international, sous la conduite du SLF, a examiné la végétation de 302 sommets européens. Le nouvel ensemble de données qui en a résulté est de grande valeur pour la recherche sur le climat et a déjà livré des résultats intéressants.

Les sites externes des deux EPF à l'étranger apportent eux aussi une contribution importante au rayonnement international du Domaine. Au Singapore-ETH Centre (SEC) de l'ETH Zurich, le programme *Future Resilient Systems* (FRS) a été évalué en 2018 et va poursuivre ses recherches. Ce programme, dans lequel des chercheurs du PSI sont également actifs, vise à réduire les perturbations subies par les infrastructures importantes complexes telles que les systèmes de communication, d'énergie et de transport. En outre, un nouveau programme, *Future Health Technologies*, est en préparation. L'ETH Studio New York a organisé en 2018 le *New York Security Challenge* en collaboration avec le *Zurich Information Security & Privacy Centre* et l'entreprise Bloomberg. En ce qui concerne le site EPFL Middle East à Ras al Khaimah (Emirats arabes unis), les projets liés à la gestion de l'énergie et au développement durable ont fait baisser de plus de 150 000 tonnes les émissions de CO₂ aux Emirats en 2018, soit sept fois l'empreinte carbone du campus lausannois de l'EPFL. La Direction de l'EPFL a également accédé en septembre 2018 à la requête du gouvernement de Ras Al Khaimah de prolonger les activités du site d'une année, jusqu'à fin septembre 2020. Une décision finale est attendue en 2019 sur le maintien des activités de l'EPFL aux Emirats arabes unis, sur la base d'un plan académique approuvé par la direction de l'EPFL en avril 2018. Cette présence sur le plus long terme serait également assurée par un financement local, tout comme la prolongation d'une année.



Les perspectives économiques des pellets obtenus à l'Eawag à partir de boues fécales déshydratées et employés comme combustibles sont excellentes, même pour les pays du Sud (cf. p. 32 s).

Il convient de signaler pour terminer qu'une analyse bibliométrique des institutions du Domaine des EPF, effectuée en 2018 (cf. aussi Objectif 2, p. 49 ss), a mis en évidence un lien très clair entre le caractère international d'une collaboration et l'impact des publications résultantes. Non seulement ce sont les publications comptant au moins un auteur étranger qui représentent la fraction la plus importante des publications du Domaine (entre 59% et 73% selon les institutions), mais celles-ci ont, chez chacune des six institutions, un impact supérieur aux autres types de publications.

Rôle actif dans le cadre de la coopération bilatérale avec des pays émergents

L'ETH Zurich est la *leading house* pour la coopération bilatérale de recherche de la Suisse avec la Chine, le Japon, la Corée du Sud et l'ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*). En 2018 les programmes *Seed Money Grants* et *Bridging Grants*, qui soutiennent des collaborations entre les chercheurs suisses et des pays partenaires, ont financé neuf projets. En outre, les activités de promotion de la coopération dans les domaines de la recherche et de la technologie ont été complétées par un nouveau pan du plan d'action 2018-2020 de la *leading house* dédié à l'innovation. Par exemple, la première mise au concours du *Asia Entrepreneurship Training Program* a été lancée. Ce programme, offert par l'ETH Zurich et la ZHAW (*Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften*), a pour but d'ouvrir le marché des Etats de l'ASEAN, et plus particulièrement celui de l'Indonésie, aux *start-ups* suisses.

La coopération avec les pays émergents va bien sûr au-delà des programmes bilatéraux du SEFRI et les institutions du Domaine sont très actives dans ce type de collaboration. A l'EPFL par exemple, le programme *MOOCs4DEV* a soutenu 34 MOOC destinés à l'Afrique, suivis par plus de 750 000 inscrits. Toujours à l'EPFL, un programme de *seed money* a permis, en collaboration avec des partenaires d'Iran, d'Inde, du Chili et des Philippines, de financer six projets de recherche transdisciplinaires dans des thématiques répondant aux objectifs de développement durable de l'ONU. La recherche dans les pays à faibles et moyens revenus forme une partie importante des tâches de l'Eawag. L'année 2018 a été marquée par le dixième anniversaire de la naissance du programme de partenariat EPP (*Eawag Partnerschaftsprogramm*). Durant cette période, plus de 80 bourses ont été octroyées à des personnes originaires de plus de 28 pays.

Objectif stratégique

RÔLE DANS LA SOCIÉTÉ ET SERVICES NATIONAUX

En 2018, toutes les institutions du Domaine des EPF ont soigné leurs échanges avec la société de diverses manières. Une place particulière a été accordée à la coopération avec les écoles des degrés primaires et secondaires I et II pour renforcer l'enseignement de l'informatique. Comme les années précédentes, les institutions se sont acquittées des services nationaux qu'elles accomplissent dans l'intérêt public.

Dialogue avec la société

Par leurs recherches, les institutions du Domaine des EPF abordent des thèmes d'intérêt social d'un point de vue scientifique. Un aspect central est le dialogue direct avec le public afin de rendre les faits scientifiques, les problèmes et les nouvelles connaissances accessibles à un large public. Au cours de l'exercice sous revue, les six institutions ont entretenu cet échange de diverses manières. Outre des manifestations très populaires et institutionnalisées pour le public, comme le festival *Scientastic* à l'EPFL ou le *Treffpunkt Science City* à l'ETH Zurich, de nombreuses manifestations à thème ont été organisées autour d'événements historiques ou actuels. A l'occasion du 50^e anniversaire de l'avalanche survenue en janvier 1968, le WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF et la commune de Davos se sont penchés sur cette catastrophe majeure. Outre la description des événements de l'époque par des experts et des témoins, le SLF a également pu montrer ce qui a été fait entre-temps en matière de protection contre les avalanches. Avec près de 700 visiteurs, l'événement a suscité un grand intérêt. L'importance de la

gestion du danger d'avalanches a également été reconnue au niveau international avec l'inscription par l'UNESCO de ce savoir-faire au patrimoine culturel immatériel de l'humanité. Le SLF s'est fortement engagé dans le dossier de candidature. En juin 2018, l'ETH Zurich a placé un événement d'un tout autre genre dans un contexte scientifique. Elle a participé au programme-cadre de la 1^{re} course de Formule E organisée en Suisse. En plus d'un symposium d'une journée sur le thème «moyens intelligents pour la mobilité de demain», des étudiants de l'ETH Zurich ont présenté des projets novateurs sur le site de l'événement pendant le week-end des courses. Les médias constituent un autre moyen de communication des résultats scientifiques et de l'importance de la recherche et du développement. Le 15 octobre, le PSI a débuté la célébration de son 30^e anniversaire par une grande cérémonie et une rétrospective sur trois décennies de recherche. L'événement était suivi par la NZZ et Le Temps, dont les suppléments spéciaux sur le sujet ont touché un large public. Le magazine «Technologist», publié par l'EPFL en collaboration avec des universités européennes partenaires, met en lumière, à l'aide d'articles journalistiques professionnels et de graphiques d'information bien préparés, la recherche et le développement novateurs et leur impact sur la société et l'économie.

Le Domaine des EPF a une responsabilité particulière dans le développement durable de notre société, de notre économie et de notre environnement. Dans leurs domaines de spécialisation respectifs, les institutions encouragent la mise en réseau des acteurs concernés et offrent des plateformes pour le traitement scientifique des questions d'actualité. La nouvelle plateforme Internet pour services climatiques du *National Centre for Climate Services* a été lancée en novembre. Les autorités, la politique, l'économie et la société disposent ainsi, grâce à cette plateforme, d'un large éventail de services climatiques. Outre divers

Traitement par protonthérapie: réalisé dans le cadre d'une collaboration de recherche avec l'entreprise Varian Medical Systems, Gantry 3 permet un champ d'action maximum de 30 x 40 cm², ce qui réduit le temps de traitement par patient.

» PSI



offices fédéraux, l'ETH Zurich et le WSL font également partie des institutions responsables du centre. Le WSL contribue à ce service par son thème prioritaire dédié aux fonctions de la forêt et au changement climatique. La 2^e édition du Forum Suisse sur les Ressources a eu lieu à l'Empa en 2018 sur le thème «La science, l'économie et les villes – ensemble pour plus de ressources». La conférence vise à mettre en réseau les décideurs des milieux économiques et politiques ainsi que les acteurs de la recherche, de l'administration et de la société civile. L'Eawag est particulièrement engagée dans la formation et la coopération dans le secteur de l'eau. Les deux plateformes ouvertes au public «Techniques de traitement des micropolluants» et «Qualité de l'eau» sont des coopérations de l'Eawag avec l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). En juin, Johann Schneider-Ammann, alors conseiller fédéral, et des experts de l'ETH Zurich ont discuté de l'avenir de l'agriculture avec des représentants du secteur agricole dans le cadre d'un dialogue sur les concepts du *smart-farming*.

Engagement pour les branches MINT

Afin d'encourager l'intérêt des jeunes pour les mathématiques, l'informatique, les sciences naturelles et la technologie (MINT), les institutions du Domaine des EPF ont également organisé une série de manifestations en 2018. Le PSI et l'association *Girls on Ice* ont permis à un groupe de jeunes femmes de s'embarquer pour une expédition d'une semaine dans la région du glacier de Findelen en Valais. A plus de 2800 mètres d'altitude, les jeunes femmes se sont glissées dans le rôle de glaciologues et ont étudié les processus de fonte sur place avant d'analyser des échantillons de glace au PSI. Sur le site du WSL, une semaine de vacances encadrée pour près de 40 enfants a eu lieu en été en collaboration avec la fondation kihz. Ces enfants ont ainsi pu se faire une première idée de la

recherche sur la forêt, la neige et le paysage. L'ETH Zurich a également participé au programme d'éducation environnementale et de dialogue *Lernfeld*, qui étudie la biodiversité et les changements climatiques en relation avec l'agriculture et fait réaliser, par de jeunes chercheurs, des études sur les exploitations agricoles. L'EPFL réussit à initier les enfants à des sujets techniques grâce à une solution toute particulière. Le petit «Thymio» est un robot développé à Lausanne avec participation importante de l'EPFL, qui permet aux enfants et aux jeunes d'acquérir des connaissances de base en robotique et programmation. Beaucoup de ces robots sont déjà utilisés dans des écoles et plus de 1500 enseignants ont suivi des cours d'accompagnement. L'Empa s'engage aussi dans un domaine similaire en participant à l'initiative pédagogique *Smartfeld* en Suisse orientale. En août, la plateforme a été lancée par l'association Startfeld lors d'une cérémonie. L'offre de base de *Smartfeld* comprend des ateliers de programmation d'une demi-journée pour les classes scolaires ainsi que des cours correspondants pour les enseignants. Les textiles intelligents sont le premier thème central.

La coopération entre les institutions et les écoles est particulièrement importante pour promouvoir l'intérêt pour les branches MINT. En 2018, environ 200 classes ont mené des expériences dans le laboratoire pour élèves iLab du PSI et ont tenté de découvrir les secrets des ondes, de la lumière et du vide. De même, quelque 50 classes se sont fait une première idée de la recherche sur la neige et les avalanches au SLF. L'EPFL et l'ETH Zurich ont organisé des journées d'information et de visite pour les gymnasiens sur leur campus. L'EPFL a rendu visite aux classes sur place dans le cadre de journées thématiques, l'ETH Zurich a fait de même dans le cadre du programme *ETH unterwegs*. Tant l'ETH Zurich que l'EPFL jouent depuis de nombreuses années un rôle très important dans la formation du

personnel enseignant pour les branches MINT. Le renforcement de l'enseignement de l'informatique dans les écoles des degrés primaires et secondaires I et II pose actuellement un défi particulier. Les deux EPF sont fortement impliqués dans le conseil aux cantons en matière de contenus d'enseignement et dans la formation continue des enseignants. Le Centre de formation et de conseil pour l'enseignement de l'informatique de l'ETH Zurich, fondé en 2005, a achevé dans le courant de l'année sous revue le matériel pédagogique en dix volumes *einfaCh Informatik* et a mis en service diverses plateformes en ligne pour les écoles. En 2018, plus de 1400 enseignants ont profité des cours de formation continue et de perfectionnement en informatique proposés gratuitement par l'ETH Zurich et la Haute école pédagogique des Grisons. En octobre, l'EPFL a célébré l'inauguration du nouveau Centre LEARN, qui vise à promouvoir l'innovation dans le domaine pédagogique et couvre tous les niveaux du système éducatif, y compris la formation des enseignants en informatique. Le Centre LEARN veut contribuer à relever les défis de la transformation numérique (cf. p. 48). Il comprend aussi le nouveau *Swiss EdTech Collider*, qui réunit 30 start-ups dans un espace de *coworking*, toutes dédiées au développement de nouvelles technologies d'apprentissage.

Services nationaux

Dans l'intérêt de la société et sur mandat du milieu politique, le Domaine des EPF remplit nombre de services nationaux. Il s'agit de services scientifiques, d'infrastructures de recherche d'importance nationale et de la préservation à long terme des biens publics. Différentes actualités concernant certains services nationaux sont à mentionner. Le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée a fêté son 10^e anniversaire. Un symposium de deux jours sur la surveillance de l'environnement à l'aide des bioessais a réuni des personnes de divers offices, du secteur privé et du milieu scientifique. En collaboration avec l'OFEV et l'OFAG, les spécialistes du centre développent actuellement un concept de surveillance des résidus de produits phytosanitaires dans les sols suisses. Le 5^e relevé de données de l'inventaire forestier national a également commencé en 2018. Dans le cadre de ce projet commun de l'Office fédéral de l'environnement et du WSL, envi-

ron 6500 placettes réparties sur un réseau régulier d'échantillonnage couvrant toute la forêt suisse sont recensées périodiquement. Le WSL est responsable depuis 1983, sur les plans scientifique et pratique, de ce relevé nécessaire à l'exploitation et à la politique forestières, et met ces précieuses données à la disposition du public à titre de service. Pour sa part, l'Empa gère NABEL, le réseau national d'observation des polluants atmosphériques. En juin 2018, une nouvelle valeur limite d'immissions de poussières fines a été introduite sur la base des enquêtes du réseau NABEL. La pollution de l'air par ces minuscules particules de poussière reste l'un des plus grands défis de la politique suisse en matière de protection de l'air. Au terme de quatre ans de planification et de construction, le «Gantry 3» a été inauguré au PSI. Ce nouveau dispositif d'irradiation pour la protonthérapie, créé en étroite collaboration avec une entreprise de technologie médicale, augmentera considérablement la capacité de traitement des patients atteints de tumeurs (cf. aussi Objectif 5, p. 58 ss). La recherche dans ce domaine de nombreux doctorants et post-doctorants suisses et étrangers, qui contribuent au développement de cette technologie de pointe.

Objectif stratégique

SOURCES DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES RESSOURCES

L'élargissement désiré de la base de financement est en bonne voie. Les fonds de la Confédération issus du financement fédéral ayant stagné, le Domaine des EPF a enregistré une faible réaffectation proportionnelle en faveur des contributions à la recherche (Confédération et secteur privé).

La part des fonds de tiers (dans les produits d'exploitation) dans le financement du Domaine des EPF a augmenté en 2018 pour s'inscrire à près de 29% (2017: 27%). L'objectif d'augmentation de la part a donc été atteint. Cette hausse est néanmoins aussi liée à l'évolution du financement fédéral. Si les fonds de la Confédération issus du financement fédéral stagnent, comme l'an dernier, il en résulte une réaffectation des parts.

Des effets de synergie, rendus possibles grâce à la promotion d'initiatives et de projets communs, tels que les grands axes stratégiques, ont été réalisés en 2018. Des projets interdisciplinaires de renouvellement de l'infrastructure contribuent aussi à améliorer l'efficacité du Domaine des EPF.

Financement fédéral

Lors de la consultation sur le message FRI 2017–2020, le Parlement a accordé au Domaine des EPF un plafond de dépenses de 10337,8 mio CHF. Ceci est dû à un projet qui a été bloqué/différé en raison d'une opposition contre l'adjudication d'un mandat de construction de l'ETH Zurich. Dans le message relatif au compte d'Etat 2018, le Conseil fédéral demandera au Parlement la constitution de réserves affectées d'un montant de 40 mio CHF.

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

En vertu de l'article 33a de la loi sur les EPF, le Conseil des EPF répartit les fonds de la Confédération (financement fédéral) en s'appuyant 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 adaptés 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 de paiement annuels décidés par le Parlement. Le Conseil des EPF s'appuie sur les demandes de crédits des institutions et l'évaluation de leurs prestations.

Les fonds disponibles issus des deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses, s'élevant à 2530,9 mio CHF (2017: 2530,8 mio CHF) ont été répartis comme suit par le Conseil des EPF (il y a eu une faible réaffectation proportionnelle en faveur des projets stratégiques du Domaine des EPF):

Mandat/budget de base, y c. les récompenses axées sur les performances de 43,4 mio CHF (2018: total de 2401,7 mio CHF):

– ETH Zurich	1257,0 mio CHF
– EPFL	626,1 mio CHF
– PSI	291,9 mio CHF
– WSL	58,2 mio CHF
– Empa	106,7 mio CHF
– Eawag	61,8 mio CHF

Fig. 1: Plafond de dépenses du Domaine des EPF pour la période FRI 2017–2020 (décembre 2018)

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 mio CHF		75,3	35,2	37,3	41,2	
Croissance nominale en %		3,1	1,4	1,5	1,6	
∅ Croissance annuelle 2017–2020 (sur la base du budget 2016) en %						1,9

Fig. 2: Crédits imputés sur le plafond de dépenses du Domaine des EPF (décembre 2018)

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	2 365,4	2 344,3	9 444,3
A202.0134 Crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF	165,1	152,9	134,2	215,8	254,4	757,3
Total des crédits mis en compte sur le plafond de dépenses	2 453,8	2 530,8	2 490,9	2 581,2	2 598,7	10 201,6
Croissance nominale en mio CHF		77,0	-39,9	90,3	17,6	
Croissance nominale en %		3,1	-1,6	3,6	0,7	
∅ Croissance annuelle 2017–2020 (sur la base du Budget 2016) en %						1,4
Exploitation prévisionnelle des crédits à valoir sur le plafond de dépenses en %						98,7

Fig. 3: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF (après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2018)

mio CHF	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017 / 2018	
						abs.	%
Domaine des EPF^{1, 2, 9, 10}	2 378,2	2 417,9	2 453,8	2 530,8	2 530,9	0,1	0,0
ETH Zurich ³	1 212,5	1 224,0	1 247,2	1 297,4	1 300,5	3,1	0,2
EPFL ⁴	594,9	618,1	640,3	666,2	664,9	-1,3	-0,2
PSI ^{5, 8}	300,4	324,0	305,4	294,3	307,3	13,1	4,4
WSL	53,0	55,7	55,9	58,7	58,3	-0,4	-0,7
Empa ⁶	106,8	106,7	110,7	114,7	105,2	-9,4	-8,2
Eawag	56,1	58,6	59,1	61,5	61,5	0,0	0,0
Conseil des EPF ⁷	54,6	30,7	35,1	38,2	33,2	-5,0	-13,2

Informations complémentaires sur les comptes 2018:

- ¹ Allocation totale de fonds en 2018, y c. award pour services exceptionnels (43,4 mio CHF)
- ² Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2017–2020 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses): tranche annuelle 2018: 2564,3 mio CHF / arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2018: 2530,9 mio CHF
- ³ *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 CHF
- ⁴ Projet de neuroinformatique *Blue Brain* inclus: 23,2 mio CHF, financement de démarrage président: 3,0 mio CHF
- ⁵ ATHOS / SwissFEL inclus: 8,0 mio CHF, Action Plan Energy PSI: 3,0 mio CHF
- ⁶ Réévaluation du portefeuille immobilier incluse: 2018: -
- ⁷ Projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (8,0 mio CHF), cotisations à la caisse de prévoyance du Domaine des EPF auprès de PUBLICA (taux réglementaire 3,5 mio CHF / changement de bases techniques 5,0 mio CHF inclus)
- ⁸ Fonds spéciaux inclus (4,2 mio CHF)
- ⁹ Grands axes stratégiques inclus (*Personalized Health and Related Technologies*, science des données, *Advanced Manufacturing*) (total: 23,9 mio CHF)
- ¹⁰ Infrastructures de recherche incluses (mise à niveau détecteurs CMS au CERN, *Swiss Plasma Center*) (total de 5,5 mio CHF)

Fonds pour les projets stratégiques du Domaine des EPF:

- infrastructures / grands projets de recherche: 59,6 mio CHF
- grands axes stratégiques: 23,9 mio CHF
- financements incitatifs et d'aide au démarrage et autres dépenses centrales: 30,7 mio CHF

Usage propre de l'état-major du Conseil des EPF:

- administration du Conseil des EPF et Commission de recours: 15,0 mio CHF

Augmentation de la part des fonds de tiers

Les fonds de tiers constituent une part importante du financement du Domaine des EPF.¹ L'augmentation de la part des fonds de tiers visée dans l'objectif stratégique 8 est un souhait du Conseil fédéral; ces efforts doivent permettre d'élargir la base de financement du Domaine des EPF.

Le montant total des contributions à la recherche de la Confédération au sein des fonds de tiers est resté légèrement inférieur au niveau élevé de l'année précédente (2018: 533 mio CHF; 2017: 540 mio CHF). Les prévisions (B 2018: 532 mio CHF) se sont vérifiées. Les contributions à la recherche issues de la collaboration avec le secteur privé et liées à des projets (220 mio CHF) ont dépassé la valeur budgétée (B 2018: 201 mio CHF). Nous avons aussi enregistré une progression (+9%) par rapport à 2017 (2017: 203 mio CHF). C'est également le cas du total des autres fonds de tiers, des dons et des produits divers qui, avec un total de 292 mio CHF, ont eux aussi nettement dépassé les attentes (B 2018: 190 mio CHF).

La part du total des fonds de tiers dans les produits d'exploitation s'est élevée à 28,2% en 2018. Par rapport à 2017 (C 2017: 27,1%), on a constaté une sensible réaffectation des parts. En valeur absolue, le total des fonds de tiers était supérieur à 2017 (2018: 1048 mio CHF; 2017: 1003 mio CHF). Il faut aussi prendre en compte dans l'évaluation l'évolution des opérations au bilan, notamment l'évolution des fonds de tiers affectés issus de contrats et inscrits au bilan selon IPSAS 23. Si le volume augmente par rapport à l'exercice précédent, il pourrait s'agir d'un indice positif pour l'élargissement de la base de financement, ce qui a été le cas en 2018. Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan (2018: 1510 mio CHF) ont augmenté (2017: 1428 mio CHF). En ce qui concerne les contributions à la recherche, cette hausse du volume va se répercuter sur la part des produits d'exploitation qui augmentera (en chiffres absolus aussi). L'évolution des fonds d'encou-

¹ Les fonds secondaires et de tiers sont les catégories utilisées avant le passage aux normes IPSAS. Depuis 2015, ces fonds font partie de la catégorie contributions à la recherche (Confédération: FNS, Innosuisse, recherche sectorielle, programmes-cadres de recherche de l'UE), 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 liés à des projets (y c. cantons, communes, org. intern.), les dons et legs et les autres produits (cf. fig. 33, p. 102).

agement octroyés par la Confédération (FNS, Innosuisse et PCR de l'UE) est un autre critère qui sert à évaluer l'atteinte de l'objectif 8. Leur volume a fortement progressé par rapport à 2017 (2018: 512 mio CHF; 2017: 422 mio CHF). Ceci confirme le bilan positif de l'objectif 8.

Les coûts indirects sont facturés, de sorte que le mandat de base n'est pas affecté par ces coûts et que ces derniers ne sont pas subventionnés via la contribution financière.

L'évolution sur plusieurs années est un indice pour l'élargissement de la base de financement du Domaine des EPF. Les fonds de la contribution de recherche compétitive axée sur les projets et les dons (notamment à l'ETH Zurich) ont doublé depuis 2000.

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

Amélioration de l'efficacité et exploitation de synergies

Des initiatives communes, telles que KoBe ETH+ (achats coordonnés du Domaine des EPF + partenaires), SAP4Four (solution commune aux établissements de recherche pour le traitement des processus et le reporting) ou Lib4RI (regroupement des bibliothèques des quatre établissements de recherche), permettent de réduire les charges à moyen et à long termes. De plus, la plateforme commune de reporting fait ses preuves sur SAP FC dans le Domaine des EPF. Afin de garantir un bon déroulement, l'ETH Zurich regroupe les liquidités de l'ensemble du Domaine des EPF. La plateforme de ressources et de financement de l'ETH Zurich est renouvelée dans le cadre du projet *refine*. Ce projet permet d'améliorer l'efficacité et d'utiliser des synergies.

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, contribuent aussi à accroître l'efficacité du Domaine des EPF. On peut citer p. ex. le Swiss Data Science Center de l'EPFL et de l'ETH Zurich ou la plateforme ESI du PSI, de l'Empa, de l'EPFL et de l'ETH Zurich. 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. L'utilisation commune d'infrastructures de recherche génère des gains de synergie importants.

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.

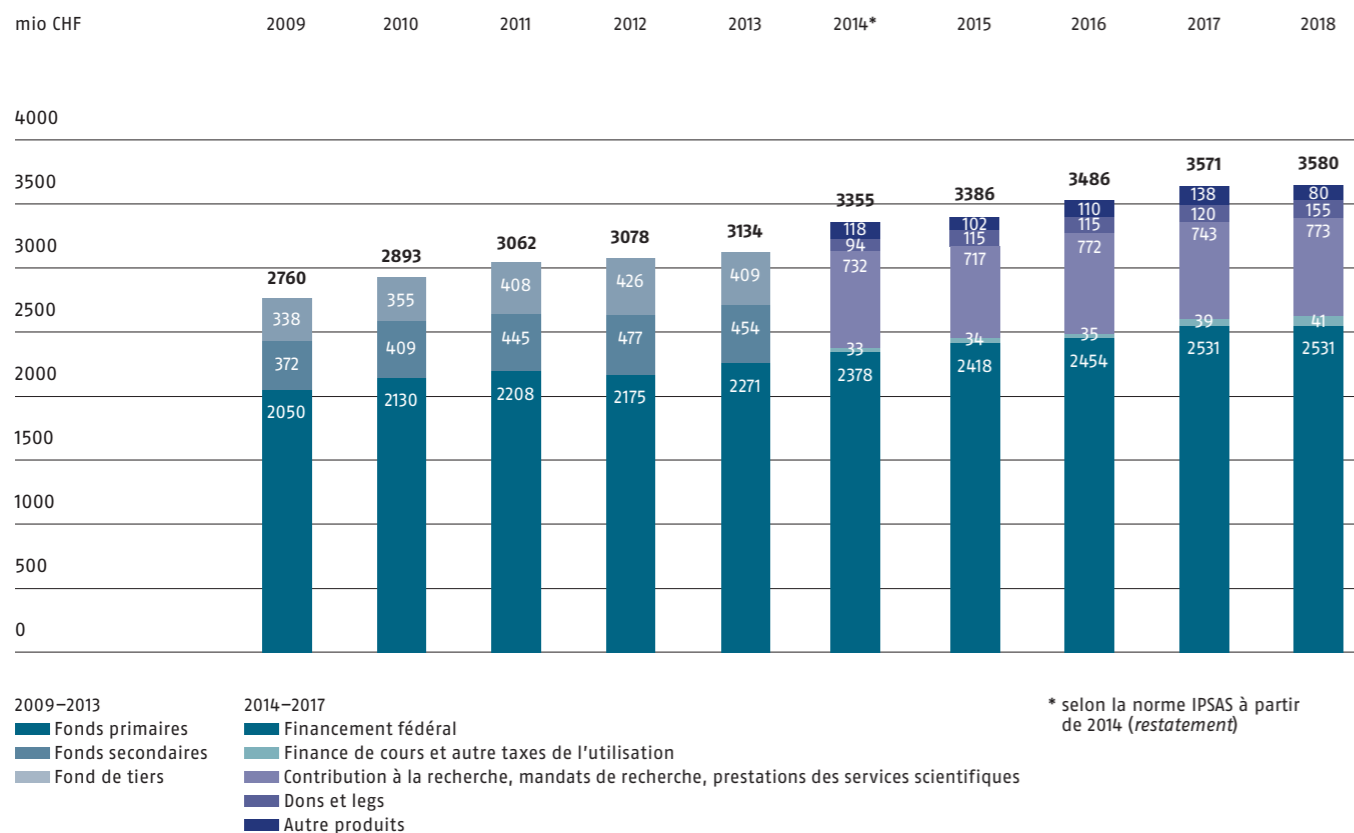
Le financement de la provision d'un total de 631 mio CHF pour le démantèlement des accélérateurs du PSI est alimenté via des montants issus du crédit Contribution financière de la Confédération épargnés chaque année. L'augmentation de la provision par rapport à 2017 (426 mio CHF) est basée sur l'estimation actuelle des coûts de la Confédération.

Fin 2018, le montant épargné s'élevait à 20,0 mio CHF (2018: +8 mio CHF), dont près de 1,3 mio CHF a été utilisé par le PSI pour les premières mesures liées au démantèlement.

Gestion des risques majeurs

Nous renvoyons à ce sujet au rapport sur la gestion des risques au chapitre Gouvernance, en p. 44.

Fig. 4: Evolution des sources de financement



Objectif stratégique GESTION IMMOBILIÈRE

Les défis spécifiques tels que les investissements dans les constructions protégées, le confortement parasismique ou le traitement des sites contaminés ont caractérisé la gestion immobilière au cours de l'exercice sous revue. 2018 a aussi été marquée par un recours contre la procédure d'attribution d'un grand projet, la mise en place d'un système de gestion des risques et le lancement du projet de transfert éventuel de propriété des biens immobiliers de la Confédération au Domaine des EPF.

Stratégie de développement du portefeuille

Le coup d'envoi des travaux préparatoires de la planification à long terme en vue de la période de prestations 2021-2024 a été donné en 2018, un processus qui permettra d'actualiser les «Schémas généraux des espaces et du financement» (SGEF). Elaborés et utilisés pour la première fois durant la période de prestations 2017-2020, les SGEF ont mis en évidence certains points importants. Ainsi, l'horizon de planification de 12 ans s'avère très ambitieux, car la dynamique de l'enseignement et de la recherche est difficile à planifier. En outre, les événements survenus durant le premier tiers de cet horizon temporel posent des jalons qui prennent une signification concrète pour la planification du dernier tiers. Du fait de la réduction de 5% par an des investissements de construction, le Conseil fédéral a chargé ses services de la construction et des immeubles de revoir les normes et standards en vigueur. Le Do-

maine des EPF s'efforce de respecter les objectifs élevés liés à la fonction d'exemplarité de la Confédération dans le secteur de l'énergie et du développement durable, de garantir le maintien de la valeur et de la fonction, et de fournir en temps utile les meilleures conditions-cadres pour l'enseignement et la recherche. La planification des investissements a donc dû être adaptée, ce qui a eu des conséquences sur les projets prévus ou en cours pendant l'exercice.

En 2018, l'ETH Zurich a mené des réflexions sur son engagement dans le parc d'innovation de Dübendorf dans le cadre de l'initiative de numérisation ainsi que sur la recherche médicale sur le site de Lengg. Ces démarches n'ont toutefois pas encore eu d'impact sur la planification immobilière à long terme. Etant donné la planification académique actuelle, la progression quantitative que connaît jusqu'à présent l'ETH Zurich se consolidera jusqu'en 2021, puis fera place à une évolution qualitative. La préservation de la substance ainsi que l'augmentation de l'efficacité dans l'utilisation des bâtiments, avec une croissance des surfaces proportionnellement inférieure, ont été comparées à la croissance générale de l'ETH Zurich et prises comme base pour des investissements annuels de quelque 200 mio CHF. Lors d'une première étape, l'initiative ETH+ lancée par la direction a permis d'accorder un soutien financier à neuf projets. Les fonds d'investissement doivent être principalement utilisés pour les bâtiments académiques, les immeubles destinés à l'administration et aux services centraux devant plutôt être loués. La révision partielle du plan directeur cantonal pour le quartier universitaire de Zurich-Centre a été adoptée par le Grand Conseil zurichois; le Conseil fédéral a également donné son approbation entre-temps. Les prescriptions spéciales en matière de construction au Höggerberg en vue d'accroître les indices du volume bâti autorisés ont été mises au point (y compris rapport de planification, concept des espaces libres

et concept de mobilité) et discutées avec les administrations concernées. La procédure d'enquête publique est terminée.

L'EPFL souhaite préserver son patrimoine architectural et culturel et développer son portefeuille immobilier selon les besoins de ses utilisateurs, dans le cadre des ressources financières disponibles. Des modèles de financement alternatifs ont également été envisagés pour faire face aux coupes budgétaires. L'accent est mis sur de nouvelles formes d'enseignement, avec des espaces de travaux pratiques pluridisciplinaires pour faciliter l'accès aux *Massive Open Online Courses* (MOOC), dont l'offre ne cesse de croître. En 2016, des échanges avec l'Etat de Vaud et la Municipalité de Lausanne ont révélé la nécessité de céder une partie des terrains au nord du campus (actuels terrains de sports) pour permettre le développement des activités de l'EPFL. Des discussions sont toujours en cours afin d'identifier les possibilités de relocaliser ces terrains de sports. Des démarches ont également été entamées avec l'UNIL concernant l'avenir du bâtiment Cubotron qu'occupe l'EPFL. Ceci est en lien avec les roades induites par le nouveau bâtiment de chimie et physique, l'*Advanced Science Building*, figurant au programme prévisionnel de construction 2023. En parallèle, l'EPFL et l'UNIL ont lancé ensemble l'élaboration d'un Plan directeur, qui devrait être terminé durant le second trimestre 2019.

Ces prochaines années, le PSI se concentrera sur la réalisation du PARK INNOVAARE et donc sur le déménagement de deux entités comptant près de 400 collaborateurs. D'ici là, la situation difficile de l'espace sera également améliorée pour les entreprises déjà implantées dans le PARK INNOVAARE au moyen d'optimisations, de transformations et de solutions temporaires. La planification de la future utilisation des bâtiments restants a déjà commencé.

La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2018, à 7,83 mia CHF, soit env. un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'environ 4,11 mia CHF. Le Domaine des EPF exploite environ 390 bâtiments sur 130 parcelles. Fin 2018, la surface utile principale (SUP) de 972 740 m² était en hausse par rapport à 2017. Un ajustement de portefeuille a eu lieu par le biais d'une opération d'échange à l'ETH Zurich. L'ETH Zurich construit de nouveaux bâtiments dans le centre-ville, sur le site du Höggerberg et à Bâle. La superficie de l'EPFL augmente, surtout sur les nouvelles antennes de Genève, Neuchâtel, Sion et Fribourg, une évolution à la hausse que reflète le graphique de l'évolution de la SUP exprimée en pourcentage depuis 2009 (cf. fig. 27, p. 96). Le Campus Biotech à Genève y a sensiblement contribué.

Le mix de surfaces (cf. fig. 28, p. 96) entre bâtiments de la Confédération, en usage propre ou de tiers, et bâti-

ments loués à des tiers (en m² de la SUP depuis 2010) révèle qu'une partie de la croissance n'a pu être couverte ces dernières années qu'en louant des surfaces supplémentaires. La hausse des surfaces louées résulte d'une modification du traitement statistique des surfaces après 2013. Sans cet effet, on aurait observé une diminution constante de l'espace loué. Désormais, une taxe doit être versée à la Confédération pour les surfaces louées non dédiées à l'exploitation.

Projets en cours et réalisés en 2018

Les investissements dans les constructions, les agrandissements et les réfections permettent d'optimiser l'usage de manière ciblée, mais aussi d'améliorer le bilan énergétique, la qualité de l'air intérieur, les aménagements spécifiques aux personnes handicapées, la protection incendie, la sécurité parasismique et les coûts d'exploitation.

Principaux projets en 2018: à l'ETH Zurich, il s'agit de l'avancement de la réalisation du bâtiment de recherche GLC, avec laboratoires et bureaux, Gloriatrasse, pour le Département D-HEST; sur le campus Höggerberg: d'une part, la planification de la rénovation complète et de l'extension du bâtiment HIF pour l'enseignement et la recherche du Département D-BAUG; d'autre part, la modernisation du bâtiment HPM (surélévation de deux étages des laboratoires polyvalents) et, au centre de Zurich, la poursuite de la rénovation et de l'agrandissement du bâtiment historique qui héberge le laboratoire des machines (ML/FHK).

Concernant le projet de construction d'un bâtiment de recherche moderne sur le site de Schällemätteli à Bâle, l'examen du recours exercé par un entrepreneur général contre la décision d'attribution de l'ETH Zurich a retardé le début des travaux d'environ neuf mois. Conformément à la Loi sur les finances de la Confédération (art. 32a, LFC), les fonds alloués à ce grand projet qui n'ont pas été utilisés en fin d'année ont fait l'objet de la première demande de constitution d'une réserve à affectation spécifique de 40 mio CHF. Ces ressources seront réaffectées à ce même projet ultérieurement. Après la réception de l'opposition, il a fallu annuler la décision d'attribution et procéder à une réévaluation de la situation. Une nouvelle décision a été prise le 24 février 2018, qui a confirmé la décision initiale.

L'EPFL a concrétisé la première partie du plan directeur Energie en installant un nouveau transformateur 50/20 kV. La seconde partie a consisté à moderniser et agrandir la centrale thermique, qui a été ouverte fin 2018. La nouvelle crèche financée par des fonds de tiers a été inaugurée au printemps 2018.

Au PSI, l'emménagement de la nouvelle blanchisserie «active» (bâtiment OIPA) a eu lieu en septembre et la réalisation de l'agrandissement de l'entrepôt des pompes (OFMA) a également pu commencer en 2018. Le PSI a poursuivi le projet de démantèlement du ré-

acteur de recherche Proteus et a lancé la procédure d'autorisation pour la construction du bâtiment ORAB (entrepôt pour les déchets peu radioactifs issus de la médecine, industrie et recherche). Il a déjà reçu l'autorisation H2 de l'IFSN. Le WSL a effectué les sondages géologiques et hydrogéologiques pour le SLF à Davos ainsi que les travaux préliminaires pour l'agrandissement du bâtiment D et le remplacement du chauffage au mazout par une pompe à chaleur eau/eau. A Dübendorf et à St-Gall, l'Empa a poursuivi plusieurs rénovations et assainissements et l'Eawag a continué à développer la nouvelle construction FLUX pour l'enseignement et la recherche: la demande de permis de construire a été déposée début 2018 et la planification de l'appel d'offres a débuté. Deux nouvelles unités NEST (*Urban Mining* et *Solace*) ont en outre été mises en fonction.

Investissements et origine des fonds en 2018

Après un transfert de crédit de 24,2 mio CHF (12,2%) dans la contribution financière, le crédit d'investissement 2018 pour les constructions dans le Domaine des EPF s'est monté à 174,2 mio CHF, en hausse par rapport à l'année précédente (152,9 mio CHF). Ce transfert s'explique essentiellement par une baisse des dépenses due à des retards dans la construction. Suite à un recours, une demande a été déposée pour la création d'une réserve affectée de 40 mio CHF pour le projet Biosystèmes à Bâle. Les investissements concernaient pour 27,3% les nouvelles constructions et pour 72,7% le maintien de la valeur et de la fonction. De plus, des fonds de tiers de 11,9 mio CHF ont été affectés à des mesures de construction. Des investissements de 80,4 mio CHF issus des fonds de la contribution financière ont été consacrés à des équipements à usage spécifique appartenant aux institutions. Le volume total des constructions initié par le Domaine des EPF en 2018 s'est élevé à 226,5 mio CHF (cf. fig. 25, p. 95). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2018 d'un crédit pour les loyers de 268,6 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyers relatives aux immeubles de la Confédération. Le graphique Origine des fonds (cf. fig. 25, p. 95) 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. Les fonds compétitifs dépendent fortement des projets individuels et fluctuent d'une année à l'autre. En 2018, le PSI a poursuivi la planification du projet PARK INNOVAARE et recherché des investisseurs. Le besoin total de fonds d'investisseurs pour la première étape est d'environ 160 mio CHF.

Programme des constructions 2019: grands projets

Le Domaine des EPF sollicite chaque année des crédits d'engagement pour les nouveaux projets prévus au moyen de son programme des constructions. Les Chambres fédérales les ont approuvés le 13 décembre 2018 via l'Arrêté fédéral AF la relatif au Budget 2019. Le Programme des constructions 2019, qui totalise 269,4 mio CHF (crédit total), a été sollicité en 2018 et approuvé par le Conseil fédéral en décembre 2018. Il prévoit les trois grands projets suivants: à l'ETH Zurich, la rénovation et l'extension du bâtiment HIF sur le campus du Höggerberg pour 112,7 mio CHF. Ce bâtiment, siège du D-BAUG, est en fonction depuis le milieu des années 1970. Il doit à présent être rénové en profondeur. Après les travaux, l'extension et le bâtiment existant correspondront à une construction neuve. Autre grand projet: la construction du bâtiment de laboratoires FLUX de l'Eawag à Dübendorf (22,7 mio CHF), qui remplacera le pavillon, vieux de 30 ans, et créera des espaces de laboratoires, de bureaux et de séminaires supplémentaires. La construction du nouveau *Data Center* de l'EPFL à Ecublens (14 mio CHF) couplée à la centrale thermique déjà mentionnée est le troisième grand projet. Le crédit-cadre également sollicité pour 2019 se monte à 120,4 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

Le maintien de la valeur et de la fonction des biens immobiliers du Domaine des EPF est une mission légale du Conseil des EPF. Il est dans l'intérêt direct de la Confédération en tant que propriétaire et du Domaine

Gestion immobilière stratégique du Domaine des EPF

Une infrastructure immobilière performante est essentielle pour que les deux EPF et les quatre établissements de recherche atteignent leurs objectifs en matière d'enseignement et de recherche et répondent aux exigences de qualité. Les biens immobiliers sont la propriété de la Confédération. Le crédit d'investissement pour les constructions est prélevé sur les tranches qui sont versées au Domaine des EPF par la Confédération. Dans les comptes de la Confédération, ce crédit relève de l'OFCL et donc du Département fédéral des finances. Le Conseil des EPF assume la fonction de propriétaire à titre fiduciaire (puisque'il est un des trois services de la construction et des immeubles de la Confédération au même titre que l'OFCL et armasuisse). Il est responsable du portefeuille immobilier du Domaine des EPF et définit la gestion stratégique immobilière avec les institutions. La gestion immobilière du Domaine des EPF a pour objectif le maintien en état de son portefeuille immobilier à court, moyen et long termes, ainsi que la préservation

de 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 Conseil des EPF informe le propriétaire en lui soumettant son compte rendu. Le Domaine des EPF applique une vision de développement durable à son parc immobilier, selon le mandat donné au Conseil fédéral conformément à l'art. 73 de la Constitution et à la stratégie de ce dernier pour le développement durable. Une collaboration ciblée au sein du Domaine des EPF, basée sur un modèle environnemental commun, contribue à l'exploitation durable du parc immobilier, à l'augmentation de l'efficacité énergétique et à la baisse de l'utilisation des ressources, sur le long terme et de manière exemplaire.

des EPF en tant qu'utilisateur. L'état de chaque bâtiment est évalué à l'aide d'une méthode généralement reconnue dans le secteur immobilier. Ces informations sont agrégées au niveau du portefeuille, puis comparées à 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 2018, se maintient à un niveau élevé (cf. fig. 26, p. 95). Les travaux de rénovation génèrent parfois des coûts considérables, surtout dans les bâtiments historiques, et nécessitent des opérations complexes, notamment en raison des nouvelles dispositions ou de l'élimination adéquate des déchets toxiques. Le Plan d'investissement immobilier 2019-2022 comprend des projets de rénovation supérieurs à 770 mio CHF et a généré des investissements d'env. 98 mio CHF en 2018. Les travaux d'entretien courant ont par ailleurs représenté quelque 50 mio CHF de la contribution financière. Le Domaine des EPF prouve ainsi qu'il s'applique à gérer de façon responsable et durable le patrimoine construit mis à sa disposition par la Confédération.

Coordination

La «Stratégie pour le développement durable» du Conseil fédéral et l'instruction du DFF pour une gestion immobilière durable qui en découle génère de nombreuses normes et directives pour le Conseil des EPF en tant que service de la construction et des immeubles (SCI). Celles-ci sont élaborées par les offices fédéraux compétents et concernés par la mise en œuvre. Le service Immobilier du Conseil des EPF assure la coordination entre les requêtes des offices fédéraux et celles des institutions du Domaine des EPF et s'efforce d'y apporter des solutions. Concernant le thème général de la construction durable, il siège dans différents groupes spécialisés, commissions et groupes de travail. Les sujets abordés sont multiples: questions liées aux acquisitions et contrats, aspects environnementaux et énergétiques, déchets toxiques et prévention des tremblements de terre, questions de société sur la qualité de la culture du bâti et du paysage. Le Conseil des EPF assure aussi une mission importante de coordination en tant que membre du Bureau des constructions universitaires pour la préparation des contributions d'investissements et la participation aux frais locatifs soumises au Conseil des hautes écoles.

Gouvernance

Le Conseil des EPF a instauré avec les institutions un système de gestion des risques dans la gestion immobilière, qui permet d'analyser systématiquement le portefeuille immobilier à la recherche des risques pour le propriétaire et d'appliquer des mesures ciblées pour faire face aux risques identifiés. Avec ce relevé de l'ensemble du portefeuille de risques, spécifiquement adapté aux risques immobiliers, le Domaine des EPF contribue ainsi à une utilisation rigoureuse des biens immobiliers de la Confédération qu'il utilise.

En 2018, le DEFR et le DFF ont étudié, sur mandat du Conseil fédéral et dans le cadre des mesures de «réformes structurelles», plusieurs variantes de transfert éventuel de la propriété d'immeubles au Domaine des EPF. Le Conseil des EPF est impliqué ponctuellement dans le processus et examine en interne et avec les institutions les conséquences d'un tel transfert. Les résultats sont attendus en 2019. Il est impossible de savoir aujourd'hui si l'une des variantes proposées sera mise en œuvre et quelles seront les implications sur la planification à long terme du portefeuille immobilier.

Un controlling englobant les projets actuels et futurs de démantèlement des installations nucléaires appartenant à la Confédération a pu être conçu et mis en place avec l'aide de la Confédération. La plupart des installations de recherche construites et exploitées dans les années 1950 et 1960 sont aujourd'hui à l'arrêt. Conformément à la décision du Conseil fédéral, les institutions du Domaine des EPF seront chargées de la mise en œuvre des mesures d'arrêt et de démantèlement ainsi que du stockage intermédiaire des déchets, et recevront pour ce faire des ressources distinctes.

Les Chambres fédérales ont créé une base légale permettant au Domaine des EPF de louer à des tiers certaines des surfaces dont il n'a pas besoin dans l'immédiat, la Confédération percevant une partie des revenus locatifs. L'ordonnance en vigueur a été adaptée en 2018 avec l'AFF. Ce texte remanié différencie les rapports de location et l'obligation de remise des revenus en fonction des cessions de l'usage des biens immobiliers qui s'avèrent nécessaires pour que le Domaine des EPF puisse remplir les tâches qui lui sont assignées et les autres.

Environnement et énergie

Besoins énergétiques: efficacité et efficacité

Depuis 2014, le Domaine des EPF participe à l'initiative Exemplarité énergétique de la Confédération. Fin 2017, il enregistrait une augmentation de l'efficacité énergétique de 34,8% par rapport à 2006, si bien que l'objectif initial de l'initiative, 25% d'ici à 2020, est déjà dépassé. Les mesures d'optimisation régulières garantissent que les institutions continueront de remplir leurs missions avec une efficacité énergétique maximale.

La réalisation des mesures dans le cadre de l'exemplarité énergétique de la Confédération était un axe de travail majeur dans le secteur Environnement et Énergie de l'exercice sous revue. La mobilité était un champ d'action important. Ces dernières années, les institutions ont créé leurs propres systèmes de gestion de la mobilité pour analyser et piloter le comportement des collaborateurs et des étudiants dans le cadre de leurs activités. En 2018, elles ont intensifié leurs échanges concernant les mesures en faveur d'une mobilité durable. Elles misent toutes sur un monitoring



Le laboratoire des machines / centrale de chauffage urbain (ML / FHK) de l'ETH Zurich au centre de la ville – une rénovation soumise aux contraintes strictes de protection du patrimoine.
» Luca Zanier / ETH Zurich

de la mobilité qui vise à harmoniser les mesures pour inciter les voyageurs à adapter leur comportement lors de leurs déplacements professionnels, des trajets entre le bureau et la maison et des déplacements sur le campus en vue de réduire les émissions de CO₂.

La diminution des besoins en énergie et en électricité est l'un des grands axes de la Stratégie énergétique 2050 du Conseil fédéral pour réduire fortement la demande d'énergie finale d'ici à 2050. L'usage parcimonieux de l'énergie en général, et de l'électricité en particulier, doit être encouragé par un renforcement des mesures. Les institutions du Domaine des EPF ont déjà ancré depuis des années ce principe d'action dans leurs chartes environnementales et énergétiques, et elles optimisent régulièrement leurs infrastructures sur le plan de l'efficacité énergétique. Elles se fixent des objectifs et des échéances parfois plus ambitieux que ceux de la Confédération. Cependant, les efforts d'accroissement de l'efficacité ne doivent pas porter atteinte à la mission de base des institutions (p. ex. l'exploitation de grandes installations de recherche au PSI), ce qui limiterait la marge de manœuvre dans certains cas. Partagées entre la nécessité de réduire les besoins en énergie et de satisfaire aux exigences quantitatives et qualitatives croissantes de l'enseignement et de la recherche, les institutions du Domaine des EPF se concentrent sur la recherche de solutions pour réduire la consommation relative par unité de référence (équivalents plein temps, nombre de jours de mesure pour les expériences scientifiques sur les grandes installations de recherche, etc.) et pour améliorer leur efficacité énergétique.

Un contrôle efficace des économies réalisées et de l'accroissement de l'efficacité requiert un concept de mesure cohérent, qui identifie les flux d'énergie par bâtiment ou par installation. L'EPFL a pris en charge l'élaboration d'un tel système en 2018. Couplé avec l'automatisation des compteurs et un nouveau logiciel d'analyse de la consommation énergétique, ce nouveau système permet une amélioration de l'exploitation des données et de la planification de l'optimisation.

On le constate toujours plus souvent: en cas de haute technicité du portefeuille, l'approvisionnement efficace des bâtiments en énergie de refroidissement représente un immense défi. L'ETH Zurich met donc aussi l'accent sur l'augmentation de l'efficacité énergétique de la production de froid. Parmi les mesures mises en œuvre en 2018, citons l'optimisation systématique de l'exploitation des installations de froid, la maximisation du *freecooling* et le relèvement de la température de l'eau de refroidissement. Avec la mise en œuvre du plan directeur *Energie ETH Zentrum*, la direction envisage notamment de remplacer d'ici 2025 l'actuelle production de froid décentralisée par un réseau de froid et, pour autant que cela soit judicieux sur le plan économique et écologique, par le raccordement à une conduite d'eau du lac, qui alimenterait le site de l'Ecole. Ce système permettrait d'améliorer l'efficacité énergétique et la sécurité de l'approvisionnement.

Le campus de l'Empa/Eawag se concentre lui aussi sur l'optimisation du réseau énergétique. Le nouveau réseau de chauffage urbain construit en 2018, appelé réseau moyenne température, est en passe d'être mis en service. En 2019, la nouvelle pompe à chaleur sera aussi installée pour transformer en haute température la chaleur accumulée dans le réseau moyenne température (ou le réservoir de stockage saisonnier).

La méthode d'analyse du coût du cycle de vie permet de démontrer la rentabilité de toutes les mesures d'efficacité prises dans le Domaine des EPF. En remplaçant les ampoules de la SLS par des LED modernes et en améliorant leur disposition, le PSI a pu doubler la puissance d'éclairage. Ces mesures devraient aussi permettre de réduire de moitié les dépenses d'énergie alors que les frais de maintenance diminueraient eux aussi fortement. Toujours sur la SLS, les anciens compresseurs d'hélium ont été remplacés par des compresseurs à vis modernes, ce qui permet de réduire à la fois la consommation d'énergie (économie d'environ 1,3 GWh/a) et les vibrations gênantes.

Grâce aux efforts qu'elles ont déployés, les institutions du Domaine des EPF sont d'ores et déjà en très bonne voie en ce qui concerne l'efficacité énergétique. Ces dernières années, le WSL a procédé à une rénovation énergétique de ses bâtiments et remplacé les cellules de froid. Le potentiel d'économies existant a largement été exploité. Il est bien sûr possible d'aller encore plus loin, mais cela engendrera davantage de frais. En plus de la surveillance et de l'optimisation des installations en continu, d'autres mesures sont prévues, comme les semaines des économies d'énergie visant à sensibiliser le personnel. Le Domaine des EPF témoigne ainsi de sa volonté de donner l'exemple en matière d'environnement et d'énergie.

Objectif stratégique

CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELEVÉ SCIENTIFIQUE

Le Domaine des EPF accorde beaucoup d'importance à la culture managériale, au travail en faveur du personnel et à l'égalité des chances: la qualité du travail en faveur du personnel est régulièrement confirmée par des labels nationaux et internationaux ainsi que par différentes distinctions; des mesures favorisent l'égalité des chances et les conditions sont créées pour une coopération équitable et respectueuse.

Thèmes centraux de politique du personnel 2018: compétence managériale et code de conduite

Les institutions du Domaine des EPF disposent d'un grand nombre d'outils visant à soutenir le personnel sur le plan de la compétence managériale, sociale, méthodologique et spécialisée. En complément de la campagne *Respect* lancée en 2017, l'ETH Zurich a distribué en 2018 le code de conduite *Respect* à l'ensemble des professeurs, collaborateurs et étudiants, et ce, afin d'ancrer dans tous les esprits qu'aucun comportement inapproprié ne sera toléré (harcèlement sexuel, discrimination, mobbing, menace et violence). La direction de l'EPFL a élu une instance chargée de l'introduction et du bon fonctionnement des mesures de prévention, de soutien et de réaction en cas de harcèlement et du traitement de ce type de cas. Les établissements de recherche du PSI, de l'Empa et de l'Eawag ont retravaillé leurs codes de conduite. En 2018, le WSL a élaboré une nouvelle directive pour la «protection de la personnalité» et le code de conduite RESPECT y afférent.

Evolution du système salarial

Au sein du projet de «révision des profils de compétences» du Domaine des EPF, demandé par le Conseil des EPF sur la base des recommandations issues de l'évaluation du système de rémunération, les profils de compétences ont été actualisés, précisés et davantage standardisés avec le concours des spécialistes RH et des délégués du personnel de l'ensemble du Domaine des EPF. Objectif de ce projet: harmoniser les profils introduits en 2006/2007 au niveau du Domaine des EPF et garantir que les nouvelles fonctions au sein de toutes les institutions seront classées en vertu de critères identiques, afin d'éviter les inégalités de salaires entre institutions liées au système et de favoriser les mutations internes de collaborateurs.

Promotion des cadres et évolution du management

L'ETH Zurich a développé un nouveau concept modulaire dans le but d'organiser efficacement la phase d'installation dans leurs fonctions des nouveaux professeurs et professeurs et de les initier aux valeurs, à la culture et aux processus de l'ETH Zurich. Concernant l'évolution des cadres en particulier, la formation de tous les cadres et spécialistes a été réorganisée en association avec la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW), le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag. A ce jour, deux formations pilotes du CAS *Leadership in Science* ont eu lieu en allemand et en anglais. Elles ont déjà rassemblé des cadres des établissements de recherche et de l'ETH Zurich. De nombreux ateliers ont également été organisés dans tous les établissements de recherche: par exemple sur le thème «Entretiens difficiles» au WSL, et sur le recrutement, la gestion des conflits, la promotion de la santé ou les compétences en négociations à l'Empa. L'Eawag a proposé de nombreux ateliers aux chefs de départements et de groupes ainsi qu'aux personnes encadrant des doctorants. Au WSL

et à l'Empa, les nouveaux cadres sont soutenus par un coaching externe dans les premiers mois suivant leur arrivée. Au PSI, ils bénéficient d'un programme de mentoring interne.

Affûter les carrières scientifiques

Les maîtres d'enseignement et de recherche jouent un rôle clé dans la qualité de l'enseignement et de la recherche. En 2018, lors d'une vaste consultation de tous les départements, l'ETH Zurich a donc affûté les profils et les carrières des collaborateurs scientifiques engagés à durée illimitée (MER). Elle a en particulier défini quatre profils principaux ainsi que des critères comme la subordination à un ou une professeure, l'intégration organisationnelle et le financement à long terme dans un département. L'EPFL propose des formations (y c. à distance) adaptées aux besoins de différentes catégories de personnel: elle a entre autres conçu des certificats en gestion de projet ainsi qu'une formation en management pour professeurs assistants en pré titularisation conditionnelle, qui permettront d'améliorer, à partir de 2019, les compétences organisationnelles et managériales.

Encouragement de la relève scientifique

En vue de développer la fonction d'encadrement, l'ETH Zurich a introduit de nouvelles offres pour le corps professoral et les collaborateurs scientifiques. Ainsi, la série de manifestations *leadership 4to7* permet en particulier aux professeurs assistants d'obtenir des informations sur le recrutement et l'encadrement de doctorants, d'échanger avec un ou une professeure établie et de se constituer un réseau. La formation «Management latéral» s'adresse aux collaborateurs scientifiques n'ayant pas de fonction d'encadrement formelle, mais exerçant en pratique une influence déterminante sur le bon fonctionnement d'un groupe de recherche.

Pour optimiser l'accompagnement de la relève scientifique, l'ETH Zurich a mis au point un guide sur le mentoring des professeurs assistants. Ce document précise les objectifs et les contenus du mentoring et doit contribuer à la mise en place de relations fructueuses entre le mentoré et son mentor. Une réunion de réseau annuelle destinée aux professeurs assistants a d'ores et déjà été instaurée, composée de petits ateliers, de *Pitch your Research Events* et d'exposés signés d'anciens professeurs assistants.

Pour la promotion de la relève, l'EPFL met un accent particulier sur les écoles de doctorat et sur l'organisation de chaires d'assistance avec pré titularisation conditionnelle (APTT). Tous les nouveaux doctorants ont été intégrés dans l'un des vingt programmes de doctorat de l'EPFL qui favorisent les échanges avec d'autres doctorants et le corps professoral. Des APTT occupent quasiment la moitié des postes de professeurs. L'EPFL accorde une grande importance à la promotion et au soutien des possibilités de carrière et de

mobilité de candidats internes, afin que ceux-ci puissent poursuivre leur carrière à l'EPFL. La coopération avec le *career center* de l'EPFL a permis de développer et proposer la formation *Tackling the job market successfully* dont l'objectif est de positionner les collaborateurs scientifiques sur le marché du travail.

Quant au PSI, il propose aux doctorants et postdoctorants les programmes *Transferable Skills* qui développent les compétences interdisciplinaires. Le concept *Professional Development Support* pour un encadrement exemplaire des doctorants et postdoctorants doit être suivi par tous les scientifiques ayant des fonctions d'encadrement. L'Eawag organise des ateliers PhD: l'Eawag *Postdoc Fellowship* et l'Eawag *partnership program for developing countries* (EPP) qui aide les personnes et institutions des pays en développement. Le site *wsl-junior.ch* vise à familiariser les enfants et adolescents au monde de la recherche. L'Empa et le PSI organisent chaque été un camp pour enfants fréquentant l'école primaire. Chaque année, d'innombrables enfants se passionnent pour la science et la recherche lors de la journée «Futur en tous genres».

Possibilités de carrière pour tous les groupes de fonction

Outre le plan de développement personnel établi chaque année, des formations spéciales en planification de carrière sont proposées à tous les niveaux de fonction, au même titre qu'il existe des cours spécifiques destinés à aider les doctorants et postdoctorants à planifier leur carrière professionnelle (cf. section en haut à gauche).

Le projet pilote Plan de développement personnel (PEP) pour collaborateurs technico-administratifs de l'ETH Zurich s'est terminé sur des échos positifs et sera disponible en 2019. Le PSI a élaboré un concept qui vise à renforcer les thèmes diversité et inclusion et qui s'inscrit dans la formation obligatoire des chercheurs ayant des fonctions d'encadrement. A l'Empa, la carrière spécialisée est mise sur le même plan que la carrière avec responsabilité de conduite et s'étend jusqu'au niveau *Distinguished Senior Researcher* qui correspond au niveau de chef de département. Les principes de management sont régulièrement enseignés dans des séminaires pour cadres. L'Eawag favorise les carrières internes (plan de relève pour responsables de département) ainsi que les formations continues spécialisées et personnelles en vue de créer de bonnes perspectives pour les collaborateurs sur le marché du travail. Une discussion sur la carrière des postdoctorants et maîtres assistants vise à établir les priorités et conditions-cadres pour la relève scientifique à l'ETH Zurich.

Amélioration de l'encadrement des doctorants

Pour soutenir les doctorants, les deux EPF et les établissements de recherche ont élaboré des mesures qui s'étendent de l'organisation régulière d'entretiens de sites et de collaborateurs à la clarification de questions fondamentales concernant le recrutement de doctorants. Toutes les institutions ont créé des *career centers* dans le but d'améliorer l'accompagnement de carrière des doctorants et postdoctorants, de promouvoir la carrière des femmes dans les secteurs MINT et de permettre une meilleure coopération avec des entreprises régionales par la mise en réseau de diplômés du Domaine des EPF.

Potentiel de main-d'œuvre nationale

Depuis le 1^{er} juillet 2018, toutes les institutions du Domaine des EPF appliquent résolument les dispositions en vigueur concernant l'obligation d'annoncer les postes vacants. Elles ont pris des mesures appropriées pour exploiter la préférence nationale en réaction à l'initiative contre l'immigration de masse. Les prescriptions et recommandations légales correspondantes sont prises en compte lors de recrutements. Les postes vacants dans les secteurs administratifs et techniques sont signalés aux offices régionaux de placement (ORP) et publiés sur les plateformes d'emploi suisses.

Intégration professionnelle

L'ETH Zurich et l'Empa ont élaboré un *case management* pour conseiller et accompagner les supérieurs et les collaborateurs en cas d'absence longue durée en vue de favoriser la réintégration professionnelle. Il s'agit de soutenir les collaborateurs dans la restauration de leur capacité de travail et dans la recherche de possibilités de réintégration internes. Depuis plusieurs années, toutes les institutions du Domaine des

EPF proposent des postes de travail pour personnes ayant une capacité limitée à gagner leur vie et à être performantes. Pour son programme de réintégration de collaborateurs absents très longtemps, le PSI s'est vu décerner le Grand Prix Suisse *Citizen at Work*, un prix national déterminant pour une politique exemplaire dans le domaine de la santé, de la sécurité et du bien-être des collaborateurs. En cas d'incapacité liée au poste de travail, il recherche des possibilités de reclassement interne et crée le cas échéant des possibilités d'emploi interne. Il met l'accent sur l'intégration professionnelle et la promotion de l'employabilité. Dans ce domaine, l'EPFL a obtenu de bons résultats en accordant une valeur particulière à l'intensification des relations entre les parties impliquées.

Promotion de l'égalité des chances

En 2017, le Conseil des EPF a introduit la stratégie du genre 2017-2020. Toutes les institutions du Domaine des EPF sont elles-mêmes responsables de son intégration et de son application, et disposent d'outils professionnels tels que le *Gender Action Plan*. Toutes les institutions participent au projet *Fix the leaky pipeline*. Depuis un an, l'EPFL applique la *Policy for equal opportunities in faculty recruitment*. En coopération avec l'UNIL, elle a organisé quatre séminaires de sensibilisation des membres des commissions de recrutement au parti pris implicite et à ses conséquences. Le plan d'action vise à intégrer davantage les facultés dans la mise en œuvre des mesures de promotion de l'égalité des chances. En collaboration avec la *School of Basic Sciences*, l'EPFL a par ailleurs créé une procédure pilote d'identification des besoins, priorités et actions concrètes pour promouvoir l'égalité des chances de faire carrière ainsi qu'un environnement d'étude et de travail inclusif.



En 2018, le Domaine des EPF a formé plus de 460 apprentis à plus de 20 métiers. Les formations en physique et chimie sont très demandées, de même que celle de laborantine en biologie.

› Empa

Le PSI a lancé le projet *Smart Staffing – Hinder Bias* pour vérifier et continuer à optimiser les processus de recrutement sur la base de normes ouvertes, transparentes et dépendant de la performance. Il aborde notamment la possibilité de temps partiel disponible au PSI pour des postes d'encadrement. Un programme spécifique de mentoring pour les femmes ambitionnant des responsabilités managériales a été proposé en 2018 pour la première fois. Au WSL, plusieurs postes scientifiques d'importance ont pu être attribués à des femmes. L'Eawag dispose de nombreux programmes tels que la directive sur la diversité, le *Tailwind Grant* pour les mères ainsi que le prolongement automatique du congé maternité pour les cheffes de groupe en préritualisation conditionnelle.

Equilibre vie professionnelle – vie de famille

Dans les institutions du Domaine des EPF, les mesures de garde d'enfants sont continuellement étendues et adaptées aux besoins du moment. Des modèles de temps de travail flexibles, comme le temps partiel à tous les échelons et le télétravail, sont proposés. L'EPFL a créé de nouvelles places de crèches et introduit le principe *Stop the Clock* pendant le congé de maternité des doctorantes et postdoctorantes. Les contrats sont donc systématiquement prolongés de la durée correspondante afin d'aider les postdoctorantes à leur retour du congé maternité.

L'adhésion de la crèche *Kiwi* du PSI au *Verbund hochschulnaher Kitas* permet aux collaborateurs du PSI de profiter depuis 2018 de l'offre de garde complète et flexible de la fondation KIHZ (KIHZ Flex, KIHZ Mobil). De façon générale, le travail à temps partiel à tous les échelons et les réductions du temps de travail doivent être possibles. L'Empa a déjà été distingué plusieurs fois pour ses conditions d'engagement conciliables avec la vie de famille et pour sa culture vécue de la diversité et de l'égalité des chances. Outre le label *Famille ET profession* avec la classification *Best Practice* et le *Prix BalanceZH*, il a reçu en 2018 la distinction *HR Excellence in Research* de la *European Commission Research & Innovation*.

Promotion de la diversité

L'objectif principal des actions en faveur de la diversité reste l'égalité entre hommes et femmes. En 2019, l'EPFL participera au projet de coopération financé par *Diversity and Inclusion Benchmarking* dans les hautes écoles suisses. En 2018, le PSI a lancé pour la première fois le *PSI Diversity Award* pour les cadres. Les collaborateurs ont eu la possibilité de nommer les cadres qui favorisent l'égalité des chances et la diversité. L'annonce du vainqueur et la remise du prix ont eu lieu début 2019. En 2018, un atelier destiné à tous les interlocuteurs du réseau de conseil PSI a été organisé, en vue de favoriser la compréhension des rôles et le réseautage. En outre, l'institut a participé à l'indice *Diversité* de la haute école de Lucerne. Les résultats sont attendus pour le premier semestre 2019 et

serviront d'état des lieux pour définir les priorités et champs d'action de la prochaine période. Dans le cadre de la nouvelle instance de promotion de l'égalité des chances, le WSL a travaillé sur la diversité; l'Empa et l'Eawag ont organisé des manifestations sur le thème *Women in Science*.

Sécurité au travail, protection de la personnalité et la santé

En 2018, la direction du PSI a adopté de nouvelles directives de sécurité. L'Empa a conçu un code de conduite mis en œuvre à travers des campagnes régulières. Et la gestion de la santé est régulièrement au programme des formations de cadres. L'Eawag et l'ETH Zurich (département Sécurité, santé et environnement) ont également organisé différentes manifestations, formations et ateliers consacrés à la gestion de la santé en entreprise.

Formation des apprentis

L'ETH Zurich propose quelque 170 places d'apprentissage dans 15 métiers et mise sur le développement de secteurs d'avenir comme l'informatique. Elle propose des offres de formation continue pour formateurs professionnels ainsi que des mesures pour améliorer la qualité de la formation, les rotations, le recrutement et l'encadrement. Le secteur spécialisé «Formation des apprentis» de l'EPFL coordonne l'organisation et la formation professionnelle d'une centaine d'apprentis. Il a créé un portail permettant aux élèves de postuler pour un stage afin de recruter des candidats potentiels pour de futurs postes d'apprentissage.

Le PSI forme plus de 100 apprentis à 15 métiers. Depuis peu, il propose aussi des places d'apprentissage pour personnes moins performantes et jeunes gens ayant un handicap. Les apprentis du PSI se voient régulièrement décerner des prix régionaux et nationaux. Prix nationaux 2018: lors des *SwissSkills*, des apprentis du PSI (en électronique et en informatique) ont remporté une médaille d'argent et deux diplômes, ainsi qu'un Prix apprentissage Pestalozzi (catégorie Meilleurs constructeurs de Suisse). Le WSL emploie 14 apprentis. Selon une enquête de la société *Great place to work*, l'Empa compte parmi les meilleures entreprises de formation de Suisse. Avec 40 apprentis dans dix métiers différents, il offre une formation professionnelle large, solide et variée. Quant à l'Eawag, il forme au total 25 apprentis.

Synthèse, perspectives et objectifs

Les priorités restent inchangées: conduite et encadrement, évolution et carrière à tous les niveaux. Les thèmes stratégiques à long terme du travail en faveur du personnel ont été abordés et, dans le même temps, les institutions améliorent les conditions d'une coopération équitable et respectueuse. Dans le cadre du développement du processus de nomination et du fait de l'importance du thème du management au sein du corps professoral, l'ETH Zurich a défini des valeurs et des compétences managériales que les professeures et professeurs devraient incarner et développer. Au sein du processus de nomination, les candidats seront désormais évalués tant dans le domaine de leurs compétences en recherche et en enseignement que sur la base de leurs compétences managériales et de leur personnalité. Les deux postes créés aux ressources humaines de l'EPFL ont pour mission d'améliorer la cohérence et l'efficacité ainsi que de renforcer les processus HR avec le développement d'un programme de numérisation. Le WSL a créé le nouveau poste de *Head Human Resources*, occupé par une femme, ainsi qu'un comité de promotion de l'égalité des chances. En 2018, l'Empa a conçu un code de conduite, qui sert de guide pour les relations et souligne les valeurs de l'institut.

Les thèmes concernant l'égalité des chances et la diversité sont abordés de manière ouverte et constructive et intégrés dans une réflexion stratégique. L'ensemble du Domaine des EPF s'attache à accroître le nombre de femmes dans des fonctions scientifiques et managériales. L'augmentation de la part de femmes à des postes d'encadrement prouve que les mesures adoptées produisent déjà de premiers résultats. Les mesures visant à identifier au plus tôt et à surveiller les situations critiques gagnent en importance, et la gestion des risques de thèmes de compliance comme la mobilité interne, la protection des données et la numérisation reste d'actualité.

Chiffres-clés du personnel

Au 31 décembre 2018, le Domaine des EPF comptait 22349 contrats de travail (CT), soit 19120,4 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 18, p. 92). Avec 859 CT supplémentaires (+4%), soit 488,8 EPT, la croissance du personnel a été nettement plus importante que les années précédentes, où les taux oscillaient entre 2 et 3%. Sans les 515 CT supplémentaires de l'ETH Zurich dus au système, la croissance du personnel du Domaine des EPF serait restée dans les mêmes fourchettes que les années précédentes.¹

Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorants, reste de loin, avec 13 656 CT (11 542,4 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (61,1% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 18, p. 92), suivi par les collaborateurs techniques qui, avec 3838 CT (3494,0 EPT), représentent 17,2% des effectifs. 15,8% des membres du personnel, soit 3542 CT (2804,7 EPT),

sont des collaborateurs administratifs et 2,1% des apprentis. Le corps professoral (851 CT, 818,3 EPT) représente quant à lui 3,8%.

Corps professoral

En 2018, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL se composait de 687 professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), de 108 professeurs assistants avec tenure track (TT) et de 56 professeurs assistants sans TT (cf. fig. 19, p. 92). Le pourcentage de femmes dans les trois catégories est passé de 14,9 à 15,5% en 2018. Il était de 13,5% pour les professeurs o. et a., de 22,2% pour les professeurs assistants avec TT et de 26,8% pour les professeurs assistants sans TT. En 2018, 67,1% des 851 professeurs venaient de l'étranger (2017: 66,9%). Ainsi, 52,1% (2017: 53,3%) venaient de l'UE et 15,0% des autres pays (2017: 13,6) (cf. fig. 20, p. 93).

Financement

A l'ETH Zurich en 2018, sur les 511 chaires (492,1 EPT), 445,4 EPT ont bénéficié d'un financement fédéral, 17,9 EPT ont été financés par le FNS, 5,8 EPT par des programmes de recherche européens et 23,0 EPT par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs. A l'EPFL, sur les 340 chaires (326,1 EPT), 304,4 EPT ont bénéficié d'un financement fédéral, 10,7 EPT ont été financés par le FNS, 10,9 EPT par des contributions à la recherche axées sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Proportion de femmes

Fin 2018, la proportion de femmes dans le Domaine des EPF était à nouveau de 34%. Elle a progressé dans presque 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. 94). En raison du changement de systèmes informatiques, la légère baisse de la proportion de femmes à l'ETH Zurich s'explique probablement par les 515 CT supplémentaires d'assistants cités.

Apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 462 jeunes des places de formation professionnelle dans plus de 20 professions différentes au cours de l'exercice sous revue. En 2018 également, la part de femmes parmi les apprenants est de 31,8%.

¹ La nette augmentation des effectifs du Domaine des EPF s'explique par un changement de systèmes informatiques à l'ETH Zurich au 1^{er} janvier 2019. En raison des délais imposés par le projet, les contrats de 515 assistants (515 CT, soit 208,1 EPT) ont été établis jusque fin janvier 2019 pour pouvoir les migrer dans le nouveau système et décompter les heures de 2018 en janvier 2019. Les années précédentes, ces contrats étaient clôturés courant décembre et les heures étaient décomptées, si bien qu'elles n'apparaissent jamais au 31.12. A l'avenir, ces contrats feront à nouveau l'objet d'un décompte avant le 31 décembre, comme auparavant.

CHIFFRES -CLÉS

Tableau de monitoring	82
Rapport sur les prestations académiques	84
Transfert de savoir et de technologie	89
Classements des hautes écoles	91
Personnel	92
Immobilier	95
Environnement et énergie	98

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

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

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 (cf. p. 50 et p. 63).³ Indicateurs TST supplémentaires introduits en 2017.

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

Les termes étudiants, doctorants, professeurs et collaborateurs sont employés au masculin générique afin de faciliter la lecture; ils se rapportent autant aux femmes qu'aux hommes. 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 (qui étudient un à deux semestres dans une des deux EPF tout en étant immatriculés dans une autre haute école). Depuis 2017, les étudiants de mobilité constituent une catégorie d'étudiants séparée; auparavant, ils étaient compris dans les effectifs des étudiants au niveau bachelor ou master. Cela devrait être pris en compte lors de la comparaison avec les années précédentes. 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 doctorants constituent par contre une catégorie distincte. Les étudiants et les doctorants sont comptabilisés en 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'une chaire d'encouragement 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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												en %
Architecture	2743	2994	3098	3177	3097	3066	3060	3030	3047	3041	-6	-0,2
ETH Zurich	1697	1848	1900	1950	1852	1783	1805	1771	1823	1855	32	1,8
EPFL	1046	1146	1198	1227	1245	1283	1255	1259	1224	1186	-38	-3,1
Construction et géomatique	2170	2405	2727	2900	3074	2946	2882	2860	2791	2777	-14	-0,5
ETH Zurich	1278	1434	1576	1629	1740	1731	1716	1701	1688	1667	-21	-1,2
EPFL	892	971	1151	1271	1334	1215	1166	1159	1103	1110	7	0,6
Sciences de l'ingénieur	5597	5985	6391	6816	7245	7502	7903	8069	8398	8699	301	3,6
ETH Zurich	3677	3901	4167	4341	4549	4729	4930	4993	5135	5224	89	1,7
EPFL	1920	2084	2224	2475	2696	2773	2973	3076	3263	3475	212	6,5
Informatique et technologie de la communication	1929	2070	2253	2367	2536	2665	2809	3033	3261	3648	387	11,9
ETH Zurich	997	1029	1082	1083	1158	1247	1405	1536	1753	1991	238	13,6
EPFL	932	1041	1171	1284	1378	1418	1404	1497	1508	1657	149	9,9
Sciences exactes et sciences naturelles	3942	4155	4476	4780	4883	4944	5145	5442	5595	5810	215	3,8
ETH Zurich	2470	2606	2790	2903	2972	3024	3157	3352	3505	3691	186	5,3
EPFL	1472	1549	1686	1877	1911	1920	1988	2090	2090	2119	29	1,4
Médecine humaine¹	-	-	-	-	-	-	-	-	99	192	93	93,9
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	99	192	93	93,9
Sciences de la vie	3034	3176	3314	3708	3879	3990	4051	4216	4312	4500	188	4,4
ETH Zurich	2391	2472	2551	2823	2923	3012	3044	3162	3218	3326	108	3,4
EPFL	643	704	763	885	956	978	1007	1054	1094	1174	80	7,3
Sciences naturelles orientées système	2104	2205	2261	2201	2159	2211	2284	2411	2437	2520	83	3,4
ETH Zurich	2104	2205	2261	2201	2159	2211	2284	2411	2437	2520	83	3,4
Management, technologie, économie	819	859	833	870	897	913	913	972	973	966	-7	-0,7
ETH Zurich	562	592	584	583	549	579	582	571	583	573	-10	-1,7
EPFL	257	267	249	287	348	334	331	401	390	393	3	0,8
Sciences humaines, sociales et politiques²	202	255	276	268	276	300	310	318	380	378	-2	-0,5
ETH Zurich	202	255	276	268	276	300	310	318	366	358	-8	-2,2
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	14	20	6	42,9
Total d'étudiants et de doctorants	22540	24104	25629	27087	28046	28537	29357	30351	31293	32531	1238	4,0
ETH Zurich	15378	16342	17187	17781	18178	18616	19233	19815	20607	21397	790	3,8
EPFL	7162	7762	8442	9306	9868	9921	10124	10536	10686	11134	448	4,2
dont femmes	6627	7149	7585	7973	8238	8414	8677	9091	9587	10167	580	6,0
ETH Zurich	4707	5050	5292	5445	5560	5701	5873	6164	6563	6917	354	5,4
EPFL	1920	2099	2293	2528	2678	2713	2804	2927	3024	3250	226	7,5
dont étrangers	8396	9488	10456	11437	12152	12354	12804	13615	14290	15160	870	6,1
ETH Zurich	5113	5698	6205	6559	6751	6949	7226	7563	7972	8433	461	5,8
EPFL	3283	3790	4251	4878	5401	5405	5578	6052	6318	6727	409	6,5

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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												en %
Etudes de bachelor	10 970	11 716	12 600	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	14 792	407	2,8
ETH Zurich	7344	7757	8236	8468	8817	8820	9087	9309	9262	9517	255	2,8
EPFL	3626	3959	4364	4891	5178	5124	5205	5418	5123	5275	152	3,0
Etudes de master	5326	5997	6568	6981	7241	7781	8126	8662	8895	9517	622	7,0
ETH Zurich	3749	4281	4607	4755	4811	5187	5480	5861	6158	6590	432	7,0
EPFL	1577	1716	1961	2226	2430	2594	2646	2801	2737	2927	190	6,9
Etudes de diplôme	395	191	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
ETH Zurich	395	191	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
EPFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
MAS/MBA	676	792	801	911	863	805	836	828	840	827	-13	-1,5
ETH Zurich	502	606	659	763	661	634	640	635	646	635	-11	-1,7
EPFL	174	186	142	148	202	171	196	193	194	192	-2	-1,0
Etudiants de mobilité¹	-	-	-	-	-	-	-	-	939	1004	65	6,9
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	449	480	31	6,9
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	490	524	34	6,9
Total d'étudiants	17 367	18 696	19 969	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	26 140	1081	4,3
ETH Zurich	11990	12835	13502	13986	14289	14641	15207	15805	16515	17222	707	4,3
EPFL	5377	5861	6467	7265	7810	7889	8047	8412	8544	8918	374	4,4
Etudes de doctorat	5173	5408	5660	5836	5947	6007	6103	6134	6234	6391	157	2,5
ETH Zurich	3388	3507	3685	3795	3889	3975	4026	4010	4092	4175	83	2,0
EPFL	1785	1901	1975	2041	2058	2032	2077	2124	2142	2216	74	3,5
Total d'étudiants et de doctorants	22 540	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	1 238	4,0
ETH Zurich	15378	16342	17187	17781	18178	18616	19233	19815	20607	21397	790	3,8
EPFL	7162	7762	8442	9306	9868	9921	10124	10536	10686	11134	448	4,2

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

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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
												en %
Architecture	689	671	646	599	604	564	573	569	437	450	13	3,0
Construction et géomatique	513	556	638	620	613	486	493	488	366	370	4	1,1
Sciences de l'ingénieur	1201	1183	1240	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	-47	-3,5
Informatique et technologie de la communication	396	425	448	465	547	595	596	679	582	662	80	13,7
Sciences exactes et sciences naturelles	810	832	954	986	969	952	1001	1108	985	928	-57	-5,8
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	100	100	0	0,0
Sciences de la vie	523	529	578	700	744	721	695	778	635	696	61	9,6
Sciences naturelles orientées système	276	318	321	336	335	316	366	372	288	307	19	6,6
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	18	13	13	12	14	14	16	19	13	11	-2	-15,4
Total	4 426	4 527	4 838	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756	4 827	71	1,5

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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
% au niveau bachelor	28,9	28,9	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6
% au niveau master	29,0	29,2	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6
% en programme MAS/MBA	34,8	37,0	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6
% des étudiants de mobilité	-	-	-	-	-	-	-	-	35,5	32,9
% au niveau doctorat	29,3	30,4	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4

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

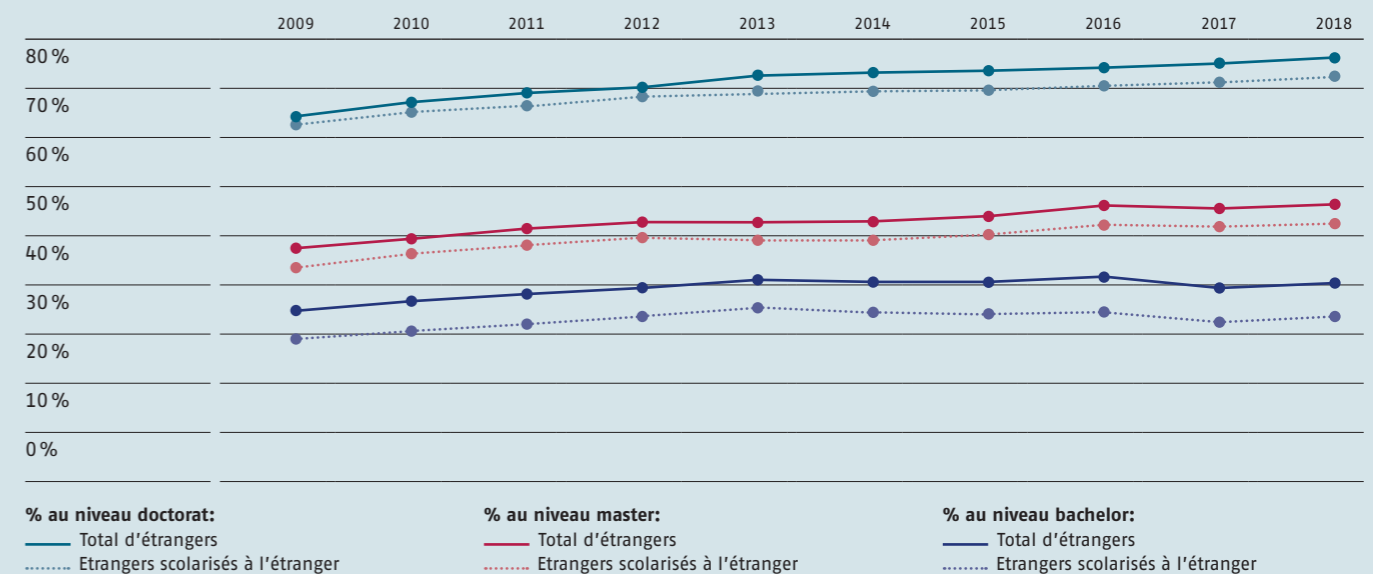


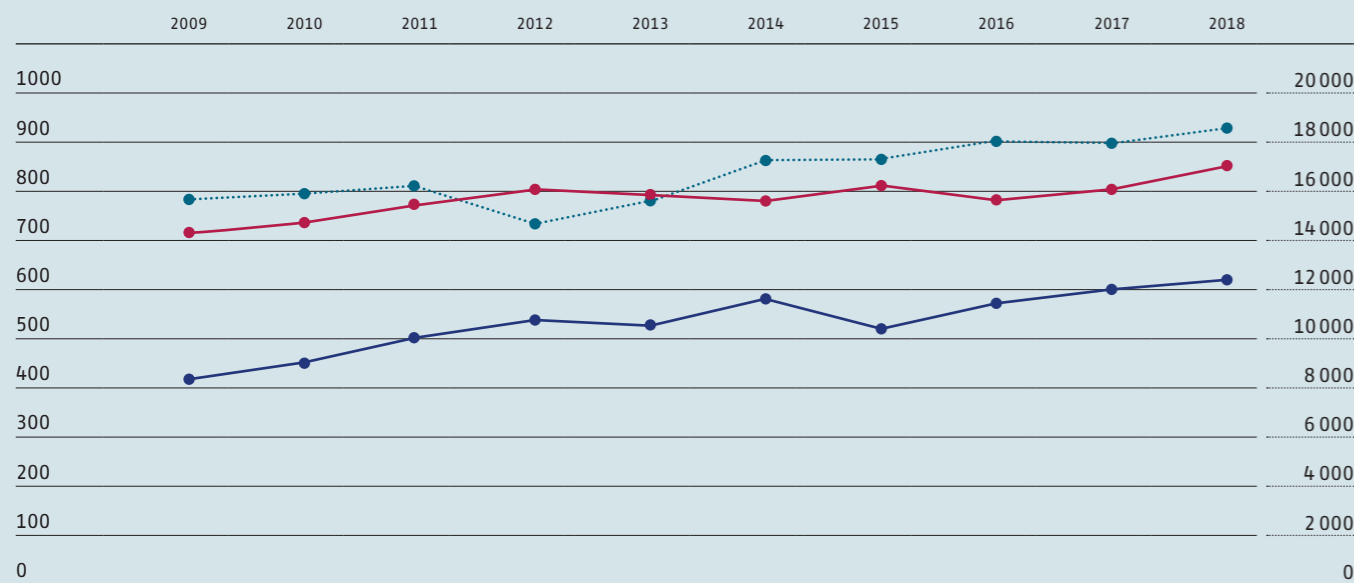
Fig. 11: Taux d'encadrement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Taux d'encadrement	34,7	35,1	35,8	36,4	36,5	36,8	37,4	37,9	38,0	39,8
Niveau bachelor / master	25,7	26,1	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7
Niveau doctorat	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8
Taux d'encadrement élargi	22,4	22,9	23,7	24,5	24,7	24,7	25,3	25,7	25,8	26,8
Niveau bachelor / master	16,6	17,0	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0
Niveau doctorat	5,1	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3

Fig. 12: Titres obtenus par niveau d'études

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	Δ 2017/2018	
											en %	
Bachelor	1835	1900	1988	2216	2249	2538	2528	2500	2602	2686	84	3,2
ETH Zurich	1203	1283	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	72	4,5
EPFL	632	617	684	769	802	959	964	929	996	1008	12	1,2
Master / diplôme	1988	1898	2159	2320	2663	2711	2821	2989	3065	3240	175	5,7
ETH Zurich	1317	1270	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	124	6,0
EPFL	671	628	653	670	816	872	942	974	993	1044	51	5,1
MAS / MBA	400	283	301	256	346	260	254	303	394	343	-51	-12,9
ETH Zurich	239	174	203	184	228	205	175	203	272	232	-40	-14,7
EPFL	161	109	98	72	118	55	79	100	122	111	-11	-9,0
Doctorat	962	986	1027	1095	993	1197	1109	1256	1258	1209	-49	-3,9
ETH Zurich	651	650	696	747	579	769	718	851	827	802	-25	-3,0
EPFL	311	336	331	348	414	428	391	405	431	407	-24	-5,6

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 encadrés
— Nombre de travaux de bachelor, de master et de diplôme encadrés
..... 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

	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Déclarations de découvertes	-	-	-	-	-	-	-	-	343	358
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	171	205
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	134	119
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	-	38	34
Déclarations de logiciels	-	-	-	-	-	-	-	-	26	36
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	20	19
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	6	13
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	-	0	4
Brevets	155	128	147	195	193	211	219	230	206	230
ETH Zurich	78	63	72	87	103	82	98	109	84	109
EPFL	44	47	52	75	66	99	88	100	95	95
Etablissements de recherche	33	18	23	33	24	30	33	21	27	26
Licences	176	178	194	230	223	270	311	353	377	341
ETH Zurich	37	39	45	35	38	35	50	78	82	87
EPFL	47	45	50	31	41	46	48	58	50	39
Etablissements de recherche	92	94	99	164	144	189	213	217	245	215
Spin-offs	45	38	40	38	43	49	48	50	48	55
ETH Zurich	24	20	22	22	24	22	25	25	25	27
EPFL	20	14	15	12	12	24	18	20	15	25
Etablissements de recherche	1	4	3	4	7	3	5	5	8	3

Les déclarations de découvertes et les déclarations de logiciels sont prises en compte comme indicateurs TST supplémentaires depuis 2017.

Licences

341



Déclarations de découvertes

358

Déclarations de logiciels

36

Spin-offs

55

Brevets

230



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

	2018	2017
Contrats de collaboration avec l'économie privée	594	507
Financement par l'économie privée	415	316
ETH Zurich	149	122
EPFL	120	99
Etablissements de recherche	146	95
Financement par Innosuisse et les PCRD*	179	191
ETH Zurich	74	57
EPFL	49	66
Etablissements de recherche	56	68
Contrats de collaboration avec le secteur public suisse	261	285
ETH Zurich	100	88
EPFL	43	54
Etablissements de recherche	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 2017.

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

Indicateurs TST et mode de comptage

Les brevets correspondent uniquement aux demandes prioritaires et les licences comprennent également les contrats de transfert de technologie. Les déclarations de découvertes et de logiciels correspondent aux déclarations écrites adressées aux unités de transfert de technologie des institutions du Domaine des EPF en 2017. Elles représentent les activités de la phase initiale du processus d'innovation et complètent ainsi les autres indicateurs TST.

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 des hautes écoles

Fig. 16: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE, QS, ARWU et CWTS Leiden 2018/2019

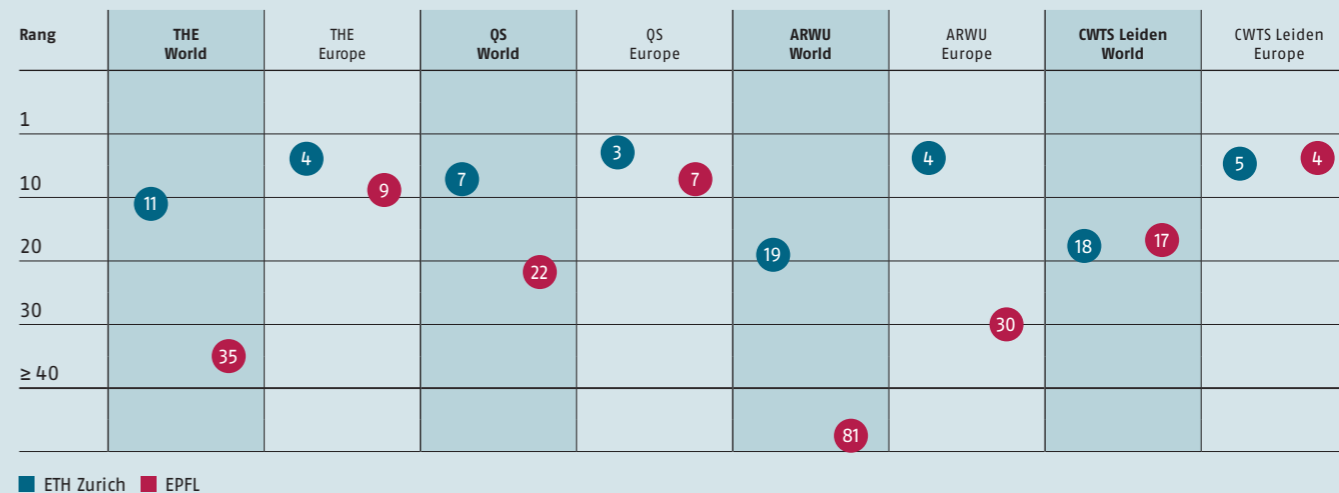
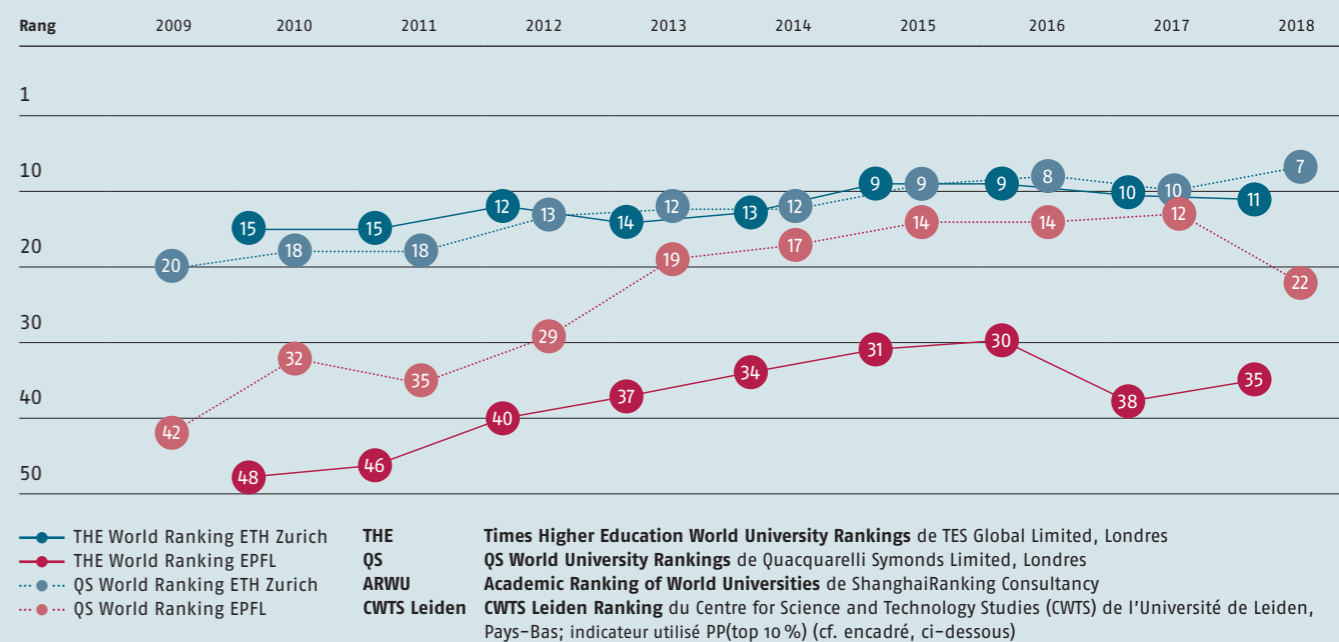


Fig. 17: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE et QS World Rankings 2009-2018



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'encadrement (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

2018	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	T0-Ø en %	CT	EPT	T0-Ø en %	CT	EPT	T0-Ø en %
Professeurs (o./a.)	594	569,1	95,8	93	88,6	95,3	687	657,7	95,7
Professeurs avec tenure track	84	84,0	100,1	24	24,0	100,0	108	108,0	100,0
Professeurs sans tenure track	41	39,4	96,1	15	13,2	88,0	56	52,6	93,9
Personnel scientifique	9 550	8 170,4	85,6	4 106	3 372,0	82,1	13 656	11 542,3	84,5
dont senior scientists et MER	688	659,6	95,9	108	96,8	89,6	796	756,4	95,0
Personnel technique	2 972	2 815,8	94,7	866	678,2	78,3	3 838	3 494,0	91,0
Personnel administratif	1 190	1 032,0	86,7	2 352	1 772,7	75,4	3 542	2 804,7	79,2
Apprenants	315	314,7	99,9	147	146,4	99,6	462	461,1	99,8
Total	14 746	13 025,4	88,3	7 603	6 095,1	80,2	22 349	19 120,4	85,6

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.

La nette augmentation des effectifs du Domaine des EPF s'explique par un changement de systèmes informatiques à l'ETH Zurich au 1er janvier 2019. En raison des délais imposés par le projet, les contrats de 515 assistants (515 CT, soit 208,1 EPT) ont été établis jusque fin janvier 2019 pour pouvoir les migrer dans le nouveau système et décompter les heures de 2018 en janvier 2019. Les années précédentes, ces contrats étaient clôturés courant décembre et les heures étaient décomptées, si bien qu'elles n'apparaissaient jamais au 31.12. A l'avenir, ces contrats feront à nouveau l'objet d'un décompte avant le 31 décembre, comme auparavant.

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

	2018			2017			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeurs (o./a.)	594	93	687	598	88	686	-0,7	5,7	0,1
Professeurs avec tenure track	84	24	108	85	24	109	-1,2	0,0	-0,9
Professeurs sans tenure track	41	15	56	40	15	55	2,5	0,0	1,8
Total professeurs	719	132	851	723	127	850	-0,6	3,9	0,1

Evolution du nombre de professeurs des trois catégories: professeurs ordinaires ou associés, professeurs assistants avec et sans tenure track conditionnelle. 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» sur la base d'un contrat de collaboration institutionnel préexistant.

Fig. 20: Origine du corps professoral

2018	Suisse			UE			Autres		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Professeurs (o./a.)	220	28	248	301	51	352	73	14	87
Professeurs avec tenure track	13	6	19	46	12	58	25	6	31
Professeurs sans tenure track	11	2	13	22	11	33	8	2	10
Total professeurs	244	36	280	369	74	443	106	22	128

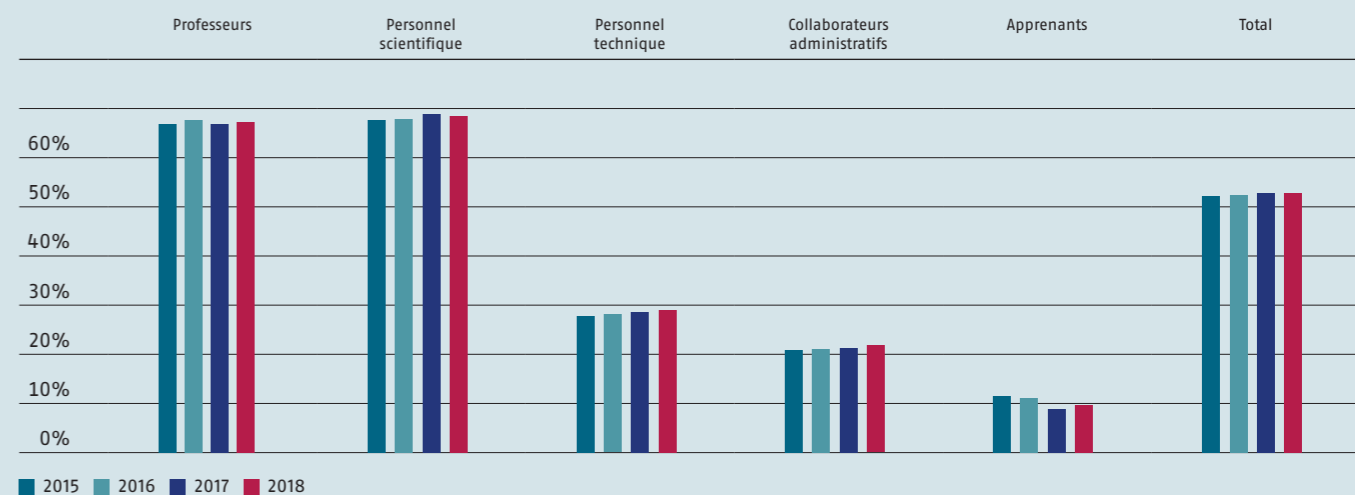
Nombre de professeurs originaires de Suisse, de l'UE et d'autres pays.

Fig. 21: Langues maternelles des collaborateurs



Langue maternelle des collaborateurs du Domaine des EPF en 2018. 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	2017	756,7	5 955,0	2 858,1	2 393,4	11 963,2
	2018	749,8	6 254,2	2 920,1	2 502,7	12 426,8
	Δ 2017/2018	- 6,9	299,2	62,0	109,3	463,6
Fonds de tiers Promotion de la recherche (FNS, Innosuisse, autre), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE	2017	35,4	3 902,7	225,6	106,1	4 269,8
	2018	34,5	3 833,4	193,9	99,0	4 160,8
	Δ 2017/2018	- 0,9	- 69,3	- 31,7	- 7,1	- 109,0
Recherche axée sur l'économie, dons / legs	2017	31,4	1 348,1	355,4	190,1	1 925,0
	2018	33,9	1 461,9	371,9	204,0	2 071,7
	Δ 2017/2018	2,5	113,8	16,5	13,9	146,7
Total	2017	823,5	11 205,8	3 439,1	2 689,6	18 158,0
	2018	818,2	11 549,5	3 485,9	2 805,7	18 659,3
	Δ 2017/2018	- 5,3	343,7	46,8	116,1	501,3

Origine des fonds (en mio CHF) par groupe de fonctions (en EPT) en 2018 et par rapport à 2017. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (461,1 EPT) et les stagiaires.

Immobilier

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

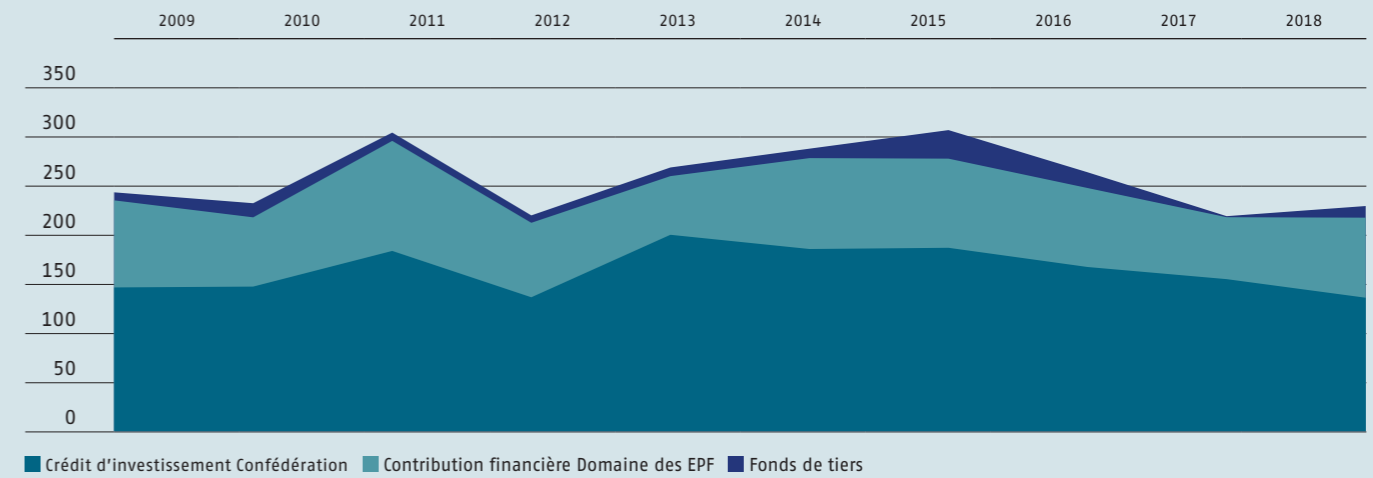
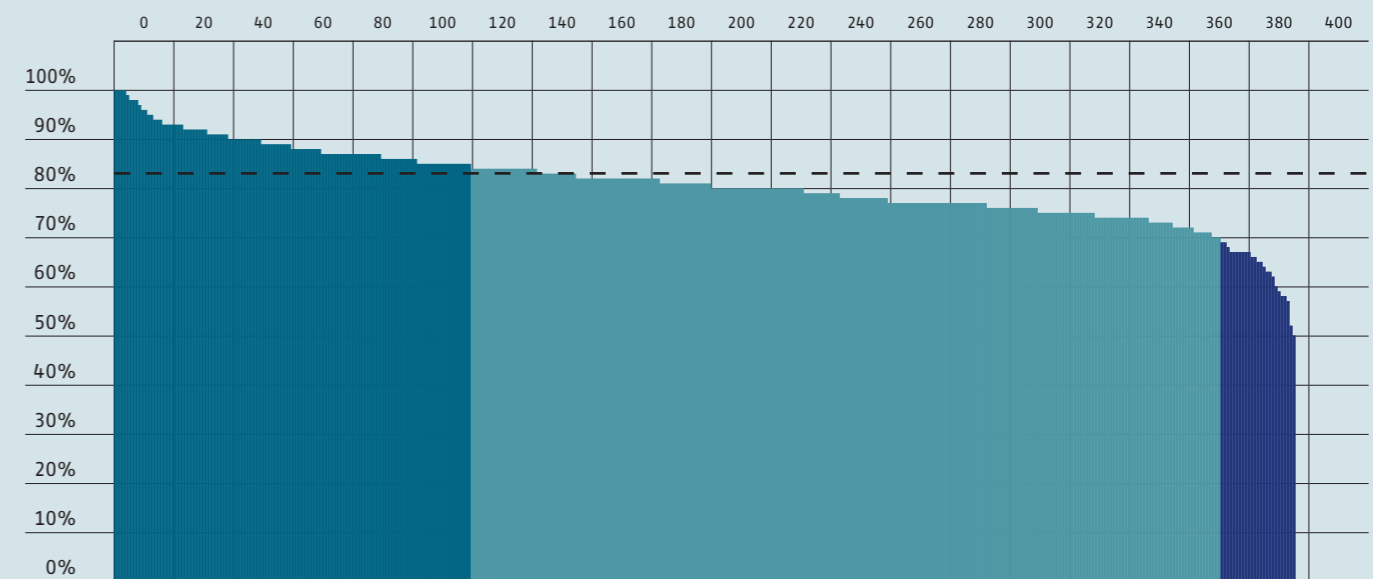


Fig. 26: Valeurs d'état au 31 décembre 2018



Nombre d'objets saisis: 394

■ 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 %

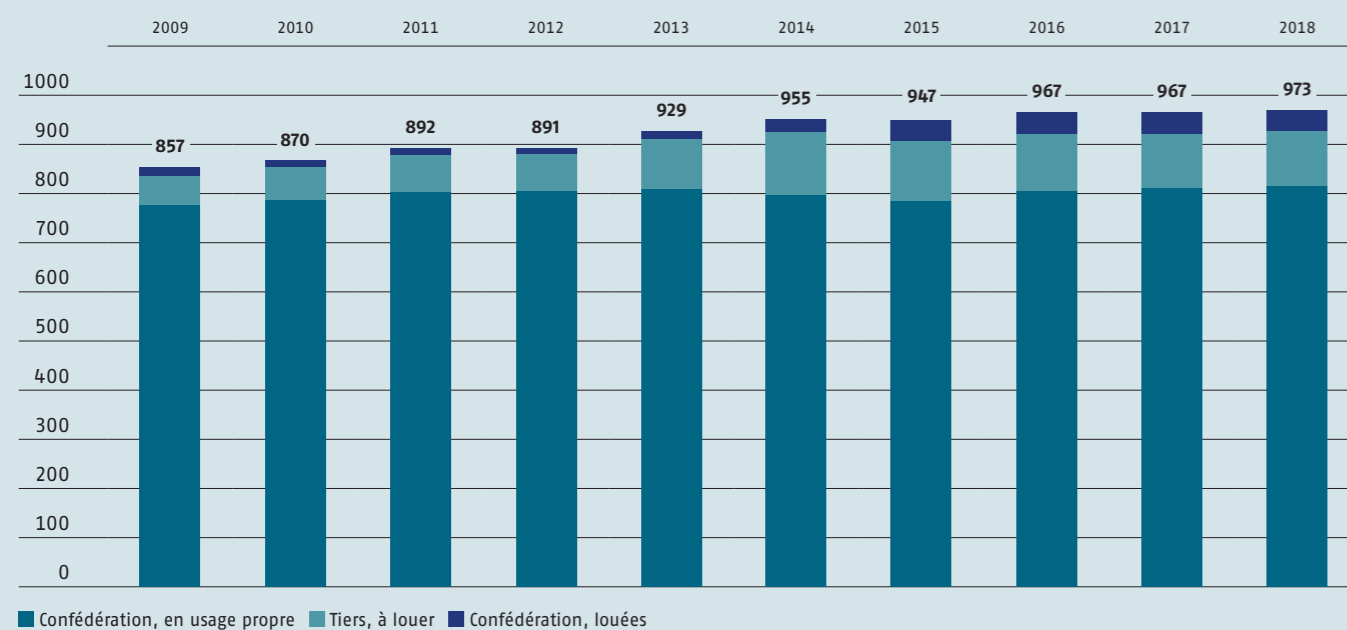
Fig. 28: Mix de surfaces (en 1000 m²)

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

mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Bâtiments / installations							
Nombre	162	83	138	24	28	13	448
Valeur d'acquisition	3 565	1 669	627	103	362	102	6 428
Valeur comptable	1 350	912	243	47	105	52	2 709
Parcelles							
Nombre	69	20	15	16	4	4	128
Valeur comptable	691	246	30	24	63	10	1 064
Valeur comptable constructions en cours	270	45	12	1	5	4	337
Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives)							0
Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)	2 311	1 203	285	72	174	67	4 110
Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs)							306

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	83 500	32 000	10 750	1 235	4 250	2 475	134 210
pour construction neuve ou remplacement	26 511	1 171	5 879	10	900	2 154	36 625
pour maintien de la valeur et de la fonction	56 989	30 829	4 871	1 225	3 350	321	97 585
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur)	57 267	14 371	5 260	261	2 971	245	80 374
Fonds de tiers	1 125	7 776	0	0	3 008	0	11 909
Dépenses en construction des institutions	141 891	54 147	16 010	14 96	10 228	2 720	226 493
Surface utile principale SUP (en m ²)	479 050	283 970	112 410	20 080	59 850	17 380	972 740
Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²)	296	191	142	74	171	156	233

Investissements 2018 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 2016	Domaine des EPF 2017	ETH Zurich Total	EPFL Total	PSI Total	WSL Total	Empa Total	Eawag Total	Domaine des EPF Tendance 2018 ¹
DONNÉES DE BASE										
Surface de référence énergétique SRE ²	m ²	1471 508	1475 985	692 662	437 415	166 750	28 246	122 812	28 100	1470 019
Equivalent plein temps ³	EPT	35 310	36 103	20 415	11 373	2 031	610	1 018	656	37 378
ENERGIE⁴										
Energie finale nette⁷	kWh / a	430 768 848	429 011 863	167 376 588	97 228 239	137 308 911	4 729 615	17 968 245	4 400 265	428 986 372
Electricité nette (sans autoprod.)	kWh / a	360 612 906	357 484 834	132 953 000	77 333 271	129 992 836	2 897 976	10 941 611	3 366 140	346 989 828
Achat d'électricité non certifiée	kWh / a	60 638 256	50 939 413	4 590 000	1 356 577	44 992 836	0	0	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh / a	306 751 078	306 545 421	128 363 000	75 976 694	85 000 000	2 897 976	10 941 611	3 366 140	
Electricité (sans naturemade star)	kWh / a	292 399 481	298 164 120	124 363 000	74 614 207	85 000 000	858 063	13 328 850	0	
Photovoltaïque naturemade star	kWh / a	2 078 078	2 084 150	0	2 000 000	0	0	0	84 150	
Hydraulique naturemade star	kWh / a	12 214 009	13 936 394	4 000 000	4 716 487	0	1 937 917	0	3 281 990	
Eolienne naturemade star	kWh / a	0	101 996	0	0	0	101 996	0	0	
Vente d'électricité	kWh / a	- 6 776 428	- 7 741 239	0	- 5 354 000	0	0	- 2 387 239	0	
Energie thermique	kWh / a	67 627 075	69 191 978	33 537 000	19 544 968	6 993 075	14 000 942	6 827 953	888 040	
Mazout	kWh / a	4 540 980	7 918 044	308 000	6 885 131	420 175	300 258	0	4 480	
Gaz naturel	kWh / a	59 752 463	53 911 698	34 287 000	12 619 686	0	0	6 997 982	7 030	
Chaleur à distance	kWh / a	28 730 003	33 038 081	24 532 000	350 151	6 572 900	0	706 500	876 530	
Copeaux de bois	kWh / a	14 631 27	11 000 684	0	0	0	1 100 684	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh / a	- 26 859 498	- 26 776 529	- 25 590 000	- 310 000	0	0	- 876 529	0	
Carburants (propres véhicules)	kWh / a	2 528 867	2 335 051	886 588	350 000	323 000	430 697	198 681	146 085	
Informations supplémentaires Energie										
Frais d'électricité et de production de chaleur ⁵	CHF / a	47 499 551	47 371 233	24 430 920	9 966 132	10 360 802	447 826	1 699 030	466 523	48 660 186
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh / a	520 813	622 450	205 253	0	0	128 420	125 532	163 245	
Total vente à des tiers	kWh / a	- 33 635 926	- 34 517 768	- 25 590 000	- 5 664 000	0	0	- 3 263 768	0	
EAU (POTABLE)	m³	649 066	663 418	355 756	182 098	94 366	8 318	19 905	2 975	680 576
MATIÈRES										
Papier	kg	411 592	344 133	211 000	87 990	25 687	5 775	7 968	5 713	368 649
Papier de fibres nouvelles	kg	173 722	114 284	85 750	13 683	7 724	1 476	5 578	73	62 507
Papier recyclé	kg	237 870	229 849	125 250	74 307	17 963	4 299	2 390	5 640	306 142
INDICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT										
Energie primaire⁶	kWh / a	616 876 534	597 739 400	200 930 119	118 674 228	243 574 309	7 209 525	21 645 330	5 705 889	
Dont énergies renouvelables	%	65	68	62	65	75	55	60	70	
Emissions de t CO₂	t CO₂ / a	36 776	35 553	13 724	8 103	10 409	412	2 508	396	

¹ Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2018.

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	100
Comptes annuels consolidés*	104
Bilan consolidé*	105

* Extrait du Rapport financier 2018

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2018

Compte de financement

La Confédération subventionne le Domaine des EPF à près de 70% directement par le financement fédéral. 20% sont financés indirectement dans un cadre concurrentiel via des contributions à la recherche de la Confédération. L'économie privée fournit une part importante du financement par le biais de contributions à la recherche.

Origine des fonds (recettes) du financement

Les recettes d'exploitation du Domaine des EPF se montent à 3571 mio CHF pendant l'exercice sous revue. Le volume des recettes reste donc au même niveau élevé que l'exercice précédent (2017: 3572 mio CHF). Les attentes du budget 2018 (3490 mio CHF y compris l'augmentation) ont cependant été dépassées. Dans le rapport budgétaire 2018, l'augmentation de 52,9 mio CHF du financement fédéral conformément à l'AF la sur le budget 2018 ne figurait pas encore dans les recettes.

En tant que propriétaire, la Confédération finance le Domaine des EPF à hauteur de 86%, un chiffre identique à celui de 2017. Le financement fédéral représentait lui aussi toujours 71% et son montant absolu était identique à l'exercice précédent (2531 mio CHF).

La part du financement des contributions à la recherche obtenues via les deux institutions de financement FNS et Innosuisse, la recherche du secteur public et les fonds des programmes-cadres de recherche européens (PCR) ainsi que la part financée indirectement par la Confédération n'ont pas non plus changé et représentent toujours 15% du volume financier. La part des fonds de tiers dans les recettes opérationnelles est

également restée constante (2018: 13,1%), et ce, malgré une légère augmentation par rapport à 2017.

Financement fédéral

Domaine des EPF plafond de dépenses 2017-2020

Le plafond de dépenses maximum approuvé s'élève à 10 337,8 mio CHF (soit une croissance moyenne de 1,9%). A la fin de la période de prestations, 98,7% des fonds devraient être utilisés (10 201,6 mio CHF), ce qui correspond à une croissance moyenne annuelle de 1,4% (cf. fig. 1 et 2, objectif 8, p. 68).

Crédits mis en compte sur le plafond de dépenses

Le total des deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses (budget 2018: total 2530,9 mio CHF) se maintient au niveau du budget 2017 (2530,8 mio CHF). Outre les transferts de crédit neutres via le processus budgétaire, un transfert de crédit est aussi intervenu en 2018 (24,2 mio CHF) au profit du crédit Contribution financière de la Confédération. Le Domaine des EPF a également fait usage de la possibilité de constituer des réserves dans l'administration générale. Il s'agit d'une demande formulée conformément à l'art. 32a LFC, pour un montant de 40 mio CHF, et en rapport avec un projet de construction de l'ETH Zurich qui a été retardé. Le Parlement prendra sa décision concernant cette demande au cours de sa session d'été 2019.

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

Pendant l'exercice sous revue, la Confédération a contribué au budget à hauteur de 533 mio CHF, via ses deux institutions de financement FNS et Innosuisse, ainsi que par la recherche sectorielle et les fonds des PCR. Les recettes se sont maintenues au niveau élevé ou ont été légèrement en dessous du total de 2017 (2017: 540 mio CHF). Le volume correspond pratiquement à la valeur prévue pour 2018 (B 2018: 531 mio CHF). Il y a eu aussi de légères réaffectations dans les contribu-

tions à la recherche, cependant peu importantes de par leur montant. Les recettes des deux institutions de financement de la Confédération ont ainsi enregistré un léger recul par rapport à 2017. Des recettes supplémentaires ont résulté de la recherche du secteur public et des PCR. La part de ces contributions à la recherche de la Confédération est restée, comme en 2017, à 15%.

Fonds de tiers

Le total des fonds de tiers s'est élevé à 466 mio CHF (C 2017: 462 mio CHF). Plus élevés qu'en 2017, ils dépassent aussi les prévisions (B 2018: 421 mio CHF). A l'exception des autres produits, toutes les catégories des fonds de tiers ont enregistré une hausse par rapport à l'exercice précédent.

Les recettes opérationnelles résultant des contributions à la recherche et des autres recettes opérationnelles ne correspondent normalement pas aux produits 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 fonds d'encouragement octroyés par la Confédération (organes de financement FNS et Innosuisse, recherche sectorielle et PCR de l'UE).

Affectation des fonds (dépenses)

Les dépenses se décomposent en trois parties: dépenses de personnel, dépenses de biens et services et dépenses d'investissement. La majeure partie des fonds (67%) a été une nouvelle fois affectée au personnel. 11% ont été investis dans les immobilisations corporelles. Le montant des autres dépenses d'exploitation courantes (env. 22%) 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/rapportfinancier2018).

En 2018, le total des dépenses d'exploitation s'élève à 3349 mio CHF. Il est ainsi supérieur à celui de l'année précédente (2017: 3307 mio CHF) mais inférieur au budget (2018: 3459 mio CHF). La baisse des autres dépenses et des investissements a été déterminante pour cet écart. Les dépenses de personnel correspondent cependant pratiquement au montant budgétisé pour 2018.

Par rapport à l'exercice de 2017, la répartition des principales composantes des dépenses est restée relativement constante.

2232 mio CHF ont été affectés au personnel (C 2017: 2204 mio CHF), ce qui représente une augmentation de 1,13% par rapport à 2017. 18 659,3 postes à temps plein (EPT; valeurs au jour de référence) ont été financés, dont la principale partie par le financement fédéral (12 426,8 EPT), pour lequel environ 1600 mio CHF ont été dépensés selon le recensement statistique. 4160,8 EPT ont été financés via les contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE. Une autre part importante du personnel a été financée grâce à des coopérations de recherche avec l'économie privée et grâce aux dons et legs (2071,7 EPT). Ces catégories regroupées sous le terme de «Fonds de tiers» ont contribué, selon le recensement statistique, aux dépenses de personnel à hauteur de 630 mio CHF (cf. fig. 24, provenance des fonds selon les groupes de fonctions; jour de clôture, p. 94).

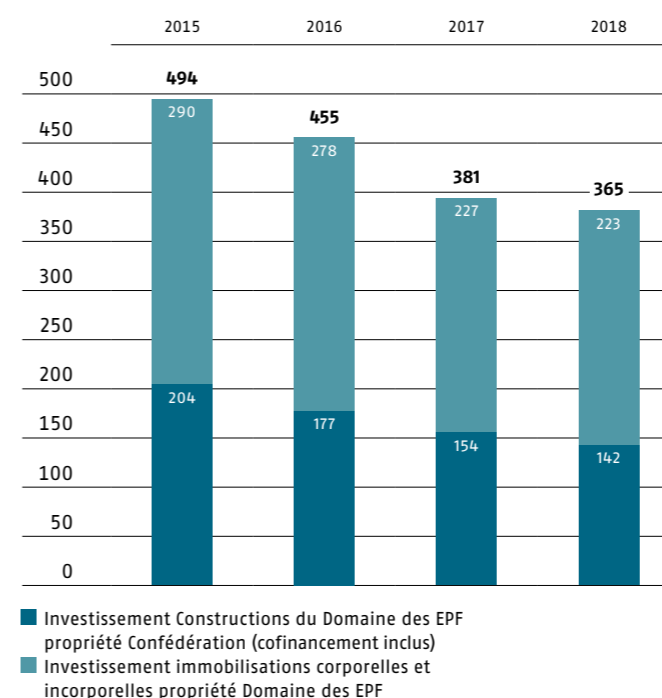
Les cotisations de l'employeur en pourcentage de la rétribution du personnel se sont montées en 2018 à 19,9% (C 2017: 20%). Le calcul du budget 2018 a été effectué de manière analogue à celui de la Confédération (Office fédéral du personnel, OFPER) avec un taux forfaitaire de cotisations de l'employeur de 20,2%.

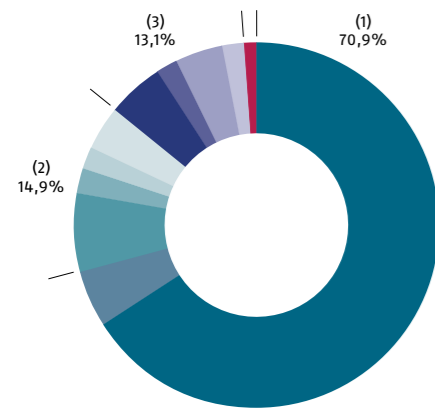
Les autres dépenses d'exploitation courantes (C 2018: 753 mio CHF) ont augmenté de 27 mio CHF (+ 4,4%) par rapport à 2017. Leur part dans les dépenses globales est restée constante à 22% (C 2017: 22%).

Investissements

Pour les investissements, on distingue la propriété et l'usage. Pour les 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. On y trouve donc également les in-

Fig. 32: Evolution de l'investissement total (en mio CHF)





Origine des fonds

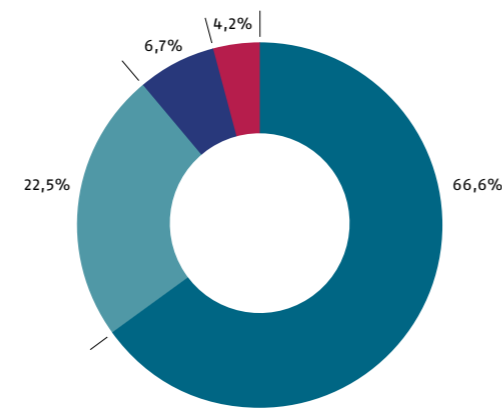
Fig. 33*: Structure des recettes en %

Recettes d'exploitation, comptes annuels 2018: 3571 mio CHF
(point de vue du compte de financement)

Catégorie	Pourcentage
(1) Financement fédéral (point de vue du plafond de dépenses)	70,9%
Contribution financière de la Confédération	66,0%
Crédit d'investissement pour des constructions du Domaine des EPF	4,9%
(2) Contributions indirectes à la recherche de la Confédération et de l'UE	14,9%
Fonds national suisse (FNS)	7,1%
Innosuisse	1,6%
Recherche sectorielle	2,3%
Programmes-cadres de recherche européens (PCR)	4,0%
(3) Fonds de tiers	13,1%
Collaboration avec l'économie privée	3,9%
Autres fonds de tiers (universités, cantons, etc.)	2,3%
Dons et legs	4,3%
Autres produits	2,25%
Finances de cours et taxes d'études	1,1%

investissements dans des biens immobiliers qui sont la propriété de la Confédération et qui sont financés via le crédit A202.0134 crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF.

Le recul de 16 mio CHF par rapport à l'exercice précédent (C 2018: 365 mio CHF, C 2017: 381 mio CHF) concerne en premier lieu les investissements liés aux constructions. Ce chiffre est très nettement inférieur aux investissements budgétisés (B 2018: 438 mio CHF). Cette différence s'explique principalement par le report de projets de construction de l'ETH Zurich. La part des investissements dans les dépenses totales s'est montée à près de 11% en 2018 (C 2017: 12%). Cela correspond aux fonds à long terme et à la comparaison avec l'administration fédérale centrale (12-15%). Comme l'année dernière, les principaux investissements concernent le PSI (Gantry 3, ATHOS, SwissFEL).



Affectation des fonds

Fig. 34***: Structure des dépenses en %

Charges d'exploitation, comptes annuels 2018: 3349 mio CHF
(point de vue du compte de financement)

Catégorie	Pourcentage
Personnel	66,6%
Autres dépenses courantes	22,5%
Investissements propriété Domaine des EPF	6,7%
Investissements propriété Confédération	4,2%

* Fig. 33 montre les recettes d'après l'origine des fonds. Elles s'élèvent à 3571 mio CHF et se composent des éléments suivants: contribution financière de la Confédération, crédit d'investissement des constructions du Domaine des EPF, dons et legs, contributions à la recherche, mandats de recherche, prestations des services scientifiques, finances de cours et taxes d'études, autres produits

** Fig. 34 montre les dépenses d'après l'affectation des fonds. Elles s'élèvent à 3349 mio CHF et se composent des éléments suivants: charges de personnel, (après la neutralisation des charges de prévoyance nettes selon IPSAS 39), investissements construction propriété Confédération; investissements dans des immobilisations corporelles et incorporelles, charges de biens et services (sans les charges de loyers), charges de transferts. Les amortissements ne font pas non plus partie du total après affectation des fonds.

Comme pour l'origine des fonds, il n'y a pas eu de modification majeure dans la répartition des fonds affectés par rapport à 2017.

Rapprochement du compte de financement et du compte de résultat

Contrairement à l'aperçu du financement, dans lequel le financement de base et les autres sources de financement sont enregistrés dans la période durant laquelle les fonds ont été reçus, dans le compte de résultat, les produits et les charges sont comptabilisés dans la période à laquelle ils appartiennent selon des principes d'économie d'entreprise. Cette présentation correspond à l'état périodique comptable ou *accrual accounting*. Le financement fédéral se compose donc, dans le compte de résultat, des crédits A231.0181 Contribution financière de la Confédération au Domaine des EPF et du crédit A231.0182 Contributions aux loyers du Domaine des EPF et non pas, contrairement au compte de financement, des crédits A231.0181 Contri-

bution financière de la Confédération au Domaine des EPF et A202.134 Investissements Constructions du Domaine des EPF.

Pour des raisons liées au système, la différence entre le compte de financement et le compte de résultat pour les contributions à la recherche ne peut être ni déduite ni représentée. C'est pourquoi nous présentons des valeurs analogues. Les principales différences entre les dépenses et les charges (charges de prévoyance nettes selon IPSAS 39, loyers et amortissements) sont présentées dans le rapprochement.

Un autre aspect du rapprochement concerne l'effet des sous-consolidations pour le Domaine des EPF, qui n'est cependant pas pris en considération dans le compte de financement. Les effets résultant des prestations en nature sont minimes et sont seulement pris en compte dans l'*accrual accounting*.

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

	Compte de financement	Rapprochement			Compte de résultat
	2018	Diminution (-)	Augmentation (+)	Consolidation (+/-)	2018
COMPTE DE FINANCEMENT / COMPTE DE RÉSULTAT					
Recettes (origine des fonds) / produits d'exploitation	3 571	- 174	269	49	3 714
Financement fédéral	2 531	- 174	269	-	2 625
Contribution financière de la Confédération	2 357				2 357
Investissements dans des constructions du Domaine des EPF	174	- 174			-
Contribution aux loyers	-		269		269
Contributions à la recherche: Confédération	533				533
Contributions à la recherche: tiers / recettes diverses	507			49	556
Dépenses (utilisation des fonds) / charges d'exploitation	3 349	- 144	615	41	3 631
Personnel	2 232	- 10	90	21	2 333
Biens et services – loyers Domaine des EPF	-		269		269
Amortissements	-		256	9	266
Autres dépenses et charges de biens et services / de transfert courantes	753			11	764
Investissements	365	- 134	-	-	231
Constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	134	- 134			-
Cofinancements de constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	7				7
Immobilisations corporelles immeubles (appartenant au Domaine des EPF)	40				40
Immobilisations corporelles meubles (appartenant au Domaine des EPF)	180				180
Immobilisations incorporelles (appartenant au Domaine des EPF)	4				4

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

Comptes annuels consolidés

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

mio CHF	Annexe	Budget 2018	Réalisé 2018	Réalisé 2017	Ecart Réalisé absolu
Contribution financière de la Confédération		2 357	2 357	2 378	- 21
Contribution aux loyers		269	269	278	- 10
Financement fédéral	7	2 625	2 625	2 656	- 31
Finance de cours et autres taxes d'utilisation	8	37	41	39	2
Fonds National Suisse (FNS)		252	255	260	- 6
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse) *		60	56	63	- 7
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle)		75	81	78	3
Programmes-cadres de recherche de l'UE		144	142	139	3
Recherche axée sur l'économie (secteur privé)		129	139	129	9
Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales)		71	84	74	10
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques	9	732	755	743	12
Dons et legs	10	76	155	120	35
Autres produits	11	114	138	140	- 2
Produits d'exploitation		3 585	3 714	3 698	16
Charges de personnel	12, 28	2 306	2 333	2 303	30
Charges de biens et services	13	979	990	958	32
Amortissements	21, 23	215	266	212	53
Charges de transfert	14	179	43	42	1
Charges d'exploitation		3 679	3 631	3 515	116
RÉSULTAT D'EXPLOITATION		- 94	83	182	- 100
RÉSULTAT FINANCIER	15	7	- 22	13	- 35
Résultat des entités associées et co-entreprises	20	-	- 11	14	- 24
RÉSULTAT DE L'EXERCICE		- 87	50	209	- 159

* Le 1^{er} janvier 2018, l'Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation Innosuisse a pris la relève de la Commission pour la Technologie et l'innovation (CTI).

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	31.12.2018	31.12.2017	Ecart absolu
ACTIF CIRCULANT				
Liquidités et placements à court terme	16	852	733	118
Créances à court terme sur transactions sans contrepartie	17	558	555	3
Créances à court terme sur transactions avec contrepartie	17	36	38	- 2
Placements financiers et prêts à court terme	22	1 409	1 389	20
Stocks	18	10	10	- 1
Actifs de régularisation	19	48	45	3
Total de l'actif circulant		2 913	2 771	141
ACTIF IMMOBILISÉ				
Immobilisations corporelles	21	2 023	1 863	161
Immobilisations incorporelles	21	67	68	- 1
Créances à long terme sur transactions sans contrepartie	17	970	838	132
Créances à long terme sur transactions avec contrepartie	17	-	-	-
Participations dans des entités associées et co-entreprises	20	135	147	- 12
Placements financiers et prêts à long terme	22	32	26	6
Cofinancements	23	128	125	3
Total de l'actif immobilisé		3 354	3 066	288
TOTAL DE L'ACTIF		6 267	5 837	429
CAPITAUX DE TIERS				
Engagements courants	24	179	172	7
Engagements financiers à court terme	25	16	16	1
Passifs de régularisation	26	142	134	7
Provisions à court terme	27	109	103	6
Capitaux de tiers à court terme		446	425	21
Fonds de tiers affectés	29	1 510	1 428	83
Engagements financiers à long terme	25	361	374	- 12
Engagements nets de prévoyance	28	2 239	1 894	344
Provisions à long terme	27	705	505	199
Capitaux de tiers à long terme		4 815	4 201	614
Total des capitaux de tiers		5 261	4 626	635
CAPITAUX PROPRES				
Réserves de réévaluation		- 1 364	- 1 109	- 255
Réserves affectées		1 123	949	174
Réserves libres		967	965	2
Cofinancements	23	128	125	3
Réserves d'entités associées	20	135	147	- 12
Excédent (+) / déficit (-) de bilan		17	135	- 118
Total des capitaux propres		1 006	1 212	- 206
TOTAL DU PASSIF		6 267	5 837	429

Mentions légales

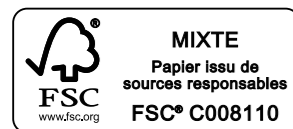
Editeur: Conseil des EPF, Haldeliweg 15, 8092 Zurich,
kommunikation@ethrat.ch
Direction du projet, rédaction: Communication du Conseil
des EPF, Zurich
Conception graphique, mis en page: Hej GmbH, Zurich
Reportages: Roland Fischer, Berne
ainsi que les institutions du Domaine des EPF
Photographie: Basil Stücheli, Aeugstertal
ou selon crédit photo
Traduction, réécriture: comtexto AG, Zurich
Système éditorial: ns.publish, mms solutions AG, Zurich
Impression: Kromer Print AG, Lenzburg
Clôture de la rédaction: 21 mars 2019

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/rapportdegestion2018.

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 ISP du Domaine des EPF
(*Implementation Strategic Planning*),
- 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 ainsi que les responsables au sein
des institutions du Domaine des EPF.

© Conseil des EPF, mars 2019



Couverture

Au cours des prochaines années, le professeur Tom Battin, directeur de recherche du projet NOMIS à l'EPFL, étudiera quelque 200 cours d'eau glaciaires dans le monde afin de mieux comprendre la vie microbienne dans les écosystèmes en voie de disparition.

Conseil des EPF

Conseil des écoles
polytechniques fédérales

Zurich:

Händeliweg 15
8092 Zurich

Berne:

Hirschengraben 3
3011 Berne

www.cepf.ch