



DOMAINE DES EPF



2017

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



Mission

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 en bref



DOMAINE DES EPF

**2018
LE DOMAINE
DES EPF
EN BREF**

ETH zürich

EPFL
ÉCOLE POLYTECHNIQUE
FÉDÉRALE DE LAUSANNE

PAUL SCHERRER INSTITUT
PSI

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

Empa
Materials Science and Technology

eawag
aquatic research

Sommaire

RÉTROSPECTIVE 2017	4	Temps forts 2017	4
		Financement et comptes annuels	6
		Biens immobiliers	7
		Energie et environnement	7
		Enseignement, recherche, transfert de savoir et de technologie	8
LA SCIENCE EN MARCHÉ	12	Domaine des EPF Numérisation	14
		ETH Zurich SKINTEGRITY	18
		EPFL Venice Time Machine	20
		PSI Plateforme ESI	22
		WSL Génétique de la conservation	24
		Empa Technique médicale	26
		Eawag Utilisation thermique des eaux de surface	28
GOVERNANCE	30	Structure et conduite	32
		Organisation et organes de direction du Domaine des EPF	34
		Contrôle et révision	35
		Membres du Conseil des EPF	36
		Gestion des risques	38
		Personnel élu	39
OBJECTIFS STRATÉGIQUES	40	Objectif 1 Enseignement	42
		Objectif 2 Recherche	46
		Objectif 3 Infrastructures de recherche	50
		Objectif 4 Transfert de savoir et de technologie	54
		Objectif 5 Coopération et coordination nationales	58
		Objectif 6 Positionnement et coopération sur le plan international	62
		Objectif 7 Rôle dans la société et services nationaux	66
		Services nationaux	70
		Objectif 8 Sources de financement et utilisation des ressources	72
		Objectif 9 Gestion immobilière	76
		Objectif 10 Conditions de travail, égalité des chances et relèvements scientifiques	78
CHIFFRES CLÉS	82	Tableau de monitoring	84
		Rapport sur les prestations académiques	86
		Classements et benchmarkings	94
		Dix ans d'ERC Grants	98
		Personnel	100
		Personnel professoral	104
		Stratégie des genres	105
		Immobilier	106
		Energie et environnement	111
		Compte de financement	114
RAPPORT FINANCIER	119	www.cepf.ch/rapportfinancier2017	119
		Mentions légales	120



2530,8
mio

Financement fédéral

743
mio

Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations des services scientifiques



21 490

Collaborateurs *

474

Apprenants inclus *

34 %

Part des femmes au sein du Domaine des EPF



31 293

Etudiants et doctorants

850

Professeurs *

29,5 %

Part des femmes dans les nominations du personnel professoral



206

Brevets

297

Licences

48

Créations de spin-offs



ETH Zurich

4^e rang du THE Europe Ranking

10^e rang du THE World Ranking

10^e rang du QS World Ranking

5^e rang du QS Europe Ranking

EPFL

1^{er} rang du THE «Young University» Ranking

10^e rang du THE Europe Ranking

12^e rang du QS World Ranking

6^e rang du QS Europe Ranking

* Contrats de travail



Chères lectrices, chers lecteurs,

31293. C'est le nombre d'étudiants et de doctorants inscrits dans l'une des deux EPF en 2017. Soit 1000 de plus qu'il y a un an et 10 000 de plus qu'il y a dix ans. Les jeunes Suisses sont de plus en plus nombreux à vouloir étudier au Domaine des EPF. Et l'on ne peut que s'en réjouir. Notre industrie, nos PME et nos autorités ont besoin de personnel très bien formé, que ce soit dans le secteur de la construction, de l'informatique, de l'agriculture, de la mécanique ou des produits pharmaceutiques. Le Domaine des EPF forme ces indispensables spécialistes. Dans certaines disciplines comme la construction mécanique ou l'électrotechnique, c'est même le seul établissement de formation au niveau universitaire en Suisse. Chaque année, plus de 4000 personnes passent leur master ou leur doctorat dans l'une des deux EPF. Ensuite, elles arrivent sur le marché du travail suisse ou fondent leur propre entreprise, un cas de plus en plus fréquent. Les quatre établissements de recherche du Domaine des EPF sont eux aussi très engagés dans l'enseignement. Le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag n'avaient encore jamais accompagné autant de travaux de thèse et de mémoire qu'en 2017.

L'accueil dans de bonnes conditions de 10 000 étudiants et doctorants supplémentaires exige la mise à disposition de laboratoires, de salles de cours, de professeurs et de personnel technique supplémentaires. Et de nombreux investissements. Certes, le Domaine des EPF obtient sur concours le soutien financier de particuliers, du Fonds national suisse, d'Innosuisse et de l'UE. Mais les contributions issues du financement fédéral restent, et de loin, la principale source de revenus.

La formation est un investissement rentable. Une étude récente avec des chiffres concrets pour le Domaine des EPF le confirme. En 2016, le Domaine des EPF a généré une valeur ajoutée brute de l'ordre de 13 milliards de francs et quelque 100 000 emplois en Suisse. Chaque franc investi dans le Domaine des EPF voit sa valeur quintuplée et chaque poste en crée environ quatre autres. Ses institutions, qui attirent des entreprises étrangères, donnent naissance à des spin-offs et donc à des emplois. Le Domaine des EPF est un acteur important de notre économie et un ambassadeur essentiel qui véhicule l'excellence de nos formations et de nos recherches hors de nos frontières et la réputation de la Suisse en général. Le fruit de ses travaux de recherche et son étroite collaboration avec l'économie contribuent significativement à la compétitivité et à la qualité de vie de la Suisse.

Zurich / Berne, février 2018

Dr Fritz Schiesser *Président du Conseil des EPF*

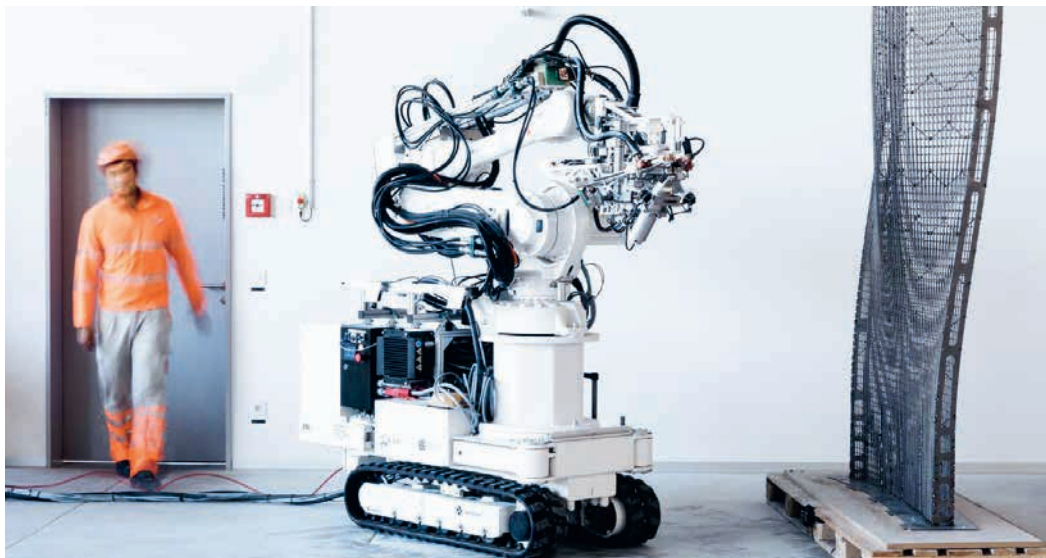
Temps forts 2017

WSL

Le WSL dialogue avec des politiques au WEF

Durant le Forum économique mondial WEF, le WSL a co-organisé et accueilli la rencontre *Arctic Basecamp* sur son site de Davos. Des spécialistes du monde polaire, des représentants des milieux économiques et des responsables politiques de Suisse et de l'étranger se sont entretenus sur l'impact des changements climatiques dans les régions arctiques sur l'économie mondiale. Des personnalités, comme l'ancienne secrétaire exécutive de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques Christiana Figueres ainsi que l'ancien vice-président américain Al Gore et le directeur du WSL Konrad Steffen, ont profité de la présence de participants au WEF pour relayer des découvertes scientifiques et promouvoir le dialogue basé sur les faits au sein de la société.

Photo: Phil Wenger/WSL



ETH Zurich

Conçu, planifié, construit numériquement

La première maison au monde conçue et planifiée par ordinateur, mais aussi construite en grande partie par le biais de processus numériques, de robots et d'imprimantes en 3D est en train de voir le jour, au sein du bâtiment NEST de l'Empa et de l'Eawag à Dübendorf. Elle a été baptisée DFAB HOUSE et elle comprend trois étages. Pour la première fois, huit chaires de l'ETH Zurich, représentatives de disciplines scientifiques très différentes, testent en conditions réelles de toutes nouvelles méthodes de construction développées en laboratoire. L'objectif est d'étudier en quelle mesure les technologies numériques peuvent améliorer la durabilité et l'efficacité des constructions et accroître le potentiel créatif. Le projet est né grâce à la participation de partenaires économiques, dans le cadre du pôle national de recherche Fabrication numérique. *Photo: ETH Zurich/Empa*



EPFL

Triomphe au Solar Decathlon

A travers un partenariat entre l'EPFL, la Haute école d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, la Haute école d'art et de design de Genève et l'Université de Fribourg, la Suisse a remporté haut la main le Solar Decathlon lors de sa première participation au concours. Organisé par le Département américain de l'Energie, le Solar Decathlon met en compétition des universités du monde entier autour d'un objectif: concevoir et construire une maison innovante uniquement alimentée à l'énergie solaire auto-produite. L'équipe suisse, composée de 250 étudiants issus aux trois quarts de l'EPFL, a travaillé durant trois ans. Quarante-trois étudiants sont partis défendre le projet à Denver. Le résultat: la Suisse est montée huit fois sur dix le podium, dont six fois sur la plus haute marche.

Photo: Fred Hatt/EPFL



Empa

L'Advanced Manufacturing passe à la vitesse supérieure

L'industrie manufacturière connaît actuellement une révolution: de toutes nouvelles interconnexions entre ordinateurs, données et objets physiques voient le jour et modifient notre façon de produire. Le nouveau grand axe stratégique *Advanced Manufacturing* du Domaine des EPF, sous la responsabilité de l'Empa, doit aider à exploiter de façon ciblée le potentiel de la numérisation et des nouvelles méthodes de fabrication pour l'industrie suisse. A l'occasion du coup d'envoi donné le 13 novembre à Berne, le conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann a fait l'éloge de la position forte, à l'échelle internationale, des instituts de recherche suisses dans ce domaine, en rappelant toutefois qu'il ne fallait pas perdre de vue l'évolution industrielle. *Photo: Empa*

www.sfa-am.ch

PSI

Examen visuel non destructif d'une puce électronique

Les circuits électriques et les transistors au sein des puces électroniques des ordinateurs et téléphones mobiles modernes ne mesurent que quelques nanomètres. Si produire ces structures s'est banalisé, les mesurer après fabrication reste ardu. Pour la première fois, des chercheurs du PSI ont réussi à radiographier en 3D l'intérieur d'une puce électronique ordinaire. Les minuscules structures ont pu être observées, sans être détruites, grâce aux expériences réalisées avec la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS). Les objectifs de développement sont ambitieux et l'industrie des semi-conducteurs s'y intéresse de près. Jusqu'à présent, les examens se limitaient à l'ordre du micromètre. L'avenir devrait permettre d'examiner des puces entières sans les détruire, dans un temps de mesure acceptable.

Eawag

Une agriculture plus respectueuse de la qualité des eaux

Concilier productivité et préservation de la qualité des eaux est un défi pour l'agriculture. Souvent, on retrouve des produits phytosanitaires dans les rivières, les ruisseaux et les lacs. D'où le lancement d'initiatives politiques comme le «Plan d'action national Produits phytosanitaires», avec lequel le gouvernement veut réduire les risques de moitié et encourager les alternatives à la chimie. La journée d'information de cette année organisée par l'Eawag au mois de septembre 2017 a montré que les conflits entre exploitation agricole et protection des eaux pouvaient se gérer par l'objectivité dans le dialogue, la transparence dans les objectifs fixés et la prise de mesures variées.



Finances

Financement et comptes annuels

Le Domaine des EPF est financé à 86% par des contributions directes (financement fédéral: 71%) et indirectes de la Confédération (15%). Pour la période FRI 2017–2020, un plafond de dépenses de max. 10337,8 mio CHF est prévu. Avec 2530,8 mio CHF, les crédits ont, en 2017, dépassé ceux de l'année précédente. Le Domaine des EPF devrait donc disposer de 10148,2 mio CHF pour la période FRI 2017–2020. Les crédits imputés au plafond de dépenses couvrent les besoins financiers pour l'équipement de base dédié à l'enseignement et la recherche, ainsi que la part des investissements de construction pour les biens immobiliers utilisés par le Domaine des EPF et dont la Confédération est propriétaire. Outre le financement fédéral, la Confédération couvre aussi 15% du financement du Domaine des EPF par le biais de contributions de recherche compétitives.

Les comptes annuels du Domaine des EPF englobent le compte de résultat, le bilan, le tableau des flux de trésorerie, l'état des capitaux propres et l'annexe. Ils sont établis conformément aux normes IPSAS et aux directives de l'Ordonnance sur les finances et la comptabilité du Domaine des EPF. Les institutions du Domaine des EPF comptent parmi les premières Haute écoles et établissements de recherche au monde dont les comptes annuels ont été préparés et certifiés conformément aux normes IPSAS.

L'exercice 2017 a été clôturé avec un résultat annuel de 209 mio CHF, ce qui correspond à un recul de 80 mio CHF (–28%). Cette diminution résulte de la hausse de 6% des charges d'exploitation face à une croissance des produits d'exploitation d'à peine 3%. Pour déterminer le résultat annuel, le résultat d'exploitation, le résultat financier et le résultat des entités associées doivent être pris en compte.

Le total du bilan a progressé fin 2017, passant de 5041 à 5837 mio CHF, du fait notamment de la hausse des immobilisations corporelles, des participations dans des entités associées (en raison de leur première comptabilisation) et des créances. Pour ces dernières, on observe une importante réaffectation entre les immobilisations corporelles et une augmentation de l'actif circulant. Du côté du passif, une réaffectation a été opérée dans les capitaux de tiers et les capitaux propres, suite au recul des engagements nets de prévoyance dans les capitaux de tiers et à l'augmentation correspondante dans les capitaux propres.

Les conséquences des hypothèses actuarielles modifiées par rapport à 2016 ont entraîné cette évolution positive des réserves de réévaluation dans les capitaux

Fig. 1: Les principaux indicateurs financiers pour 2015–2017

mio CHF	2015	2016	2017
Compte de résultat			
Produits d'exploitation	3 475	3 598	3 698
Charges d'exploitation	3 252	3 314	3 515
y compris charges de personnel	63,0%	63,4%	65,5%
Résultat de l'exercice	214	289	209
Bilan			
Actif circulant	1 994	2 149	2 771
Actif immobilisé	2 693	2 892	3 066
Total du bilan	4 686	5 041	5 837
Capitaux de tiers	4 321	4 918	4 625
Capitaux propres	365	123	1 212
Taux des capitaux propres	8%	2%	21%

5837 mio CHF
au total du bilan

propres. Suite à cela, les capitaux propres ont augmenté de 608 mio CHF et les engagements nets de prévoyance ont diminué dans les capitaux de tiers (–678 mio CHF). Un autre élément qui s'est répercuté sur le montant des capitaux propres est la première comptabilisation, dans les comptes consolidés, d'entités contrôlées ou influencées de manière déterminante par des institutions du Domaine des EPF. En raison de la mise en œuvre des dispositions transitoires de l'Ordonnance sur les finances et la comptabilité, les états financiers sous-consolidés ont à l'actif et au passif les valeurs des entités contrôlées et associées. De ce fait, le total du bilan consolidé du Domaine des EPF a progressé de 148 mio CHF supplémentaires dans les capitaux propres. L'augmentation des réserves libres et affectées s'est ajoutée à la progression des capitaux propres de 1,1 mia CHF par rapport à 2016.

Conclusion: les changements les plus significatifs dans les comptes annuels 2017, tant dans le compte de résultat que dans le bilan, concernent principalement les transactions IPSAS 39 (charges de prévoyance nettes et engagements nets de prévoyance). Un autre effet important reflété dans les chiffres provient de l'inclusion des participations dans des entités contrôlées et associées.

209 mio CHF

Résultat de l'exercice





Personnel

Une croissance toujours modérée

En 2017, 21490 collaborateurs* (2016: 21054) ont travaillé pour les institutions du Domaine des EPF. Fin 2017, le personnel du Domaine des EPF comptait 18 631,6 équivalents plein temps (EPT) (2016: 18 255,9 EPT). La croissance a donc été un peu supérieure à 2016, mais s'inscrit dans la tranche inférieure des taux de croissance précédents. En 2017, la part des femmes dans le Domaine des EPF a atteint pour la première fois la barre des 34%. Elle a aussi augmenté chez les professeurs, de 13,9% à 14,9%. Avec 29,5%, la part des femmes dans les nominations est supérieure à celle de 2016 (24,1%). Le Domaine des EPF souhaite augmenter le nombre des femmes dans l'enseignement et les sciences ainsi qu'à des postes de direction. A cet effet, le Conseil des EPF a appliqué une stratégie en faveur de l'égalité des sexes pour la période 2017–2020 (cf. p. 102). Le nombre des apprenants est passé à 474 fin 2017 (2016: 464).

* Contrats de travail

120 mio CHF
pour les énergies renouvelables

Biens immobiliers

Défis croissants

La gestion immobilière du Domaine des EPF a dû faire face à des défis de taille en 2017. La progression continue du nombre d'étudiants va de pair avec celle des chaires. Cette tendance devrait se poursuivre et entraîne des besoins croissants d'ajustement des locaux et de l'infrastructure technique. Un programme d'austérité et un programme d'efficacité du Conseil fédéral ont concerné les fonds affectés aux constructions du Domaine des EPF pour la période 2019–2021. La planification des investissements a dû être adaptée, ce qui a eu des conséquences sur les projets déjà prévus ou en cours pendant 2017. Ces coupes peuvent aussi être en partie compensées par des retards dans les projets de construction en cours. Le défi du Domaine des EPF consiste à remplir les objectifs élevés liés à la fonction d'exemple de la Confédération dans le secteur de l'énergie et du développement durable, à garantir le maintien de la valeur et de la fonction et à fournir, en temps utile, les conditions-cadres adéquates pour l'enseignement et la recherche.

Energie et environnement

Promotion de l'énergie renouvelable

De 2006 à 2016, le Domaine des EPF faisait partie du programme gestion des ressources et de management environnemental de l'administration fédérale (RUMBA). Le rapport final est paru en septembre 2017. En 2017, le Conseil fédéral a transmis le programme RUMBA à l'administration fédérale en lui conférant le statut de mandat permanent. La comparabilité des rapports du Domaine des EPF (cf. fig. 32, p. 114) avec les chiffres du RUMBA reste garantie. Le Rapport annuel 2016 «L'exemplarité énergétique de la Confédération» de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) paru en 2017 comporte d'autres informations sur l'engagement des institutions dans le domaine énergétique. Fin 2017, les institutions ont présenté un plan d'action au Conseil fédéral pour la production d'énergie renouvelable visant à couvrir leurs propres besoins, avec des coûts d'investissement d'env. 120 mio CHF d'ici 2024.

Le Domaine des EPF – un moteur de la numérisation

Au cours des années à venir, la numérisation va remodeler l'économie, la société et les sciences. Pour la Suisse, c'est une vraie chance.

A condition de mettre en place les cadres nécessaires. A cet égard, les institutions du Domaine des EPF ont un rôle clé à jouer.

En 2017, le Conseil fédéral a consacré trois rapports détaillés à la numérisation dans l'économie, la recherche et la formation, s'inscrivant dans le cadre de la stratégie «Suisse numérique» décidée un an plus tôt. L'un portait sur l'impact de la numérisation au niveau de l'emploi et des conditions de travail, l'autre sur les conditions-cadres essentielles à l'économie numérique dans le contexte suisse. Le troisième, intitulé «Défis de la numérisation pour la formation et la recherche en Suisse» et publié en juillet 2017, portait sur le rôle fondamental de la formation et de la recherche.

Ce dernier rapport définit huit champs d'action qui aideront la Suisse à relever les défis liés à la numérisation dans les domaines de la formation et de la recherche. Deux champs d'action attribuent un rôle-clé au Domaine des EPF. La création de nouvelles chaires favorisera la progression en recherche fondamentale informatique (*Computing Science*) dans le Domaine des EPF. D'après le Conseil fédéral, cette mesure assoira une base institutionnelle qui permettra aux deux EPF de rivaliser avec les centres de référence de renommée internationale sur le plan des ressources. L'ETH Zurich et l'EPFL consolideront ainsi leur avance en recherche fondamentale dans les filières-clés pour l'évolution de la numérisation. Dans le cadre de leur propre positionnement stratégique, les institutions du Domaine des EPF se sont engagées vis-à-vis de ce mandat. Le plan d'action de la Confédération pourra, lui aussi, soutenir leurs activités à ce niveau.

Parmi les mesures retenues au sein du deuxième champ d'action «Encouragement de l'innovation: accélération du transfert de savoir», il est prévu de créer un réseau national de centres de transfert de technologie axé sur les technologies de fabrication (*Advanced Manufacturing Technology Transfer Centers*). Les entreprises industrielles, et notamment les PME, sont confrontées à la numérisation et à ses défis, surtout dans le domaine des technologies de fabrication avancées. Pour le Conseil fédéral, le développement de ces technologies de fabrication exige une collaboration transdisciplinaire et interdisciplinaire intense entre disciplines de recherche, doublée d'un renforcement de la coopération

entre scientifiques et industriels. Le Domaine des EPF est amené à y jouer un rôle essentiel.

Pour la période stratégique 2017–2020, le Domaine des EPF s'attachera à développer le grand axe stratégique *Advanced Manufacturing* à la thématique certes similaire, mais plus vaste. Il soutient l'accentuation du Conseil fédéral ainsi que ses efforts et son rôle important dans ce domaine. Comme dans les années passées, il est essentiel que le Domaine des EPF dispose des moyens nécessaires pour s'acquitter de ces missions et de ces mandats. Les institutions du Domaine des EPF sont tributaires de l'allocation des ressources indispensables, sans lesquelles elles ne pourront pas satisfaire à ce que l'on exige d'elles dans le cadre des priorités définies par les responsables politiques.

Numérisation et sécurité

La question des risques et de la sécurité dans l'espace virtuel, c'est-à-dire la gestion des cyberrisques et de la cybersécurité, est un thème qui prend de l'importance et retient de plus en plus l'attention dans le contexte de la numérisation. Face à l'augmentation du nombre de cas à l'origine d'incidents dans des entreprises et des organismes d'Etat, les Chambres fédérales se sont à leur tour penchées sur cette thématique dans différentes interventions.

Cybersécurité: le Domaine des EPF en tant qu'autorité de compétence

L'importance croissante de la recherche et du développement des compétences afin de mieux gérer les cyberrisques et la cybersécurité est devenue évidente. Ici aussi, il s'est avéré que les institutions du Domaine des EPF étaient des centres de compétences et des partenaires essentiels des services publics compétents en matière de cybersécurité. Ce qui est aussi vrai pour la collaboration avec les établissements privés. Il faut mentionner à ce sujet le *Center for Security Studies* fondé en 1994 et le *Zurich Information Security & Privacy Center* (ZISC) créé en 2003, qui travaillent sur ces thèmes à l'ETH Zurich dans la recherche et l'enseignement. Au

sein de ce dernier, quatre chaires du grand axe et douze chaires associées avec leurs groupes de recherche respectifs travaillent dans un *Open Lab* avec différents partenaires industriels, dont IBM, Google, ZKB, SIX, Crédit Suisse, Zurich Assurances, La Poste, armasuisse open systems et NEC. A l'EPFL, c'est notamment le *Security and Cryptography Laboratory* (LASEC) qui s'en occupe. La cybersécurité est aussi au cœur des activités de l'*EPFL Innovation Park* à Lausanne. Dans ce contexte, l'EPFL prévoit d'ouvrir un *Center for Digital Trust* avec des partenaires de l'industrie.

Depuis des années, les institutions du Domaine des EPF accordent une haute importance à la recherche, à l'enseignement et donc à la formation dans le domaine

de la cybersécurité. Elles prennent les mesures nécessaires pour consolider et étendre le rôle majeur qu'elles jouent à l'échelle mondiale.

La numérisation concerne également les quatre grands axes stratégiques

Lancement réussi des grands axes stratégiques

Les quatre grands axes stratégiques retenus par le Conseil des EPF dans sa planification stratégique pour les années 2017–2020 intègrent d'importants défis de la numérisation. Tous les quatre brassent de grandes quantités de données et travaillent avec des images à haute résolution et des séries de mesures qui proviennent de

Photo: Paulus Rusyanto/shutterstock



processus complexes liés à l'environnement, à des machines et à des bâtiments, et qui sont analysées ou simulées par informatique.

«Energie»

Le grand axe «Energie» poursuit les activités développées dans le cadre du plan d'action «Recherche énergétique suisse coordonnée» de 2013–2016. Ces activités ont trait à l'efficacité énergétique, aux énergies renouvelables, aux impacts, à l'utilisation de processus chimiques pour la production et le stockage de l'énergie et à l'intégration des différents systèmes, qui pré suppose une numérisation avancée. A cet effet, des plateformes de recherche spécialisées ont été réalisées, comme la plateforme *Energy System Integration* (ESI) au PSI (cf. p. 20 s.) ou la plateforme *ehub* de l'Empa (cf. p. 53). Dans les années 2014–2016, la recherche énergétique a bénéficié de moyens financiers supplémentaires (60 mio CHF au total). Elle se poursuit grâce aux ressources des budgets de base des institutions.

«Santé personnalisée et technologies associées»

Le grand axe stratégique «Santé personnalisée et technologies associées» (*Personalized Health and Related Technologies*, PHRT) s'applique à mettre en corrélation les données relatives à la santé, toujours plus nombreuses, afin de mieux cibler les traitements proposés aux patients. Ces travaux pourraient aboutir à l'élaboration de mesures préventives plus ciblées dont pourraient bénéficier les personnes en bonne santé. Il est donc indispensable que les sciences naturelles, l'ingénierie et la médecine travaillent en étroite collaboration, d'où par exemple l'étroite interaction avec le *Swiss Personalized Health Network* (SPHN). Les comités directeurs du grand axe ont arrêté quatre priorités thématiques:

- Premièrement, mettre en place des plateformes technologiques pour traiter de grandes quantités de données individuelles de patients et de cohortes cliniques. Les données ainsi générées doivent respecter des standards communs pour faciliter directement la prise de décision clinique.
- Deuxièmement, encourager un programme technologique dont l'objectif est de faire progresser les technologies innovantes d'application clinique pour lesquelles le Domaine des EPF a réalisé un travail de pionnier.
- Troisièmement, soutenir les projets de recherche dans le domaine de la santé personnalisée, qui concernent directement les patients. Ces projets sont réalisés et financés en partie avec le SPHN.

- Quatrièmement, développer un programme pour les doctorants et les postdoctorants dans le domaine de la santé personnalisée.

Le premier appel à projets a drainé de nombreuses propositions prometteuses, ce qui témoigne du grand intérêt porté à ces priorités thématiques. Une enveloppe de 50 mio CHF est à la disposition du grand axe PHRT pour les années 2017–2020.

«Science des données»

Le grand axe «Science des données» (*Data Science*) est au cœur de la numérisation. Un budget total de 30 mio CHF lui est alloué pour la période 2017–2020. La science des données améliore la compréhension des immenses quantités de données et leur exploitation ciblée à des fins scientifiques. Mais elle rend aussi leur gestion plus sûre. La recherche et l'enseignement dans le domaine de la science des données œuvrent notamment au service de nombreux domaines de recherche dans lesquels travaillent des scientifiques du Domaine des EPF. C'est pour cette raison que l'EPFL et l'ETH Zurich ont construit ensemble le *Swiss Data Science Center* (SDSC), qui réunit des scientifiques des données et des chercheurs des domaines d'application. Le SDSC complète et utilise les infrastructures de recherche existantes, comme le Centre suisse de calcul scientifique CSCS de l'ETH Zurich, et offre aux chercheurs un soutien concret dans le domaine de la science des données. Cette double priorité – recherche dans le domaine de la science des données et services aux chercheurs – se retrouve dans les appels à propositions de projets lancés en 2017, destinés au financement de projets concrets en science des données et à l'exploitation des compétences en la matière, au sein de projets de recherche menés dans différentes disciplines. L'ETH Zurich et l'EPFL ont développé un master en science des données, lancé avec succès à l'automne 2017.

«Advanced Manufacturing»

Avec le grand axe stratégique *Advanced Manufacturing*, le Conseil des EPF souligne le rôle central du Domaine des EPF dans les technologies de fabrication avancées. L'accent mis par le Conseil fédéral (cf. p. 8) est révélateur de sa haute pertinence dans le contexte de la numérisation. A l'origine, le Conseil des EPF avait doté l'axe stratégique de 10 mio CHF dans le cadre de la planification stratégique 2017–2020. Du fait de son importance croissante et du grand intérêt témoigné, le Conseil des EPF a décidé en 2017 de doubler la somme

allouée. Une fois constitué, le grand axe *Advanced Manufacturing* s'est présenté au public. Les échanges avec les acteurs industriels furent un élément important. Au sein des trois priorités d'origine (fabrication free-form de petites pièces de haute précision, électronique imprimable et utilisation durable des processus de production numériques), sept projets sont soutenus. Tous disposent d'un vaste potentiel d'applications pratiques et seront réalisés en mettant l'accent sur l'utilité industrielle.

Aiguillages dans l'enseignement

Dans le domaine de l'enseignement, de nouveaux masters ont été développés, comme mentionné, et de nombreuses initiatives ont été mises en œuvre et intensifiées aussi bien à l'ETH Zurich qu'à l'EPFL. Celles-ci portent sur l'utilisation des possibilités numériques pendant les cours. Cela est valable tant pour les offres sur site que pour les offres en ligne, comme les MOOC (*Massive Open Online Course*) déjà bien établis. L'*Extension School*, implantée à l'EPFL, a pour objectif de multiplier les possibilités d'utilisation des cours en ligne. Les participants reçoivent un document confirmant qu'ils ont bien suivi le cours (cf. p. 43).

Plus de 31 000 étudiants et doctorants

La nouvelle augmentation du nombre d'étudiants (25 059) et de doctorants (6 234) confirme le grand attrait des programmes des deux EPF. Le Conseil des EPF tient à préserver leur haut niveau de qualité et leur attrait. Ces priorités expliquent sa décision de principe prise en 2017 en faveur d'une augmentation des frais de scolarité. Il est prévu que, à partir de l'année académique 2019/2020, les frais de scolarité aux deux EPF puissent augmenter progressivement de 500 CHF pour passer à 1 660 CHF par an. Les moyens supplémentaires devront être investis dans la qualité de l'enseignement et dans des mesures prévues pour les étudiants pour qui l'augmentation des coûts compromettrait le suivi de ces études. La décision définitive du Conseil des EPF est attendue pour le printemps 2018, au terme d'une consultation interne menée au sein du Domaine des EPF et d'une consultation des offices.

Aujourd'hui, les formations extrêmement qualifiantes, mais onéreuses à dispenser des EPF font partie des études universitaires les moins chères de Suisse. Au cours des dix dernières années, le nombre d'étudiants aux deux EPF a augmenté d'environ 60%, bien plus que les moyens alloués au Domaine des EPF par la

Confédération. Cette hausse réjouissante est une gageure pour les deux hautes écoles. Pour garantir un bon taux d'encadrement et l'infrastructure nécessaire, le Domaine des EPF a impérativement besoin de moyens supplémentaires.

Médecine humaine: un bon démarrage

Le cycle de bachelor en médecine humaine a commencé avec succès à l'automne 2017 à l'ETH Zurich. Les candidats étaient nombreux, alors qu'il n'y avait que 100 places disponibles. Le programme mêle contenus médicaux et approfondissement des connaissances techniques et scientifiques. En Suisse romande, l'extension du dispositif de passerelle est en cours. Grâce à celui-ci, certains étudiants titulaires d'un bachelor de l'EPFL peuvent intégrer des études de médecine dans les Universités de Lausanne (déjà en cours) et de Genève (nouveau). Prévue dans le cadre du programme spécial de médecine humaine de la Confédération, l'augmentation du nombre de places s'est concrétisée dès 2017.

Le retour à part entière de la Suisse au sein du programme-cadre de recherche européen Horizon 2020 a bien entendu un impact positif. Le nombre de prestigieuses bourses ERC Grant en témoigne (cf. p. 98 s.).

La science en marche



ETH Zurich

Un nouveau souffle pour la recherche cutanée

La peau est au cœur d'un grand projet intitulé SKINTEGRITY, pour lequel l'ETH Zurich collabore avec l'Université de Zurich et des cliniques universitaires. En tant que biologiste cellulaire, la co-directrice du projet, Sabine Werner, étudie avec des ingénieurs les mécanismes moléculaires de la cicatrisation et leurs parallèles avec la cancérogénèse. → p. 18

Domaine des EPF

Donner forme à l'avenir interconnecté

La numérisation envahit notre quotidien et change le monde. Le Domaine des EPF veut jouer un rôle moteur de façon à ce que l'économie et la société suisses en tirent le meilleur parti. Le champ est vaste: de l'observation de l'environnement à l'amélioration d'Internet, en passant par la mise au point de nouvelles techniques de fabrication et la protection des données médicales. (Photo: Murielle Gerber/EPFL) → p. 14



WSL

Génétique pour la conservation de la nature

Comment peut-on utiliser des informations génétiques pour prouver l'existence d'une espèce rare de triton dans un étang, sans jamais avoir vu un animal? Au WSL, des chercheurs utilisent la génétique en tant qu'outil efficace de conservation de la nature et adaptent les nouvelles méthodes pour qu'elles puissent être appliquées dans la pratique. → p. 24



Eawag

Chauffer et rafraîchir avec l'eau des lacs

Des études de l'Eawag montrent que les lacs et les grandes rivières renferment un potentiel de chaleur exploitable sans nuire à l'environnement. L'Institut de recherche sur l'eau du Domaine des EPF conseille les autorités pour que l'utilisation de l'énergie soit la plus propre et la plus durable possible. → p. 28



PSI

Stocker l'électricité sous forme de gaz

Power-to-gas (conversion d'électricité en gaz) – tel est le nom du concept qui doit associer réseau électrique et réseau gazier. Les chercheurs de l'Institut Paul Scherrer veulent ainsi stocker à long terme l'énergie solaire et éolienne. Sur une plateforme où se trouvent des containers remplis d'installations high-tech, ils testent des processus en conditions réelles, avec des partenaires industriels. → p. 22



EPFL

Machine virtuelle à remonter le temps

En collaboration avec des collègues italiens, des chercheuses et chercheurs de l'EPFL construisent une machine à remonter le temps qui permet d'explorer la Venise historique. L'équipe dirigée par Frédéric Kaplan a déjà numérisé pour cela deux millions de documents et d'images. Des moteurs de recherche spécialement développés pour ce projet donnent vie à cet héritage numérique. → p. 20



Empa

Quand le dos fait mal

A l'Empa, des scientifiques étudient les causes biomécaniques des douleurs qui affectent la région des vertèbres lombaires. En combinant simulations informatiques et vidéoradiographies en 3D, ils parviennent à identifier les efforts éprouvants pour le dos. L'objectif de ces travaux: mieux planifier les opérations et développer de nouveaux implants. → p. 26

Journée du digital suisse 2017 sur le campus de l'EPFL: dans un atelier, des adolescentes de 13 à 15 ans ayant suivi les cours «Internet & Code pour les filles» et *Robots are indeed for girls*, programment des applications pour smartphone.
(Photo: Murielle Gerber / EPFL)



Donner forme à l'avenir interconnecté

La numérisation envahit notre quotidien et change le monde. Le Domaine des EPF veut jouer un rôle moteur de façon à ce que l'économie et la société suisses en tirent le meilleur parti. Le champ est vaste: de l'observation de l'environnement à l'amélioration d'Internet, en passant par la mise au point de nouvelles techniques de fabrication et la protection des données médicales.



Quand on se promène dans les rues de Fehraltorf, on n'a guère conscience qu'il existe en sous-sol un système qui recueille des données en continu, avant de les envoyer par radio. Dans la commune zurichoise, des capteurs mesurent le niveau des eaux dans les canalisations qui passent sous les trois quarts des rues. Toutes les cinq minutes, les mesureurs de niveau à ultrasons, situés sous les couvercles des regards, transmettent la valeur mesurée à une station de base qui envoie ces données à un serveur Internet.

L'installation de capteurs dans des égouts fait partie d'une expérience unique, dirigée par Frank Blumensaat, ingénieur environnement à l'Eawag. «La numérisation nous ouvre de toutes nouvelles possibilités. Grâce à ces capteurs, nous pouvons mesurer et transmettre de plus en plus de données, en consommant très peu d'énergie», dit le spécialiste de la gestion des eaux urbaines, qui est aussi docent à l'ETH Zurich. Le dispositif mis en place à Fehraltorf a ceci d'innovant qu'il combine des capteurs résistants et efficaces à une solution de transmission des données par un système radio basse consommation, appelé LPWAN pour *Low Power Wide Area Network*, dans le cadre de l'Internet des objets (*Internet of Things*, IoT). Les scientifiques de l'Eawag souhaitent ainsi cerner le régime hydrologique complet de cette zone urbaine avec une précision encore jamais égalée.

L'objectif est d'obtenir davantage d'informations sur la dynamique des secteurs difficiles d'accès, pour pouvoir les exploiter judicieusement, p. ex. pour anticiper les inondations en cas de fortes pluies ou les contaminations. Ce réseau de capteurs permet également de découvrir quelles quantités d'eaux usées parviennent dans les ruisseaux, les rivières et les lacs, pour pouvoir réduire au minimum cette pollution. Ce projet alimente aussi la formation d'étudiants qui, comme ingénieurs, transmettront ces nouvelles connaissances aux bureaux d'études.

«Les retours venant du terrain sont bons»

Depuis quelque temps, la numérisation est en forêt, aussi dans la lutte contre le scolyte. Le garde-forestier qui veut connaître la situation dans son secteur peut consulter des informations sur l'évolution du scolyte sur le site Internet de l'Institut fédéral de recherches

sur la forêt, la neige et le paysage WSL. «Les informations reposent sur une simulation à l'échelle du territoire suisse», explique Beat Wermelinger, directeur du groupe de recherche Entomologie forestière au WSL. MétéoSuisse fournit les données sur les températures du jour qui sont intégrées dans un quadrillage haute résolution de 2x2 kilomètres.

«La température est un élément clé dans l'évolution des insectes», explique le spécialiste. Le cumul des températures permet de calculer quand les couvains dans l'écorce des épicéas ont atteint leur stade ultime de développement et quand les scolytes vont s'envoler. «Notre modèle montre l'évolution des populations par jour, en fonction de l'altitude et de l'exposition, ainsi que le calendrier d'envol des scolytes.» Les arbres attaqués doivent être abattus tant que les insectes se trouvent encore dans les troncs car un seul épicéa peut abriter jusqu'à 50 000 scolytes. «Les pièges qui ne capturent que quelques milliers d'individus ne sont guère utiles», constate Wermelinger.

Il souligne toutefois que les scolytes jouent un rôle écologique puisqu'ils font partie des colonisateurs pionniers qui interviennent dans la dégradation des arbres morts récemment et le recyclage des nutriments. Mais avec la multiplication des tempêtes violentes et des périodes de sécheresse pour cause de changement climatique, les scolytes vont coloniser tellement d'arbres vivants affaiblis qu'une lutte contre ces insectes s'impose. D'où l'utilité du site Internet du WSL www.borkenkaefer.ch. «Les retours venant du terrain sont bons», se félicite Wermelinger.

«L'interconnexion est la nouveauté»

La numérisation permet des observations de l'environnement plus efficaces et une économie viable. «Nos processus de production doivent être prêts pour l'industrie 4.0», dit Pierangelo Gröning, membre de la direction de l'Empa. L'impression 3D est une technique de fabrication prometteuse. Cette méthode informatisée en plein boom permet de produire des pièces sur mesure sans que l'être humain intervienne dans le processus de fabrication dit additive. Les formes sont plus libres qu'avec les méthodes traditionnelles et s'adaptent au mieux à la fonction de la pièce.

Le spécialiste des matériaux est confronté à un défi particulier: «L'impression en 3D fabrique un produit, tout en synthétisant le matériau dans lequel la pièce est faite», explique Gröning, qui coordonne les recherches sur le thème de l'*Advanced Manufacturing*. À l'Empa, des chercheurs travaillent sur le développement d'alliages métalliques aussi performants que possible pour l'impression 3D. Il faut par exemple tenir compte du fait que le matériau liquide refroidit en quelques fractions de seconde, bien plus vite qu'avec la méthode traditionnelle. «Nous pouvons fabriquer des éléments qui ne sont pas réalisables en métallurgie classique», explique le spécialiste. «En science des matériaux, c'est comme une renaissance de la production industrielle.»

Le produit final étant une pièce unique, il ne peut pas être testé et il faut donc un nouveau système de gestion de la qualité – un process qui fournisse un jeu de données avec le produit prouvant que la pièce répond aux spécifications. «C'est une chance pour les pays comme la Suisse qui sont très exigeants en termes de qualité», se réjouit l'expert. Malgré tout, les nouvelles techniques de fabrication sont complexes et se subdivisent en de nombreuses étapes. Des capteurs fournissent une multitude de données que l'ordinateur doit traiter en temps réel pour pouvoir intervenir immédiatement. Ce qui demande une interconnexion générale. «L'interconnexion croissante est la nouveauté», précise Gröning. La numérisation existe en soi depuis les années 60.

«De plus en plus de données»

«Chez nous, la numérisation est probablement plus avancée que dans la plupart des établissements suisses», estime Gabriel Aeppli, qui est à la tête du département de recherche Rayonnement synchrotron et nanotechnologie à l'Institut Paul Scherrer (PSI). Chaque expérience conduite sur les grandes installations de recherche génère de plus en plus de données. «Là où nous collectons aujourd'hui des téraoctets, nous récolterons demain des pétaoctets, soit mille fois plus», explique Aeppli. Il pense que, en 2022, le PSI collectera autant de données en une journée que le CERN aujourd'hui en un an. «La montagne de données s'agrandit de plus en plus», constate le physicien.

La technologie actuelle ne permet pas d'exploiter ces informations dans un délai raisonnable. Pour compresser, traiter et enregistrer les données, les spécialistes du PSI doivent développer de nouvelles plateformes, tant au niveau du matériel que des logiciels. Les solutions élaborées au PSI sont mises à la disposition de l'économie suisse. Des spin-offs se créent régulièrement autour de la numérisation, comme l'entreprise Dectris qui développe des détecteurs à pixels produisant énormément de données ou la société leadXpro qui recherche de nouvelles molécules de principes actifs

pour des médicaments – une tâche qui nécessite le traitement particulièrement intensif des données.

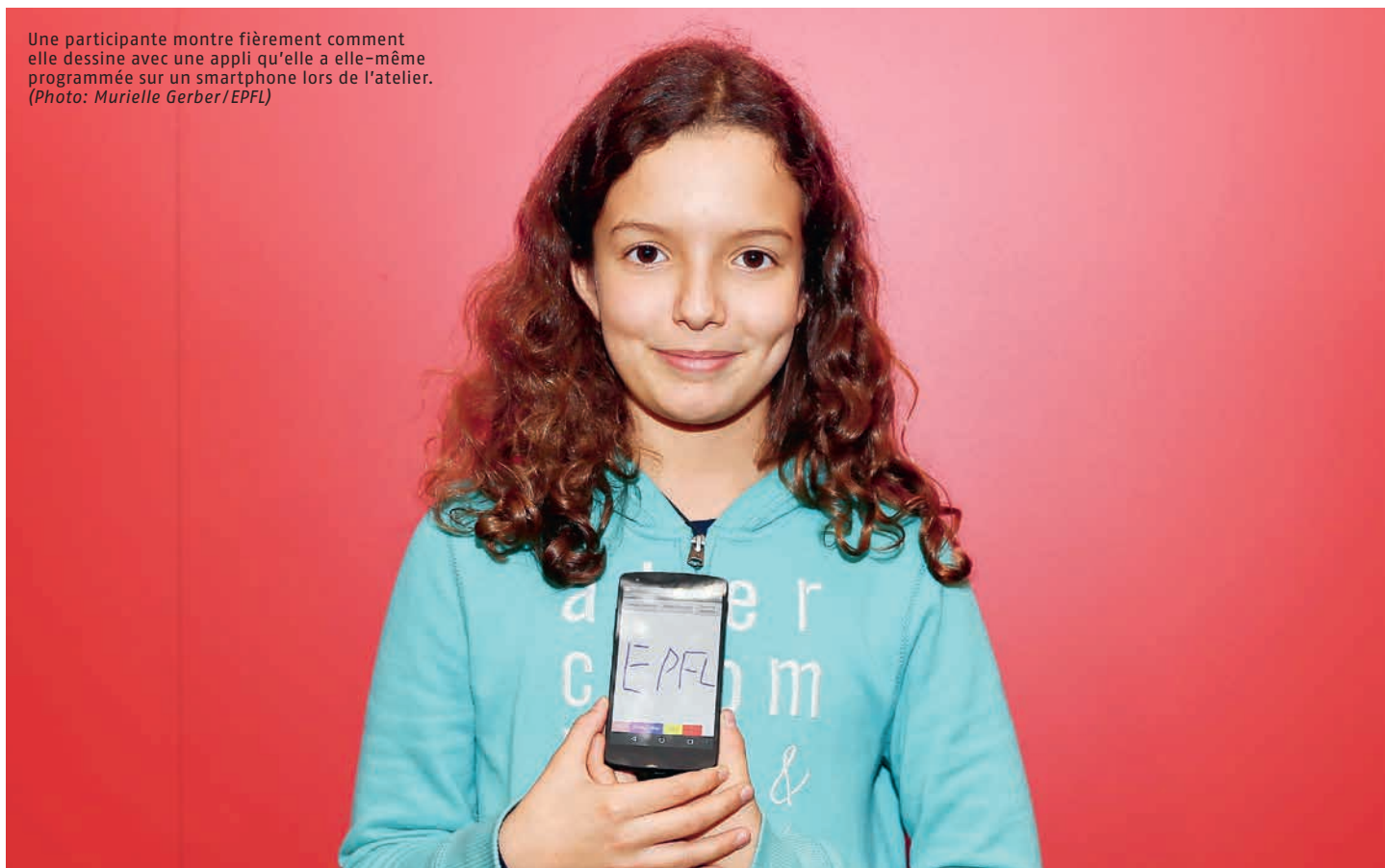
Aeppli considère lui aussi l'Internet des objets comme une belle opportunité pour la Suisse. «Nous voulons intégrer l'industrie 4.0 dans les travaux sur la Source de Lumière Synchrotron Suisse», explique le directeur de la grande installation de recherche. Les différents composants ne seront plus reliés par des câbles, mais en Wi-Fi. Les expériences des ingénieurs du PSI profiteront ainsi à l'économie. «Une usine doit résoudre les mêmes problèmes, mais nos systèmes sont un peu plus complexes», commente Aeppli. «Nous disposons des personnes capables de concevoir, d'organiser et d'exploiter ces systèmes. Le Domaine des EPF est un concentré d'excellence académique et de connaissances pratiques.»

«Un Internet taillé sur mesure»

Le réseau Internet d'aujourd'hui relie des milliards d'appareils, les exposant ainsi à des dangers de taille. Les attaques guettent de toutes parts car les techniques utilisées ne sont plus à la hauteur des besoins d'un monde de plus en plus connecté. Ce n'est plus qu'une question de temps d'ici à ce que l'Internet s'effondre, que les infrastructures critiques deviennent incontrôlables, que des données personnelles se retrouvent entre de mauvaises mains et que nous souhaitons, enfin, disposer d'un Internet taillé pour le XXI^e siècle. L'Internet sûr existe-t-il? L'architecture Internet SCION développée à l'ETH Zurich est la première architecture entièrement repensée, capable d'interconnecter des appareils à travers le monde et de résister sans problèmes aux attaques par déni de service (DDoS), en répondant à toutes les exigences de l'Internet des objets et de la disponibilité de communication.

Plusieurs entreprises testent déjà le système SCION, dont Swisscom et l'agence d'une grande banque suisse qui, depuis août 2017, ne communique plus que par SCION avec le centre de calcul. «Il semble que SCION soit la première nouvelle proposition d'architecture Internet utilisée en production», annonce Adrian Perrig, professeur et chef de l'Institut pour la sécurité d'information à l'ETH Zurich. Son concept repose sur des domaines d'isolation. Il s'agit d'assemblages indépendants sur le plan régional et composés de plusieurs réseaux autonomes qui se sont mis d'accord sur des règles communes. De grandes entreprises ou même des pays peuvent former un domaine d'isolation et prendre ainsi leurs distances. «On peut se protéger des dysfonctionnements et des attaques externes», déclare Perrig. «Il est surprenant de constater que le routage et l'envoi fonctionnent mieux dans SCION qu'au sein de l'Internet actuel et ce, malgré l'ajout de fonctions de sécurité.» Par exemple, le parcours des paquets de données entre l'expéditeur et le destinataire est fixé à l'avance, ce qui évite aux données d'être détournées.

Une participante montre fièrement comment elle dessine avec une appli qu'elle a elle-même programmée sur un smartphone lors de l'atelier. (Photo: Murielle Gerber/EPFL)



Elément important: SCION n'a quasiment pas besoin de nouvelle infrastructure. «Il suffit juste de quelques routeurs SCION en bordure de réseau. Les liaisons internes restent telles quelles», explique Perrig. «Nous empruntons donc les mêmes routes, mais roulons avec d'autres voitures.» Le logiciel correspondant est disponible en Open Source. «Nous souhaitons que SCION se diffuse à travers le monde entier», explique le scientifique qui n'a pas voulu déposer de brevet pour ne pas décourager certaines personnes intéressées. Par contre, il a formé une spin-off avec les professeurs David Basin et Peter Müller pour aider les utilisateurs.

«Les données ADN ne sont pas des jouets»

L'échange de données personnelles sensibles nécessite un réseau sûr. «La génomique va être le prochain grand défi en matière de protection de la vie privée», annonce Jean-Pierre Hubaux, professeur au laboratoire pour les communications informatiques et leurs applications de l'EPFL. Il y a six ans, il s'occupait de la protection des données sur les réseaux mobiles quand deux généticiens lui ont dit qu'il y avait plus important à faire. Bien que le séquençage de l'ADN progresse rapidement, quasiment personne ne se soucie de protéger ces données sensibles, déploraient-ils. Hubaux, qui avait fait des études d'informatique, relève le défi et se plonge dans la génétique. Aujourd'hui, il fait partie des plus grands experts au monde de la protection des données génétiques.

Dans le cadre du grand axe stratégique *Personalized Health and Related Technologies* du Domaine des EPF, Hubaux dirige un projet qui doit garantir la protection des données quand des hôpitaux et des instituts de recherche échangent des informations sur les patients, comme le prévoit l'initiative de la Confédération *Swiss Personalized Health Network (SPHN)*. «Nous avons déjà développé plusieurs logiciels», indique le chef de projet. A présent, les spécialistes doivent tester comment intégrer les solutions en milieu hospitalier. «Notre consortium compte un généticien qui veille à l'adéquation de nos travaux. Je m'entretiens souvent avec des spécialistes informatiques qui interviennent dans des hôpitaux», poursuit Hubaux. «C'est un dialogue passionnant.»

L'échange de données génétiques sur les patients doit entre autres permettre de personnaliser les traitements contre le cancer. Quand on connaît les mutations d'ADN liées à certains types de tumeur et que l'on sait quelle thérapie offre les meilleures chances de guérison, on peut mieux cibler les nouveaux traitements. Mais les données génétiques sont très sensibles car elles permettent d'identifier une personne sans ambiguïté. Et comme le patrimoine génétique de parents est similaire, on peut transmettre des informations sur les membres de sa famille avec son propre ADN. «Les données ADN ne sont pas des jouets», prévient Hubaux. «Elles contiennent des informations sur des maladies graves – on parle de vie et de mort.»

Un nouveau souffle pour la recherche cutanée

La peau est au cœur d'un grand projet intitulé SKINTEGRITY, pour lequel l'ETH Zurich collabore avec l'Université de Zurich et des cliniques universitaires. En tant que biologiste cellulaire, la co-directrice du projet, Sabine Werner, étudie avec des ingénieurs les mécanismes moléculaires de la cicatrisation et leurs parallèles avec la cancérogénèse.

«Voilà 18 ans que je travaille à l'ETH Zurich et cela m'a plu dès le premier jour», explique Sabine Werner. «Mais avec SKINTEGRITY, la recherche a bénéficié d'un nouveau souffle décisif.» Cette professeure à l'ETH Zurich dirige le projet phare du programme *Hochschulmedizin Zürich* composé de 26 groupes d'étude, qui examine les causes des maladies cutanées et des troubles de la cicatrisation afin de mettre au point de nouvelles méthodes et thérapies de diagnostic. Le co-directeur est Lars French, professeur et directeur de la clinique dermatologique de l'hôpital universitaire de Zurich.

Ce programme de recherche est une *bottom-up-initiative* de Sabine Werner et de son collègue Edoardo Mazza, professeur de mécanique à l'ETH Zurich, qui est accompagnée et largement soutenue par le vice-président de l'ETH Zurich, Detlef Günther. Selon l'initiatrice du projet, on a immédiatement ressenti un grand enthousiasme et une alchimie entre les participants dès le premier atelier. Pourtant, beaucoup de scientifiques n'avaient encore jamais travaillé ensemble. «Je n'avais pas conscience de l'immense intérêt que suscite la peau, ni de la vaste expertise dont nous disposons à Zurich», se félicite Sabine Werner.

Depuis le lancement de SKINTEGRITY en octobre 2016, de nombreux projets interdisciplinaires ont été entrepris, qui avaient pourtant très peu de chances de voir le jour. Ainsi, des chercheurs de l'hôpital pédiatrique de Zurich qui ont mis au point, ces dernières années, une peau artificielle pour les greffes, collaborent avec des ingénieurs de l'ETH Zurich afin de construire une machine capable de fabriquer automatiquement cette peau de «rechange». Cette participation de l'ingénierie de l'ETH Zurich à SKINTEGRITY rend ce projet collectif unique en son genre. «C'est à la fois notre force et une composante innovante», explique Sabine Werner.

Favoriser la cicatrisation

Dans l'un des projets de SKINTEGRITY, la biologiste cellulaire étudie avec l'ingénieur Edoardo Mazza comment les forces mécaniques influencent la cicatrisation. Des observations menées sur des patients ont montré que les plaies cicatrisent moins bien lorsqu'elles sont soumises à un stress mécanique. Mais il semble aussi que

certaines forces mécaniques soient nécessaires pour maintenir la cicatrisation. Avec leurs caractérisations mécaniques et de biologie cellulaire, les chercheurs veulent identifier les forces qui favorisent la cicatrisation et espèrent pouvoir appliquer leurs découvertes dans de futures thérapies.

Les processus de régénération des tissus sont le domaine de spécialité de Sabine Werner. Son groupe de recherche a découvert toute une série de facteurs de croissance libérés après une blessure cutanée. L'équipe a pu montrer comment ces facteurs interagissent entre eux, coordonnant ainsi les cellules lors de la cicatrisation. A cet égard, des parallèles peuvent être établis avec la cancérogénèse. «Le cancer profite des mécanismes de cicatrisation pour alimenter sa propre croissance», explique l'experte. Avec des chercheurs de l'hôpital universitaire de Zurich, elle étudie les similitudes et les différences des divers types de cellules lors de la cicatrisation et la cancérogénèse. Pour ses recherches, elle dispose d'échantillons de tissus provenant d'une biobanque créée dans le cadre de SKINTEGRITY. «De la matière que nous ne pourrions jamais obtenir autrement», déclare la professeure de l'ETH Zurich, en soulignant que ceci s'est fait bien entendu avec le consentement des patients et l'autorisation des commissions d'éthique.

Comme financement de départ, SKINTEGRITY a obtenu 500 000 CHF de l'ETH Zurich (avec la fondation ETH Zurich) et le même montant de l'Université de Zurich. Entre-temps, diverses fondations soutiennent des projets du programme de recherche. Et l'industrie s'intéresse elle aussi à la recherche cutanée zurichoise. Une première collaboration a déjà commencé avec une entreprise de biotechnologie. D'autres entreprises sont également intéressées en Suisse et même aux États-Unis. Sabine Werner se réjouit tout particulièrement des candidatures de doctorants et de postdoctorants qui lui parviennent du monde entier pour collaborer au projet SKINTEGRITY. Grâce au regroupement de la biologie, de l'ingénierie et des cliniques, les jeunes chercheurs peuvent être formés à l'intersection des différentes disciplines. «Ce sont nos scientifiques de demain», se félicite Sabine Werner.



Le prof. Frédéric Kaplan, responsable du projet *Venice Time Machine* (à g.) et sa collaboratrice scientifique Isabella di Lenardo.



Machine virtuelle à remonter le temps

En collaboration avec des collègues italiens, des chercheuses et chercheurs de l'EPFL construisent une machine à remonter le temps qui permet d'explorer la Venise historique. L'équipe dirigée par Frédéric Kaplan a déjà numérisé pour cela deux millions de documents et d'images. Des moteurs de recherche spécialement développés pour ce projet donnent vie à cet héritage numérique.

«J'étais récemment à Venise, sur le pont Rialto, devant l'une des boutiques à touristes et je n'ai pas pu m'empêcher de penser qu'en 1740, à cet endroit précis, Francesco Raspi vendait des vêtements dans sa *bottega*, comme le fit aussi, encore des décennies plus tard, son petit-fils du même nom», raconte Frédéric Kaplan. «Le fait de pouvoir se promener à travers la ville tout en étant lié à l'esprit, à la vie et aux réalisations d'une personne défunte est très impressionnant.» Une expérience que chacun sera bientôt en mesure de faire.

Frédéric Kaplan est professeur en humanités digitales à l'EPFL et il dirige le projet *Venice Time Machine*. Pour ce projet, plus de 20 collaborateurs numérisent des documents historiques des archives d'État de Venise, de la Fondazione Giorgio Cini et des bibliothèques de la ville de Venise. A elles seules, les archives d'État couvrent mille ans d'histoire et s'étendent sur 80 kilomètres d'étagères. En deux ans, l'équipe a déjà numérisé deux millions d'écrits, de cartes et d'images. Pour cela, elle a utilisé un scanner spécialement conçu à cet effet, doté d'une table pivotante de deux mètres de large et capable de traiter simultanément plusieurs documents en format A3. Cette machine, la plus rapide au monde, numérise jusqu'à 8000 images par jour. «Nous touchons ici à de la matière noire, c'est-à-dire à des documents que très peu de personnes ont étudiés avant nous», déclare l'informaticien.

Des moteurs de recherche permettent de rendre accessible le matériel historique numérisé. Un système appelé *Replica* analyse les images et trouve, par exemple, des vues de la Place Saint-Marc, même si la perspective a changé, ou reconnaît des motifs de styles différents mais du même genre. Frédéric Kaplan montre comment, en quelques secondes, *Replica* identifie toutes les peintures qui représentent un élément sélectionné en amont – par exemple le garçon au pied de la Madone – et les regroupe en fonction de ces informations. Ceci est rendu possible grâce au *deep learning*, une technique qui a révolutionné le traitement des données ces dernières années.

Relier des sources historiques

Un deuxième moteur de recherche appelé *Linked Books* établit des liens entre les documents d'archive, les livres ou les articles. À l'aide d'un scanner robotisé qui tourne automatiquement les pages, les chercheurs ont numérisé 3000 volumes sur Venise. Ainsi, on peut trouver toutes les notices bibliographiques dans lesquelles un document est cité ou, à l'inverse, tous les documents cités dans une source secondaire. Après avoir été testés par des historiens, ces moteurs de recherche seront accessibles au public dès 2018.

L'une des tâches les plus complexes est la reconnaissance automatique des écritures anciennes. Dans le cadre du projet intitulé «READ», les chercheurs ont mis au point un procédé pour reconnaître des mots entiers grâce au *deep learning*. Des documents sont ainsi analysés et leurs principales caractéristiques – des informations comme les noms et les lieux – sont associées sous forme graphique. Elles constituent le cœur d'un réseau social qui peut être élargi de manière quasi illimitée à l'aide d'autres documents: un Facebook du passé permettant de retracer la vie d'innombrables artisans, commerçants ou fonctionnaires.

«Notre machine à remonter le temps va transformer la recherche en donnant accès aux sources historiques et en les démocratisant», explique Frédéric Kaplan. Selon lui, il est essentiel que les plus jeunes en particulier réalisent qu'un monde a aussi existé avant Google. Toutefois, des voix critiques s'élèvent également, qui mettent en garde contre une manipulation des données numériques ou craignent de voir les connaissances sur les ancêtres affecter notre mode de vie. «C'est là le plus grand défi: comment notre société va-t-elle réagir face à cette évolution?», s'interroge Frédéric Kaplan. Des projets similaires sont d'ores et déjà prévus à Paris, Budapest et Jérusalem. Et un consortium regroupant 15 institutions en plus de l'EPFL est candidat auprès de la Commission européenne pour le prochain programme phare concernant la construction d'une machine temporelle européenne. «Tout l'enjeu consiste à intégrer l'histoire dans le monde numérique», résume l'inventeur de la *Venice Time Machine*.

Stocker l'électricité sous forme de gaz

«*Power-to-gas*» (conversion d'électricité en gaz) – tel est le nom du concept qui doit associer réseau électrique et réseau gazier. Les chercheurs de l'Institut Paul Scherrer veulent ainsi stocker à long terme l'énergie solaire et éolienne. Sur une plateforme où se trouvent des containers remplis d'installations high-tech, ils testent des processus en conditions réelles, avec des partenaires industriels.

A l'Institut Paul Scherrer (PSI) de Villigen, six containers blancs alignés sur une plateforme appelée «ESI» pour *Energy System Integration* renferment l'énergie du futur. Ils contiennent des installations compactes, à la pointe de la technologie, qui fabriquent de l'hydrogène et du gaz. Si besoin, l'hydrogène peut même être retransformé en électricité dans les piles à combustible. Tout près se trouvent des réservoirs pour l'hydrogène, l'oxygène et le dioxyde de carbone, reliés à la plateforme. Devant, sur le tableau, sont inscrits les noms de plus de 20 partenaires du projet, utilisateurs et institutions de promotion, dont le Conseil des EPF, l'EPFL, l'ETH Zurich et l'Empa, mais aussi PARK INNOVAARE, le nouveau parc d'innovation situé à proximité, et Swissgrid, le gestionnaire de réseau électrique.

«La conversion d'électricité en hydrogène ou en méthane est le sujet principal de la plateforme ESI», explique Peter Jansohn, responsable *Energy System Integration* au PSI. Si, comme le prévoit la stratégie énergétique 2050 de la Confédération, l'énergie nucléaire est remplacée par des énergies renouvelables, de nouvelles possibilités de stockage seront nécessaires. Car l'énergie d'origine solaire et éolienne ne fournit pas seulement de l'électricité lorsqu'on en a besoin. Le potentiel des centrales de pompage-turbinage est déjà exploité et les batteries ne permettent pas de stocker l'énergie à long terme. «Si l'on construit autant d'installations photovoltaïques et éoliennes que prévu, nous devons sauvegarder plusieurs térawattheures d'énergie entre les mois d'été et ceux d'hiver», déclare Peter Jansohn.

L'énergie électrique excédentaire doit permettre de produire des vecteurs énergétiques chimiques – un concept appelé *power-to-gas*. C'est pourquoi un électrolyseur se trouve dans un container ESI qui, avec de l'électricité, dissocie les molécules d'eau en hydrogène et en oxygène. L'installation a une puissance de 100 kilowatts. «Ainsi, une seule mise à l'échelle suffira pour la commercialisation», explique l'expert.

Dans un container situé en face, un système de piles à combustible produit de l'électricité à partir des gaz. Il peut être utilisé de manière stationnaire, pour l'approvisionnement énergétique d'une maison par exemple. Une pile à combustible peut aussi propulser

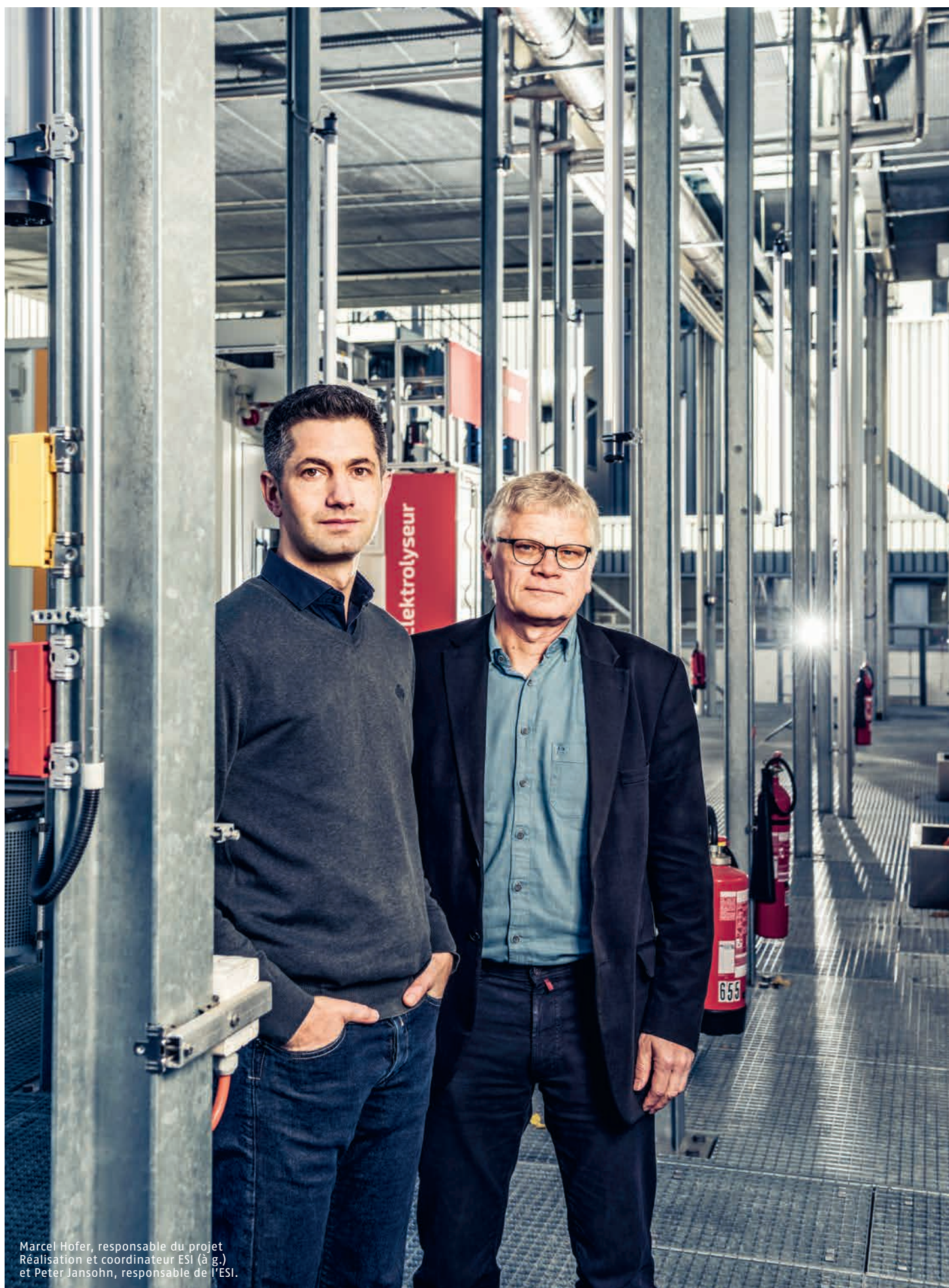
un véhicule électrique. Pour l'électrolyseur comme pour le système de pile à combustible, le PSI mise sur une technique dont il a l'expérience depuis des décennies. Le cœur des installations est formé par un empilement de cellules élémentaires avec une membrane électrolyte polymère. En outre, le système de piles à combustible fonctionne avec de l'oxygène pur à la place de l'air – un procédé très efficace mis au point au PSI.

Exploiter le vaste potentiel de la biomasse

Avec le dioxyde de carbone du réservoir placé à côté de la plateforme, les chercheurs du PSI produisent du méthane à partir de l'hydrogène. Ce gaz naturel artificiel, neutre en CO₂, peut être facilement stocké et injecté dans le réseau suisse de pipelines existant. «Le réseau gazier fait office d'accumulateur, car on peut varier la pression selon la saison et stocker ainsi sans problème plusieurs térawattheures», explique Peter Jansohn. «C'est pourquoi le réseau électrique et le réseau gazier forment pour nous un duo qui se complète parfaitement.»

L'installation de méthanisation de la plateforme ESI est déjà partie du PSI pour une mission de longue durée: en janvier 2017, Cosyma (*Container based System for Methanation*) a été sortie par une grue, à travers un passage du toit de la plateforme, pour être apportée sur un transporteur à la station d'épuration et de méthanisation de Werdhölzli (partenaire de projet: Energie 360°) à Zurich. Dans ce test longue durée de 1000 heures, Cosyma a produit, à partir de déchets organiques, 60% de biogaz de plus qu'avec des procédés conventionnels. L'idée est simple et efficace: dans un réacteur à lit fluidisé, l'hydrogène ajouté se mélange au dioxyde de carbone du biogaz brut. Cela donne du biométhane que l'on peut injecter dans le réseau gazier. En janvier 2018, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a décerné au PSI et à Energie 360° le Watt d'Or dans la catégorie «Energies renouvelables».

Cosyma est de retour au PSI et Peter Jansohn dresse le bilan: «La fabrication de biométhane est si efficace que ce procédé a de grandes chances d'être transposé dans la pratique.» Environ 100 stations d'épuration en Suisse pourraient ainsi produire du méthane vert.



Marcel Hofer, responsable du projet
Réalisation et coordinateur ESI (à g.)
et Peter Jansohn, responsable de l'ESI.



Génétique pour la conservation de la nature

Comment peut-on utiliser des informations génétiques pour mieux planifier des passages à faune au-dessus des autoroutes ou prouver l'existence d'une espèce rare de triton dans un étang, sans avoir vu un animal? Au WSL, des chercheurs utilisent la génétique en tant qu'outil efficace dans l'écologie de la conservation et adaptent les nouvelles méthodes pour la pratique.



Les autoroutes morcellent l'habitat de la faune. Les passages à faune permettent aux animaux de se déplacer à nouveau sur de grands espaces en suivant leurs itinéraires habituels. Mais ces constructions très chères sont-elles utiles? Des observations menées près des passages prouvent que les chevreuils passent d'un côté à l'autre et les animaux équipés d'émetteurs montrent les trajets des individus. Cependant, ces informations ne permettent pas de déduire si un échange a lieu entre les populations sur de grandes distances.

«Avec la génétique, on peut répondre à cette question», explique Rolf Holderegger, membre de la direction de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Pour cela, les spécialistes analysent des échantillons de chevreuils abattus lors de la chasse ou renversés, mais aussi de leurs déjections. A l'aide de méthodes génétiques de routine utilisées en médecine, on peut déterminer en quoi le patrimoine génétique d'individus se distingue de populations entières. «Plus les populations sont génétiquement différentes, moins d'échanges ont eu lieu», résume Rolf Holderegger. Ainsi, les modèles génétiques permettent d'évaluer la réussite à grande échelle des passages à faune et d'améliorer leur planification.

«La génétique ne se substituera pas aux autres méthodes de conservation de la nature, mais elle peut être décisive pour solutionner de nombreux problèmes», déclare le responsable de l'unité de recherche «Biodiversité et écologie de la conservation» du WSL. Pour le moment, ce sont des instituts de recherche qui appliquent les nouvelles méthodes de conservation de la nature. Mais Rolf Holderegger est convaincu que le moment est venu pour le transfert technologique dans l'économie privée. Le WSL est également partenaire académique du projet de la CTI intitulé «Boîte à outils Génétique de la conservation», dans le cadre duquel, sous la direction de la Haute école technique de Rapperswil (HSR), des processus de travail pratiques sont élaborés pour la mise en œuvre de méthodes génétiques de conservation de la nature.

Ces processus doivent permettre à la Confédération et aux cantons d'appliquer plus facilement les méthodes

génétiques de conservation de la nature. Outre le WSL, l'Université de Zurich, un éco-bureau et une entreprise d'analyses d'ADN participent au projet. «La Confédération et les cantons se montrent très intéressés», se félicite Rolf Holderegger, qui a publié un guide sur la génétique de la conservation. L'un des modules du projet de la CTI vise à permettre une reconnaissance simplifiée des espèces aquatiques.

Identifier les espèces rares

Jusqu'à présent, si l'on souhaitait savoir quelles grenouilles ou quels tritons vivaient dans un étang, un spécialiste des amphibiens devait s'y rendre plusieurs fois pour les observer. Désormais, un petit prélèvement d'eau suffit. Il contient le patrimoine génétique de tous les êtres vivants qui sont morts ou vivent encore dans l'étang, et aussi du mucus et des déjections de grenouilles et de tritons. Dans le laboratoire, les spécialistes filtrent des fragments d'ADN spécifiques aux amphibiens mais différents selon l'espèce d'amphibien, puis ils les reproduisent. Ils obtiennent ainsi une liste des fragments d'ADN, qu'ils comparent à des données de référence, et en déduisent quelles espèces d'amphibiens se trouvent dans l'étang. «On peut ainsi démontrer la présence de tritons rares très difficiles à observer», explique Rolf Holderegger. Ce *barcoding* révèle également si l'étang étudié contient du chytride, un champignon dangereux pour les amphibiens.

Avec des échantillons de déjection ou de salive, il est aussi possible d'identifier des individus. L'empreinte génétique permet de savoir quel ours a été vu en Suisse ou si un mouton a été attaqué par un loup ou un chien. Mais on peut ainsi établir également le niveau de population d'espèces rares et farouches, comme le Grand Tétras par exemple. Auparavant, des observateurs comptaient le nombre d'animaux sur les places de parade. Désormais, on peut recueillir des fientes sur un territoire en dehors des périodes nuptiales et ainsi déterminer le nombre minimum d'individus qui existent. «Normalement, ce chiffre calculé génétiquement est largement supérieur à ceux des observations», dit Rolf Holderegger.

Quand le dos fait mal

A l'Empa, des scientifiques étudient les causes biomécaniques des douleurs qui affectent la région des vertèbres lombaires. En combinant simulations informatiques et vidéoradiographies en 3D, ils parviennent à identifier les efforts éprouvants pour le dos. L'objectif de ces travaux: mieux planifier les opérations et développer de nouveaux implants.

«Nous voulons comprendre le fonctionnement des articulations de la colonne vertébrale», explique Ameet Aiyangar, qui étudie à l'Empa l'appareil locomoteur humain avec une méthode innovante. Grâce à des simulations informatiques, il peut visualiser la répartition des forces dans le dos, quand on soulève une charge. Mais la conformité de ces calculs avec la réalité dépend de la précision des entrées du modèle informatique. «Et, jusqu'à présent, c'est là qu'était le problème», dit Bernhard Weisse, responsable du groupe de recherche *Biomedical Engineering and Structural Mechanics* au sein du département *Mechanical Systems Engineering* de l'Empa.

Comment les corps vertébraux se déplacent-ils lorsque l'on se baisse et soulève une charge? Jusque-là, c'était difficile de le savoir parce que l'on était incapable de mesurer directement le mouvement dynamique des os. On ne disposait que de radiographies statiques. «Nous avons besoin d'un partenaire pour obtenir des meilleures simulations», poursuit Ameet Aiyangar, qui avait auparavant travaillé à l'Université de Pittsburgh et a reçu un subside *Ambizione* du Fonds National Suisse (FNS). Aux Etats-Unis, il a participé à la construction d'un système de vidéoradiographie en 3D unique en son genre, appelé *Digital Stereo-X-Ray (DSX)*, qui permet de visualiser les mouvements de la colonne vertébrale. Une collaboration entre les chercheurs de l'Empa et l'Université de Pittsburgh tombait donc sous le sens.

Le groupe a étudié douze adultes en bonne santé à l'aide de l'appareil de Pittsburgh. Les volontaires soulevaient des charges de 4,5 à 13,5 kilogrammes. L'appareil enregistrait l'exercice, qui durait à peu près deux secondes, dans deux directions et avec 30 images à la seconde. Point positif: la dose de rayonnement était faible. «Nous pouvions voir directement comment les os se déplaçaient, à 0,2 millimètre près», commente Ameet Aiyangar. Un autre projet a suivi: des mesures DSX ont été effectuées sur dix personnes, avant une opération du dos et six mois après.

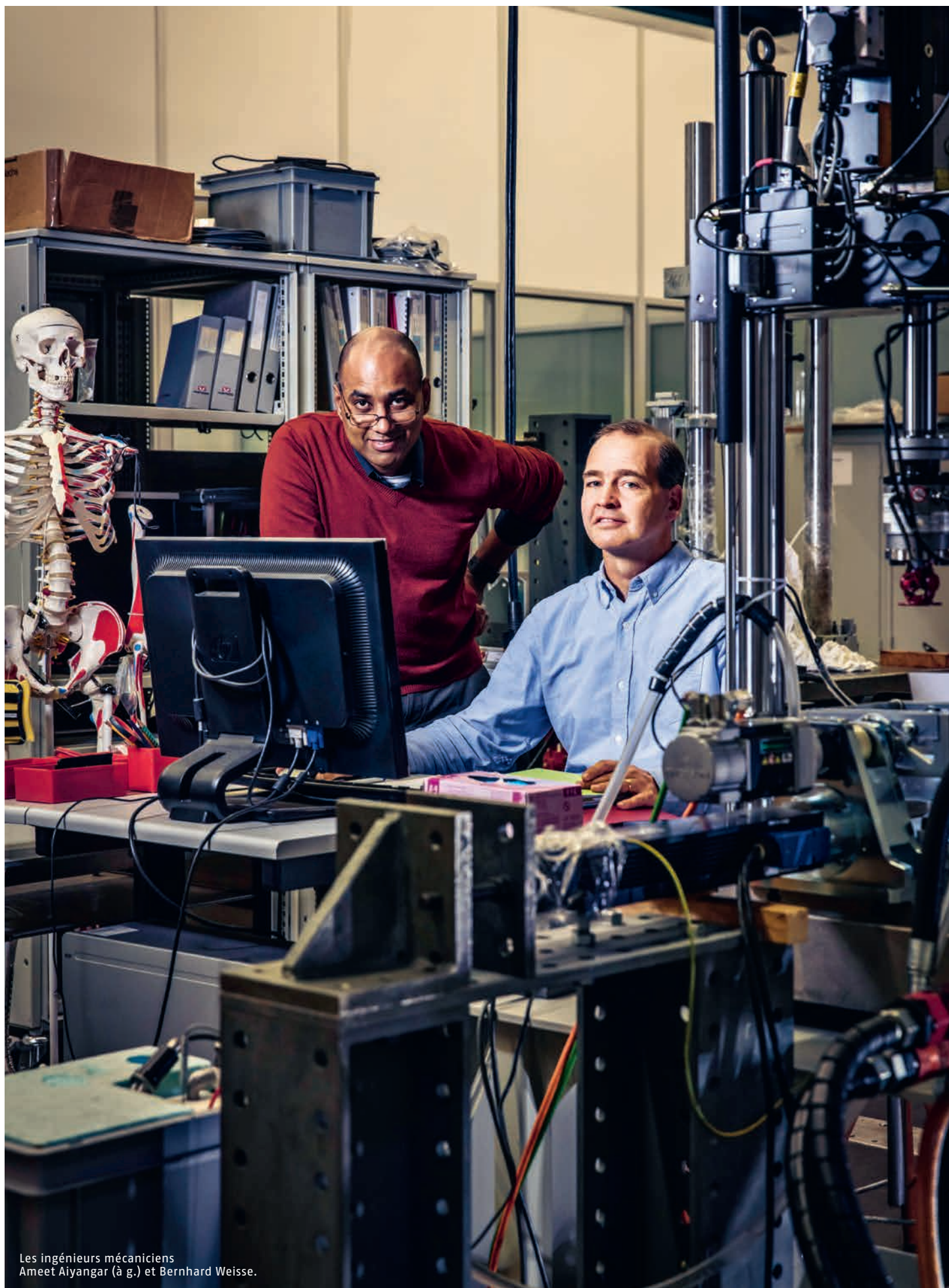
Les pôles de rotation se déplacent

Grâce aux vidéoradiographies, la migration des pôles de rotation autour desquels tournent les vertèbres de

la région lombaire lorsque l'on se baisse et se redresse ainsi que les mouvements translatoires peuvent être mesurés très précisément, ce qui constitue une vraie avancée pour les personnes souffrant du dos. Chez les volontaires, les ingénieurs ont observé des mouvements translatoires pouvant atteindre les dix millimètres lors d'un mouvement de flexion à 75°. Chez les personnes atteintes de dégénérescence, ce chiffre tend à être élevé, tandis que le parcours de migration des pôles de rotation est très irrégulier. Le chercheur de l'Empa a donc entré ces valeurs dans son programme de simulation et s'est rendu compte que l'impact du déplacement au niveau des forces internes était encore supérieur. «Jusque-là, on avait négligé les mouvements translatoires au sein des articulations, mais nos simulations montrent que le déplacement des pôles de rotation impacte les forces au sein du disque intervertébral», explique Ameet Aiyangar.

Pour ses calculs, l'ingénieur utilise un programme de l'Université de Stanford qu'il a perfectionné. Il se sert de la répartition des forces calculée pour déterminer la sollicitation locale des disques intervertébraux dans la région lombaire, puis compare le résultat aux valeurs mesurées. «Ce travail innovant combine données expérimentales et simulations informatiques: nous pouvons vérifier les résultats», se félicite Bernhard Weisse. C'est décisif pour le traitement des patients souffrant du dos.

Lorsque la kinésithérapie et les analgésiques ont atteint leur limite, on procède fréquemment à une opération de fusion des vertèbres. Mais souvent, les douleurs reviennent au bout de quelques années parce que les segments vertébraux voisins sont plus sollicités. «Nous espérons que nos travaux de recherche profiteront aux interventions chirurgicales qui seront effectuées dans les cinq à dix années à venir», confie Bernhard Weisse. Les médecins pourraient ainsi offrir un traitement plus individualisé et plus ciblé, comme le prévoit la médecine personnalisée, et sauraient mieux à qui conseiller l'implant et déconseiller la fusion. Les résultats pourraient contribuer au développement de prothèses discales, qui reproduiraient plus fidèlement les mouvements naturels d'un dos en bonne santé.



Les ingénieurs mécaniciens
Ameet Aiyangar (à g.) et Bernhard Weisse.



Chauffer et rafraîchir avec l'eau des lacs

Des études de l'Eawag montrent que les lacs et les grandes rivières renferment un potentiel de chaleur exploitable sans nuire à l'environnement. L'Institut de recherche sur l'eau du Domaine des EPF conseille les autorités pour que l'utilisation de l'énergie soit la plus propre et la plus durable possible.

En 1938, l'hôtel de ville de Zurich était chauffé par la Limmat. Aujourd'hui, quatre sociétés de gestion des eaux lacustres des rives du lac de Zurich fournissent chaleur et froid aux bâtiments environnants. Le lac de Genève est la source thermique qui chauffe et rafraîchit le campus de l'EPFL, l'Université de Lausanne et des bâtiments de l'ONU à Genève. «La technique existe, mais elle est peu utilisée bien qu'elle ait gagné en efficacité», explique Alfred Wüest, professeur à l'EPFL et expert en physique aquatique à l'Eawag.

Comme pour la géothermie, une pompe à chaleur prélève l'énergie dans l'environnement pour chauffer des bâtiments. Mais alors que le potentiel de la géothermie est limité dans les zones très peuplées, les habitants de nombreuses villes suisses disposent de réservoirs de chaleur inépuisables: les lacs et les grandes rivières. L'été, on peut faire passer l'eau des lacs ou des rivières dans des conduites pour bénéficier de températures agréables en mode *free cooling*, sans recourir aux climatisations. Grâce aux eaux profondes à six degrés du lac de Lugano, le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) est l'un des plus efficaces au monde sur le plan énergétique.

Dans des études, Alfred Wüest et son équipe examinent les conséquences physiques et écologiques de l'utilisation des eaux lacustres. Pour le lac de Constance, les chercheurs de l'Eawag estiment qu'un million d'habitants seront reliés aux réseaux des sociétés de gestion des eaux lacustres. «L'impact sera encore infime par rapport au réchauffement climatique», résume l'expert.

Une technique sans danger pour l'environnement

En hiver, l'extraction de chaleur pour le chauffage permet de lutter contre le changement climatique, mais en été, les eaux ne doivent pas se réchauffer du fait des rejets thermiques. Au lac de Constance, les spécialistes préconisent donc de rejeter les eaux à plus de 20 mètres de profondeur. Contrairement aux zones de

surface ou de profondeur, la température de l'eau varie rapidement avec la profondeur dans ce que l'on appelle la thermocline. Les calculs montrent que même avec une utilisation thermique intensive, la thermocline du lac de Constance ne s'étend que très peu. «On déplace très légèrement les conditions environnementales sans rien générer de nouveau», explique Alfred Wüest. «L'utilisation des eaux lacustres ne présente donc aucun danger.»

Suite aux études de l'Eawag, la Commission internationale de protection des eaux du lac de Constance a assoupli ses directives sur l'utilisation de l'eau lacustre. A Romanshorn, une zone d'habitation avec 165 logements est chauffée par l'eau du lac. Le fait qu'un lac gelé puisse fournir une énergie thermique a de quoi surprendre. C'est aussi le cas à St-Moritz, à 1800 mètres d'altitude. Depuis 2007, le Badrutt's Palace Hotel et d'autres habitations sont chauffés par une pompe à chaleur qui refroidit l'eau du lac de St-Moritz, de quatre à un degré.

L'un des plus grands projets est prévu à Lucerne: avec l'eau extraite du lac des Quatre-Cantons, la société d'approvisionnement en énergie *Energie Wasser Luzern* (EWL) entend fournir chaque année 100 GWh de chaleur et 23 GWh de froid pour approvisionner 40000 personnes. Le potentiel est nettement supérieur aux besoins réalistes, comme l'a calculé Alfred Wüest pour la Commission de surveillance du lac des Quatre-Cantons. Le lancement des travaux est prévu à Lucerne en 2018. Selon EWL, 95 mio CHF seront investis dans ce projet.

«Les investissements sont élevés mais l'exploitation sera bon marché», affirme Alfred Wüest. Il estime que le chauffage par la chaleur des lacs coûte actuellement le double du chauffage avec un fioul bas de gamme. Ces coûts de mise en service sont aussi la raison pour laquelle les lacs et les rivières ne sont pas plus exploités comme source de chaleur propre et durable.

Gouvernance

La Confédération a ancré dans la Loi sur les EPF le fonctionnement des écoles polytechniques fédérales, qui est un mandat inscrit dans la Constitution fédérale. Le texte définit également les bases juridiques de gestion des établissements de recherche du Domaine des EPF.

Domaine des EPF

11 membres
Etat-major: 51 collaborateurs*

Conseil des EPF

Ecoles polytechniques fédérales

plus de 20 000 étudiants
11 445 collaborateurs*

ETH Zurich

plus de 10 600 étudiants
5 989 collaborateurs*

EPFL

Etablissements de recherche

2 059 collaborateurs*

PSI

488 collaborateurs*

WSL

966 collaborateurs*

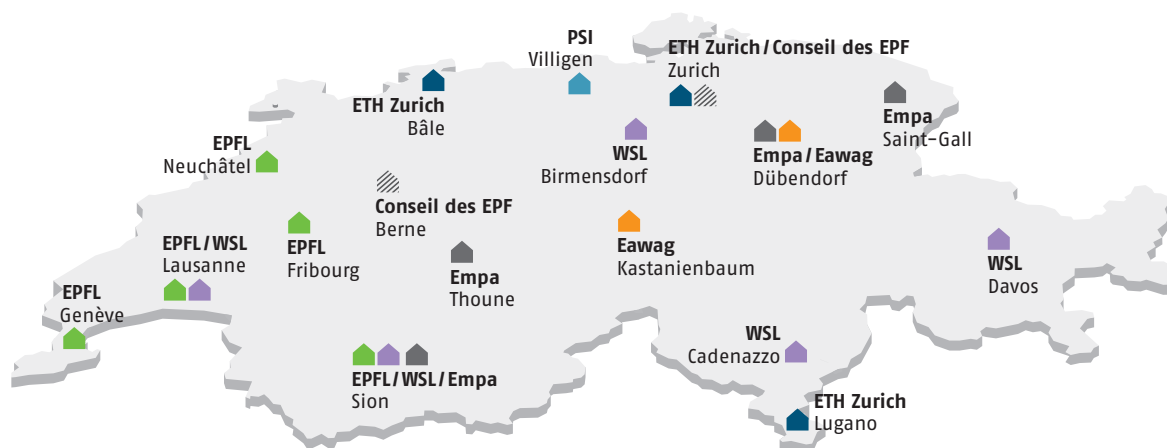
Empa

492 collaborateurs*

Eawag

* Contrats de travail, y c. les doctorants; état au 31 décembre 2017

Domaine des EPF: large ancrage en Suisse



Sommaire

Structure et conduite	32
Organisation et organes de direction	34
Contrôle et révision	35
Membres du Conseil des EPF	36
Gestion des risques	38
Personnel élu	39

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 stratégique du Domaine des EPF.

Tâches et conduite

Selon les objectifs définis à l'art. 2 de la Loi sur les EPF, les deux EPF et les quatre établissements de recherche (institutions du Domaine des EPF) doivent:

- former des étudiants et du personnel qualifié dans les domaines scientifiques et techniques et assurer la formation continue;
- faire progresser les connaissances scientifiques grâce à la recherche;
- promouvoir la relève scientifique;
- fournir des services à caractère scientifique et technique;
- assurer le dialogue avec le public et
- valoriser les résultats de leurs recherches.

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

Objectifs stratégiques et plafond de dépenses

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: l'arrêté fédéral sur le plafond

de dépenses accordé par le Parlement au Domaine des EPF pour une période de quatre ans, dans le cadre du Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (Message FRI 2017–2020), les «objectifs stratégiques» fixés par le Conseil fédéral au Domaine des EPF et adaptés selon ce plafond (nouveau à partir de 2017 à la place du mandat de prestations), et le crédit annuel adopté par le Parlement. Un controlling complète ces 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. Conformément aux nouvelles dispositions, 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) sont 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 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. Le rapport d'autoévaluation du Conseil des EPF

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 ladite Loi ne confère pas explicitement au Conseil des EPF.

Conseil des EPF: tâches et méthode de travail

Le Conseil des EPF définit la stratégie du Domaine des EPF dans le cadre des objectifs stratégiques du Conseil fédéral. Il représente le Domaine des EPF auprès du monde politique et des autorités de la Confédération, édicte des prescriptions sur le controlling et procède au controlling stratégique. Il approuve également les plans de développement des institutions du Domaine des EPF, contrôle leur exécution et exerce la surveillance du Domaine des EPF. 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, 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 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 2017, le président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire annuel brut de 285 592 CHF (l'employeur a également versé 84 160 CHF de cotisations aux assurances sociales). A cela s'est ajoutée une indemnité de représentation de 5 000 CHF. Le président est assuré par la caisse de pension de la Confédération, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur. Les six autres membres du Conseil des EPF non employés par une institution du Domaine des EPF ont perçu, chacun, une rémunération forfaitaire de 20 000 CHF en 2017. Ils ont également perçu un total de 55 000 CHF pour des dialogues et des réunions du comité d'audit (y compris 6 000 CHF d'indemnité forfaitaire pour la présidence du comité d'audit et la vérification des comptes annuels). De plus, leurs frais leur ont été remboursés sur la base de l'ordonnance du Conseil des EPF du 11 avril 2002 concernant le remboursement des frais dans le Domaine des EPF. Les membres du Conseil des EPF sous contrat

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Fritz Schiesser¹, président
- Prof. Paul L. Herrling², vice-président
- Prof. Lino Guzzella¹
- Prof. Martin Vetterli¹
- Prof. Joël Mesot¹
- Kristin Becker van Slooten¹
- Marc Bürki
- Beatrice Fasana
- Prof. Barbara Haering²
- Beth Krasna²
- Christiane Leister

¹ Membre du comité de gestion

² Membre du comité d'audit

Ont quitté leurs fonctions à la fin 2017: prof. Paul L. Herrling, vice-président du Conseil des EPF. Il a été remplacé à partir de janvier 2018 par Beth Krasna en tant que nouvelle vice-présidente du Conseil des EPF; prof. Susan Gasser est devenue membre du Conseil des EPF (cf. p. 37) et Marc Bürki est en plus membre du comité d'audit.

Direction de l'ETH Zurich

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

Direction de l'EPFL

- Prof. Martin Vetterli, président
- Prof. Pierre Vanderghenst, vice-président pour l'enseignement
- Prof. Andreas Mortensen, vice-président pour la recherche
- Prof. Marc Gruber, vice-président pour l'innovation
- Etienne Marclay, vice-président pour le personnel et la gestion et vice-président ad interim pour les finances (jusqu'à fin janvier 2017)

- Caroline Kuyper, vice-présidente pour les finances (depuis février 2017)
- Prof. Edouard Bugnion, vice-président ad interim pour les systèmes d'information

Direction du PSI

- Prof. Joël Mesot, directeur
- Kurt N. Clausen, directeur adjoint (jusqu'à fin avril 2017)
- Prof. Alexander Wokaun, directeur adjoint (jusqu'à fin décembre 2017)
- Prof. Gabriel Aeppli, membre
- Peter Allenspach, membre
- Prof. Andreas Pautz, membre (depuis mai 2017)
- Prof. Leonid Rivkin, directeur adjoint (depuis mai 2017)
- 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

Direction de l'Eawag

- Prof. Janet Hering, directrice
- Prof. Rik Eggen, directeur adjoint
- Prof. Jukka Jokela, membre
- Tove Larsen, membre
- Gabriele Mayer, membre (depuis octobre 2017)
- Prof. Alfred Johny Wüest, membre
- Christian Zurbrügg, membre

Etat au 31 décembre 2017 (les modifications déjà décidées en 2017 et prenant effet en 2018 sont également mentionnées).

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

L'Audit interne assure la révision interne des institutions du Domaine des EPF (art. 35^a^{bis}, 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. 35^a^{bis}, al. 3 de la Loi sur les EPF). En 2017, 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 2017, le CDF a facturé un montant total de 562272 CHF au Conseil des EPF, (dont 325237 CHF pour la révision de clôture des comptes 2016 et 237035 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2017).

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 des EPF peuvent être portées en appel devant le Tribunal administratif fédéral.

- Prof. Hansjörg Peter, président
- Beatrice Susanne Vogt, vice-présidente (jusqu'à fin décembre 2017)
- Consuelo Antille, membre
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. ém. Rodolphe Schlaepfer, membre
- Yolanda Schärli, membre

Soutien au Conseil des EPF

Etat-major du Conseil des EPF

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

Comité directeur

- Michael Käppeli, direction
- Kurt Baltensperger, sciences
- Gian-Andri Casutt, communication
- Dieter Künzli, finances et personnel
- Urs Müller, service juridique (jusqu'en mars 2017)
- Monique Weber-Mandrin, service juridique (depuis avril 2017)
- Michael Quetting, immobilier
- Barbara Schär, secrétariat du Conseil

Audit interne

Au sens de l'art. 35^a de la Loi sur les EPF, le Conseil des EPF recourt à un département Audit interne, qui 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 travaille 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 aux conseils de fondation et d'administration du FNS, de la Fondation de Famille Sandoz, de la fondation de développement de Glaris Sud, de Proto Chemicals, de la coopérative Immobilière Suisse et de Hefti SA. Il est également membre du conseil de fondation du groupe de réflexion Avenir Suisse, du Swiss Science Center Technorama à Winterthur, ainsi que du Parc d'innovation suisse.



Paul L. Herrling

*1946, Suisse, prof., dr. phil. II
Membre du Conseil des EPF depuis 2004, vice-président depuis 2008 et membre du comité d'audit depuis 2012.
Président du conseil d'administration du Novartis Institute for Tropical Diseases depuis 2012.

Paul L. Herrling a passé son doctorat en sciences naturelles à l'Université de Zurich. De 1996 à 2002, il a dirigé la recherche de Novartis Pharma et de 2002 à 2010, celle du groupe Novartis International. Ensuite, il a dirigé les Novartis Institutes for Developing World Medical Research jusqu'à la fin 2011. Depuis 2001, il est professeur en biopharmacologie et sciences du médicament à l'Université de Bâle où il siège depuis 2007 au conseil de l'Université. Il est également membre de plusieurs conseils d'administration du groupe Novartis et de diverses fondations.



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 (USA). 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* (RBK). *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)



Marc Bürki

*1961, Suisse, ingénieur diplômé en génie électrique.
Membre du Conseil des EPF depuis 2017.
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 négoce 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'en 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*).



Barbara Haering

*1953, Suisse et 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 de fondation du Centre International de Déminage Humanitaire de Genève et le conseil d'orientation stratégique de l'Université 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.



Martin Vetterli

*1957, Suisse, prof., dr., ingénieur diplômé en génie électrique.
Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2017.
Président de l'EPFL depuis 2017.

Martin Vetterli a terminé ses études à l'ETH Zurich en tant qu'ingénieur diplômé en génie électrique, a obtenu ensuite un *Master of Science* à la *Stanford University* et a passé enfin son doctorat à l'EPFL. Après avoir occupé des chaires à la *Columbia University* et à l'*University of California*, Berkeley, il revient en 1995 à l'EPFL où il devient 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). De 2004 à 2011, il a été vice-président de l'EPFL; de 2011 à 2012, il y a été doyen de la Faculté Informatique et Communications. De 2013 à 2016, il était 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 et professeur à l'ETH Zurich / l'EPFL depuis 2008.

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 SPG 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 depuis 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* Winterthour, de la *Förderstiftung Technopark Aargau* et du Parc d'innovation suisse ainsi que membre du conseil d'administration du PARK INNOVAARE.



Kristin Becker van Slooten

*1962, Allemande/Suisse, 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.



Beth Krasna

*1953, Suisse/Americaine, ingénieure diplômée.
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 Raymond Weil SA, Symbiotics SA et Alcosuisse ainsi que présidente du conseil d'administration de Xsensio 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. Début 2018, Beth Krasna a assumé le poste de vice-présidente du Conseil des EPF.



Christiane Leister

*1955, Allemande/Suisse, économiste dipl.
Membre du Conseil des EPF depuis 2017.
Propriétaire et présidente du conseil d'administration du groupe Leister depuis 1993.

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 exerce des missions stratégiques et opérationnelles au sein de l'entreprise familiale Leister, dont elle assure la direction opérationnelle jusqu'en 2014; elle réalise la diversification de l'entreprise par les nouvelles technologies et la développe à l'international pour en faire le groupe Leister. (Photo: Leister AG)



Nouveau membre du Conseil des EPF

Susan Gasser (* 1955) est directrice du *Friedrich Miescher Institute for Biomedical Research* et professeure de biologie moléculaire à l'Université de Bâle. Elle fait partie des grands scientifiques de son domaine de spécialité et des personnalités les plus réputées de Suisse dans les sciences de la vie. Outre son excellent profil scientifique, elle apporte de vastes connaissances importantes pour les questions de politique scientifique et de l'innovation du Conseil des EPF grâce à ses longues années de collaboration au sein du FNS, des Académies suisses des sciences et du Conseil suisse de la science (CSS). Susan Gasser a pris ses fonctions au 1^{er} janvier 2018. (Photo: Nestlé Nutrition Council)

Situation et gestion des risques

Conformément à l'autonomie énoncée dans la Loi sur les EPF, les six institutions du Domaine des EPF sont responsables de la gestion de leurs risques dans le cadre des directives émises par le Conseil des EPF. Par conséquent, la présidence des deux EPF et la direction des quatre établissements de recherche endossent la plus haute responsabilité en matière de gestion des risques au sein de leur institution.

Organe de direction et de surveillance, le Conseil des EPF définit la politique de risque du Domaine des EPF. Plusieurs objectifs ont donc été fixés, tant pour les deux EPF que pour les établissements de recherche. Il s'agit de garantir d'une part que les missions pourront être remplies de façon efficace, économique et prévoyante, tout en préservant l'esprit d'innovation et la qualité du fonctionnement. Et d'assurer d'autre part la sécurité des personnes, des objets et des autres biens le mieux possible. Les deux EPF et les établissements de recherche doivent être pilotés sur la base d'informations complètes, transparentes et récentes. Il est aussi nécessaire de sensibiliser les étudiants, les collaborateurs et les professeurs 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 porte sur l'identification et l'évaluation des risques individuels ainsi que sur les stratégies pour y faire face et un controlling adéquat. Dans chaque institution, un gestionnaire des risques et/ou un comité des risques coordonne les activités dans le cadre de la gestion des risques et pilote le processus afférent.

Chaque institution tient son propre catalogue des risques qui décrit en détail les risques identifiés et évalue leur probabilité de survenance et leur impact financier. La répercussion possible du risque sur la réputation de l'institution 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 de l'institution concernée. Le signale-

ment des risques de base est ensuite transmis au département responsable du Domaine des EPF. Les institutions doivent porter à la connaissance du Conseil des EPF toute évolution exceptionnelle dans les risques ou tout dommage exceptionnel, directement et en temps opportun.

Le profil individuel de chaque institution se reflète dans son catalogue de risques. Les deux hautes écoles et les quatre établissements de recherche ne sont pas exposés aux mêmes risques de base. L'orientation spécifique et la taille de l'institution en question ont un impact sur les risques. L'évaluation d'un même risque peut donc varier.

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. Pour évaluer ce risque subsidiaire pour la Confédération, au sens de responsabilité pénale subsidiaire de l'art. 19 al. 1 de la Loi sur la responsabilité, les polices d'assurance souscrites par les institutions du Domaine des EPF ont une grande importance.

Les caractéristiques de la gestion des risques prévoient que les deux EPF et les quatre établissements de recherche s'assurent, subsidiairement à d'autres mesures, contre d'éventuels dommages, dès lors qu'ils peuvent être assurés et que leur couverture est financable. 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 et rechercher un rapport coûts-utilité proportionné tout en respectant les dispositions sur les marchés publics de la Confédération. Ces assurances doivent satisfaire à la situation habituelle sur le marché suisse des assurances. Elles doivent 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.

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 22 février 2017, le Conseil fédéral a, à la demande du Conseil des EPF, reconduit dans ses fonctions pour quatre années supplémentaires le directeur de l'Empa, le professeur Gian-Luca Bona. Sous la conduite de Gian-Luca Bona, l'Empa est devenu un institut leader au plan international pour la recherche sur les matériaux et les technologies novatrices.

Le 5 juillet 2017, le Conseil fédéral a nommé Beth Krasna, membre de longue date, à la vice-présidence du Conseil des EPF. Celle-ci a succédé au professeur Paul L. Herrling, dont le mandat s'est terminé fin 2017. En outre, le Conseil fédéral a nommé la professeure Susan Gasser comme nouveau membre du Conseil des EPF. Beth Krasna et Susan Gasser ont pris leurs fonctions le 1^{er} janvier 2018 (cf. p. 37).

Personnel élu par le Conseil des EPF

Election à la direction du PSI

A la demande du directeur du PSI, le Conseil des EPF a désigné en mars 2017 le professeur Andreas Pautz nouveau membre de la direction. En octobre 2012, Andreas Pautz a été nommé professeur ordinaire pour la technique nucléaire à l'EPFL en union personnelle avec la direction du Laboratoire de physique du réacteur et du comportement de systèmes du PSI. Il est entré en fonction le 1^{er} mai 2017.

Election à la direction de l'Eawag

En septembre 2017, à la demande de la directrice de l'Eawag, la prof. Janet Hering, le Conseil des EPF a nommé Gabriele Mayer en tant que nouveau membre de la direction de l'Eawag. Elle renforce principalement celle-ci dans les domaines *Compliance*, *Corporate Governance* et *Administration*. Gabriele Mayer est active depuis 2007 à l'Eawag, l'Institut de recherche dans le domaine des sciences et technologies de l'eau du Domaine des EPF, et comme directrice des départements Personnel et Finances. Elle a pris ses fonctions le 1^{er} octobre 2017.

Personnel professoral

Les questions relatives à la nomination des professeurs sont abordées dans le chapitre «Chiffres clés sur le personnel», en page 104.

Objectifs stratégiques

Le Conseil fédéral définit les objectifs stratégiques du Domaine des EPF pour la période de prestations 2017–2020. Ceux-ci comprennent des priorités stratégiques, mais aussi des objectifs liés aux finances, aux infrastructures, à la politique du personnel et à celle de prévoyance.

Priorité stratégique

1

Enseignement

«Le Domaine des EPF propose un enseignement excellent en comparaison internationale, axé sur la recherche et attrayant pour les étudiants.» → p. 42

Priorité stratégique

4

Transfert de savoir et de technologie

«Le Domaine des EPF favorise la coopération et les échanges avec l'économie et la société afin de renforcer la capacité d'innovation de la Suisse et sa compétitivité.» → p. 48

Priorité stratégique

5

Coopération et coordination nationales

«Le Domaine des EPF participe activement à la conception de l'espace suisse des hautes écoles.» → p. 58

Objectif financier et en matière d'infrastructures

8

Sources de financement et utilisation des ressources

«Le Domaine des EPF élargit sa base de financement et assure que les ressources soient affectées conformément à la stratégie et de manière économique.» → p. 72

Priorité stratégique

2

Recherche

«Le Domaine des EPF maintient sa position de leader dans la recherche internationale.»
→ p. 46

Priorité stratégique

3

Infrastructures de recherche

«Le Domaine des EPF gère et développe des infrastructures de recherche.» → p. 50

Priorité stratégique

6

Positionnement et coopération sur le plan international

«Le Domaine des EPF étend sa coopération et son réseau avec les meilleures institutions du monde et renforce son rayonnement international.» → p. 56

Priorité stratégique

7

Rôle dans la société et services nationaux

«Le Domaine des EPF entretient le dialogue avec la société et fournit des services dans l'intérêt de toute la Suisse.» → p. 66

Services nationaux → p. 70

Objectif financier et en matière d'infrastructures

9

Gestion immobilière

«Le Domaine des EPF coordonne l'exploitation des terrains et des immeubles et veille au maintien de leur valeur et de leur fonction.»
→ p. 76

Objectif de la politique du personnel et de prévoyance

10

Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique

«Le Domaine des EPF est un employeur attrayant et responsable.» → p. 78

1

«Le Domaine des EPF propose un enseignement excellent en comparaison internationale, axé sur la recherche et attrayant pour les étudiants.»

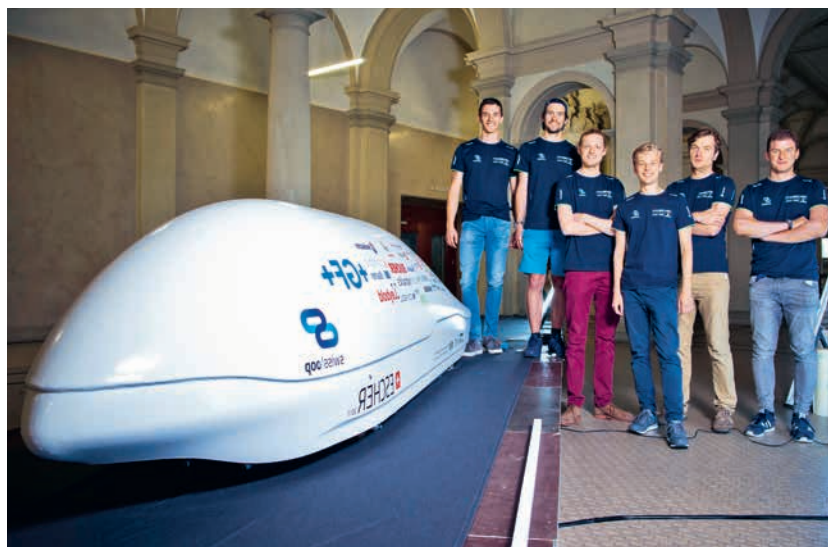
Conclusion du Conseil des EPF

Assistées par les quatre établissements de recherche, les deux EPF proposent aux étudiants et doctorants un enseignement haut de gamme fondé sur la recherche. Le nombre d'étudiants a augmenté de 3,5% par rapport à l'année précédente, pour atteindre près de 25 100 inscrits, contre une hausse de 1,6% chez les doctorants, soit environ 6200 inscrits. Plus de 850 étudiants participant à un programme de mobilité, recensés jusqu'ici dans la catégorie «Etudiants en bachelor et master» et faisant l'objet d'une catégorie distincte dès 2017, témoignent de l'attractivité des deux EPF. Celles-ci contribuent ainsi considérablement à la mobilité internationale des étudiants.

De nouvelles formes d'enseignement et d'apprentissage orientées vers les compétences sont utilisées afin de préparer au mieux les étudiants aux défis à venir du monde du travail. Ainsi, la *Student Project House* de l'ETH Zurich et les *Discovery Learning Laboratories* de l'EPFL encouragent la capacité de développer des idées novatrices et de les mettre en œuvre au sein d'équipes multidisciplinaires.

Adaptée en continu aux développements et besoins scientifiques, sociaux et économiques, la formation a été élargie en 2017 dans les deux domaines stratégiques que sont la santé personnalisée et la science des données – par une filière de bachelor en médecine humaine à l'ETH Zurich et des filières de master en *Data Science* aux deux EPF, ainsi qu'en humanités numériques à l'EPFL.

Les établissements de recherche complètent l'offre de formation de leurs domaines spécifiques et contribuent considérablement à l'encadrement des travaux de bachelor, de master et de doctorat. Des chaires de professeurs cofinancées renforcent encore la collaboration entre les établissements de recherche et les deux EPF. En vue de promouvoir l'échange d'étudiants entre les institutions du Domaine des EPF, le Conseil des EPF encourage un programme qui a rencontré le même succès en 2017 qu'au cours des années précédentes. 93 étudiants en ont profité lors d'un semestre dans l'autre région linguistique, 151 étudiants ont participé aux Summer Schools communes.



L'équipe *Swissloop* formée d'étudiants de l'ETH Zurich et d'autres hautes écoles suisses a obtenu le troisième prix à l'épreuve de vitesse de systèmes de transport révolutionnaires d'Elon Musk à Los Angeles. (Photo: Mirko Ries Photography)

ETH Zurich

En septembre 2017, 2918 nouveaux étudiants en bachelor ont commencé leur cursus à l'ETH Zurich (+5%). Au total, le nombre d'étudiants et doctorants à l'ETH Zurich a dépassé pour la première fois les 20 000 inscrits à l'automne 2017. Ont fortement contribué à cette hausse les deux nouvelles filières en médecine humaine et en science des données. L'ETH Zurich a enregistré un nouveau record de candidatures et d'admissions aux études de master en 2017: 3586 personnes disposant du diplôme de bachelor d'une autre haute école suisse ou étrangère ont demandé à être admises à l'une des 46 filières de master de l'ETH Zurich. Les programmes de mobilité ont été largement utilisés, avec 449 étudiants entrants et 244 partis.

L'ETH Zurich a élargi son offre d'études dans deux domaines stratégiques: la médecine et la science des données. La nouvelle filière de bachelor en médecine humaine offre 100 places et s'adresse aux étudiants qui ne s'intéressent pas uniquement à la médecine, mais aussi aux sciences naturelles et à la technique. Ceux-ci ont dû se soumettre au test d'aptitude de *swissuniversities* pour les études de médecine. Au total, 287 personnes avaient renseigné l'ETH Zurich comme étant leur premier choix. Pour les études de master en médecine consécutives, les étudiants passent dans une université partenaire de l'ETH Zurich. Le nouveau cursus a pu être mis en place grâce à la bonne coopération avec différents partenaires du domaine des cliniques et les Universités de Zurich et Bâle, ainsi qu'avec l'*Università della Svizzera italiana* (USI) de Lugano.

La nouvelle filière de master en science des données est proposée dans le cadre d'une collaboration avec les départements Informatique, Mathématiques et Technologies de l'information et électrotechnique. Elle permet d'acquérir des connaissances en administration et en enregistrement de grands volumes de données, ou en développement d'algorithmes efficaces pour l'analyse des données. Cette nouvelle filière de master suscite un vif intérêt: 160 personnes ont immédiatement demandé leur admission.

La qualité de l'enseignement à l'ETH Zurich est contrôlée et améliorée en continu. La réussite des étudiants est principalement mesurée sur la base d'attestations de performance, telles que des examens. C'est pourquoi l'ETH Zurich mise aussi sur des formes d'examen visant moins à contrôler les connaissances qu'à mobiliser le savoir. Des «éléments d'apprentissage», tels que des exercices rapides, des quizz ou la présentation de solutions d'exercices, donnent aux étudiants des informations sur leur progrès, et les motivent à suivre le cours pendant le semestre. Ils viennent compléter les examens classiques.

L'ETH Zurich veut préparer au mieux les étudiants au monde numérique et leur transmettre des contenus adaptés aux compétences numériques de demain, telles que la programmation, l'analyse de jeux de données ou l'utilisation d'un programme CAD. Elle est le leader national des examens en ligne orientés sur les compétences et un acteur majeur de l'innovation technique sur le plan international. Elle compte plus que tripler ses capacités d'examen en ligne d'ici 2022.

Enfin, l'ETH Zurich encourage la diversité des formes d'enseignement et d'apprentissage. Il importe toujours plus que les étudiants développent leurs propres idées et apprennent à les réaliser au sein d'équipes multidisciplinaires. Atelier de réflexion et de création, la station pilote *Student Project House* (SPH) offre depuis 2017 l'espace et les moyens pour cela, sur le campus Hönggerberg. En 2017, lors de la première édition du *SPH Innovation Challenge*, 25 étudiants ETH ont développé des prototypes à partir de leurs idées, au sein de groupes multidisciplinaires. Avec pour thème *Manufacturing the Future*, l'*ETH Woche* a eu lieu pour la troisième fois en septembre 2017. Pendant une semaine, 180 étudiants en bachelor, master et de mobilité de 16 départements de l'ETH Zurich ont étudié les fabriques, les ressources et les relations homme-machine dans des équipes multidisciplinaires et multiculturelles. ■

sances. Les sections de génie mécanique et de microtechnique enregistraient le plus grand nombre de nouveaux étudiants en première année (+257 et +260 nouveaux étudiants).

En première année Master, 296 nouveaux étudiants en provenance d'autres universités se sont immatriculés (+11% par rapport à 2016). Systèmes de communication et Sciences de la vie enregistraient les plus fortes croissances en première année Master. L'informatique restait la section avec le plus de nouveaux étudiants en première année Master (57).

Pour remédier aux lacunes d'un certain nombre d'étudiants à leur entrée à l'EPFL – qui échouent dans les branches polytechniques du premier semestre propédeutique –, l'EPFL a introduit, au printemps 2017, un cours de mise à niveau en mathématiques et en physique. Il a été suivi par près de 700 étudiants.

Le cursus Master en *Digital Humanities*, lancé en septembre, vise à marier les sciences techniques et les humanités et à favoriser les interdisciplinarités. Un master en *Data Science*, relié à la faculté IC et suivi par 65 étudiants, a également été créé pour soutenir les efforts de digitalisation qui touchent toute notre société. Pour permettre une passerelle vers les études de médecine à l'Université de Lausanne (UNIL), le bachelor en sciences de la vie a été renforcé par quatre cours spécifiques.

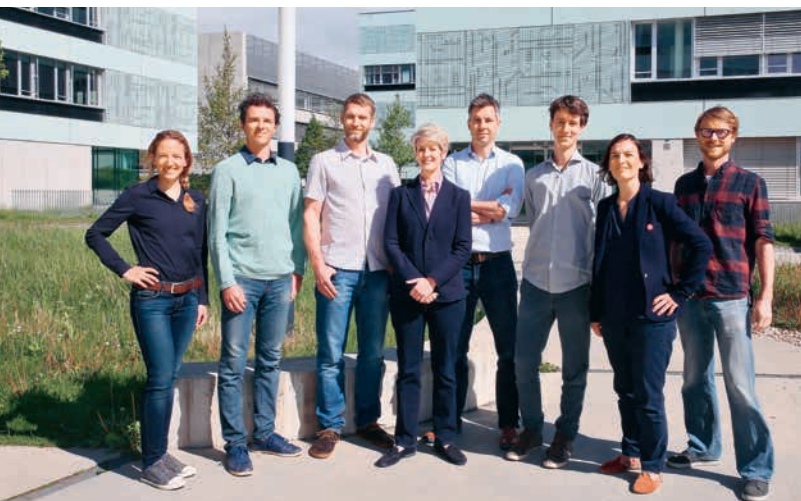
Le premier programme COS (*Certificate of Open Studies*) a débuté durant l'été 2017. Il regroupe des MOOCs centrés sur les villes africaines. Enfin, notre formation s'est renforcée avec l'ouverture de l'*Extension School* et le lancement du premier COS en novembre 2017. Elle doit permettre à tout le monde de développer les compétences nécessaires pour bénéficier des opportunités de l'ère digitale.

Le Centre d'appui à l'enseignement (CAPE) a continué d'offrir un soutien personnalisé à un nombre croissant d'enseignants, en aidant à utiliser et développer des innovations pédagogiques évaluées rigoureusement. 442 enseignants ont recouru à ses services en 2017.

L'offre pour les doctorants s'est élargie. Plus de 200 doctorants ont suivi des ateliers de pédagogie. Ceux-ci peuvent être crédités et sont reconnus par l'Ecole doctorale.

Avec 406 étudiants reçus et 340 étudiants partis, la mobilité internationale à l'EPFL poursuit sa croissance. A cet effet, 28 accords ont été négociés ou renégociés en 2017 sur un total de 150 partenariats internationaux.

Les laboratoires de travaux pratiques interdisciplinaires (*Discovery Learning Laboratories*, DLL), installés dans le bâtiment de mécanique ont rencontré un vif succès. Le nombre d'étudiants est passé de 1300 au semestre d'automne 2017 à 2200 au semestre de printemps 2018. Plus de 84 000 heures d'enseignement, à la croisée de l'électronique, des matériaux, de la bio-ingénierie ou de l'optique y sont dispensées. Des projets pilotes, qui intègrent les évolutions numériques et favorisent les interactions entre sections, permettent de tester de nouvelles démarches pédagogiques, basées sur un apprentissage par le projet. Huit projets interdisciplinaires touchant environ 300 étudiants ont été suivis pour identifier les opportunités et les besoins d'appuis pour garantir celui-ci. Ils ont aussi permis de compléter le programme de l'espace de prototypage en cours de développement. Enfin, le programme du DLL moléculaire développé en collaboration avec l'UNIL et devant permettre de renouveler les salles de travaux pratiques de chimie est en phase de finalisation. ■



L'équipe de l'*Extension School*. (Photo: EPFL)

EPFL

A la rentrée 2017, l'EPFL comptait 10 686 étudiants et doctorants (soit une hausse de 1% par rapport à 2016), dont 1817 nouveaux étudiants en 1^{ère} année Bachelor. Les sections d'électricité (+37%) et de matériaux (+22%) comptabilisaient les plus fortes crois-



«Je travaille dans deux établissements renommés – au PSI et à l'ETH Zurich. La combinaison des ressources nous permet de réaliser des recherches vraiment exceptionnelles», explique la prof. Laura Heydermann. (Photo: Scanderbeg Sauer Photography/PSI)

PSI

Pour contribuer à la formation des hautes écoles suisses, le PSI propose des prestations d'enseignement diverses, surtout axées sur la pratique. De nombreux collaborateurs du PSI participent régulièrement aux cours et aux stages des deux EPF, des universités cantonales, des hautes écoles spécialisées suisses et à l'étranger, fournissant pas moins de 6500 heures d'enseignement en 2017. Outre les projets de recherche menés par plus de 310 doctorants et 170 postdoctorants au PSI, plus de 140 travaux de bachelor et de master ont été encadrés par des collaborateurs scientifiques du PSI.

Outre les cours en haute école, le PSI organise régulièrement des offres spécifiques, axées sur la recherche, à l'intention de la relève scientifique de Suisse et de l'étranger notamment. En septembre 2017, un stage d'été de deux semaines a été organisé pour la première fois à l'intention des étudiants en master. Après des cours et des ateliers transmettant les bases dans le domaine de l'étude des matériaux au moyen d'un procédé spectroscopique, les étudiants ont pu réaliser eux-mêmes des expériences sur les grandes installations de recherche du PSI (SLS, SINQ, μS) et acquérir une expérience précieuse qu'ils pourront mettre à profit lors de la réalisation de projets de recherche à venir.

Le Centre de formation du PSI offre au personnel du milieu médical, de l'industrie, de l'artisanat et de l'administration une large gamme de formations et perfectionnements sur la manipulation de rayonnements ionisants. En complément à ces formations spécifiques, l'académie du PSI organise de nombreux cours dédiés aux collaborateurs et a encore élargi sa gamme en 2017, notamment dans le domaine des compétences transférables (*transferable skills*), de la gestion du personnel et de l'esprit d'entreprise.

Les plus de 60 chercheurs du PSI qui enseignent également dans les hautes écoles apportent beaucoup à la formation. Les deux parties sortent gagnantes de cette coopération: l'enseignement offert dans les hautes écoles aborde désormais les domaines et méthodes de recherche spécifiques du PSI, alors que les professeurs et enseignants ouvrent les portes du PSI aux jeunes chercheurs ou aux utilisateurs des grandes installations de recherche de demain. ■

WSL

En 2017, les collaborateurs du WSL enseignaient dans les deux EPF, ainsi que dans des universités cantonales, des hautes écoles spécialisées suisses et à l'étranger, pour un total de 3048 heures; ce chiffre est dans la gamme des valeurs des dernières années. Les heures se répartissent dans les hautes écoles de façon à peu près identique aux années précédentes: la majeure partie, soit environ la moitié, a profité au Domaine des EPF (1552 ETH Zurich, 37 EPFL). De nombreux collaborateurs du WSL encadrent des travaux de bachelor, de master, de diplôme et de doctorat – 261 (19/98/2/142) au total pour 2017.

Les séminaires et cours donnés par le WSL complètent les offres des hautes écoles par des thèmes que seul le WSL peut traiter du fait de ses compétences techniques. Les enseignants ne disposent donc souvent pas d'outils pédagogiques standards. Afin de combler d'importantes lacunes, deux chercheurs ont donc rédigé des manuels publiés par des éditeurs renommés en 2017: le professeur Niklaus Zimmermann, membre de la direction, a coédité *Habitat Suitability and Distribution Models*, et Werner Suter, enseignant de longue date à l'ETH Zurich aux futurs spécialistes de l'environnement et biologistes, a écrit l'ouvrage de référence «Ecology des vertébrés». Les livres ne peuvent pas toujours couvrir tous les besoins. Les enseignants du WSL créent également des cours en ligne interactifs. Le prof. Felix Kienast a élargi son Moodle en *Landscape Ecology* bien établi et destiné aux étudiants en bachelor de l'EPF en un MOOC, alors que près de cent étudiants ont déjà terminé le MOOC du directeur du WSL, le prof. Konrad Steffen, *The Frozen Frontier: Monitoring the Greenland Ice Sheet from Space*, produit par l'Agence spatiale européenne. A l'heure actuelle, ce dernier prépare un autre MOOC avec le prof. Matthias Finger de l'EPFL – le *GlobalArctic*. Les écoles d'été sont également très prisées des étudiants. Si certaines existent depuis des années, le WSL développe sans cesse de nouvelles offres. En 2017, des écoles d'été ont par exemple été organisées sur les thèmes *Polygenetic Adaptation* et «Recherche sur le paysage», avec des participants du monde entier. ■

L'école d'été «Recherche sur le paysage»: les offres de formation dans le domaine du paysage combinent les sciences naturelles et sociales. (Photo: Lisa Bose/WSL)





La conseillère fédérale Doris Leuthard (à g.) et Luca Schaufelberger.
(Photo: Empa)

Empa

En tant qu'enseignants, les chercheurs de l'Empa apportent une énorme contribution à l'enseignement dans les hautes écoles suisses et étrangères, en dispensant plus de 3900 heures de cours en 2017. La grande majorité d'entre elles, soit près de 2500 heures, est redevable aux deux EPF, dans lesquelles 14 chercheurs de l'Empa ont une chaire. Par ailleurs, neuf chercheurs de l'Empa ont une chaire dans une université suisse. Ainsi, l'année dernière, le chercheur de l'Empa Michel Calame a été nommé professeur en nanosciences à l'Université de Bâle.

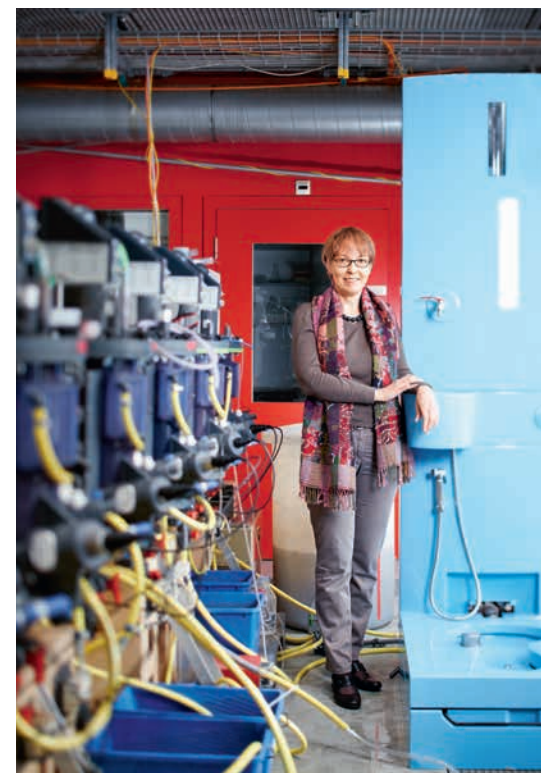
En 2017, les chercheurs de l'Empa ont encadré près de 160 étudiants en bachelor et en master, et 210 doctorants. L'Empa s'engage aussi dans le secteur des formations initiales et continues spécialisées non universitaires (*Continuing Education*). En 2017, les près de 120 cours et manifestations de l'académie de l'Empa ont attiré plus de 5500 personnes.

L'Empa favorise également la relève scientifique: dans le cadre de son travail de maturité, début 2017, Luca Schaufelberger, maturant à l'école cantonale de Zofingue, a réalisé un stage à l'Empa dans le laboratoire de Recherche appliquée sur le bois. Il y a participé au développement d'un filtre à eau en nanocellulose modifiée chimiquement, parfaitement adapté à l'élimination d'acides humiques des eaux polluées et, qui plus est, réutilisable. Un avantage décisif, car nettement plus écologique que l'utilisation unique. Le projet de stage du jeune homme était tellement novateur que son travail a fait l'objet de deux publications scientifiques de l'Empa. Par ailleurs, son travail de maturité a obtenu la mention «Excellent» auprès de «La Science appelle les jeunes» et un prix supplémentaire, lui permettant de participer en tant que seul représentant pour la Suisse aux *GENIUS Olympiad 2017* de la *State University of New York (SUNY)* à Oswego, sur le lac Ontario. Lors de ce concours annuel, des élèves du monde entier présentent des projets sur le thème de l'environnement, dans cinq catégories différentes. Ici aussi, son filtre à nanocellulose réutilisable a suscité un vif intérêt et a gagné la médaille d'or dans la catégorie «Science». ■

Eawag

Les chercheurs de l'Eawag basent leur enseignement sur leurs recherches actuelles. En 2017, les scientifiques de l'Eawag ont largement contribué à la formation en sciences et en ingénierie de l'environnement. Au total, ils ont dispensé plus de 3000 heures de cours dans les deux EPF, sans compter les 1300 heures dispensées dans d'autres hautes écoles, notamment des universités cantonales. L'Eawag a encadré 140 doctorants, dont une centaine qu'il emploie, et plus de 170 travaux de bachelor et de master. Parallèlement à l'ETH Zurich et à l'EPFL, l'Eawag entretient des partenariats avec des universités cantonales. Ceux-ci sont liés à des chaires aux Universités de Berne (écologie aquatique et sciences sociales), de Neuchâtel (hydrogéologie) et de Zurich (biodiversité, chimie environnementale et psychologie de l'environnement). Ensemble, l'Eawag et l'EPFL proposent quatre *Massive Open Online Courses* (MOOC) librement accessibles sur le thème *Sanitation, Water and Solid Waste for Development*. Plus de 42 000 personnes de 176 pays y ont accédé au cours des trois dernières années. Autre pilier de l'enseignement: les écoles d'été, à vocation internationale. En 2017 et pour la neuvième fois, un cours en *Environmental Systems Analysis* a été organisé à Dübendorf. Par ailleurs, l'Eawag a participé à une école d'été de l'ETH Zurich et de l'EPFL sur les processus de transport dans les bassins hydrographiques.

Tove Larsen, membre de la direction de l'Eawag depuis 2014, a été nommé professeure titulaire à l'Université technique du Danemark (DTU). Elle y dirige un groupe au sein du département Gestion des eaux urbaines et travaille depuis 1999 à l'Eawag. A la direction, Tove Larsen représente le secteur de l'ingénierie de l'environnement. Elle a été chargée de cours pendant huit ans à l'ETH Zurich. Sa relation avec le DTU remonte aux débuts de sa carrière, quand elle y a terminé ses études en génie chimique et obtenu son doctorat en Environnement. ■



La prof. Tove Larsen s'engage pour des nouveaux systèmes de toilettes avec récupération des ressources.
(Photo: Michael Sieber/ Conseil des EPF)

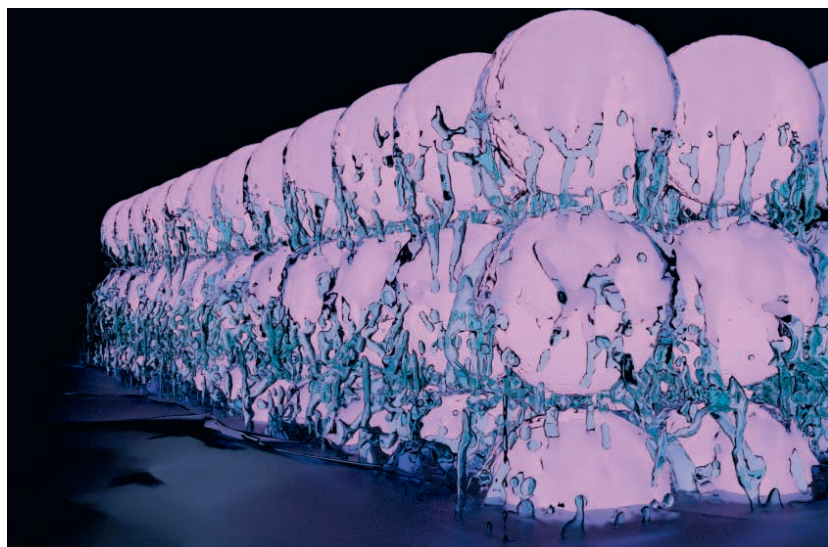
2

«Le Domaine des EPF maintient sa position de leader dans la recherche internationale.»

Conclusion du Conseil des EPF

Les premiers appels à projets liés aux grands axes stratégiques ont été lancés en 2017. Dans le cadre du grand axe Personalized Health and Related Technologies (PHRT), des scientifiques du Domaine des EPF ont pu solliciter des fonds d'encouragement. Ce grand axe complète l'initiative nationale Swiss Personalized Health Network (SPHN). Par ailleurs, les premiers projets de recherche portant sur l'Advanced Manufacturing et le Swiss Data Science Center (SDSC) ont été sélectionnés et ont démarré. Une cérémonie a marqué le coup d'envoi officiel de ces deux grands axes: en janvier pour le SDSC et en novembre pour l'Advanced Manufacturing, en présence du Conseiller fédéral Johann Schneider-Ammann. La recherche de pointe menée par les institutions du Domaine des EPF a continué de participer activement à la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération. Les huit Swiss Competence Centers for Energy Research (SCCER), dont sept sous la direction d'une institution du Domaine des EPF, ont entamé la deuxième phase du programme début 2017, suite à la prorogation de leur financement pour 2017–2020.

Parallèlement à l'organisation des grands axes stratégiques et aux levées de fonds, les scientifiques du Domaine des EPF ont obtenu des résultats remarquables en recherche fondamentale et appliquée, les domaines de la santé, des changements climatiques, de la mobilité, du développement urbain, de la cybersécurité et des nanotechnologies. Ces travaux de recherche sont menés aussi bien avec des institutions du Domaine des EPF qu'avec d'autres institutions suisses et étrangères. Les distinctions et bourses de recherche reçues en 2017, dont de nombreux *ERC Grants* du Conseil européen de la recherche, témoignent de l'excellence des scientifiques du Domaine des EPF. L'ETH Zurich et l'EPFL continuent de figurer en tête des classements internationaux des meilleures universités au monde en 2017.



Lorsque la matière atteint une température proche du zéro absolu, les états liquides et solides se confondent. Des scientifiques de l'ETH ont réussi à prouver expérimentalement cet état de la matière dit supersolide. (Photo: Julian Léonard/ETH Zurich)

ETH Zurich

En 2017, l'ETH Zurich a poursuivi le développement de ses priorités stratégiques, notamment en médecine. Depuis septembre 2017, la haute école propose un cycle de bachelor en médecine humaine. Au total, l'ETH Zurich aura créé six nouvelles chaires dans ce domaine en 2017. En outre, deux programmes qui promouvront la collaboration entre hôpitaux, universités et Domaine des EPF ont démarré avec le *Swiss Personalized Health Network* (SPHN) et le grand axe stratégique *Personalized Health and Related Technologies* (PHRT). La collaboration avec les hautes écoles tessinoises a elle aussi été renforcée dans le domaine médical (cf. p. 42).

Le *Wyss Translational Center Zurich* de l'ETH et de l'Université de Zurich dresse un bilan positif au bout de deux ans et demi d'existence. Un projet s'est déjà terminé avec succès. Sur les neuf projets en cours, sept spin-offs ont déjà vu le jour après obtention de financements alternatifs significatifs. Quatre de ces projets préparent déjà des études cliniques (phase I ou phase II).

Le département des biosystèmes (D-BSE) de l'ETH Zurich fondé à Bâle en 2007 a fêté ses dix ans d'existence. Très axé sur la biologie des systèmes et la biologie synthétique, le D-BSE participe aux priorités stratégiques de l'ETH Zurich en médecine et en science des données. Le département compte aujourd'hui 19 chaires et plus de 300 collaborateurs. Depuis 2007, il a obtenu 13 *ERC Grants*, créé 8 spin-offs et obtenu le pôle national de recherche *Molecular Systems Engineering* avec l'Université de Bâle.

Le développement des sciences des données s'est poursuivi. En 2017, l'ETH Zurich comptait 41 chaires et a lancé un master dans ce domaine à l'automne (cf. p. 42). Au mois de février 2017, l'EPFL et l'ETH Zurich ont inauguré le nouveau *Swiss Data Science Center* (SDSC) (cf. p. 10). Dans le cadre du premier appel à projets interdisciplinaires en Data Science de 2017, douze projets ont été sélectionnés, dont cinq impliquant des chercheurs de l'ETH Zurich.

Dans le domaine de la recherche énergétique, l'ETH Zurich est aujourd'hui en mesure de contribuer significativement à la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 de la Confédération du fait du développement systématique de ses compétences au fur et à mesure de nombreuses années. Elle dirige trois des huit *Swiss Competence Centers for Energy Research* (SCCER) dont le financement a été prorogé pour quatre autres années en 2017. Au niveau interne, les activités de recherche et d'enseignement sont coordonnées par l'*Energy Science Center* (ESC), lui aussi reconduit pour quatre autres années en 2017.

La recherche fondamentale est au cœur des activités de l'ETH Zurich, y compris au niveau des priorités thématiques. La Haute école attribue une partie de ses fonds aux projets les plus convaincants. En 2017, la commission de recherche compétente de l'ETH Zurich a fêté ses 75 ans.

Cette année aussi, des membres de l'ETH Zurich ont reçu de prestigieux prix. La prof. Nicola Spaldin a reçu le «Prix L'Oréal-UNESCO Pour les Femmes et la Science» et la prof. Ursula Keller le *Weizmann Women & Science Award*. Ont également été récompensés le prof. Nenad Ban (prix de médecine Ernst Jung, le mieux doté d'Europe dans la discipline), et le prof. Antonio Lanzavecchia (prix Robert Koch). Le prof. Michele Parrinello est le premier scientifique hors États-Unis à recevoir le prix Dreyfus en sciences chimiques. Dans la course aux *ERC Grants*, les scientifiques de l'ETH s'en sont une nouvelle fois très bien sortis en 2017 avec huit *ERC Advanced Grants*, cinq *ERC Consolidator Grants* et trois *ERC Starting Grants* (cf. p. 98). ■

EPFL

Au printemps 2017, l'*Antarctic Circumnavigation Expedition* (ACE) a achevé son voyage de trois mois autour du continent blanc. Cette aventure scientifique lancée par le *Swiss Polar Institute* (SPI) a réuni 150 chercheurs et 22 projets dans des domaines aussi variés que l'océanographie, la climatologie ou la biologie. Les données récoltées sont désormais analysées pour mieux comprendre les effets du réchauffement climatique.

En été 2017, la Fondation Bertarelli a élargi son soutien pour des projets de recherche translationnelle collaboratifs sur les systèmes nerveux centraux et périphériques entre le Campus Biotech genevois et ses institutions partenaires de l'Arc lémanique.

En fin d'année, une initiative majeure sur le développement de muscles artificiels a vu le jour à *Microcity*, le campus neuchâtelois de l'EPFL. Grâce au soutien de la Fondation Werner Siemens, le laboratoire du professeur Yves Perriard travaillera sur un système d'assistance cardiaque moins invasif pour aider les cœurs en défaillance, en collaboration avec les hôpitaux universitaires bernois et zurichois.

2017 aura également vu la mise en œuvre opérationnelle des centres *Swiss Data Science Centre* (SDSC) et *Advanced Manufacturing*, soutenus par les grands axes stratégiques du Domaine des EPF. Aux côtés de la Haute Ecole d'ingénierie et d'architecture de Fribourg, de la Haute Ecole d'art et de design de Genève et de l'Université de Fribourg, l'EPFL a remporté la compétition internationale Solar Decathlon. Ce, avec une audacieuse maison de quartier, autosuffisante en énergie grâce à du solaire placé uniquement en façade.

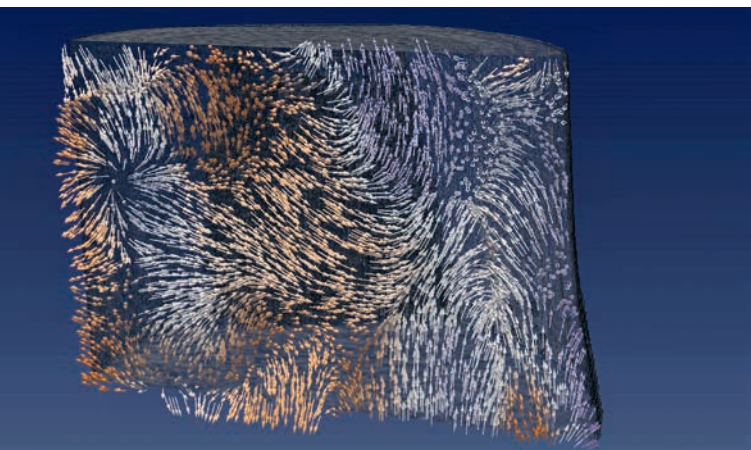
La présence de l'EPFL en Valais se renforce. Lors de la deuxième phase de son implantation, le site du Campus Energypolis à Sion accueillera un nouveau bâtiment de l'EPFL pour héberger le Centre de Recherche sur les environnements alpins et extrêmes, le pôle de réhabilitation et santé ainsi que la chimie verte et de l'énergie du futur.

Plusieurs professeurs ont vu leurs travaux de recherche couronnés par des prix prestigieux. Maryna Viazovska a été distinguée par un *New Horizons in Mathematics Prize* 2018 pour ses travaux sur les formes modulaires et l'empilement de sphères. Xile Hu, spécialiste du domaine de la catalyse, est le lauréat du Prix Latsis national 2017 pour ses recherches pionnières sur la production de carburants solaires ainsi que sur la synthèse de molécules à haute valeur ajoutée. Enfin le *Global Energy Prize* a été attribué cette année à Michael Graetzel pour le développement de cellules solaires éponymes.

Enfin, l'EPFL porte une attention toute particulière à son ouverture vers le public. En 2017 le campus lausannois a accueilli de nombreux visiteurs et spécialistes lors des EPFL *Drone Days*, le *Swiss Robotics Industry Day* et l'EPFL *Open Access Week*. ■



Carottage réalisé sur le glacier Mertz dans le cadre du projet SubICE. Dirigé par Liz Thomas, ce projet «lit» le passé climatique de l'Antarctique dans des échantillons de glace.
(Photo: Noé Sardet/Parafilms/EPFL)



Première représentation en 3D de structures magnétiques internes. (Photo: PSI)

PSI

Tandis que s'achevait l'installation de deux stations d'expérimentation au sein de la nouvelle grande installation de recherche du PSI, le laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X SwissFEL, et que les premières expériences pilotes étaient réalisées à l'automne 2017, le service utilisateurs était très sollicité dans les autres grandes installations de recherche. Plus de 2500 scientifiques, de hautes écoles, d'instituts de recherche et d'entreprises industrielles suisses et étrangères, sont venus au PSI en 2017 pour réaliser des expériences avec la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), la Source de neutrons à spallation (SINQ) et la Source de muons (μ S).

Les premiers appels à projets ont été lancés en science des données, *Personalized Health and Related Technologies* et *Advanced Manufacturing* pour la période 2017–2020. Le PSI y a participé avec succès; les travaux ont même déjà commencé dans certains des projets approuvés par le *Swiss Data Science Center* (SDSC) et dans le domaine de l'*Advanced Manufacturing*. Pour consolider durablement ces axes de recherche au PSI et intensifier le réseautage avec les hautes écoles, quatre des procédures de nomination en cours avec différentes hautes écoles se déroulent dans les secteurs science des données (modélisation), *Advanced Manufacturing* (Nanophotonics) et recherche énergétique. Une initiative de numérisation lancée en interne par le PSI a notamment pour but d'identifier les synergies entre science des données, *Advanced Manufacturing* et numérisation dans le domaine des grandes installations de recherche et d'y associer les partenaires industriels.

Dans une multitude de champs de recherche, le PSI affiche de belles avancées scientifiques. Associé à l'ETH Zurich et à l'Université de Glasgow, le PSI a pu pour la première fois étudier et visualiser l'orientation tridimensionnelle de l'aimantation au sein d'un matériau, sans destruction. Cette méthode pourra servir à fabriquer de meilleurs aimants sur mesure, p. ex. pour des moteurs ou pour l'enregistrement de données.

Une étape importante a aussi été franchie en recherche énergétique appliquée: la réussite du premier test pratique de la technologie *power-to-gas* de méthanisation directe pour le stockage d'énergies renouvelables, développée au PSI. Au cours d'un test de 1000 heures dans la station de méthanisation et d'épuration de Werdhölzli à Zurich, la faisabilité technique a été démontrée à l'échelle d'une installation de biogaz commerciale et le rendement en biogaz accru de 60%. ■

WSL

Le WSL étudie la forêt, le paysage, la biodiversité, les dangers naturels, la neige et la glace. Ces thématiques, a priori variées, ont en commun d'être au plus haut point concernées par les changements climatiques. Comment les biocénoses comme la forêt ou le manteau neigeux alpin réagiront-elles à la hausse des températures et à l'évolution du régime des précipitations? La forêt pourra-t-elle encore fournir du bois, protéger des dangers naturels et servir de biotope? Comment la population humaine doit-elle agir et réagir? Le travail du WSL sur ces points est reconnu scientifiquement: pour ses recherches sur la perte de masse des glaciers de l'Himalaya, la prof. Francesca Pellicciotti a reçu un *ERC Consolidator Grant* pour cinq ans. Elle a choisi le WSL comme institution d'accueil. Il s'agit quasiment de la deuxième bourse de cette nature dont profite le WSL. Anna Hersperger avait reçu un *Consolidator Grant des Temporary Backup Schemes* du FNS quand la Suisse ne pouvait pas prétendre aux *ERC Grants*.

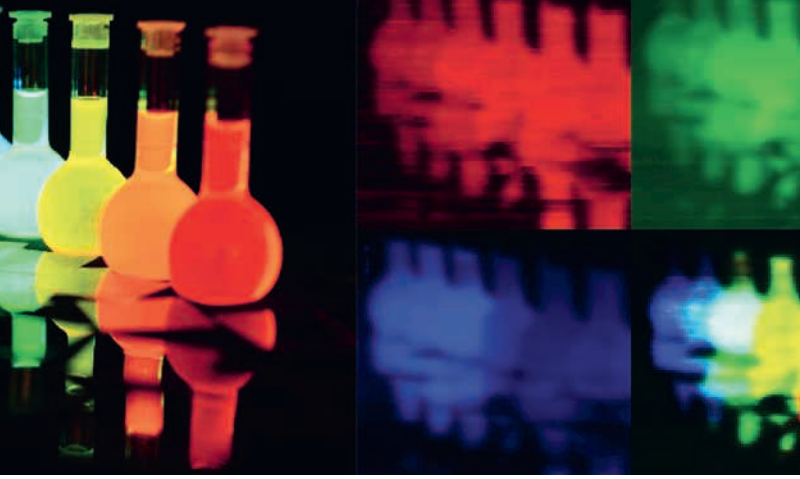
Le programme *Energy Change Impact*, dirigé avec l'Eawag et soutenu en 2014–2016 par 1,5 mio CHF dans le cadre de la «Recherche énergétique coordonnée Suisse», se poursuit avec des fonds de la contribution de base du WSL. Suite à un appel interne, le WSL va financer cinq nouveaux projets. Grâce au groupe de travail «Transfert de savoir vers les grands programmes énergétiques» initié par le WSL, la société profite rapidement des résultats.

Le WSL veille à l'intégrité scientifique. Les recrues sont sensibilisées aux règles et à l'importance de l'intégrité, consultables à tout moment dans une brochure. En cas de doute et de question, un interlocuteur interne, nouvellement nommé suite à un départ en retraite, peut être consulté. Jusqu'à présent, aucun problème ou manquement grave n'a été observé. Une manifestation interne sur ce thème est prévue pour 2018.

La hausse des températures oblige de nombreuses espèces végétales des régions montagneuses à se réfugier plus en hauteur. La forêt d'aroles pourrait être menacée. En effet, des scientifiques du WSL et du Senckenberg ont montré que le casse-noix moucheté préférerait faire ses réserves (des graines d'arole qui donneront de jeunes plants) près de la limite actuelle de la forêt. ■

La forêt d'aroles est un biotope menacé.
(Photo: Sabine Brodbeck/WSL)





Le capteur d'image permet une véritable image couleur de l'original.
(A g. sur la photo; photo: Empa)

Empa

Du téléphone portable aux batteries de stockage pour immeubles, en passant par les voitures électriques: les batteries lithium-ion ont conquis le monde. Mais elles présentent aussi quelques inconvénients, comme la raréfaction des matières premières ou le risque d'inflammation. Des scientifiques de l'Empa travaillent donc sur des concepts alternatifs de stockage du courant. Notamment sur des batteries de grande taille à bas prix pour le stockage prolongé d'électricité solaire (batteries aluminium à cathode graphite), sur des batteries à électrolyte solide ou à électrolyte à base aqueuse ininflammables et sur la batterie sodium-chlorure de nickel, connue depuis longtemps et dont la performance peut être améliorée.

Dans le domaine de la mobilité durable, des scientifiques de l'Empa ont développé un pot catalytique à pores ouverts, muni d'un revêtement spécial qui peut être chauffé par des micro-ondes avant la mise en marche du moteur, ce qui pourrait résoudre le problème du démarrage à froid. Un pot catalytique étant bien moins efficace à froid, plus de 90% des polluants sont produits dans la minute qui suit le démarrage à froid d'un moteur essence. Autrement dit: dans des cas extrêmes, les 500 premiers mètres parcourus polluent autant que les 5000 kilomètres suivants, à supposer que l'on puisse rouler sans s'arrêter. La structure réticulaire à base de céramique, fabriquée par stéréolithographie, une sorte de technique d'impression en 3D mêlant liquides et lumière UV, atteint les 250 degrés en dix secondes.

D'autres partenariats pour l'innovation ont été mis sur les rails, notamment avec la Migros, pour le démonstrateur de mobilité move. L'objectif est de développer des solutions durables pour le transport de marchandises qui rejettent moins de CO₂ et une stratégie de flotte. En outre, le toit de move accueille depuis septembre une installation pilote de 30 kWp composée de modules solaires en couches minces flexibles et performants, fabriqués par l'entreprise Flisom, spin-off de l'Empa et de l'ETH Zurich. L'électricité solaire permet de recharger des véhicules électriques et de fabriquer écologiquement de l'hydrogène pour les véhicules équipés de piles à combustible.

En nanorecherche, des scientifiques de l'Empa ont réussi à fabriquer un transistor à effet de champ à partir de nanorubans de graphène. Les minuscules structures en atomes de carbone ne mesurent qu'un nanomètre (soit neuf atomes) de largeur pour 50 nanomètres de longueur au maximum. Les scientifiques de l'Empa font «pousser» les nanorubans à partir de molécules précurseurs spéciales sur une surface dorée. Ils obtiennent ainsi des structures de carbone toujours identiques sur le plan moléculaire et aux mêmes propriétés électroniques – une condition essentielle pour la nanoélectronique de demain.

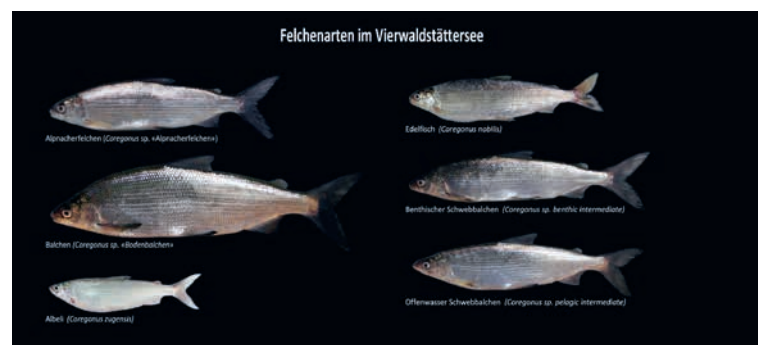
Des scientifiques de l'Empa et de l'ETH Zurich ont réussi à fabriquer à partir de couches semi-conductrices de pérovskite de nouveaux capteurs de couleur à prix avantageux et de la taille d'un pixel. Particularité: les capteurs de rouge, bleu et vert se superposent par couche, alors que jusqu'à présent ils étaient ordonnés comme une mosaïque. On peut ainsi réaliser des capteurs d'une résolution et d'une photosensibilité inégalées. ■

Eawag

Dans ce projet réalisé au sein des 36 nouveaux étangs expérimentaux, l'Eawag étudie l'évolution des écosystèmes aquatiques lors de l'adjonction de nutriments. Les étangs sont remplis avec de l'eau du robinet et un peu d'eau du Greifensee qui contient déjà des algues. Des moules et des plantes aquatiques provenant de sites proches ont été placées dans certains étangs. Les scientifiques étudient l'influence de ces organismes sur le développement des algues, après adjonction de phosphore et d'azote, et la résilience des écosystèmes après des anomalies. L'Eawag acquiert ainsi de l'expérience pour de futurs projets sur la biodiversité dans les étangs et les adaptations aux changements d'environnement.

Côté ingénierie, l'Eawag intervient au sein du bâtiment expérimental modulaire NEST avec son *Water Hub*, pour y étudier de nouvelles possibilités d'approvisionnement en eau et de recyclage des matériaux ainsi que de nouveaux systèmes sanitaires. Les aménagements ont été agrandis en 2017. En association avec l'ETH Zurich, l'Eawag a mis en place un laboratoire de terrain en hydrologie urbaine, mobilisant des réseaux de capteurs, des instruments de mesure et des systèmes de transmission de données, pour suivre de près un bassin hydrographique urbain, au niveau spatial et temporel (cf. p. 15).

L'activité humaine influence les processus évolutifs. Concernant les corégones présents dans les lacs suisses, on a remarqué que des espèces généralistes, peu nombreuses, supplantaient les espèces spécialisées. Des scientifiques réunis autour du prof. Ole Seehausen comparent les captures actuelles à la diversité fonctionnelle restante. Dans des lacs préservés d'une forte eutrophication et riches d'une population de corégones assez variée, tels que le lac de Thoune ou des Quatre-Cantons, les pêcheurs attrapent par unité phosphate plus de biomasse de corégone que dans le lac de Zoug ou Léman. Des poissons d'espèces variées exploitent donc mieux les ressources alimentaires disponibles, telle est la thèse soutenue par ces chercheurs. ■



La diversité des corégones récemment identifiés dans le lac des Quatre-Cantons.
(Photo: Eawag)

3

«Le Domaine des EPF gère et développe des infrastructures de recherche.»

Conclusion du Conseil des EPF

En 2017, le développement des infrastructures de recherche du Domaine des EPF et leur exploitation ont été très satisfaisants, de même que la participation à des infrastructures de recherche internationales.

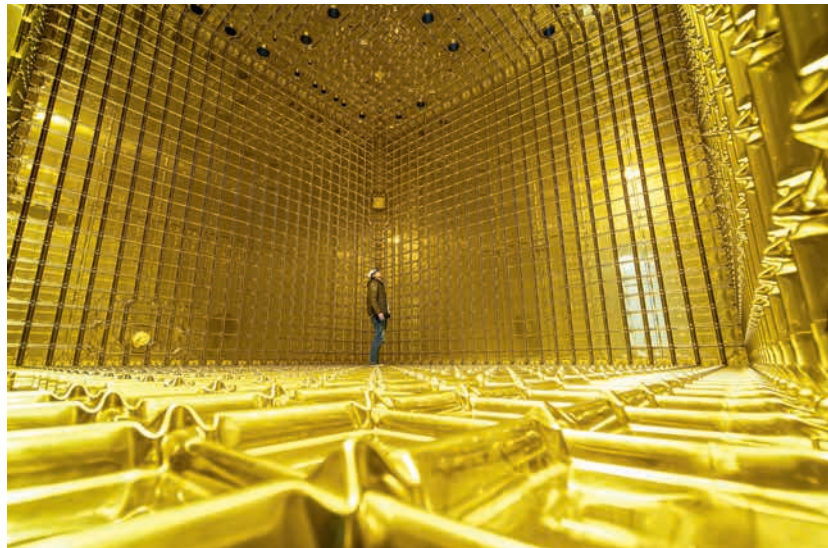
Les premières expériences pilotes menées sur la ligne de lumière ARAMIS du laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X SwissFEL au PSI se sont déroulées avec succès. Cet équipement sera à la disposition du service utilisateurs à partir de 2018. Les travaux sur la deuxième ligne de lumière ATHOS ont démarré. Ils permettront d'accroître les capacités et de diversifier les expériences. Près de 2500 scientifiques suisses et étrangers ont utilisé la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), de neutrons à spallation (SINQ) et de muons (μS) pour des expériences.

Les trois premières unités modulaires d'habitation et de bureau effectivement occupées ont été mises en service au sein du bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag en 2017. Elles servent à tester de nouveaux matériaux, systèmes et technologies dans des conditions réelles d'utilisation. NEST a élargi son réseau de partenaires issus de l'industrie, des hautes écoles et du secteur public et attire les foules.

En 2017, le Blue Brain Project de l'EPFL a travaillé sur le développement de modèles d'autres régions cérébrales et franchi des étapes importantes sur le chemin de la reconstruction numérique et de la simulation du cerveau. Des résultats ont été publiés dans des revues renommées.

Le supercalculateur Piz Daint du CSCS de l'ETH Zurich s'est classé troisième ordinateur le plus puissant au monde en 2017. Le User Lab scientifique, qui offre aux chercheurs d'excellentes possibilités de simulation en données et en puissance de calcul, a permis de belles avancées.

Au CERN, d'importants travaux de modernisation du complexe d'accélérateur et des détecteurs sont en cours. Le Domaine des EPF y contribue significativement par la mise à niveau du détecteur CMS sous la direction de l'ETH Zurich.



Inside protoDUNE: les scientifiques font la chasse aux neutrinos dans cette «cage dorée». (Photo: CERN)

ETH Zurich

L'ordinateur le plus puissant hors Asie

Le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) exploite le supercalculateur «Piz Daint» sous forme de User Lab scientifique durable et d'établissement de service. Grâce à lui, des chercheurs ont à nouveau réussi à trouver des réponses à des questions fondamentales en 2017 – notamment en climatologie, en physique quantique ou en neurosciences.

Le Centre suisse de calcul scientifique de l'ETH Zurich, qui fonctionne à la manière d'un User Lab scientifique, accueille actuellement plus de 700 personnes travaillant sur quelque 110 projets. Outre son supercalculateur vedette appelé «Piz Daint», le CSCS abrite le supercalculateur météorologique de MétéoSuisse, un autre dédié à l'analyse des données collectées par le Grand collisionneur de hadrons (LHC) et encore un autre utilisé par le Blue Brain Project. Logiciels et services d'application y sont proposés. Les personnes intéressées (scientifiques, entreprises) peuvent solliciter du temps de calcul. Un système Pay to go permettant d'acheter facilement et rapidement du temps de calcul pour les petits projets a été lancé.

En juin 2017, Piz Daint a été classé troisième ordinateur le plus puissant au monde, sa puissance de pointe dépassant les 25 pétaflops. Ce résultat est le fruit de la mise à niveau vers les toutes nouvelles technologies effectuée fin 2016, de la conception ingénieuse du système et de nombreuses années de collaboration entre le CSCS, les fabricants de matériel et les chercheurs de différentes disciplines. La coopération a été lancée dans le cadre de la stratégie pour le calcul à haute performance et sa mise en réseau (HPCN) implémentée en 2009.

De tout nouveaux résultats témoignent de la polyvalence de la plate-forme informatique universelle Piz Daint. Celle-ci se prête aussi bien aux simulations classiques que très complexes et à l'analyse de données. En 2017, des climatologues ont ainsi pu montrer, à l'aide de Piz Daint, que les dépressions estivales régulièrement à l'origine d'inondations en Europe tiraient leur humidité de la

mer Méditerranée. Et grâce à la capacité de Piz Daint d'analyser de grandes quantités de données, des biologistes neuromoléculaires ont découvert dans le génome humain des liens qui facilitaient la recherche de «molécules de mémoire». A moyen terme, ceci permettrait de mieux traiter les maladies qui s'accompagnent de troubles de la mémoire. En outre, Piz Daint permet des simulations ultraprécises et réalistes de l'écoulement d'air le long de la surface portante des avions. Les résultats serviront à optimiser la conception des surfaces portantes pour économiser du carburant et réduire le bruit.

Depuis 2017, la Suisse est non seulement membre, mais aussi Hosting Member du Partnership for *Advanced Scientific Computing in Europe* (PRACE). Les initiatives suisses dans les calculs à haute performance y gagneront ainsi en visibilité à l'échelle internationale et la Suisse, en attrait pour sa capacité d'innovation.

Mise à niveau du détecteur CMS au CERN

Le Grand collisionneur de hadrons (LHC) et ses détecteurs du CERN, à Genève, permettent d'étudier des processus fondamentaux et de répondre à des questions essentielles qui façonnent notre image de l'univers. Le LHC constitue une plate-forme d'expérimentation majeure pour la recherche en physique au-delà du modèle standard, comme la matière noire. La détection du boson de Higgs en 2012 est l'une des prouesses du LHC.

Les années à venir seront consacrées à l'étude bien plus détaillée du boson de Higgs ainsi qu'à la recherche d'autres nouvelles particules et à la physique au-delà du modèle standard. Pour maintenir les débits de données nécessaires à l'obtention de hautes données statistiques, le LHC va devoir être amélioré et sa capacité augmentée au cours des prochaines années. Les travaux de mise à niveau se dérouleront au même rythme que les nouvelles expériences. D'importantes modernisations du complexe d'accélérateur et des détecteurs sont prévues durant un arrêt planifié pour 2022 et 2023. Les travaux ouvriront la voie à une phase d'exploration très poussée sur plusieurs années. Ils visent le long terme. Les principaux investissements seront effectués entre 2017 et 2020.

Le Domaine des EPF a fortement contribué à la mise sur pied de l'expérience Solénoïde compact pour muons (CMS) et à son exploitation au LHC et prendra une part prépondérante aux travaux de modernisation. L'ETH Zurich s'occupera du calorimètre électromagnétique à cristaux, tandis que la mise à niveau du détecteur à pixels au silicium sera confiée au PSI et à l'ETH Zurich. Les travaux d'amélioration des deux installations ont commencé en 2017 et avancent conformément au calendrier.

Les mises à niveau des détecteurs permettront d'exploiter au maximum le potentiel des grands investissements de départ et de consolider l'avance du Domaine des EPF, vis-à-vis de ces deux composants critiques pour le CERN. ■

EPFL

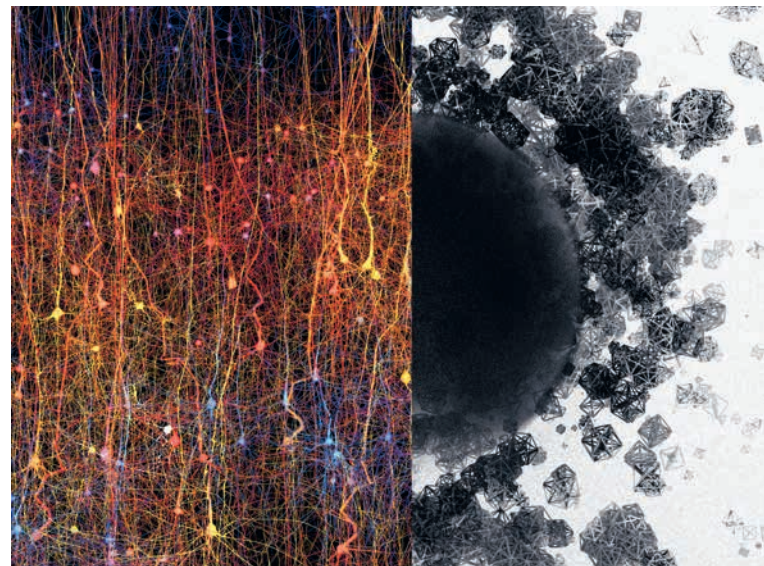
Blue Brain Project: mieux connaître la structure cérébrale

Le *Blue Brain Project* a pour objectif de réaliser des modèles et des simulations informatiques pour mieux comprendre le cerveau. Les objectifs du projet d'ici à 2023 sont définis dans une feuille de route. Au programme: la réalisation du premier modèle complet du cerveau d'une souris. La structure organisationnelle du *Blue Brain Project* est conçue de façon à ce que les neuroscientifiques travaillent en équipe pour atteindre ensemble les objectifs de la feuille de route.

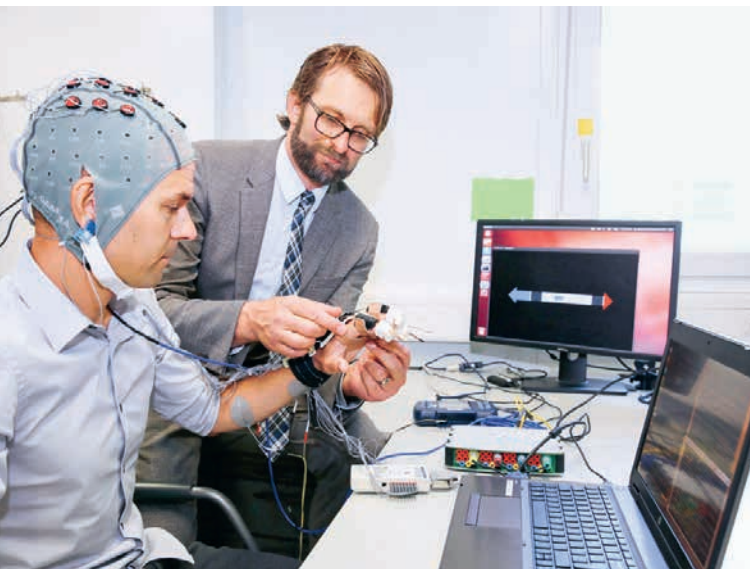
En 2017, *Blue Brain* a commencé à travailler sur des modèles du cortex somato-sensoriel, de l'hippocampe et du thalamus qui reposent tous sur les méthodes développées pour des modèles antérieurs. Les chercheurs de *Blue Brain* ont publié des articles techniques dans des revues réputées, notamment au sujet d'une importante découverte issue de l'application de la topologie algébrique sur le modèle de microcircuit *Blue Brain*.

En outre, *Blue Brain* a continué de diriger le sous-projet de simulation cérébrale du *Human Brain Project* et de co-diriger le sous-projet de neurorobotique. Les initiatives de recherche trans-lationnelle portaient également sur la fondation d'une start-up spécialisée dans l'intelligence artificielle et associée au laboratoire de neuroprothétique de l'EPFL. En 2017, le MOOC *Blue Brain de In silico Neuroscience* a été lancé avec succès puisqu'il compte déjà plus de 2000 étudiants.

La topologie neuroscientifique, qui s'inscrit dans le cadre de *Blue Brain*, va essayer de représenter en images des processus et des structures que l'on ne peut normalement pas reproduire. Comme un univers de structures et d'espaces multidimensionnels. A gauche, on voit la copie numérique d'une partie du néocortex, la partie la plus développée du cerveau. A droite, dans l'image ci-dessous, on voit différentes formes de différentes tailles: c'est une tentative de représenter des structures d'une à sept dimensions. Le «trou noir» au milieu symbolise un ensemble d'espaces ou de cavités en plusieurs dimensions.



(Photo: Blue Brain Project)



La chaire de Friedhelm Hummel, expert mondialement réputé dans le domaine de la réadaptation post AVC, s'engage pour mettre la technologie au service des personnes handicapées. (Photo: Alain Herzog/EPFL)

Swiss Plasma Center et ITER

Le *Swiss Plasma Center* (SPC) poursuit sa contribution au projet ITER sur le développement d'un réacteur à fusion nucléaire. Ce projet international majeur a atteint un jalon significatif: la moitié de l'infrastructure du projet a été complétée. Plusieurs entreprises suisses sont engagées dans le projet aux côtés des chercheurs de l'EPFL.

Nouvelles chaires pour EPFL Valais Wallis

Le pôle EPFL Valais Wallis de Sion a accueilli deux nouvelles chaires au cours de l'année 2016. D'abord, la chaire «Gaznat», laboratoire de géo-énergie, dirigée par le prof. Kumar Varron Agrawal qui fait partie intégrante de l'Institut des sciences et ingénierie chimique. Ce nouveau laboratoire complète le dispositif de recherche implanté à Sion en développant notamment des activités dans le domaine des membranes de séparation nano poreuses mais également les MOFs (*Metal-Organic Frameworks*) ainsi que le graphène. Les champs d'application pratiques touchent par exemple la séparation des gaz (notamment la problématique du CO₂) ainsi que la filtration des microparticules (notamment pour l'alimentation en eau).

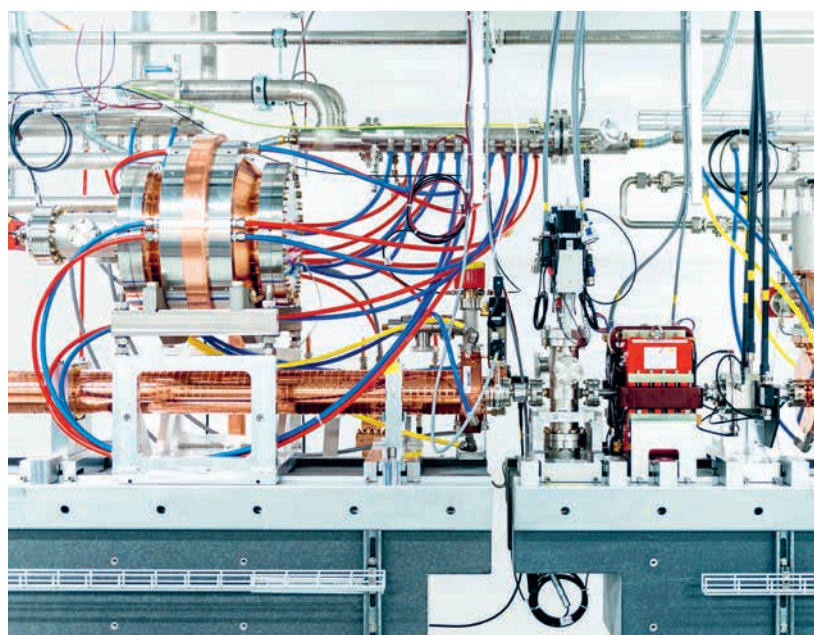
Le prof. Friedhelm Hummel a également rejoint l'EPFL à la tête de la chaire «Defitech» de neuro-ingénierie clinique. Ce laboratoire est installé sur deux sites, au Campus Biotech de Genève et à la Clinique romande de réadaptation SuvaCare (CRR) de Sion. Il travaille par exemple sur la compréhension des mécanismes neurologiques au cours de la récupération de l'AVC et pendant un vieillissement sain ainsi que sur des neuroprothèses. ■

PSI

ATHOS: la deuxième ligne de lumière du SwissFEL prend forme

Un an tout juste après l'inauguration officielle de la toute nouvelle grande installation de recherche du PSI, le laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X SwissFEL, les premières expériences pilotes attendues avec impatience ont pu démarrer en novembre 2017. La ligne de lumière ARAMIS est ainsi entrée officiellement en service. A partir de 2018, deux stations d'expérimentation SwissFEL seront donc à la disposition des scientifiques suisses et étrangers dans le cadre du service utilisateurs.

Tandis que les expériences pilotes sur la ligne de lumière ARAMIS se préparaient, les travaux de construction de la deuxième ligne de lumière ATHOS se poursuivaient. ATHOS offrira plus de temps de mesure et plus de polyvalence parmi les expériences réalisables. Les deux lignes de lumière n'ont pas les mêmes propriétés en matière de rayonnement X. Les rayons X de courte longueur d'onde et à très haute énergie («durs») produits par la ligne de lumière ARAMIS sont parfaits pour suivre comment les atomes se déplacent durant un processus très rapide, et où. Par contre, si l'on veut mieux comprendre ce qui se passe lorsqu'une nouvelle liaison chimique se crée entre des atomes ou des molécules, il faut des rayons X «mous», d'énergie moindre, comme ceux que produira la ligne de lumière ATHOS. Les particularités de la ligne de lumière ATHOS aideront par exemple à mieux cerner le déroulement de processus catalytiques et de processus biochimiques fondamentaux de la vie. Les rayons X «mous» jouent un rôle important dans l'exploration des nouveaux matériaux, sur le plan de leurs propriétés électriques et magnétiques, en vue de leur intégration dans des composants électroniques très performants.



Module d'accélération du tunnel de faisceau SwissFEL. (Photo: Switzerland Global Enterprise)

Durant l'année, des composants essentiels à ATHOS ont été commandés et l'infrastructure technique installée (refroidissement, alimentation électrique). Le montage des premiers composants d'accélérateur au sein du tunnel de faisceau a également commencé. La mise en service d'ATHOS s'échelonne jusqu'en 2019. Le service utilisateurs commencera à l'automne 2020.

En avril 2017, le PSI a accueilli un *Photonics Spring Workshop* de trois jours. Plus de 75 chercheurs externes ont discuté avec des scientifiques et des ingénieurs du PSI des besoins de la communauté des utilisateurs en matière de stations d'expérimentation ATHOS et de mise à niveau de la SLS («SLS 2.0»), pour laquelle les études ont été lancées en 2017. ■

Empa

NEST – un terrain propice aux innovations

La plate-forme de recherche modulaire installée sur le campus de l'Empa à Dübendorf permet aux scientifiques, aux entreprises et au service public de tester et de développer de nouveaux matériaux et technologies en conditions réelles. Ces innovations dans les secteurs du bâtiment et de l'énergie sont implantées dans des unités, intégrées par module dans NEST sous la forme d'espaces d'habitation et de bureau effectivement occupés.

Inauguré à la mi-2016, NEST a accueilli ses premiers résidents début 2017. Dans l'unité *Vision Wood* aménagée comme un espace en colocation, ceux-ci soumettent à la vie quotidienne des innovations en bois conçues à l'Empa et à l'ETH Zurich. Après *Vision Wood* et *Meet2Create*, la troisième unité a ouvert ses portes en août 2017. Il s'agit d'un studio de fitness et de wellness qui ne doit fonctionner que grâce à l'énergie solaire et à l'énergie dégagée

par les utilisateurs durant leurs entraînements. L'objectif est de mettre au point des technologies de wellness moins énergivores.

Deux autres unités ont été mises en chantier en 2017. «DFAB HOUSE» sera une unité à trois étages au sein de laquelle des scientifiques de l'ETH testeront plusieurs nouvelles technologies de construction numériques avec des partenaires économiques dans le cadre du pôle de recherche national (PRN) Fabrication numérique. Il s'agira donc d'une maison construite par des robots et des imprimantes en 3D. Fin 2017, l'unité *Urban Mining & Recycling*, qui s'articule autour de la notion de cycle des matières, a été intégrée. Son principe: toutes les ressources nécessaires à la construction d'un bâtiment doivent être entièrement réutilisables, recyclables ou compostables. Une autre unité développée à l'EPFL, «SolAce», est elle aussi dans les starting-blocks. Elle porte sur la production d'énergie par les façades.

La plate-forme de recherche énergétique «ehub», qui utilise NEST comme quartier test à la verticale, a entamé ses premiers projets portant sur l'optimisation des flux d'énergie à l'échelle du quartier en 2017. Le *Water Hub*, qui est l'installation de recherche de l'Eawag au sein de NEST, a été agrandi en 2017. Il est à présent en mesure de traiter différents flux d'eaux usées plus importants.

NEST a une nouvelle fois attiré l'attention des spécialistes durant 2017. En mars, NEST a reçu la distinction *Umsicht – Regards – Sguardi* 2017 décernée par la Société suisse des ingénieurs et des architectes SIA. Le réseau NEST compte désormais plus d'une centaine de partenaires. Près de 12 000 personnes ont fréquenté le site à l'occasion de visites guidées et d'événements en 2017. ■



L'énergie solaire pour une solution de wellness durable: vue extérieure de l'unité *Fitness & Wellness* solaire. (Photo: Reinhard Zimmermann / Empa)

4

«Le Domaine des EPF favorise la coopération et les échanges avec l'économie et la société afin de renforcer la capacité d'innovation de la Suisse et sa compétitivité.»

Conclusion du Conseil des EPF

Cette année encore, les institutions du Domaine des EPF ont fourni de multiples prestations dans le transfert de savoir et de technologie (TST). Elles continuent d'encourager l'esprit et l'action d'entreprise de leurs étudiants et collaborateurs. Elles disposent ainsi d'instruments éprouvés et nouveaux pour soutenir financièrement l'envie d'entreprendre. Notamment le coaching et le conseil, afin d'évaluer le potentiel commercial d'un projet d'entreprise ou de réaliser un business plan. Le succès de ces mesures se lit dans les nombreuses créations de spin-offs (cf. p. 92 s.), les grands prix d'innovation reçus par des spin-offs du Domaine des EPF et les investissements substantiels dont celles-ci profitent. Le nombre réjouissant de premiers dépôts de demande de brevet, de licences, de déclarations de découvertes (un chiffre nouvellement collecté) et d'accords de collaboration avec des partenaires industriels témoigne du dynamisme du TST au sein des institutions. Le montant des fonds de tiers accordés par Innosuisse¹ et par l'industrie montre à quel point le Domaine des EPF est un partenaire d'innovation attrayant. Les institutions informent sur leurs activités de recherche en cours et sur les possibilités de nouveaux partenariats en organisant des manifestations ciblant l'industrie, des plates-formes d'échange ou des portails d'actualité spécifiques. Les institutions apportent aussi des contributions essentielles sur les sites du parc d'innovation suisse *Switzerland Innovation*. Durant l'exercice sous revue, les médias et les services publics ont fortement sollicité le savoir-faire du Domaine des EPF, au sujet par exemple des dangers naturels et de la protection des biens publics paysage, eau et forêt. Le TST joue aussi un rôle important dans les programmes universitaires de formation continue, les cours d'application pratique et les offre de formation continue qui sont de plus en plus interdisciplinaires et intègrent notamment des aspects de responsabilité sociale.

¹ 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).



Climeworks, une spin-off de l'ETH Zurich fondée en 2009, a mis en service sa première installation commerciale de filtration du dioxyde de carbone (CO₂) de l'air à Hinwil. (Photo: Julia Dunlop/Climeworks)

ETH Zurich

2899 élèves ont quitté l'ETH Zurich en 2017 avec leur diplôme de master ou de doctorat en poche, prêts à intégrer des entreprises, des administrations et des services scientifiques et à leur apporter le savoir et le savoir-faire acquis au cours de leurs études. L'ETH Zurich encourage les compétences techniques, mais aussi l'esprit et l'action d'entreprise. Ces mesures portent leurs fruits, tant et si bien que, pour la 11e année consécutive, plus de 20 spin-offs de l'ETH Zurich ont vu le jour (25). Le montant des investissements est lui aussi révélateur de la qualité des spin-offs: en 2017, les investissements publiés dans des spin-offs de l'ETH Zurich dépassaient à eux seuls les 120 mio CHF. *GetYourGuide* s'est taillé la part du lion: 75 mio CHF. Durant l'exercice sous revue, diverses spin-offs de l'ETH Zurich ont été rachetées, en partie ou en intégralité, notamment Adaptricity, Dacuda et Kapanu. La plupart poursuivent leurs activités et se développent en Suisse. De grandes entreprises internationales comme Apple, Microsoft, Facebook, GoPro, Qualcomm ou ESRI ont de ce fait implanté ou créé de nouveaux sites à Zurich. Elles profitent de la qualité des diplômés de l'ETH Zurich. En 2017, Google a annoncé vouloir renforcer ses effectifs sur le site de Zurich et passer de 2000 à 5000 personnes.

En 2017, 191 inventions et logiciels ont été annoncés et 84 demandes de brevet ainsi que 114 contrats de licence et de transfert de technologie conclus.

L'ETH Zurich informe les entreprises sur les recherches en cours, les partenariats possibles, les licences et les événements à venir par le biais des *ETH News for Industry* lancées en 2017. Le portail d'actualité mis en ligne fin août comptabilise déjà quelque 900 inscriptions à la newsletter. *L'Industry Day 2017* a battu un nouveau record de fréquentation avec 600 participants venus des secteurs économiques et industriels. Pour la haute école, ces plates-formes d'échange sont essentielles car, aujourd'hui, des problèmes complexes se résolvent souvent à l'interface entre recherche et industrie.

En 2017, l'ETH Zurich a entamé plus de 300 nouvelles coopérations avec des entreprises suisses et étrangères. Dont plus de 42 par le biais de projets de recherche et de développement soutenus par Innosuisse avec des entreprises suisses, surtout des PME. Des contrats-cadres de recherche ont été conclus ou prolongés avec la Fédération des coopératives Migros, Novartis et *The Walt Disney Company*. L'alliance stratégique entre l'ETH Zurich et inspire AG, le centre de compétence pour le transfert de technologie avec l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux, a à nouveau été prolongée en 2017. En association avec 50 partenaires, l'ETH Zurich a convaincu l'*ESA Business Incubation Center Switzerland* de s'implanter à Zurich en 2016. L'incubateur a très bien démarré. Il soutient d'ores et déjà dix jeunes pousses implantées partout en Suisse et qui transfèrent des technologies spatiales en applications terrestres.

Le vaste programme universitaire de formation continue de l'ETH Zurich est un élément central du transfert de savoir. Deux *Masters of Advanced Studies* (MAS) sont venus le compléter en 2017, à savoir un MAS *Mediation and Peace Processes* et un MAS in *Science, Technology and Policy*. En outre, l'ETH Zurich regroupe désormais ses programmes et cours de formation continue en quatre clusters: *Public Policy and Governance, Technology, Management and Innovation, Environment, Infrastructure and Architecture et Health, Life and Natural Science*. Cette mesure doit faciliter la collaboration entre départements et programmes et améliorer la visibilité de l'offre. ■

EPFL

La vice-présidence pour l'innovation (VPI) de l'EPFL, a mis en place de nouveaux programmes pour soutenir l'entrepreneuriat par les étudiants et l'entrepreneuriat social, et de nouveaux mécanismes pour renforcer les collaborations industrielles.

En 2017, 15 nouvelles start-ups ont été créées, principalement dans les domaines suivants: électronique, informatique, technologies médicales et biotechnologies, et énergie. Le montant des levées de fonds se monte à 112 mio CHF pour les start-ups de l'EPFL ainsi que 30 mio CHF pour les start-ups de l'EPFL *Innovation Park*, notamment grâce aux sociétés comme *Aleva Neurotherapeutics* et *Anokion*. Citons également *KB Medical* qui a été acquise par *Globus Medical*, un important fabricant de solutions musculo-squelettiques.

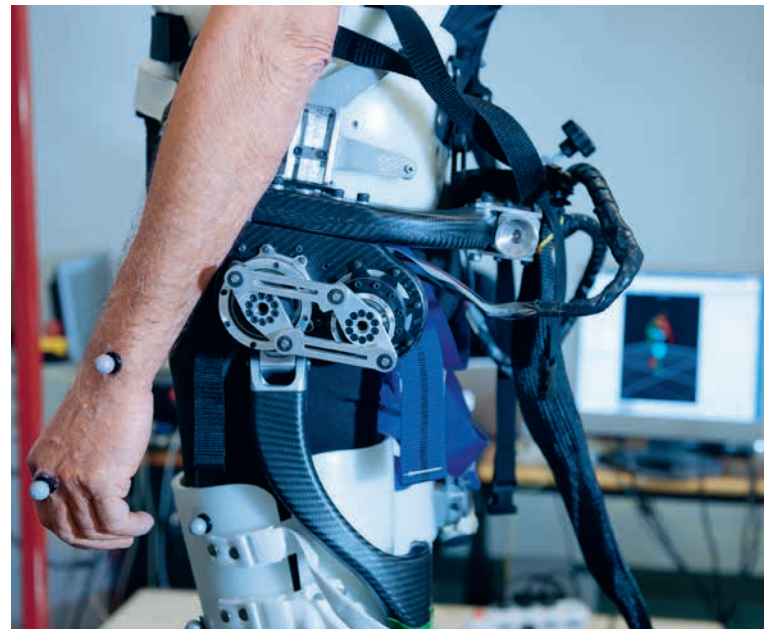
Le classement TOP 100 des start-ups suisses a démontré la qualité des spin-offs de l'EPFL, puisque six d'entre elles figuraient dans le top 10. Le programme *InnoGrants* a affirmé sa solidité avec dix bourses accordées en 2017. L'Unité Start-ups de la VPI s'est dotée également d'un nouvel instrument, les *X-Grants*, qui ont fourni un soutien financier de l'ordre de 10 000 CHF destiné aux étudiants bachelor et master pour développer leurs projets entrepreneuriaux. Dix projets ont déjà été acceptés via ce programme lancé en octobre 2017.

Le nombre total de nouveaux accords de licences avec l'industrie s'est élevée à 55 tandis que 95 nouveaux brevets prioritaires ont été déposés. Le financement de projets de recherche par l'industrie s'est monté à 42 mio CHF.

La nouvelle unité PME de la VPI prépare un nouvel événement majeur sur le campus de l'EPFL en 2018 afin d'accompagner les PME dans leur transformation digitale. Le programme Alliance poursuit sa mission, dans le cadre du système d'innovation de Suisse occidentale, en établissant notamment des projets collaboratifs entre l'EPFL et les PME par le biais de financement Innosuisse. Pour sa dernière année d'existence, Innosuisse a financé 45 projets à l'EPFL pour un montant de 14,9 mio CHF.

L'EPFL *Innovation Park* a atteint un taux d'occupation de 98%. Il a accueilli en 2017 Romande Energie, qui développe un centre de compétences lié à l'exploitation des données dans le secteur énergétique, et Eutelsat, une joint-venture avec ViaSat. Deux autres grandes entreprises ont signé leurs contrats pour rejoindre l'EPFL *Innovation Park* début 2018. La VPI veille aussi à une meilleure intégration de l'*Innovation Park* au campus de l'EPFL en lançant de nouveaux événements de réseautage. L'Unité Grandes Entreprises de la VPI a renforcé ses activités de développement d'affaires et de suivi des partenaires stratégiques (y compris ceux de l'*Innovation Park*) en créant deux équipes dédiées à ces deux missions. Elle a notamment permis l'établissement d'un accord-cadre avec ABB.

La VPI vient de lancer une *Social Impact Initiative*, qui ambitionne de concevoir la création de valeur issue des technologies en intégrant également l'impact social. Cette initiative, qui vise à mieux intégrer l'impact social dans les différentes activités d'innovation à l'EPFL, inclut la création d'un *Yunus Social Business Center* à l'EPFL (en partenariat avec Muhammad Yunus, Prix Nobel de la paix en 2006 et inventeur du micro-crédit). ■



Le prototype de l'exosquelette est constitué de pièces et de moteurs en fibre de carbone, reliés à un système sophistiqué de capteurs qui analyse la marche.
(Photo: Hillary Adrienne Sanctuary/EPFL)



La remise du *Swiss Technology Award* à GratXray.
(Photo: PARK INNOVAARE)

PSI

L'étroite collaboration et les échanges avec l'industrie et les PME, l'encouragement de l'entrepreneuriat, la fondation de spin-offs et la participation active aux travaux du PARK INNOVAARE en tant que site de *Switzerland Innovation* sont des piliers essentiels du transfert de savoir et de technologie durable et fructueux au PSI.

Le programme *PSI Founder Fellowship* visant à encourager l'esprit d'entreprise parmi les jeunes scientifiques a été lancé en 2017. Durant 18 mois, de jeunes chercheurs et ingénieurs du PSI bénéficieront d'une aide financière, de séances de coaching et de conseils et d'un accès aux infrastructures de recherche du PSI. L'objectif est d'évaluer le potentiel commercial d'un projet d'entreprise, qui repose sur des résultats de recherche du PSI, d'élaborer un premier *Proof of Concept*, de rédiger un *business plan* et ainsi de faire ses premiers pas d'entrepreneur. Les trois premiers *PSI Founder Fellowships* dotés de 150 000 CHF ont été attribués en 2017.

Depuis 2015, neuf entreprises (spin-offs et start-ups) se sont implantées sur le site de PARK INNOVAARE. La toute dernière venue est GratXray AG, une spin-off du PSI et de l'ETH Zurich fondée en juillet 2017. GratXray veut révolutionner l'imagerie dans le dépistage du cancer du sein à l'aide d'un système de tomographie unique au monde. La méthode de contraste de phase qu'elle utilise fournit des images extrêmement nettes, détaillées et contrastées, dans une qualité jusqu'ici inégalée, et permet un examen des seins indolore en trois dimensions. A l'origine, la méthode a été développée pour l'imagerie tomographique avec la SLS. GratXray a reçu le *Swiss Technology Award* 2017 dans la catégorie «Inventors», une preuve que ses fondateurs ne sont pas les seuls à croire en cette technologie. La spin-off Araris AG, en cours de création, figurait elle aussi parmi les finalistes de cet important prix d'innovation. Issue du programme *PSI Founder Fellowship*, Araris AG va exploiter une technologie mise au point au PSI pour développer des médicaments contre le cancer de façon plus rapide et plus fiable que jusqu'à présent. ■

WSL

La forêt, le paysage, la biodiversité, les dangers naturels ainsi que la neige et la glace sont des thématiques qui relèvent surtout des pouvoirs publics. Le transfert de savoir au WSL cible donc surtout les offices fédéraux et les autorités cantonales et locales. Concernant les entreprises, le WSL s'adresse essentiellement aux bureaux d'études. Toutefois, on ne sait guère quel est le meilleur moyen d'atteindre ces praticiens et utilisateurs (livres, sites Internet, brochures ou formations continues). Soucieux de déployer ses outils et méthodes le plus efficacement possible, le WSL a procédé, pour la première fois, à un sondage étayé scientifiquement auprès d'intervenants dans tous les domaines de la protection de la nature, partout en Suisse. Les résultats montrent que le savoir fondé sur l'expérience, issu p. ex. des échanges entre collègues ou des demandes auprès d'experts, est essentiel. Le rôle que jouent les différents types de savoir factuel (articles techniques, livres ou portails dédiés) varie selon le domaine d'activité, la région et le niveau de formation des personnes interrogées. Le sondage confirme le WSL dans ses pratiques, notamment les publications propres à un groupe cible, par exemple dans des revues spécialisées ou dans sa série «Notices pour le praticien». Généralement, ces produits du WSL sont souvent lus par les spécialistes de la protection de la nature. Des chercheurs et des spécialistes en communication du WSL vont discuter des résultats du sondage et étudier si le portefeuille de transfert de savoir du WSL doit être ajusté.

L'éboulement qui s'est produit au Piz Cengalo (GR) en août 2017 montre à quel point la recherche et le transfert de savoir peuvent être plus proches que prévus. Le WSL participait à un projet de recherche Arge Alp qui étudiait le rapport entre permafrost et éboulements sur cette même montagne – une question d'ordre purement scientifique. Après cet accident, d'une part, les médias se sont intéressés de près au permafrost, aux éboulements, aux laves torrentielles, à la gestion des risques et à la situation sur le Cengalo. Et, d'autre part, le canton a mis en place une commission, composée de 19 personnes au total dont une experte et deux experts du WSL, pour analyser l'événement, en tirer des conclusions et des conseils pour l'avenir et définir les travaux de recherche nécessaires.

Les glissements de terrain provoquent toujours d'importants dégâts. Dans le cadre du programme national de recherche «Utilisation durable de la ressource sol» (PNR 68), des scientifiques du WSL ont expliqué comment la gestion des forêts et la végétation pouvaient protéger des glissements de terrain, efficacement et économiquement. ■

Des forêts correctement gérées et une végétation variée protègent des glissements de terrain. (Photo: WSL)





Difficile de différencier ce violon avec touche en Swiss Ebony d'un violon en vrai bois d'ébène. (Photo: Wilhelm Geigenbau AG, Suhr)

Empa

Avec ses quelques 175 nouveaux contrats, dont 25 nouveaux projets Innosuisse, l'Empa confirme une fois de plus son intense coopération avec l'économie suisse. Plusieurs partenariats stratégiques ont également été noués. Par exemple avec BASF (Suisse), qui veut mener des travaux de recherche et développer des innovations en économie circulaire, production numérique, structure des surfaces, matériaux et systèmes dans le secteur du bâtiment avec l'Empa et d'autres institutions du Domaine des EPF et qui, pour cette raison, a installé l'une de ses équipes d'innovation au sein du centre technologique glatec sur le campus de l'Empa, à Dübendorf.

Le portefeuille de brevets de l'Empa compte actuellement une centaine de brevets. En 2017, l'Empa en a déposé 14 nouveaux, seul ou avec des partenaires industriels, et a également conclu 13 nouveaux contrats de licence et de valorisation.

Outre la collaboration avec des entreprises établies, l'Empa encourage activement la fondation de jeunes entreprises. La spin-off *Swiss Wood Solutions*, fondée en 2017, s'est spécialisée dans les alternatives aux bois exotiques, pour la facture d'instruments de musique par exemple. Des musiciens professionnels et des étudiants en musique ont classé son produit *Swiss Ebony* premier ex æquo avec du vrai bois d'ébène au cours d'un test sonore. Le bois d'ébène suisse pourrait aussi être utilisé dans des composants d'horlogerie, des queues de billard et des manches de couteau. Oliver Kläusler, le fondateur, était l'un des deux finalistes suisses du *Falling Walls Lab*. Il a pu présenter son idée à Berlin devant un grand public international.

La spin-off *Nahtlos* est elle aussi nouvelle. Elle développe des produits selon une méthode mise au point à l'Empa qui consiste à souder les fibres synthétiques. La «couture» est ainsi étanche à l'air et à l'eau. En 2017, les incubateurs d'entreprise soutenus par l'Empa ont accompagné 49 start-ups.

Au sein du centre d'innovation *Startfeld* de St-Gall, que l'Empa dirige, a été créé en 2017 le *Technology Creativity Center* (nouveau: *Smartfeld*), qui veut contribuer au transfert de savoir et intervenir dans les écoles avec son premier programme *Smart Textiles*. ■

Eawag

Pour sa journée d'information annuelle, organisée au mois de septembre, l'Eawag a choisi un thème d'actualité en 2017, «L'agriculture et les eaux» (cf. p. 5). Puis, en cercle restreint et dans le cadre d'un cours Eawag axé sur la pratique (PEAK) tenu avec l'Université de Neuchâtel, des spécialistes ont approfondi le sujet des conflits d'intérêts entre protection de la nappe phréatique et agriculture. D'autres PEAK d'actualité étaient proposés: chauffer et refroidir avec l'eau des lacs et des rivières, synergies entre aménagement hydraulique et écologie, bases de planification stratégique pour la revitalisation des lacs.

L'Eawag fait breveter son invention concernant l'ajout d'éléments nutritifs dans des savons. De tels ajouts optimisent les réactions lors du traitement des eaux usées.

La nouvelle spin-off *aQuaTox-Solutions GmbH* de l'Eawag propose des alternatives aux expérimentations animales dans le domaine de l'écotoxicologie. Quant à *onCyt Microbiology AG*, cette spin-off s'occupe de la surveillance microbienne rapide et automatisée de l'eau potable.

Des scientifiques de l'Eawag ont développé un spectromètre de masse mobile. Grâce au *Mini-Ruedi*, des analyses de gaz qui, jusque-là, s'étaient effectuées sur plusieurs mois peuvent s'effectuer directement sur place et en un temps restreint. Une équipe de l'Eawag n'a eu besoin que de deux semaines pour réaliser l'analyse de gaz complète de nappes phréatiques en Australie. Avec des méthodes traditionnelles, cette opération aurait probablement duré six ans en laboratoire. La précision de mesure est malgré tout assurée: les écarts ne sont que de 1 à 3% au maximum. En outre, l'appareil de 13 kilogrammes consomme peu d'électricité et exige peu d'entretien. Pour le moment, il peut mesurer l'hélium, l'argon, le krypton, l'azote, l'oxygène, le dioxyde de carbone et le méthane. D'autres gaz viendront s'ajouter à la liste. Une spin-off, baptisée *Gasometrix*, est née de cette invention. L'Université d'Oxford fait partie des premiers clients. ■



Mini-Ruedi en mission dans le monde: en Australie, à Oman et dans le Soppensee lucernois. (Photo: Eawag)



5

«Le Domaine des EPF participe activement à la conception de l'espace suisse des hautes écoles.»

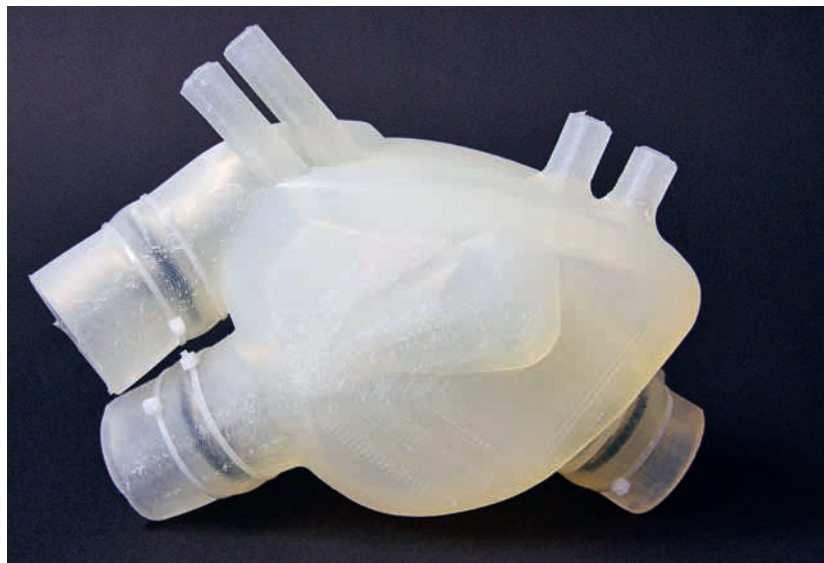
Conclusion du Conseil des EPF

Le Domaine des EPF entretient une multitude de coopérations nationales dans l'enseignement et la recherche, dans le Domaine des EPF ou avec des universités et hautes écoles spécialisées cantonales et d'autres acteurs nationaux. Elles concernent tant les grands axes stratégiques du Domaine des EPF que les priorités stratégiques des institutions, initiatives de recherche nationales et projets individuels.

Plusieurs initiatives de coopération interdisciplinaires ont été mises sur pied et développées en 2017 – cela concerne notamment les activités des institutions du Domaine des EPF en médecine et technique médicale, de concert avec des universités et hôpitaux cantonaux ainsi que les plateformes de recherche dans le secteur de la recherche énergétique. Il existe aussi plusieurs coopérations nationales dans lesquelles les institutions du Domaine des EPF jouent un rôle de coordinateur, comme c'est le cas pour sept des huit pôles de compétence nationaux pour la recherche énergétique (SCCER).

La collaboration s'est également renforcée dans l'enseignement. L'ETH Zurich propose neuf programmes de master communs avec d'autres universités ainsi qu'un bachelor en médecine. L'EPFL a consolidé son programme de passerelles vers les études de médecine. La collaboration entre les établissements de recherche et les deux EPF ainsi qu'avec les universités et hautes écoles spécialisées cantonales a également été renforcée au moyen de chaires communes.

Pour finir, l'EPFL a renouvelé ses alliances stratégiques avec le CSEM, l'Idiap et SwissTPH, tout comme l'ETH Zurich l'a fait avec l'IRB et Inspire AG.



Des scientifiques de l'ETH Zurich du groupe dédié à l'ingénierie des matériaux fonctionnels ont développé un cœur en silicone qui pompe de manière très semblable à un cœur humain. (Photo: Zurich Heart)

ETH Zurich

Dans la mise en place de sa priorité stratégique Médecine, l'ETH Zurich mise sur la collaboration avec les universités et hôpitaux cantonaux. L'objectif est d'étoffer les compétences professionnelles existantes. L'ETH Zurich participe au *Swiss Personalized Health Network* (SPHN) et dirige le grand axe stratégique Santé personnalisée et technologies associées du Domaine des EPF. Les deux programmes ont pour but de réunir l'expertise clinique des hôpitaux universitaires et celle des universités et institutions du Domaine des EPF en sciences naturelles et technologie pour améliorer le diagnostic et le traitement individuels sur la base des données du patient. L'ETH, l'Université et les Hôpitaux universitaires de Zurich ont décidé en 2017 de fonder le *Center for Precision Medicine Research*. Au Tessin, l'ETH Zurich collaborera plus étroitement avec le *Cardiocentro Lugano*. Un accord correspondant a été signé en 2017. L'alliance stratégique avec l'*Istituto di Ricerca in Biomedicina* (IRB) de l'USI a aussi été renouvelée pour la période 2017–2020. Cette collaboration peut être renforcée grâce à une donation de la fondation Helmut Horten de 6 mio CHF.

A Bâle, le département Biosystèmes (D-B SSE) a fêté son 10^e anniversaire. Les investissements des deux cantons de Bâle ont permis de créer de nouvelles coopérations très efficaces entre l'Université de Bâle, l'Hôpital universitaire de Bâle et l'ETH Zurich.

Avec le D-B SSE, l'ETH Zurich a ancré la biologie des systèmes de manière durable dans les institutions. Cela permet de garantir l'efficacité à long terme des investissements de l'initiative suisse de promotion de la biologie des systèmes, SystemsX.ch. La Confédération a soutenu par ce biais 249 projets de recherche et plus de 2000 scientifiques dans 15 hautes écoles et instituts de recherche pendant neuf ans avec 220 mio CHF. Elle comprend 87 projets de doctorat et 32 Transition Postdoc Fellowships permettant d'encourager la relève scientifique. Plus de 1420 publications ont paru jusqu'à présent dans le cadre de SystemsX.ch, dont 40% dans des revues cotées. L'initiative a été dirigée par l'ETH Zurich. Les derniers projets s'achèveront fin 2018.

L'ETH Zurich participe aussi de façon déterminante aux grands axes stratégiques du Domaine des EPF. En collaboration avec l'EPFL, elle a développé le *Swiss Data Science Center* qui a ouvert en 2017. Dans la recherche énergétique, elle dirige trois des sept SCCER. De plus, les premiers projets du grand axe Advanced Manufacturing ont été lancés en 2017 avec la participation de scientifiques de l'ETH Zurich.

En septembre 2017, l'ETH, l'Université et le canton de Zurich ont ouvert l'Agrovet-Strickhof à Lindau. Ces installations permettent aux scientifiques d'étudier la chaîne de création de valeur (production des fourrages, denrées alimentaires, animal). En plus de la station principale de Lindau, les stations de Frübüel (ZG) et d'Alp Weissenstein (GR) font partie de l'Agrovet-Strickhof. Des projets peuvent ainsi être menés à différentes altitudes.

Les partenariats prennent aussi de l'importance dans la formation. L'ETH Zurich propose neuf programmes de master sous forme de diplômes conjoints avec d'autres hautes écoles, dont deux avec des partenaires internationaux. En 2017, l'Université de Bâle a rejoint le programme de master *Computational Biology and Bioinformatics* de l'Université et de l'ETH de Zurich. De par l'implantation du programme dans le département Biosystèmes à Bâle, celui-ci bénéficie de la proximité avec l'industrie pharmaceutique.

Afin de promouvoir les branches MINT dans l'enseignement secondaire (supérieur), l'ETH Zurich propose depuis 2017, avec la haute école pédagogique et l'Université de Zurich, un programme «Didactique des mathématiques» en plus du programme «Didactique des sciences naturelles». Les élèves de ces programmes se chargeront de la formation de la prochaine génération d'enseignants des MINT. ■

EPFL

Aussi en 2017, l'EPFL a continué sa coopération avec les universités de Lausanne (UNIL) et Genève (UNIGE) et son programme-passerelle vers les études de médecine, lancé en 2012. La passerelle de la Faculté de Médecine de l'UNIL permet ainsi à une demi-douzaine d'étudiants bachelors en sciences de la vie de l'EPFL, d'entrer en faculté de médecine au niveau master (quatrième année des études médicales), au prix d'une année de mise à niveau. Ces étudiants sont sélectionnés sur dossier à la fin du bachelor. Dans le cadre du programme fédéral spécial de la médecine humaine, ce programme-passerelle sera amplifié. La passerelle de la faculté

de médecine de l'UNIL acceptera dix étudiants en 2017 et 2018, puis 20 dès 2019, et la passerelle de la faculté de médecine de l'UNIGE huit dès 2018.

A travers la plateforme génomique installée avec ses partenaires genevois UNIGE et HUG, l'EPFL renforce la stratégie nationale de la médecine personnalisée. Cette plateforme, équipée de quatre séquenceurs dernière génération peut à présent fournir 200 génomes humains complets par semaine. Elle est installée à Campus Biotech et est à la disposition de toute la communauté académique suisse, ainsi que de la clinique.

L'EPFL est également un partenaire actif dans le *Swiss Personalized Health Network* (SPHN). D'abord à travers l'initiative *Health 2030* qui regroupe quatre universités (EPFL, UNIGE, UNIL, UniBE) et trois hôpitaux universitaires (CHUV, HUG, Inselspital). Ensuite par l'initiative *Personalized Health and Related Technologies* (PHRT) qui entend positionner le Domaine des EPF – et la Suisse – à la pointe de cette révolution médicale. L'EPFL entretient neuf projets au sein du PHRT, et a comme partenaires l'ETH Zurich, le CHUV et l'UNIL.

L'EPFL participe au développement des compétences en supercalcul en Suisse. A travers un partenariat avec le *Swiss National Supercomputing Centre* (CSCS) à Lugano, elle maintient un supercalculateur, dans le cadre des simulations intensives du *Blue Brain Project*.

Le *Swiss Polar Institute* (SPI), créé à l'initiative de l'EPFL, avec le patronage de la Confédération, lance des projets interdisciplinaires et favorise les synergies au sein de la communauté des chercheurs polaires en Suisse, rattachés aux institutions que sont l'ETH Zurich, le WSL, l'Université de Berne et l'EPFL.

Pour sa part, le *Swiss Data Science Center* (SDSC), fruit de l'initiative Science des Données du Conseil des EPF est maintenant pleinement opérationnel et actuellement fort d'une vingtaine de collaborateurs. La journée d'inauguration du mois de février a vu la participation de plus de 140 invités du monde académique, et a connu une excellente couverture médiatique au niveau national (plus de 50 articles imprimés, en ligne ou encore de reportages TV). La mission du centre est d'accélérer l'adoption de la science des données et de l'apprentissage statistique (*machine learning*), aussi bien au sein des disciplines académiques du domaine des EPF que dans la communauté scientifique dans son ensemble et le secteur industriel. Dans ce contexte, 74 équipes de recherches ont soumis un dossier lors du 1^{er} appel à projets. Huit projets représentant tous les institutions du Domaine des EPF ont démarré en automne, et six autres commenceront au printemps 2018. Une journée consacrée à la Maintenance Prédictive a quant à elle trouvé un écho important au sein du tissu industriel suisse au mois de novembre: près de 45 sociétés ont répondu présent à l'invitation lancée par le SDSC. ■



Le nouveau SDSC vise à garantir que la Suisse acquière les compétences nécessaires dans le domaine de la science des données. (Photo: Swiss Data Science Center)



Emiliana Fabbri et Thomas Schmidt dans le laboratoire du PSI où ils ont étudié l'efficacité du nouveau catalyseur pour des électrolyseurs.
(Photo: Mahir Dzambegovic/PSI)

PSI

En 2017, 48 chaires étaient occupées par des scientifiques du PSI à l'ETH Zurich, à l'EPFL, dans des universités nationales et étrangères et dans des hautes écoles spécialisées. Afin de renforcer davantage le lien avec les hautes écoles suisses et le développement de nouveaux pôles de recherche du PSI, trois nouvelles chaires ont été mises au concours en 2017 dans les domaines de l'optique non linéaire (Université de Berne), de la modélisation (ETH Zurich) et des analyses du système énergétique (ETH Zurich). Chacune de ces chaires est rattachée à la direction d'un laboratoire de recherche et représente ainsi une base solide pour les coopérations de recherche interinstitutions.

Le PSI assume des tâches de coordination nationale, notamment dans la recherche énergétique. En sa qualité de *Leading House* des deux SCCER Biomasse et Stockage ainsi que d'exploitant de la plateforme ESI, le PSI collabore étroitement avec des partenaires de recherche au sein et en dehors du Domaine des EPF et renforce la coopération avec les entreprises industrielles. La proximité géographique et l'implication dans le développement stratégique du PARK INNOVAARE permettent aussi au PSI de bien ancrer ses activités de recherche appliquée sur les plans régional et national. Les coopérations aussi étroites que possible avec les hautes écoles spécialisées suisses sont aussi très importantes pour le PSI, car il peut profiter des expériences de longue date et des partenariats entre ces hautes écoles et les entreprises industrielles.

Un nouveau matériau catalyseur, qui a été développé dans le cadre d'un projet commun de l'Empa et du PSI, constitue un exemple réussi de la manière dont différents partenaires peuvent apporter leurs compétences complémentaires de manière profitable pour résoudre une question scientifique. Le matériau synthétisé sous la forme de nanoparticules accélère la décomposition des molécules d'eau en hydrogène et oxygène. Ce procédé, appelé électrolyse, est une condition préalable essentielle au stockage potentiel des énergies solaire et éolienne sous forme de gaz à haute énergie. Outre la réussite de la fabrication du matériau, son efficacité a pu être démontrée dans le cadre d'un test pratique. ■

WSL

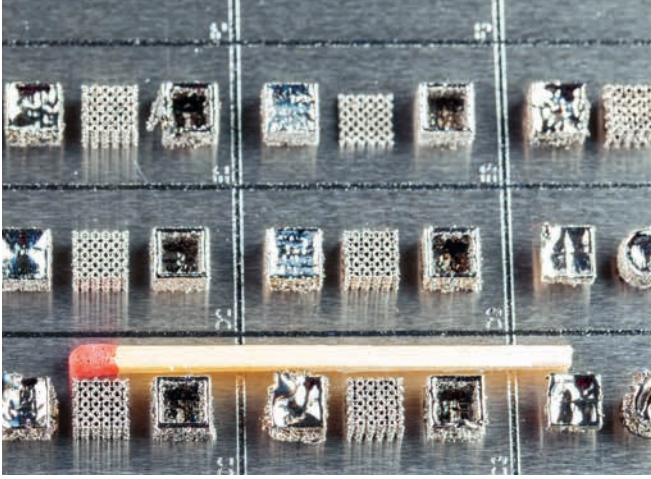
Dans la forêt de Finges (Valais central), le WSL irrigue plus de 500 pins depuis 14 ans. Il étudie ces pins ainsi qu'un groupe comparatif d'arbres non irrigués. Les scientifiques étudient ce qu'il se passe chez les arbres en cas de sécheresse et pourquoi ils peuvent même mourir. Ce projet à long terme unique dans le monde peut être utilisé par d'autres groupes comme plateforme de recherche. Il s'agit d'un exemple d'installation expérimentale qui, en tant qu'élément de l'initiative stratégique *SwissForestLab* du WSL, est impliquée dans ce réseau de recherche forestière. En 2017, les scientifiques ont transposé les idées du réseau dans une expérience: les cimes de plusieurs arbres ont été entièrement emballées dans du film plastique. Pour la photosynthèse, on a ensuite fourni aux arbres un isotope du carbone spécifique, très rare dans la nature. Les scientifiques peuvent suivre de près la manière dont l'arbre distribue les sucres formés dans le tronc et les racines et les partage peut-être même avec les arbres voisins via des champignons symbiotiques. Cette expérience est menée en collaboration avec l'Université de Bâle, l'ETH Zurich et des universités étrangères. Les échantillons sont évalués dans un laboratoire d'isotopes que le WSL a repris au PSI et grâce auquel il a non seulement pu renforcer ses recherches, mais aussi sa position en tant que partenaire important dans la recherche environnementale en Suisse.

La coopération du WSL avec des hautes écoles au sein et en dehors du Domaine des EPF se manifeste aussi dans les titularisations octroyées à des collaborateurs du WSL. Irmi Seidl a été nommée professeure titulaire à l'Université de Zurich et Arthur Gessler professeur titulaire à l'ETH Zurich.

Le WSL entretient aussi des coopérations et partenariats en dehors du paysage académique. Il a ainsi étudié la biodiversité des vignobles tessinois avec Agroscope et le musée cantonal d'histoire naturelle. Les scientifiques ont trouvé 19 nouvelles espèces invertébrées en Suisse. Ils ont ainsi pu soumettre à l'OFEV une nouvelle liste des espèces, optimisées pour le Tessin, qui sert de base aux paiements directs aux viticulteurs. Enfin, ils ont publié un livre en italien sur les découvertes des projets de recherche suisses. ■

SwissForestLab: comprendre les effets de la sécheresse sur les arbres – la grande expérience dirigée par le prof. Arthur Gessler dans la forêt de Finges.
(Photo: Gottardo Pestalozzi/WSL)





Echantillons en titanate d'aluminium, fabriqués en impression 3D.
(Photo: Beat Geyer/Empa)

Empa

Le secteur *Advanced/Additive Manufacturing* (technologies de fabrication avancée/additive) joue un rôle central pour l'Empa, à l'instar de l'an dernier. Premièrement, la cérémonie inaugurale du nouveau grand axe stratégique *Advanced Manufacturing* du Domaine des EPF s'est tenue le 13 novembre 2017 à Berne, sous la direction de l'Empa (cf. p. 5). Deuxièmement, l'Empa a renforcé la collaboration avec le canton de Berne et la ville de Thoune dans ce domaine et dans l'impression 3D. Un centre de compétence dédié aux nouveaux matériaux métalliques et processus a vu le jour sur le site de l'Empa à Thoune. Parallèlement, l'Empa renforce la collaboration dans l'impression 3D avec le parc d'innovation à Bienne et l'entreprise sitem-insel SA à Berne.

L'Empa participe par ailleurs à différents *Swiss Competence Centers for Energy Research* (SCCER), notamment sous la direction du SCCER *Future Energy Efficient Buildings & Districts* (FEEB&D). Ces quatre prochaines années, la recherche se concentrera davantage sur les solutions systémiques, l'intégration des systèmes et la numérisation. Afin que les découvertes des SCCER soient rapidement mises en pratique, la collaboration avec l'industrie est également étroite. Diverses technologies issues du SCCER FEEB&D sont ainsi utilisées par la coopérative *e-can* suisse qui a développé un modèle d'affaires novateur pour la force hydraulique au moyen d'un financement participatif. L'échange avec les partenaires industriels a été assuré en 2017 dans le cadre de manifestations dans toute la Suisse, notamment au salon *Bâtiment+Energie* en mai à Saint-Gall ou à la conférence *CISBAT 2017* en septembre à l'EPFL en collaboration avec le MIT et l'Université de Cambridge où cet échange de vues figurait au premier plan de la session *Science meets Industry*.

En novembre, le programme national de recherche «Ressource Bois» (PNR 66) s'est terminé avec succès après cinq ans. L'Empa y participait avec trois projets et la création d'une spin-off. Des scientifiques de l'Empa et de l'ETH Zurich sont parvenus à changer les propriétés du bois grâce à des modifications chimiques et nanotechnologiques. Le bois devient ainsi plus stable – ce qui a conduit à la création de la spin-off *Swiss Wood Solutions* (cf. p. 57) – voire hydrofuge. Afin de mieux protéger le bois, en tant que matériau de construction pour l'extérieur, contre les influences atmosphériques et les microorganismes – et surtout de manière plus écologique – des scientifiques de l'Empa ont développé en outre des revêtements en bois à partir de cellulose nano-fibrillée, lesquels sont utilisés depuis un certain temps sur la façade extérieure du NEST sur le campus de l'Empa à Dübendorf. ■



Kiosque à eau à Lugala, en Ouganda. (Photo: Eawag)

Eawag

L'orientation vers les besoins nationaux constitue une part importante du travail de l'Eawag. En lien avec la transition énergétique en Suisse, il s'est notamment consacré en 2017, de concert avec des partenaires des SCCER, aux thèmes de l'utilisation de la force hydraulique. Les scientifiques de l'Eawag ont étudié en premier lieu les aspects écologiques.

Dans le cadre du programme «Cours d'eau suisses», l'Eawag élabore, avec l'OVEF et des partenaires venant de la pratique et de la science, des idées directrices pour contrôler l'efficacité dans les domaines de la revitalisation et de l'assainissement écologique des installations hydroélectriques et les développe en contrôles systématiques. Il existe aussi des collaborations nationales étendues dans le domaine de la biodiversité et du recensement et de l'évaluation des produits phytosanitaires dans les petits cours d'eau, qui tiennent compte des variabilités climatiques et des nouvelles utilisations des terres. La dernière a eu lieu dans le cadre de l'observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA).

Le forum suisse du développement durable (eco.ch) a décerné au projet «Gravit'eau» le «prix eco.ch 2017» dans la catégorie prix principal. L'Eawag a collaboré avec la Haute école pour les sciences de la vie FHNW sur ce projet.

Les kiosques à eau autonomes de Gravit'eau pour les écoles, les villages ou les centres de soins en Ouganda fonctionnent grâce à la gravité à travers une membrane de filtration. Le fonctionnement nécessite peu d'entretien, il est facile, économique et robuste. Avec cette technologie, les bactéries, virus et protozoaires peuvent être éliminés de l'eau trouble. Ainsi, ce principe de kiosque à eau est particulièrement bien adapté aux zones rurales éloignées des pays en voie de développement ou aux bidons-villes. Le projet est durable non seulement en raison de la technologie utilisée, mais aussi de par son ancrage local. Afin que les kiosques à eau n'entraînent ni corruption ni abus, il faut tenir un registre des rendements. Ce contrôle est effectué sur place avec un partenaire, l'organisation caritative *Uganda Water School*. Celle-ci aide aussi à former les personnes qui étudient dans les hautes écoles spécialisées locales aux petits travaux d'entretien. ■

6

«Le Domaine des EPF étend sa coopération et son réseau avec les meilleures institutions du monde et renforce son rayonnement international.»

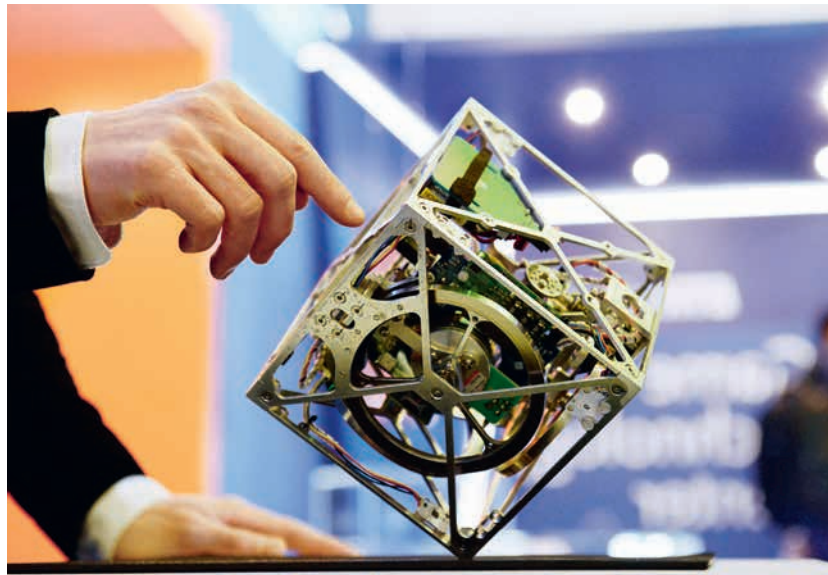
Conclusion du Conseil des EPF

Les diverses activités de coopération internationale des institutions du Domaine des EPF renforcent le rayonnement et l'influence de ce dernier dans le monde, p. ex. à travers la présence de l'ETH Zurich dans des régions stratégiques avec le *Singapore-ETH Centre* (SEC) et l'*ETH Studio New York*. Le rôle de Leading House que joue l'ETH Zurich dans le programme fédéral d'encouragement à la coopération scientifique bilatérale avec l'Asie de l'Est et du Sud-Est y contribue également. Le Centre Coopération & Développement (CODEV) de l'EPFL est engagé dans de nombreux réseaux académiques internationaux et dans la coopération au développement scientifique.

Les institutions du Domaine des EPF sont aussi des partenaires importants dans plusieurs infrastructures de recherche internationales. Ainsi, le PSI a contribué à la construction de l'ESS à Lund (Suède), du XFEL à Hambourg (Allemagne) et du SESAME au Moyen-Orient.

L'année 2017 a été marquée par de nouvelles coopérations bilatérales, comme celles que l'Empa a conclues avec des institutions au Japon, en Espagne et au Luxembourg. Celles-ci sont souvent axées sur des projets spécifiques et de nombreuses initiatives de collaboration lancées en 2017 se focalisent sur des biens publics. L'Eawag participe p. ex. à un projet sur les questions de biodiversité et de développement dans la région des Grands Lacs africains. Le WSL est engagé dans un projet visant à protéger et gérer les paysages culturels en Europe.

Différents programmes d'échange internationaux pour les étudiants, postdoctorants et chercheurs visiteurs renforcent l'attractivité des institutions du Domaine des EPF pour les meilleurs scientifiques du monde.



Au WEF 2017, l'ETH Zurich a échangé avec des personnalités des Grisons et des invités internationaux et a présenté les derniers résultats de la recherche lors d'une exposition publique. (Photo: Andreas Eggenberger / ETH Zürich)

ETH Zurich

En s'engageant au niveau international, l'ETH Zurich renforce la réputation de la Suisse dans le monde en tant que lieu de formation, de recherche et d'innovation. La haute école continue notamment de jouer, pour le compte du SEFRI, le rôle de Leading House pour le programme de coopération bilatérale avec la région Asie de l'Est et du Sud-Est. La convention de prestations correspondante pour la période FRI 2017–2020 a été signée en 2017 et les premiers appels d'offres ont été lancés. Des hautes écoles de toute la Suisse recevront un soutien de 3,5 mio CHF sur quatre ans pour leurs coopérations scientifiques et technologiques bilatérales dans les pays asiatiques.

Le *Singapore-ETH Centre* (SEC) est une plateforme idéale pour promouvoir cette collaboration dans la région. Depuis 2010, l'ETH Zurich est présente à Singapour. Aujourd'hui, 160 chercheurs de l'ETH Zurich travaillent au campus CREATE. Le *Future Cities Laboratory* s'intéresse dans sa 2^e phase (2015–2020) aux questions de planification, de conception et de gestion des villes durables. Dans le cadre du 2^e programme *Future Resilient Systems*, les chercheurs travaillent à réduire la vulnérabilité d'infrastructures complexes comme les systèmes d'énergie, de transport et de communication. Un 3^e projet est prévu dans le domaine de la santé. L'ETH Zurich souhaite que les PME suisses puissent aussi profiter du savoir-faire des chercheurs et des contacts du SEC à Singapour et dans les pays voisins. C'est pourquoi elle a créé en 2016 la *Swiss Technology Impact Platform* (STIP) au SEC. Cette plateforme aide les PME suisses à prendre pied en Asie. Un premier voyage d'étude pour les entreprises a eu lieu en mars 2017. Le prof. Gerhard Schmitt a succédé en 2017 à son prédécesseur, le prof. Peter Edwards, au poste de directeur du SEC.

L'ETH Zurich était présente au *World Economic Forum Annual Meeting* (WEF) de Davos en janvier 2017 avec un pavillon sur le thème *Magic Through Technology*. Il a abrité une exposition publique et le restaurant éphémère *TASTELAB* du *FOODLAB*, un spin-off de l'ETH Zurich. Il a également permis d'organiser des rencontres entre les représentants de l'école et les participants du WEF, ainsi que des réceptions et des événements, dont une *Data Masterclass* du *Times Higher Education* sur les classements mondiaux des universités. L'ETH Zurich a profité de sa présence à Davos pour entretenir ses réseaux nationaux et internationaux, et pour discuter de sujets spécifiques avec les politiciens, autorités et représentants économiques des Grisons.

L'ETH Studio New York, lancé à l'été 2016, a été développé en 2017. D'une part, les étudiants de l'ETH Zurich ont passé plusieurs semaines ou mois dans des entreprises ou universités de l'agglomération de New York. D'autre part, l'ETH Zurich a organisé en mai, dans le cadre de *ETH Meets New York*, deux événements publics à Brooklyn sur les thèmes *Machine Learning* et *Blockchain Technologies*. De tels événements augmentent la visibilité de l'ETH Zurich dans cette région stratégique et servent à entretenir les relations avec les institutions académiques, l'industrie et les Alumni.

L'ETH Zurich est un pôle d'attraction pour nombre de délégations scientifiques, économiques et politiques de haut rang du monde entier, et de plus en plus à Singapour (SEC) et à New York (ETH Studio). En 2017, la haute école a reçu plus de 100 délégations internationales, parmi lesquelles le président fédéral autrichien Alexander Van der Bellen. De plus, de nombreuses conférences internationales, comme le *Global Talent Summit* du *Diplomatic Courier*, se sont encore déroulées à l'ETH Zurich. ■

3^e rang des universités les plus innovantes d'Europe derrière la belge KU Leuven et *Imperial College London*. L'énergie créative de l'écosystème EPFL peut être en partie illustrée par les millions de capital-risque levés sur les marchés mondiaux par les start-ups et les spin-offs de l'EPFL. L'une d'elle, *Aleva Neurotherapeutics*, développée à partir d'un travail de doctorant de l'EPFL, a levé 13 mio USD en 2017, cumulant ainsi plus de 46 mio levés en quatre tours.

Même résonance du côté des classements spécialisés en bibliométrie et en études de réputation, où l'EPFL consolide sa place au côté des plus grands noms mondiaux en ingénierie et en sciences naturelles (resp. à la 11^e et 12^e place mondiale, selon QS Ranking). Une forte progression de 16 places est également à noter dans le *ARWU World Ranking*. La qualité des jeunes chercheurs de l'EPFL contribue incontestablement à cet élan (cf. p. 94 ss.).

Classée par toutes les agences de ranking parmi les meilleurs centres d'excellence en sciences informatiques, l'EPFL se distingue notamment par un engagement fort dans ce domaine au travers d'initiatives nationales telles que le *Swiss Data Science Center* (SDSC) et *digitalswitzerland*. L'EPFL contribue ainsi à placer la Suisse et la région du Léman dans les thèmes de l'EdTech (les technologies liées à l'éducation, comme les MOOCs), *LifeTech*, l'intelligence artificielle, la cybersécurité, la gouvernance numérique ou les Fintech. Enfin, l'EPFL occupe la première place en Europe continentale et la quatrième derrière trois universités anglaises, pour le nombre de bourses attribuées par le Conseil européen de la recherche (*ERC Grants*) (2007–2017).

En décembre 2017, la talentueuse mathématicienne Maryna Viazovska a gagné le prestigieux *New Horizons in Mathematics Prize* pour ses travaux novateurs sur les théories des formes modulaires. Par ailleurs, les professeurs Graetzel et Nazeeruddin occupent cette année les premières places des chercheurs les plus cités au monde, selon l'agence *Clarivate Analytics*.

L'EPFL a donné le coup d'envoi à plusieurs initiatives d'envergure internationale en 2017. La création de l'EPFL *Extension School* vient consolider l'offre de formation continue dans le domaine du numérique et son effort pour fédérer les meilleures institutions mondiales en réseaux collaboratifs globaux tels qu'Eurotech. Ainsi que le RESCIF (Réseau d'excellence des sciences de l'ingénieur de la Francophonie), qui se positionne comme moteur des laboratoires conjoints au Vietnam, Cameroun, Sénégal et en Haïti. Le programme MOOCs Afrique, appuyé par la Coopération suisse (DDC) et les Fondations Edmond de Rothschild se poursuit, avec pour objectif le renforcement des capacités dans l'enseignement supérieur en Afrique.

Le Centre Coopération & Développement (CODEV), en partenariat avec l'Université de Californie, Berkeley, a innové et offert des cours en *Development Engineering*. L'objectif central de ce domaine scientifique émergent est de transformer l'innovation technologique en impact social. Né d'un partenariat entre l'EPFL et le Comité international de la Croix-Rouge (CICR), le *Humanitarian Tech Hub* développe des solutions innovantes pour l'action humanitaire. Le programme *EssentialTech* a quant à lui reçu le soutien du nouveau SDSC pour un projet d'intelligence artificielle en collaboration avec le CHUV et Terre des Hommes. ■



Dès le 1^{er} mai 2017, le Programme MOOCs Afrique a intégré le CODEV de l'EPFL. (Photo: EPFL)

EPFL

Pour la troisième année consécutive, les performances de l'EPFL ont été relevées par le *Times Higher Education* (THE) *World Ranking*, qui la classe au 1^{er} rang mondial des jeunes universités de moins de 50 ans. L'agence londonienne Reuters place l'EPFL au



Simon Gerber et Henrik Lemke, chercheurs au PSI, ont travaillé sur le LCLS californien et apportent désormais leur expérience pour le développement du SwissFEL. (Photo: Markus Fischer/PSI)

PSI

Ses compétences dans le développement, la construction et l'exploitation de grandes installations de recherche font du PSI un partenaire apprécié dans de nombreux projets internationaux, comme la Source européenne de spallation (ESS), en construction en Suède, ou le Laser à rayons X européen XFEL en Allemagne, dont l'exploitation scientifique a débuté en 2017. En contrepartie, le PSI profite directement ou indirectement des avancées technologiques et du savoir-faire acquis dans ces installations. Entretenir des coopérations et des réseaux s'avère particulièrement important lorsque les installations ou leurs technologies ne sont disponibles que dans quelques endroits du monde. Réaliser des expériences avec des lasers à rayons X à électrons libres n'était jusqu'à récemment possible qu'aux États-Unis et au Japon p. ex. Il est donc d'autant plus réjouissant que des chercheurs ayant déjà accumulé des expériences avec le laser californien LCLS contribuent au développement du SwissFEL en venant travailler au PSI. Leur expertise permettra d'optimiser le SwissFEL et son instrumentation afin de répondre au mieux aux exigences des futurs utilisateurs.

Les réseaux internationaux et le soutien de chercheurs dans d'autres parties du monde peuvent aussi s'exprimer sous une autre forme: en mai 2017, la Jordanie a inauguré le premier accélérateur de particules de cette région. La construction du SESAME (*Synchrotron-light for Experimental Science and Applications in the Middle East*) a été rendue possible grâce à un vaste soutien international incluant la Suisse. Le spin-off du PSI Dectris a fourni des détecteurs pour déterminer les propriétés des rayons X, tandis que le PSI a fourni une ligne de lumière complète, autrefois utilisée à la SLS, pour les analyses de matériaux, ainsi que des composants pour le vide et l'accélérateur.

Début 2017, les 30 premiers postdoctorants du programme PSI-Fellow-II-3i ont pu commencer à travailler sur leur projet de recherche au PSI. Ce projet, soutenu par l'UE, favorise la mobilité internationale de la relève scientifique et contribue ainsi à resserrer les relations entre les communautés de recherche internationale et suisse. ■

WSL

HERCULES (*Sustainable Futures for Europe's Heritage in Cultural Landscapes*) est un projet du 7^e programme-cadre de recherche de l'UE, qui a pour objectif de donner aux acteurs publics et privés la capacité de protéger et gérer les paysages culturels. «Paysage» y est entendu au sens de la Convention européenne du paysage (CEP), c.-à-d. comme la combinaison du paysage physique et de sa perception. La Suisse a ratifié cette convention, mais comme dans les pays de l'UE, les implications de cette conception du paysage pour la politique, la société et l'économie étaient encore floues. Treize partenaires européens issus de la communauté scientifique, d'ONG et du secteur privé se sont donc réunis autour de ce grand projet situé à la croisée des sciences naturelles et sociales. D'une part, le WSL a apporté son expérience dans l'analyse de l'histoire des paysages, en particulier de ses moteurs. D'autre part, il a assuré, en tant que représentant de la Suisse, les contacts locaux dans la région étudiée, le «Haut-Simmental». Outre son importante production scientifique, HERCULES développe une conception globale du paysage qui permettra à long terme d'identifier plus rapidement et facilement les effets secondaires négatifs et indésirables des politiques sectorielles et de les éviter. Avec de telles activités, le WSL renforce non seulement sa réputation scientifique, mais aussi celle de la recherche suisse, axée sur la résolution des problèmes. Les chercheurs du WSL sont aussi des partenaires appréciés des projets de l'UE dans d'autres disciplines. Ainsi a débuté en 2017 le projet *PROSNOW*, qui aidera les régions de ski à mieux gérer la neige. Le WSL y apporte notamment ses compétences en modélisation de la neige.

Le programme *Fellows*, lancé il y a quelques années, s'est bien établi et une demi-douzaine de scientifiques de premier plan – principalement des États-Unis et du Canada, mais aussi de pays comme le Japon ou la France – effectuent chaque année un séjour de recherche à l'un des sites du WSL. Cela renforce et favorise les partenariats et conduit souvent à de nouveaux projets de recherche communs. ■



Le projet GenTree d'Horizon 2020 explore le rôle des ressources génétiques pour la gestion forestière durable. Le WSL est le partenaire suisse. (Photo: Christian Rellstab/WSL)



Norimitsu Murayama, directeur général du département Matériaux et chimie à l'AIST (à dr.) avec le directeur de l'Empa, Gian-Luca Bona. (Photo: Empa)

Empa

La collaboration de l'Empa avec le *National Institute of Advanced Industrial Science and Technology* (AIST) japonais a été renforcée par la signature d'un mémorandum d'entente. Après la signature du contrat, divers forums scientifiques ont été organisés dès 2017, tels que le forum sur les nanomatériaux au printemps 2017 à Dübendorf et un forum similaire sur les *Energy Materials* à l'automne à Osaka, qui a été l'occasion pour les chercheurs de l'Empa de rendre visite à leurs homologues japonais. Ces deux événements font partie d'une série de forums dont l'objectif est d'explorer les derniers développements de la recherche énergétique et de promouvoir des approches innovantes de manière synergique.

L'Empa entretient depuis quelques années une relation étroite avec le *Spanish Research Council* (CSIC) de Séville. Cet institut de recherche national est rattaché à l'Université de Séville. Pour intensifier leur collaboration, l'Empa et l'Université de Séville ont mis en place un programme de formation commun. Dans le cadre de celui-ci, une demi-douzaine de bourses sont accordées chaque année et permettent aux étudiants en master à l'Université de Séville de réaliser leur travail de master de six mois à l'Empa. Chaque travail de master est supervisé par deux tuteurs, un du CSIC/de l'Université de Séville et un de l'Empa. L'accord a été signé en septembre 2017. Les premiers étudiants commenceront leur travail de master à l'Empa à l'été/automne 2018. A moyen terme, un poste de professeur titulaire pour un ou une scientifique de l'Empa doit aussi être créé au CSIC/à l'Université de Séville afin d'intensifier davantage la collaboration scientifique.

L'Empa a aussi conclu une coopération de recherche avec l'Université du Luxembourg pour faire avancer la construction de bâtiments employant des composants réutilisables. Les représentants des deux institutions ont signé un mémorandum d'entente le 27 octobre, à Luxembourg. Le secteur du bâtiment émet d'énormes quantités de CO₂, utilise beaucoup de ressources et produit des montagnes de déchets. Il est donc urgent de développer de nouvelles méthodes de construction écologiques. Le projet *Eco-Construction for Sustainable Development* (ECON4SD) se focalise sur le développement de composants et modèles de conception innovants pour le bâtiment, moins gourmands en ressources et en énergie. ■



Eawag

La collaboration au sein des réseaux internationaux est centrale pour l'Eawag. L'internationalité des chercheurs et la pluridisciplinarité des partenariats produisent de précieuses synergies pour les projets de recherche et renforcent leur impact. C'est pourquoi les chercheurs de l'Eawag sont présents dans plus de 70 organismes internationaux et travaillent en réseau à l'échelle mondiale. En comptant les invités académiques, plus de 50 nations ont participé aux recherches de l'Eawag en 2017. Un historien de l'environnement australien a par exemple travaillé sur le projet *Flows of Science: A History of Collaboration on Source Separation Technology at Eawag*. Il a documenté la manière dont la technologie de séparation des eaux usées à la source a été créée à l'Eawag et a influencé d'autres projets. A l'inverse, des chercheurs de l'Eawag ont travaillé en Afrique sur un rapport qui a ensuite été publié par l'*African Great Lakes Information Platform*. Il traite de la biodiversité et des questions de développement dans le contexte des conflits d'utilisation et du changement climatique. Le but principal des contributions de l'Eawag était de mieux comprendre la diversité des espèces de la région des Grands Lacs africains et d'évaluer leur importance pour les services écosystémiques.

En Europe, les bassins de décantation pourraient bientôt passer de l'état de consommateur d'énergie à celui de producteur d'électricité. Dans les eaux usées européennes sommeille en effet une énergie d'environ 315 000 TJ. Si l'on utilisait ce potentiel – p. ex. en faisant fermenter les boues d'épuration pour obtenir du biogaz –, on pourrait produire autant d'énergie que douze grandes centrales conventionnelles. C'est précisément l'objectif du projet Powerstep. Un sous-produit du processus pourrait aussi servir d'engrais liquide. Ce projet de plus de 5 mio EUR, auquel participent de nombreux partenaires européens, sera cofinancé par le programme-cadre de recherche de l'UE Horizon 2020 et durera jusqu'en 2018. L'Eawag y contribue en réalisant une étude de cas sur la station d'épuration d'Altenrhein. ■



Produire de l'électricité à partir du biogaz obtenu par fermentation des boues d'épuration grâce à Horizon 2020. (Photo: Eawag)

7

«Le Domaine des EPF entretient le dialogue avec la société et fournit des services dans l'intérêt de toute la Suisse.»

Conclusion du Conseil des EPF

Le Domaine des EPF entretient le dialogue avec le public de diverses manières et est accueilli favorablement. Il s'engage aussi pour encourager les branches MINT. Ainsi, l'ETH Zurich et l'EPFL ont redoublé d'efforts pour transmettre leur fascination aux enfants et aux jeunes – et particulièrement aux filles – pour les branches MINT, afin atteindre encore plus de participants grâce à leurs offres. Du point de vue géographique, les offres sont rendues accessibles à un public toujours plus large d'enfants et de jeunes; l'EPFL étant p. ex. de plus en plus active sur ses sites externes en Suisse romande. Des efforts considérables sont aussi réalisés par les établissements de recherche, tels que le PSI, dont le laboratoire des élèves iLab enregistre un nombre de visiteurs toujours élevé.

Contribuent d'une part au dialogue avec la société, les manifestations grand public très fréquentées et les projets de collaboration avec les organisations et associations professionnelles. Toutes les institutions du Domaine des EPF les entretiennent avec un succès durable. Des contributions concrètes à la transmission des connaissances scientifiques auprès des milieux politiques et des médias en sont un autre vecteur. Nombre de manifestations des institutions du Domaine des EPF étaient placées sous le signe de la numérisation et des changements climatiques. Face à ces deux défis majeurs actuels, le Domaine des EPF recherche en particulier le dialogue avec le public. Il est persuadé de pouvoir jouer un rôle majeur dans leur maîtrise. Il convient de souligner p. ex. dans ce contexte la participation à la «Journée du digital» ou le voyage au Groenland avec des personnalités politiques – dont la présidente sortante de la Confédération, Doris Leuthard – et des journalistes. Celui-ci a permis d'exposer concrètement l'impact des changements climatiques et de lui donner une résonance médiatique.



Globi und die verrückte Maschine est le titre du 87^e numéro de la série. Ce que le titre ne dit pas: l'histoire se joue à l'ETH Zurich. Près de 30 enfants ont pu rencontrer Globi lors de la présentation du livre à l'ETH Zurich. (Photo: Nicola Pitaro/ETH Zurich)

ETH Zurich

En 2017, plusieurs manifestations de l'ETH Zurich à l'intention du public étaient consacrées aux défis de la numérisation pour la recherche et la société. Lors des journées zurichoises de la science – *Scientifica* – en septembre 2017, plus de 30 000 visiteurs ont voulu savoir «ce que les données révèlent». Les chercheurs de l'ETH et de l'Université de Zurich ont présenté l'influence de la numérisation sur des secteurs tels que la robotique ou la science climatique, ainsi que sur les sciences du langage et de la culture. Participant pour la première fois, dix spin-offs de l'ETH et de l'Université de Zurich y ont présenté leur exploitation de la numérisation pour de nouvelles idées commerciales. L'édition du printemps 2017 du *Treffpunkt Science City* sous le thème «Travailler dans le monde 4.0» a attiré plus de 20 000 personnes de tous âges à l'ETH Zurich. Lors du *Cyber Risks Summit* de juin, des experts internationaux ont débattu des dernières approches scientifiques et technologiques en matière de défense efficace de la société face au risque de cyberattaques. La manifestation était organisée par le *Zurich Information Security & Privacy Center* (ZISC) de l'ETH Zurich, qui mène des recherches depuis 15 ans dans le domaine de la sécurité des informations. Enfin, l'ETH Zurich a participé en novembre à la première Journée du digital nationale.

L'ETH Zurich ne souhaite cependant pas uniquement passionner la population pour la science par des manifestations, mais aussi l'impliquer dans ses activités de recherche. Avec l'Université de Zurich, elle a donc créé en janvier 2017 le centre de compétence *Citizen Science*. Celui-ci permet au public non spécialisé de participer à des projets de recherche de hautes écoles de manière non bureaucratique, notamment par des réseaux en ligne spécialisés. Ainsi, des centaines de milliers d'amateurs aident à analyser des photos télescopiques du ciel et à catégoriser les galaxies.

Pour passionner les plus jeunes pour la science, Globi s'est rendu à l'ETH Zurich en 2017. Dans *Globi und die verrückte Maschine*, le 87^e numéro de la série, le héros est invité au laboratoire d'une professeure et y est rapetissé par ladite machine. Pas

moins de 30 enfants étaient présents lors de la présentation du livre en mars 2017, au centre de recherche et d'information sur les sciences de la terre focusTerra de l'ETH Zurich. Ils ont eu l'occasion de voir les lieux et objets du livre, dont le chien-robot StarLETH, le simulateur de séisme et une imprimante 3D de chocolat.

Depuis de nombreuses décennies, l'ETH Zurich travaille de concert avec les écoles secondaires supérieures. Aujourd'hui, l'introduction de l'informatique à l'école primaire et secondaire pose aux écoles un défi de taille. Le Centre de formation et de conseil pour l'enseignement de l'informatique (ABZ) de l'ETH Zurich propose son aide pour un enseignement de l'informatique adapté au degré visé. Il développe des manuels et du matériel pédagogique, dont des séquences d'enseignement pouvant être utilisées en classe. Il s'engage par ailleurs pour la formation continue des enseignants de tous les degrés.

Afin de faciliter à tous les maturants le passage vers les études de bachelor, l'ETH Zurich propose un cours de mise à niveau gratuit en mathématiques. Celui-ci vise la révision et la mise à jour autonomes des connaissances acquises en mathématiques au degré secondaire. Pour pouvoir y participer, les élèves doivent renvoyer le test d'auto-évaluation, ce qu'ont fait avec succès 1680 élèves en 2017.

Lors des journées d'information sur les études organisées par l'ETH et l'Université de Zurich, 6740 étudiants des écoles secondaires ont à nouveau pris le chemin de l'ETH Zurich. La haute école s'est aussi rendue dans six écoles secondaires de Suisse dans le cadre du programme *ETH unterwegs*. ■

les ateliers scientifiques et techniques développés par l'EPFL en collaboration avec le canton du Jura ont été pour la première fois dispensés dans 30 classes des cantons de Berne, Neuchâtel et du Nord vaudois, et la première journée du digital suisse a réuni 300 élèves de 8 à 16 ans pour des ateliers de codage et de programmation sur le site de l'EPFL.

Outre son campus principal, l'EPFL a invité les jeunes et le grand public à découvrir les sciences et les technologies. Des cours semestriels et des ateliers scientifiques et techniques pour les 7-13 ans ont été organisés sur les sites de Fribourg, Sion, Neuchâtel et Genève. Scientastic, le festival des sciences de l'EPFL, organisé pour la première fois sur le campus d'EPFL Valais-Wallis à Sion et à Microcity-Neuchâtel, a rencontré un grand succès avec respectivement 4100 et 4500 visiteurs.

Pour sa part, l'unité Campus durable EPFL a fêté ses dix ans d'existence. Un important programme d'activité a été déployé à cette occasion et une nouvelle stratégie de durabilité adoptée par la direction en fin d'année 2017 pour la période 2018-2020. Le travail d'efficacité énergétique réalisé par le Domaine Immobilier et infrastructures a permis de réaliser des économies cumulées et pérennes de 4GWh. Sur le plan de la mobilité, une nouvelle politique de stationnement avec augmentation des tarifs et paiement dématérialisé flexible a permis de contenir la croissance des véhicules motorisés. Parallèlement, une réduction de 15% sur le prix des abonnements du Mobilis (communauté tarifaire vaudoise des transports publics) a été accordée pour la première fois en 2017.

La mobilité professionnelle est aussi devenue un thème important avec les premières analyses fouillées des données de l'agence centrale de voyage opérant 80% des vols des collaborateurs de l'EPFL. Un programme de réduction-compensation des déplacements professionnels fait désormais partie de la stratégie.

De la vaisselle lavable a été lancée dans les restaurants et les roulettes, ce qui a permis de réduire considérablement la quantité de déchets. Le succès du test permettra de pérenniser et d'étendre l'expérience en 2018. Les collaborateurs ont à nouveau pu participer par équipes au concours *Act for Change*, visant à sensibiliser chacun aux petits gestes du développement durable. Cette quatrième édition a rassemblé près de 700 collaborateurs (cf. p. 113).

Enfin, le bâtiment ArtLab a attiré un public considérable avec plus de 31 000 entrées. Inauguré le 3 novembre 2016, il accompagne le développement foudroyant des humanités digitales. Ce domaine transdisciplinaire a été renforcé à l'EPFL par la création d'un master et de quatre laboratoires. ArtLab constitue une extension de cette infrastructure, offrant une plateforme d'expérimentation unique, qui marie culture, technologie et science. La numérisation de notre patrimoine n'a en effet d'intérêt que si on peut l'organiser, l'exposer et le confronter au public – qu'il s'agisse des archives du Montreux Jazz Festival ou de celles de Venise. Dans ArtLab, chercheurs et artistes peuvent ainsi prendre des risques et tester des options qui bénéficieront aux institutions culturelles classiques. ArtLab a notamment permis de partager avec le public l'intensité chromatique des Outrenoirs de Pierre Soulages (cf. p. 70). ■



L'exposition *Data Square* dans l'ArtLab est dédiée à deux grands projets *Big Data*: *Venice Time Machine* et *Blue Brain*. (Photo: Adrien Barakat/EPFL)

EPFL

Dans le cadre du programme «Les sciences, ça m'intéresse!» ayant pour but d'initier les jeunes aux sciences et aux technologies et d'éveiller leur intérêt pour les branches MINT, plus de 10 000 jeunes de 7 à 16 ans et des centaines d'enseignants de Suisse romande ont bénéficié d'une large palette d'activités.

A titre d'exemple, 700 filles de 9 à 15 ans ont suivi les ateliers d'informatique et de robotique spécialement organisés pour elles;



Le fonctionnement intérieur des containers modèles pour l'approvisionnement en énergie d'Esiville peut être rendu visible avec une «unité de radiologie». (Photo: Mahir Dzambegovic/PSI)

PSI

Le PSI entretient le dialogue avec le grand public par de nombreuses manifestations, visites organisées et postes d'expositions dans le centre pour visiteurs *psi forum*. Il y présente aux visiteurs les connaissances scientifiques actuelles et les sujets de recherche d'avenir, et leur permet de se faire un aperçu des grandes installations de recherche, qui sont l'exclusivité du PSI en Suisse. Soucieux de faire comprendre aux visiteurs les principaux domaines de recherche et les installations du PSI utilisées dans ce contexte, et de les présenter de manière vivante, le PSI a ouvert en février 2017 une nouvelle station d'accueil des visiteurs sur le thème de l'approvisionnement en énergie. Des visites guidées sont depuis proposées pour son exploration. La ville modèle Esiville peuplée de Playmobil présente le thème toujours plus complexe de l'approvisionnement en énergie, les défis liés et solutions possibles. S'inspirant du concept de la plateforme ESI du PSI, qui permet d'expérimenter et d'intégrer différents concepts de stockage (*power-to-gas*) des énergies renouvelables, les visiteurs de la station peuvent construire une plateforme ESI miniature pour comprendre l'interaction des différentes technologies.

A l'instar de la participation au salon des métiers d'Argovie en septembre, la manifestation *Lehrberufe à la carte*, qui a attiré près de 680 visiteurs au PSI en juin, a également permis de présenter aux jeunes les offres de formation du PSI dans 15 professions différentes. Le PSI contribue par ailleurs à la promotion de la relève dans les branches MINT avec son laboratoire des élèves iLab, qui attire plus de 200 classes chaque année.

Depuis le milieu des années 80, le PSI exploite le centre de protonthérapie pour le traitement de patients atteints de mélanomes oculaires et de tumeurs profondes, remplissant ainsi une fonction importante pour le système de santé suisse dans le domaine du traitement du cancer. Les tâches nationales assumées par le PSI comprennent aussi les opérations annuelles de ramassage des déchets radioactifs issus du milieu médical, de l'industrie et de la recherche à la demande de l'OFSP, ainsi que son rôle d'interlocuteur de la Confédération et des autorités de surveillance des déchets radioactifs et des questions de sécurité techniques dans les installations nucléaires suisses. ■

WSL

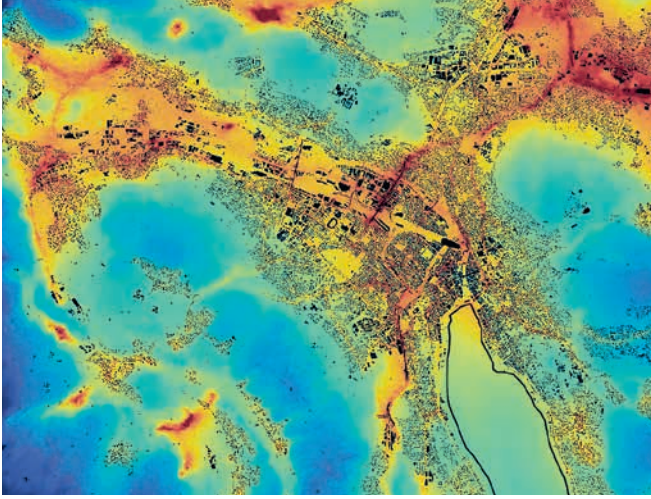
Dans le contexte de son domaine de responsabilité – forêt, paysage, biodiversité, dangers naturels ainsi que neige et glace –, le WSL intègre à ses recherches les changements climatiques, leurs impacts sur l'homme et la nature, mais aussi la marge de manœuvre de la société. Il en tire des conclusions sur les possibilités de limiter les changements climatiques ou de gérer leur impact. Les chercheurs du WSL présentent régulièrement ces enseignements au public et aux représentants responsables. Cette mission de communication scientifique relève également du directeur du WSL, le prof. Konrad Steffen. Il a coorganisé et accueilli l'*Arctic Basecamp Davos* au WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF en marge du WEF, et a accompagné la présidente sortante de la Confédération, Doris Leuthard – ainsi que d'autres scientifiques et le président du Conseil des EPF, Fritz Schiesser – au Groenland, où la présidente de la Confédération a reçu des informations sur les corrélations entre la fonte glaciaire et le climat, à la station de recherche *SwissCamp*.

En tant qu'institution de recherche environnementale, le WSL s'efforce d'agir de manière durable dans son domaine de responsabilité. Lors de la rénovation de deux bâtiments des années 50, il a attaché une grande importance à l'assainissement énergétique. Premiers bâtiments administratifs modernisés dans la région de Zurich, ils remplissent désormais les exigences de conformité aux deux normes de construction Minergie-P-ECO et Minergie-A-ECO.

Aujourd'hui, tous citoyens, politiciens, journalistes ou chercheurs se posant une question commencent par faire une recherche sur Internet – à la maison, au bureau ou en déplacement sur le smartphone. Des sites Web bien conçus, accessibles à tous les terminaux, sont donc indispensables pour le travail de relations publiques, l'entretien de la réputation et le transfert de connaissances. Le WSL a donc entièrement remanié ses sites www.wsl.ch et www.slif.ch (ainsi que les produits de prévision d'avalanche) du point de vue technique, conceptionnel, graphique et des contenus. Ce faisant, le WSL a particulièrement insisté sur un concept linguistique adéquat, intégrant outre les langues officielles que sont l'allemand, le français et l'italien, l'anglais comme langue académique. ■

Le directeur du WSL, Konrad Steffen, et d'autres scientifiques expliquaient à l'ancienne présidente de la Confédération, Doris Leuthard, les retombées des changements climatiques au Groenland. (Photo: Konrad Steffen/WSL)





Répartition de la concentration en CO₂ dans la ville de Zurich. Les valeurs mesurées par les capteurs du réseau rendront ce type de calculs modélisés plus précis. (Photo: Empa)

Empa

Le 1^{er} septembre 2017, de nouvelles réglementations en matière d'émission pour les voitures de tourisme sont entrées en vigueur dans l'UE et en Suisse. Celles-ci comblent des lacunes dans la législation et visent notamment des véhicules diesel plus propres, surtout en terme d'émission d'oxyde d'azote. Les nouvelles directives apportent trois modifications majeures: la méthode de mesure désuète est remplacée, les émissions polluantes doivent désormais aussi être mesurées lors des trajets sur route et les fabricants doivent communiquer les fonctions de commande du moteur impliquées dans l'épuration des gaz d'échappement. L'innovation essentielle est cependant l'introduction de mesures sur route proches de la réalité. Les chercheurs de l'Empa ont apporté une contribution importante au développement de la nouvelle procédure de mesure des gaz d'échappement – *World-wide Light Duty Vehicle Test Procedure (WLTP)* –, aux côtés des experts de l'OFEV, de l'OFROU et de la Haute école spécialisée bernoise. Cette procédure doit assurer à l'avenir la réduction de l'écart entre les valeurs de laboratoire et les émissions réelles.

Grâce à l'Empa, la Suisse dispose désormais d'un système de mesure du CO₂ d'une densité inégalée. Si la Suisse ne comptait jusqu'ici que trois stations de mesure dans tout le pays – à Dübendorf, Beromünster et au Jungfrauoch –, 300 capteurs saisiront désormais les variations spatiales et temporelles de la concentration en CO₂ dans l'atmosphère. Pour la ville de Zurich, dans laquelle le réseau de capteurs sera particulièrement dense, l'Empa a développé un modèle simulant la concentration en CO₂ à partir de dix sources différentes. Font p. ex. partie de ces sources d'émission différents types de circulation, l'industrie et les chauffages des maisons d'habitation. La combinaison de ces simulations aux données des capteurs permettra de dresser le tableau des émissions de CO₂ actuelles dans la ville. Les applications scientifiques et techniques basées sur ces données détectées dans toute la Suisse fourniront à leur tour des indications à la planification de la circulation, la prévention de la santé, les développements liés aux Smart Cities, et permettront de mieux comprendre l'échange de CO₂ entre l'atmosphère et la végétation. ■

Eawag

L'Eawag a également contribué à la formation et la mise en réseau du secteur de l'eau en 2017. Les principaux partenaires étaient la Société Suisse de l'Industrie du Gaz et des Eaux (SSIGE) et l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA). Les deux plateformes VSA «Techniques de traitement des micropolluants» et «Qualité des eaux» sont des coopérations entre VSA, l'OFEV et l'Eawag. Si elles sont rattachées administrativement à VSA, leurs services de recherche sont intégrés à l'Eawag. Elles gèrent des bases de données avec des informations contextuelles et conseillent les communes, les cantons et le secteur privé.

L'Eawag et VSA ont réalisé en 2017 une conférence sur le traitement décentralisé des eaux usées. Celle-ci traitait des polluants naturels d'origine géogénique se trouvant dans l'eau potable et souterraine, et de la SSIGE. Pour le public, l'Eawag et l'association *Umweltvelowege Schweiz* ont ouvert une station de découverte interactive sur le thème de l'utilisation et de la vivification des ruisseaux et des rivières près du Chriesbach revitalisé à Dübendorf (cf. aussi p. 112). L'Eawag participe par ailleurs à la formation en ligne «L'eau en Suisse» de l'Université de Zurich, qui s'adresse aussi au public intéressé.

Des biologistes de l'Eawag et de l'Université des sciences appliquées de Zurich (ZHAW) ont réalisé une étude sur le lac de retenue de Solis dans les Grisons. Celle-ci montre que les tunnels de contournement des sédiments qui diminuent les dépôts de charriage dans les lacs de retenue ont des effets positifs sur les conditions écologiques des tronçons situés en aval. Des galeries de déviation sont surtout utilisées lors de crues, détournant les alluvions autour du lac vers le tronçon à débit résiduel en aval. On trouve aujourd'hui en Suisse douze contournements de ce type, d'autres sont prévus. Ils permettent une dynamique naturelle de débit et des charriages qui manque aux cours d'eau régulés. Les contournements des sédiments satisfont à des exigences fonctionnelles et écologiques. ■



Une galerie de déviation près de Tiefencastel transporte les dépôts de charriage en aval en cas de crue. (Photo: ewz-Medienarchiv/Matthias Kunfermann)

Services nationaux

Exemples de services nationaux

Le Domaine des EPF remplit de nombreuses missions dites nationales au service de l'économie, de la société et de l'environnement dans tout le pays. Elles reposent souvent sur une base juridique explicite, incluent des activités développées historiquement par les institutions ou des tâches de la Confédération intégrées au Domaine des EPF. En plus des tâches nationales décrites ci-après, en voici quelques autres exemples: le Centre de recherches conjoncturelles (KOF), la bibliothèque de l'ETH, le *Swiss Plasma Center*, l'inventaire forestier national suisse (IFN), le laboratoire phytosanitaire, le bulletin d'avalanches ainsi que de grandes infrastructures de recherche d'importance nationale telles que la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS).

ETH Zurich

Révision de l'Atlas mondial suisse

Depuis 1910, l'Atlas mondial suisse accompagne les élèves dans leur apprentissage de la géographie. Une nouvelle édition entièrement révisée de cet atlas est parue en 2017. Grâce aux immenses progrès accomplis tant dans la collecte que dans le traitement des données, les scientifiques de l'ETH Zurich ont développé de toutes nouvelles sortes de cartes, portant par exemple sur la puissance économique des grands centres urbains dans le monde entier ou sur l'intensité de l'utilisation des terres agricoles (terres arables, pâturages). La version imprimée de l'Atlas s'enrichit d'un site Web dédié qui propose de la documentation supplémentaire, des commentaires et des outils logiciels interactifs. Ces programmes offrent un accès dynamique, parfois en trois dimensions, à des thèmes tels que la forme de la Terre, des projections cartographiques et le mouvement apparent du Soleil. L'Atlas mondial suisse est l'un des premiers supports d'enseignement de la géographie conforme au nouveau plan d'études 21.

schweizerweltatlas.ch/fr

ETH Zurich

Les 150 ans de la Collection graphique

La Collection graphique de l'ETH Zurich a fêté ses 150 ans en 2017, et en a profité pour organiser plusieurs expositions et un programme-cadre varié sur le thème des regards croisés. Réunissant de nombreuses œuvres prestigieuses, elle fait partie des collections les plus fournies et les plus importantes de sa catégorie en Suisse. Elle est mondialement réputée et compte quelque 160 000 œuvres, dont certaines signées Pablo Picasso, Dürer, Rembrandt, Goya, Warhol ou Fischli/Weiss. Pour l'ETH Zurich, la Collection graphique enrichit la formation dispensée aux étudiants. L'art peut inspirer et suggérer des approches interdisciplinaires. Le fonds de la Collection graphique sera indexé scientifiquement et numérisé au cours des prochaines années.

gs.ethz.ch

EPFL

ArtLab, plateforme d'expérimentation

Inauguré le 3 novembre 2016, ArtLab accompagne le développement foudroyant des humanités digitales. Ce domaine transdisciplinaire a été renforcé à l'EPFL par la création d'un master et de quatre laboratoires. ArtLab constitue une extension de cette infrastructure, offrant une plateforme d'expérimentation unique, qui marie culture, technologie et science.

La numérisation d'un patrimoine n'a en effet d'intérêt que si l'on peut l'organiser, l'exposer et le confronter au public – qu'il s'agisse des archives du Montreux Jazz Festival ou des archives de Venise. Dans ArtLab, chercheurs et artistes peuvent prendre des risques et tester des options qui bénéficieront aux institutions culturelles classiques. ArtLab a ainsi permis de partager avec le public l'intensité chromatique de «Les Outrenoirs» de Pierre Soulages, de comparer les vues de scientifiques sur l'intelligence artificielle à celles des artistes de *!Mediengruppe Bitnik*, ou encore de présenter des interfaces cerveau-machine dans un contexte artistique.

artlab.epfl.ch



A partir du degré secondaire I, les élèves apprennent à travailler avec l'Atlas mondial suisse. Des scientifiques de l'Institut de cartographie et de géoinformation de l'ETH Zurich ont accompagné la rédaction de cette nouvelle édition, entièrement remaniée. (Photo: Andreas Eggenberger/SWA)



Exposition estivale *Come chat with me* du *!Mediengruppe Bitnik*. (Photo: Adrien Barakt/EPFL)



OPTIS2, l'installation thérapeutique de traitement des tumeurs oculaires, était développée à base de l'unité d'irradiation OPTIS. (Photo: Mahir Dzambegovic/PSI)

PSI

Protonthérapie des tumeurs oculaires: une réussite

Depuis plus de 30 ans, le PSI traite des patients atteints de tumeurs oculaires rares par protonthérapie. A l'origine de ce succès, la mise en service de l'unité d'irradiation OPTIS, développée au PSI, dans le centre de protonthérapie en 1984. Parfois, de minuscules tumeurs situées au fond de l'œil peuvent entraîner la perte de la vue et même de l'œil entier. Ces tumeurs peuvent être irradiées, sans mettre en danger d'autres structures de l'œil. Depuis ses débuts, l'unité a déjà traité plus de 7000 patients, bien plus que n'importe quelle autre installation de protonthérapie dans le monde. Les statistiques confirment le succès de la méthode de traitement: dans plus de 90% des cas, l'œil a pu être sauvé.

WSL

Bulletin d'avalanches: contribution à la sécurité en Suisse

La prévention des avalanches est sans doute la tâche nationale la plus connue du WSL. Aussi apprécié soit-il par les adeptes de randonnées à ski, en raquettes et de freeride, ce service s'adresse à la base aux responsables sécurité des communes, des cantons, des domaines skiables et des opérateurs de transports. Une étude du WSL sur les victimes de dangers naturels en Suisse montre que le nombre de personnes tuées par des avalanches dans des zones d'habitation et sur des voies ouvertes à la circulation a fortement reculé au cours des 70 dernières années, bien que les montagnes soient beaucoup plus fréquentées qu'avant (surtout par des vacanciers). La fiabilité des prévisions de risque d'avalanche par le SLF a certainement contribué à ce résultat.

slf.ch/fr/bulletin-davalanches-et-situation-nivologique.html



Empa

NABEL: portée nationale et internationale

Projet commun à l'Empa et à l'Office fédéral de l'environnement (OFEV), le Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) mesure la pollution atmosphérique en Suisse dans 16 stations représentatives. Cette activité est ancrée dans l'ordonnance sur la protection de l'air. Le Réseau suit l'évolution de la qualité de l'air, évalue l'efficacité des mesures de protection de l'air déjà prises et en suggère de nouvelles. Une nouvelle station de mesure NABEL a été mise en place sur l'ancienne tour émettrice de Beromünster en 2017. Bon nombre des futures décisions politiques s'appuieront sur les résultats obtenus au sein de cette base de recherche où l'on travaille sur les émissions anthropiques et biogènes. A l'instar des autres stations NABEL, le site de Beromünster est rattaché à des programmes internationaux. Sa portée dépasse donc les frontières nationales.

Eawag

Qualité des eaux suisses

A la demande de la division Radioprotection de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), l'Eawag surveille continuellement la radioactivité des systèmes aquatiques grâce à son laboratoire Gamma et participe, avec le WSL et l'OFEV, à l'Observation nationale de la qualité des eaux de surface (NAWA). NAWA suit l'évolution des contenus des eaux suisses. Le programme de surveillance nationale continue des cours d'eau (NADUF) est intégré au programme NAWA.

Eawag

Centre suisse d'écotoxicologie appliquée

En 2017, le Centre Ecotox de l'Eawag et de l'EPFL a terminé ses travaux portant sur plus de 50 micropolluants aquatiques et leurs effets, pour définir des critères de qualité. Les valeurs vont être soumises à une consultation publique par le biais du DETEC, pour ensuite alimenter l'ordonnance suisse sur la protection des eaux comme exigences chiffrées. Le Centre Ecotox a également montré que la pollution des petits ruisseaux suisses par les produits phytosanitaires constituait un risque écotoxicologique. Notamment parce que les organismes aquatiques ne disposaient pas de période de régénération en présence d'une pollution continue.

www.centreecotox.ch

(Photo: Jürg Schweizer/SLF)

8

«Le Domaine des EPF élargit sa base de financement et assure que les ressources soient affectées conformément à la stratégie et de manière économique.»

Conclusion du Conseil des EPF

Malgré un léger recul des fonds de tiers, la base de financement du Domaine des EPF reste solide.

La part de fonds de tiers dans le financement s'est maintenue à près de 27%, ce qui est assez élevé. Elle dépend aussi de l'évolution du financement fédéral, lequel a enregistré une hausse par rapport à 2016.

Des initiatives et projets communs favorisent les synergies dans le Domaine des EPF et contribuent à accroître l'efficacité.

Financement fédéral

Le financement fédéral de la Confédération est la principale source de financement du Domaine des EPF. Le plafond de dépenses demandé par le Conseil fédéral dans son message FRI 2017–2020 (croissance Ø1,9%) a été augmenté de 160 mio CHF par les Chambres fédérales, pour s'inscrire à 10 337,8 mio CHF. En raison de mesures d'austérité pour les années 2018–2020, les fonds disponibles tomberont à 10 148,2 mio CHF pour la période 2017–2020. Cela correspond à une croissance annuelle moyenne d'à peine 1% (cf. fig. 2).

Le financement fédéral est composé de deux crédits: le crédit A231.0181 Contribution financière de la Confédération couvre les besoins de financement des dépenses courantes et le crédit d'investissement A202.0134 «Constructions du Domaine des EPF» les investissements (cf. fig. 3).

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

La Loi sur les EPF¹ exige, dans son article 33a, que le Conseil des EPF répartisse les fonds de la Confédération en s'appuyant sur ses conventions d'objectifs passées avec les deux EPF et les quatre établissements de recherche ainsi que sur les demandes de crédits de ces derniers. 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 EPF².

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 budgétaires décidés par le Parlement. Le Conseil des EPF s'appuie sur les demandes de crédits émises par les institutions et l'évaluation de leurs prestations.

Après déduction des dépenses engagées (projets en cours, administration du Conseil des EPF et Commission de recours interne des EPF, projets stratégiques, y c. financements incitatifs et d'aide au démarrage pour un montant total de 142,7 mio CHF), 2386,4 mio CHF étaient disponibles pour l'allocation de fonds. 2351,2 mio CHF ont été alloués au mandat de base et 35,2 mio CHF sous forme de récompenses axées sur les performances (cf. fig. 5).

Fonds pour des projets stratégiques du Domaine des EPF / usage propre du personnel du Conseil des EPF:

- infrastructures de recherche: 58,3 mio CHF
- grands axes stratégiques: 27,0 mio CHF
- financements incitatifs et d'aide au démarrage et autres dépenses centrales: 42,6 mio CHF
- administration du Conseil des EPF et Commission de recours interne des EPF: 14,8 mio CHF

¹ RS 414.110

² RS 414.110.3

Fig. 2: Plafond de dépenses du Domaine des EPF pour la période FRI 2017–2020 (février 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 CHF		75,3	35,2	37,3	41,2	
Croissance nominale en %		3,1	1,4	1,5	1,6	
Ø Exploitation plafond de dépenses 2013–2016 (au base Budget 2016) en %						1,9

Le financement fédéral est composé de deux crédits: le crédit A231.0181 Contribution financière de la Confédération couvre les besoins de financement des dépenses courantes et le crédit d'investissement A202.0134 «Constructions du Domaine des EPF» les investissements dans des immobilisations corporelles (cf. fig. 3).

Fig. 3: Crédits imputés sur le plafond de dépenses du Domaine des EPF (février 2018)

mio CHF	2016	2017	2018	2019*	2020	2017–2020
A231.0181 Contribution financière de la Confédération	2 288,7	2 377,9	2 332,4	2 312,0	2 332,6	9 355,0
A202.0134 Crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF	165,1	152,9	198,5	228,9	212,9	793,2
Total Crédits imputés sur le plafond de dépenses	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 540,9	2 545,6	10 148,2
Croissance nominale en CHF		77,0	0,1	10,0	4,6	
Croissance nominale en %		3,1	0,0	0,4	0,2	
Ø Exploitation plafond de dépenses 2017–2020 (sur la base du budget 2016) en %						0,9
Exploitation prévisionnelle des crédits à valoir sur le plafond de dépenses en %						98,2

* Le budget 2019 et le plan de financement 2020 ne seront adoptés qu'en juin/juillet 2018.

Les fonds de tiers

Les fonds de tiers³ constituent une part importante du financement du Domaine des EPF. Ils comprennent les contributions à la recherche de la Confédération, telles que les fonds du FNS et d'Innosuisse ainsi que ceux de la recherche du secteur public et des programmes-cadres de recherche européens (PCR). Cette part a légèrement baissé par rapport au niveau élevé de l'année précédente (2017: 540 mio CHF, 2016: 550 mio CHF), cependant elle est supérieure aux attentes (B 2017: 508 mio CHF). Les contributions à la recherche issues de la coopération avec le secteur privé (130 mio CHF) ont été conformes au budget. Elles ont néanmoins enregistré un léger recul par rapport à 2016 (–3,8%). Le total des autres fonds de tiers, les dons et les produits divers ont dépassé les attentes ainsi que le niveau de 2016.

La part des fonds de tiers dans les produits d'exploitation s'est élevée à 27,1% en 2017. Elle est donc restée constante par rapport à 2016 (27,7%). En valeur absolue, le total des fonds de tiers était

plus élevé qu'en 2016. Il faut aussi prendre en compte dans l'évaluation l'évolution des créances à court et long termes sur transactions sans contrepartie resp. dans les fonds de tiers affectés inscrits au bilan et issus de contrats selon IPSAS 23. Un volume supérieur à l'année précédente constitue un indice positif pour l'élargissement de la base de financement, ce qui a été le cas en 2017. Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan (2017: 1428 mio CHF) ont augmenté par rapport à 2016 (+94 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, il y aura des répercussions sur les produits d'exploitation.

Les coûts indirects des projets financés par des tiers sont facturés, de sorte que le mandat de base n'a pas été affecté par ces coûts.

³ Les fonds secondaires et les fonds 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, mandats de recherche et prestations des services scientifiques. Anciennement, les fonds de tiers comprenaient la recherche axée sur l'économie (secteur privé), les autres fonds de tiers axés sur des projets (y c. cantons, communes, org. intern.), les dons et legs, de même que les autres produits (cf. fig. 4).

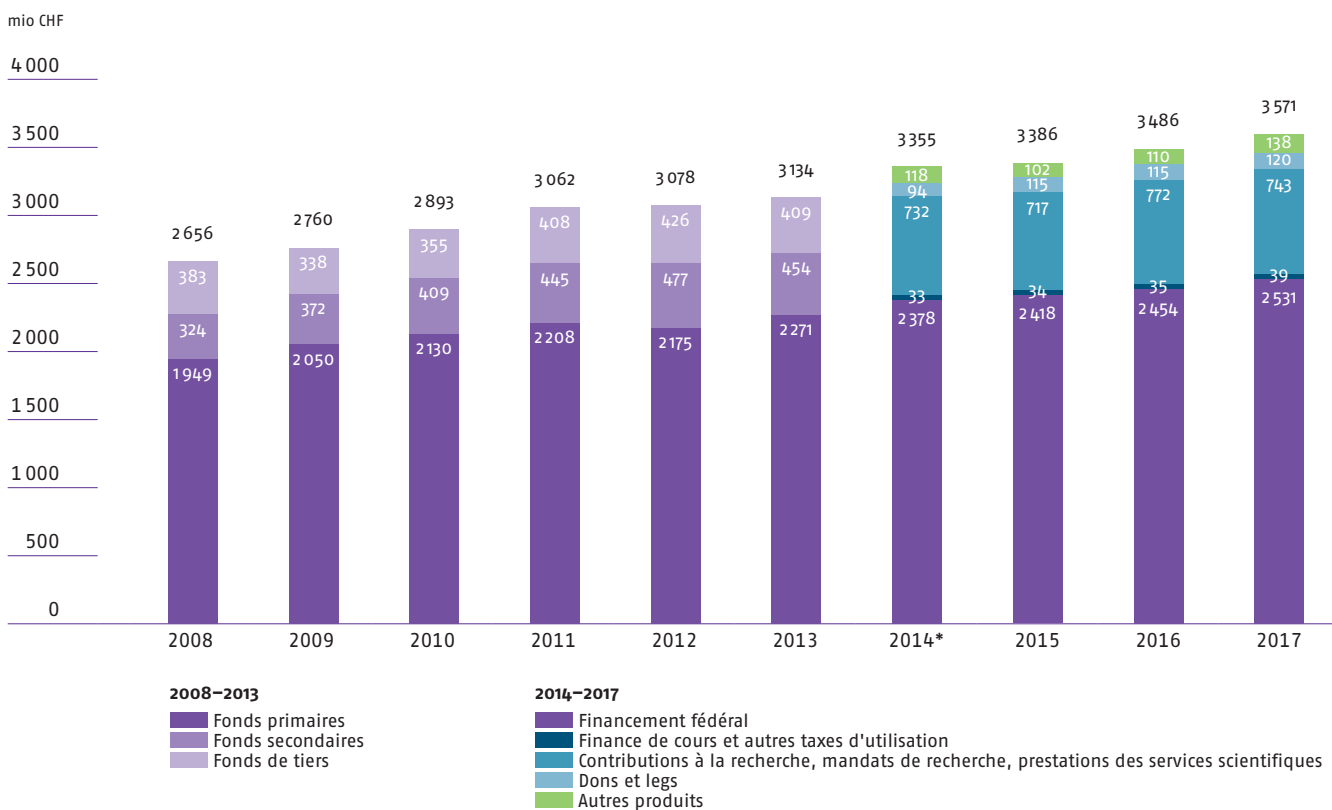
Préservation de la liberté d'enseignement et de recherche

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 en tout temps. Les contrats comprennent un passage à ce sujet. Les libertés correspondantes sont aussi assurées par contrat dans le domaine des coopérations de recherche.

Amélioration de l'efficacité et exploitation de synergies

Des initiatives communes, telles que KoBe ETH+ (achats coordonnés des institutions du domaine des EPF), SAP4Four (solution commune aux établissements de recherche pour le traitement des processus et le reporting), des projets centraux tels que NRS (normes comptables IPSAS) 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.

Fig. 4: Evolution des sources de financement



* selon la norme IPSAS à partir de 2014 (restatement)

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 (SDSC) de l'EPFL et de l'ETH Zurich, dont la construction est effectuée dans le cadre du grand axe Science des données (cf. p. 10) ou la plateforme ESI du PSI, de l'Empa et de l'ETH Zurich (cf. p. 22 s.). 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 en Valais et à Dübendorf génère des gains de synergie importants. Les classements internationaux constituent aussi un indicateur important de l'efficacité (cf. p. 94 ss.).

Démantèlement et élimination des accélérateurs du PSI

La provision de plus de 426 mio CHF pour les accélérateurs du PSI est constituée sur plus de 40 ans. Fin 2017, le montant épargné s'élevait à 12,0 mio CHF (+5,0 mio CHF), dont 0,8 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. 38.

Fig. 5: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF

mio CHF	2013	2014	2015	2016	2017	Δ 2016/2017	
						abs.	%
Domaine des EPF^{1, 2, 9, 10}	2 271,4	2 378,2	2 417,9	2 453,8	2 530,8	77,0	3,1
ETH Zurich ³	1 146,8	1 212,5	1 224,0	1 247,2	1 297,4	50,2	4,0
EPFL ⁴	580,9	594,9	618,1	640,3	666,2	25,8	4,0
PSI ^{5, 8}	303,2	300,4	324,0	305,4	294,3	-11,2	-3,7
WSL	55,6	53,0	55,7	55,9	58,7	2,8	5,0
Empa ⁶	97,3	106,8	106,7	110,7	114,7	3,9	3,5
Eawag	55,5	56,1	58,6	59,1	61,5	2,4	4,0
Conseil des EPF ⁷	32,2	54,6	30,7	35,1	38,2	3,1	9,0

Informations complémentaires sur les comptes 2017:

¹ Allocation totale de fonds en 2017, un award pour services exceptionnels inclus (35,2 mio. CHF)

² Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2017-2020 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses): tranche annuelle 2017: 2529,1 mio. CHF / arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2017: 2530,8 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: 22,9 mio. CHF, financement de démarrage président: 3,0 mio. CHF

⁵ ATHOS/SwissFEL inclus: 5,0 mio. CHF, Action Plan Energy PSI: 3,0 mio. CHF

⁶ Réévaluation du portefeuille immobilier incluse: 2017: -

⁷ Projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (5,0 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)

⁸ Fonds spéciaux inclus (1,7 mio. CHF)

⁹ Grands axes stratégiques inclus (Personalized Health and Related Technologies, science des données, Advanced Manufacturing) (total: 27,0 mio. CHF)

¹⁰ Infrastructures de recherche incluses (mise à niveau détecteurs CMS au CERN, Swiss Plasma Center) (total de 7,5 mio. CHF)

9

«Le Domaine des EPF coordonne l'exploitation des terrains et des immeubles et veille au maintien de leur valeur et de leur fonction.»

Conclusion du Conseil des EPF

Le portefeuille immobilier du Domaine des EPF est une composante de poids qui aide les institutions à conserver leur position internationale forte dans la recherche et dans l'enseignement. Le site scientifique suisse en profite dans sa globalité. Le Domaine des EPF veille à s'orienter vers les besoins sur le long terme et à jouer un rôle exemplaire dans la gestion immobilière durable. Les instruments de pilotage et de contrôle qui ont été introduits les années passées et qui font leurs preuves, comme les schémas généraux des espaces et du financement (SGEF) ou le système de contrôle interne (SCI) en gestion immobilière, y contribuent tout autant que le *Risk Management System* dont les travaux de mise en place ont débuté durant l'exercice sous revue.

Evolution du portefeuille sur le long terme

Pour remplir les objectifs stratégiques ambitieux de la Confédération, à la fois propriétaire du Domaine des EPF et des biens immobiliers utilisés par le Domaine des EPF, le Conseil des EPF s'associe aux institutions pour développer le portefeuille immobilier conformément aux besoins. L'objectif premier est de pouvoir mettre à disposition en temps utile les locaux et l'infrastructure technique nécessaires à la recherche et à l'enseignement, conformément à la planification stratégique. Après examen et approbation, l'année passée, par le Conseil des EPF des plans sur le long terme de cinq institutions sous forme de schémas généraux des espaces et du financement (SGEF), l'EPFL a présenté à son tour, en 2017, ses SGEF 2017–2020 pour approbation, après le changement de présidence. Les SGEF de l'Empa, de l'Eawag et du PSI ont été complétés. La gestion immobilière du Domaine des EPF poursuit donc le développement de son approche ciblée et en accord avec la clientèle, en tenant également compte des intérêts du propriétaire.

La progression de l'activité première (enseignement, recherche et TST) et l'accroissement des exigences vis-à-vis de l'infrastructure technique et des locaux entraînent une augmentation des besoins financiers. La demande – c'est-à-dire les besoins prévisibles de surface – augmente, même avec des scénarios d'amélioration de l'efficacité comme une concentration de l'occupation. Dans ce contexte, l'affectation des postes de travail s'assouplit de plus en plus. En 2017, le Conseil fédéral a adopté un programme d'austérité et un programme d'amélioration de l'efficacité. Ils concernent le crédit d'investissement «Constructions du Domaine des EPF», ce qui se répercute sur la planification des investissements pour les années 2018–2021. Les directions des deux EPF et des établissements de recherche ont procédé aux ajustements adéquats. Certains projets de construction ont été stoppés, reportés, voire annulés. Les réductions peuvent aussi être partiellement compensées par des retards dans les projets de construction en cours.

Le Domaine des EPF relève ce défi et réaffirme son intention de continuer de fournir, par son immobilier, les conditions adéquates pour la réalisation des objectifs de l'enseignement et la recherche, et de satisfaire aux normes élevées de la Confédération et du Domaine des EPF dans les secteurs de l'énergie, de l'environnement et de la culture architecturale au cours des prochaines années.

Maintien de la valeur et de la fonction

La préservation de la valeur et de la fonction des biens immobiliers du Domaine des EPF est une mission légale du Conseil des EPF. Elle est dans l'intérêt direct de la Confédération qui est propriétaire. Dans le cadre du droit à l'information de la Confédération, les charges correspondantes sont présentées séparément et l'état de chaque bâtiment est évalué à l'aide d'une méthode établie dans le secteur d'activité. Le tout est cumulé au niveau portefeuille et mis en regard de la tendance observée sur plusieurs années. En dépit de l'ancienneté relative des bâtiments et de leur utilisation intensive, leur valeur réelle de 84,7% de la valeur à neuf, telle que calculée en 2017, reste à un niveau élevé (cf. fig. 29, p. 108). 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.

Développement durable

Depuis 1997, le Conseil fédéral élabore tous les quatre ans un document dans lequel il consigne ses intentions politiques en matière de réalisation d'un développement durable en Suisse. Il suit actuellement la stratégie «Développement durable 2016–2019». Le rôle exemplaire que doit jouer la Confédération, en tant que propriétaire et exploitante des biens immobiliers et des infrastructures, est un axe majeur de cette stratégie. Les institutions du Domaine des EPF soutiennent les objectifs de la stratégie dans le cadre de leur gestion immobilière. Dans les projets pilotes et les projets phares qu'elles mènent à cet effet, elles testent de nouveaux matériaux, technologies et processus de construction afin de construire et d'exploiter des infrastructures en polluant moins.

Tandis que plusieurs bâtiments exemplaires dans le domaine du développement durable ont été mis en service en 2016, 2017 n'aura été marquée que par des mesures relativement modestes. On soulignera l'initiative du WSL qui, en 2017, a compensé le reliquat de ses émissions de CO₂ de 2016 (bâtiments et mobilité) par l'achat de certificats. D'ici à 2020, le WSL veut pouvoir chauffer et refroidir ses bâtiments à 98% au moins sans CO₂. Le développement des installations photovoltaïques dans les institutions s'inscrit dans cet objectif. En 2017, une unité a été mise en service au PSI et une autre au WSL. Accompagnée scientifiquement et testée par l'ETH Zurich avec l'EPFL, les Universités de Zurich et de Bâle ainsi que celles de Yale, d'Oxford, de Cambridge et de Copenhague au mois de novembre, une conférence virtuelle avait, elle aussi, pour objectif de contenir les émissions de CO₂ en évitant les déplacements en avion. Un monitoring de la durabilité des achats dans le cadre des marchés publics a également été réalisé en 2017, et pour la première fois, à l'attention du Conseil fédéral.

Coordination

Dans le domaine des biens immobiliers et de leur exploitation, la Confédération exige le respect de nombreuses normes et directives. L'application de celles-ci amène les offices fédéraux à la tête d'un domaine d'attributions particulier, sur mandat du Conseil fédéral, ou en charge de la mise en œuvre des normes et des directives, à collaborer. Pour le Conseil des EPF en tant que service de la construction et des immeubles (SCI), 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 trouver des solutions. Ceci implique de siéger au sein de différentes commissions, groupes spécialisés et groupes de travail, travaillant sur des thèmes tels que les achats et les contrats, la construction durable, la mitigation des séismes au niveau des bâtiments fédéraux, l'analyse des risques et de la vulnérabilité du sous-secteur recherche et enseignement, le bureau de construction des hautes écoles et divers aspects liés à l'environnement et à l'énergie. Les groupes spécialisés et les groupes thématiques du Domaine des EPF ainsi qu'une «salle d'écho», permettant de discuter de certains points avec des interlocuteurs des institutions, facilitent la coordination et contribuent à sa réussite. En plus d'intervenir dans les comités permanents susmentionnés, le service immobilier participe depuis 2017 à la stratégie de culture architecturale du Conseil fédéral.

Gouvernance

Depuis le 1^{er} janvier 2016, le Domaine des EPF applique un système de contrôle interne (SCI) à ses processus financiers en gestion immobilière. Durant l'exercice sous revue, le Contrôle fédéral des finances (CDF) a audité tous les participants – institutions, Conseil des EPF et Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL). Les résultats confirment l'exhaustivité et l'efficacité du SCI, mais mettent aussi en évidence certains perfectionnements possibles de cet instrument encore récent.

Le projet portant sur le système de gestion du Conseil des EPF par rapport aux risques immobiliers a commencé en 2017. Il consiste à identifier les principaux risques, du point de vue du propriétaire, qui sont associés au portefeuille immobilier, dans toute sa complexité et son hétérogénéité. Le projet s'achèvera au printemps 2018.

La révision de la Loi sur les EPF, avec l'adaptation de l'article 34b^{bis}¹, a créé la base juridique qui autorise le Domaine des EPF à céder temporairement à des tiers des biens immobiliers dont la Confédération est propriétaire. L'ordonnance correspondante stipule que 50% des revenus doivent être reversés à la Confédération.

Depuis 2017, une représentante du Conseil des EPF assiste les institutions au sein de leurs comités pour le pilotage de projets de construction stratégiques.

10

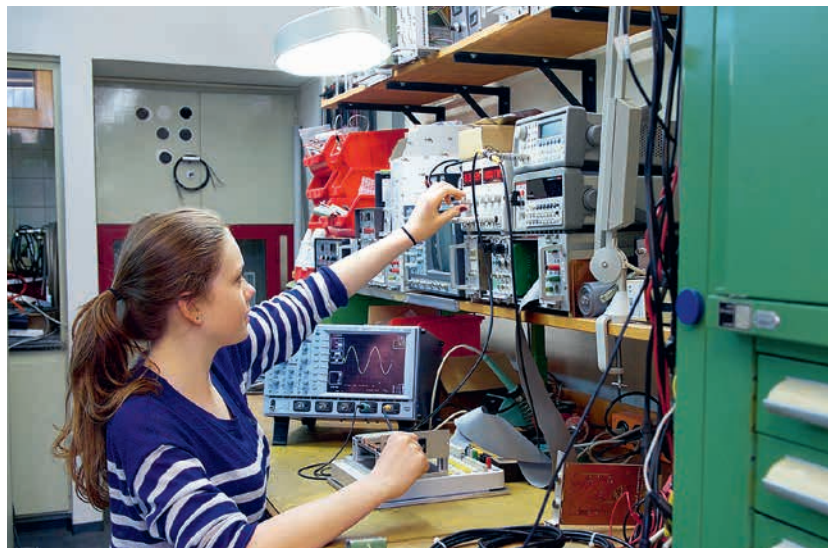
«Le Domaine des EPF est un employeur attrayant et responsable.»

Conclusion du Conseil des EPF

Favoriser la relève scientifique constitue un facteur de succès essentiel pour les deux ETH et les établissements de recherche. Des conditions-cadres aussi intéressantes que possible doivent permettre d'attirer les plus grands cerveaux vers le Domaine des EPF. Divers programmes de promotion renforcent la formation et le perfectionnement de ces jeunes scientifiques, actifs dans la recherche mais aussi dans l'enseignement. En particulier, le nombre d'offres spécifiques aux femmes a augmenté, ce qui devrait accroître leur part à tous les niveaux, notamment dans les positions dirigeantes. Le Domaine des EPF a élaboré à cet effet une stratégie d'égalité des sexes et des chances. Pour la mettre en œuvre, les institutions proposent des ateliers sur des sujets liés au genre, du mentoring, du coaching et des formations à l'intention des femmes, ainsi que des offres de garde d'enfants lors de conférences, des activités de vacances et d'accueil d'urgence. Pour maintenir des positions de leader dans l'enseignement et la recherche, des conditions de travail attrayantes et favorables aux familles sont indispensables.

Les institutions du Domaine des EPF jouent un rôle important dans la formation des apprentis, leur proposant des places variées dans le domaine administratif et technique. Les apprentis profitent du haut niveau des prestations fournies dans les hautes écoles et les établissements de recherche. Le Domaine des EPF applique le principe de la préférence nationale dans son choix du personnel administratif et technique, conformément aux objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF.

Les institutions du Domaine des EPF prennent également des mesures particulières pour assurer le lien entre les personnes issues de cultures, régions linguistiques, religions et groupes d'âge différents. Des activités internes et des campagnes sur le respect favorisent l'ouverture et la tolérance. Le Domaine des EPF encourage l'échange, la collaboration, ainsi que l'ouverture d'esprit.



Plus de 170 apprenants et stagiaires de 15 orientations professionnelles trouvent des conditions optimales pour leur apprentissage ou leur stage à l'ETH Zurich. (Photo: Heidi Hoststettler/ETH Zurich Berufsbildung)

ETH Zurich

Elue haute école la plus internationale au monde par le *Times Higher Education* (THE), l'ETH Zurich est une institution de formation et de travail privilégiée pour les personnes talentueuses de Suisse et du monde entier. L'orientation internationale est décrite par le THE comme facteur décisif de sa réussite. C'est elle qui lui permet de préparer ses étudiants et ses collaborateurs à la concurrence internationale.

L'ETH Zurich a adapté sa politique de recrutement et du personnel pour exploiter au mieux le potentiel national de main-d'œuvre dans les domaines technique et administratif. Elle encourage la mobilité interne de ses collaborateurs au sein des EPF et privilégie un poste ou une autorisation de travail existants pour la Suisse lors du recrutement.

L'ETH Zurich accorde aussi beaucoup d'importance à la formation professionnelle: elle forme actuellement 170 apprenants dans 15 professions techniques et commerciales. En 2017, 52 apprenants et stagiaires ont réussi leur apprentissage ou leur stage dans dix professions différentes.

L'ETH Zurich encourage sa relève scientifique par un large éventail de mesures. Un de ses programmes les plus importants est l'*ETH Zurich Postdoctoral Fellowship*. Il s'adresse aux jeunes chercheurs ayant obtenu un doctorat dans une autre institution que l'ETH ou l'Université de Zurich. Une évaluation récente de la carrière d'anciens *ETH Fellows* sélectionnés entre 2011 et 2014 montre que 22 personnes ont obtenu une chaire d'assistance, et deux personnes une chaire complète (20%), soit 20% des anciens *ETH Fellows*.

Les scientifiques bénéficiant d'un contrat à durée indéterminée (*Senior Scientists*) de l'ETH Zurich jouent un rôle important dans l'enseignement, la recherche et le transfert de savoir et de technologie (TST). Il est prévu d'augmenter le nombre de *Senior Scientists* ces prochaines années pour qu'il corresponde à celui des chaires. Les profils de tâches des *Senior Scientists* ont été ana-

lysés et discutés en 2017. Un concept différencié a été mis en consultation au semestre d'automne 2017 et doit être réalisé en 2018.

En tant qu'employeur moderne souhaitant augmenter sa part de femmes à tous les niveaux, l'ETH Zurich entend promouvoir la conciliation entre travail et famille. Des conditions de travail flexibles sont associées à un concept global de responsabilité et de travail (télétravail, p. ex.). Une garde extra familiale des enfants et des moyens financiers aident les parents. Avec KihzFlex, l'ETH Zurich a créé en 2017 la possibilité de prendre en charge des enfants dans des crèches, à l'heure ou à la journée, en cas d'imprévu. Cette offre est très utilisée. Le fonds Robert Gnehm peut octroyer des moyens supplémentaires pour la prise en charge d'enfants en bas âge lors d'une participation à une conférence. Par l'ALEA Award (*Art of LEAdership Award*), l'ETH Zurich honore le personnel d'encadrement qui permet activement à ses collaborateurs de concilier profession, famille et engagement extra-professionnel par des conditions de travail modernes et innovantes. Ce prix remplace après dix ans le Goldene Dreirad, créé en 2007 par l'association du corps intermédiaire (AVETH) et le bureau pour l'égalité des chances.

Afin de souligner l'importance du respect, de la considération, du dialogue et de la confiance dans la culture de collaboration, l'ETH Zurich a lancé une campagne sur le respect à l'automne 2017. Elle souligne ainsi qu'aucun comportement inopportun, tel que la discrimination, le harcèlement moral, la violence et les menaces ne sera toléré à l'ETH Zurich. Par ailleurs, un code de conduite «Respect» applicable à l'ETH Zurich a été introduit début 2018. ■



Depuis sa création en août 1997, le LABO-ÉCOLE de chimie de l'EPFL a formé plus de 100 apprenants. (Photo: Alain Herzog/EPFL)

EPFL

L'année 2017 a vu la mise en route de l'implémentation du Plan d'action égalité 2017–2020 de l'EPFL. Parmi les objectifs poursuivis, l'augmentation du pourcentage de professeures est prioritaire. Durant les trois dernières années, le pourcentage de femmes parmi les professeures assistantes *tenure track* (PATT) se situait

entre 26 et 30%. L'EPFL a ainsi atteint l'objectif de 28% fixé par le Conseil des EPF pour 2016. La stratégie du recrutement et de la progression de carrière des professeurs basée sur le système du *tenure track* est l'une des clés de la progression du taux de professeures associées (PA) et ordinaires (PO) à l'EPFL. Un suivi des taux de promotion de PATT à PA montre une progression par rapport aux années précédentes, le pourcentage de femmes (11%) est toutefois en-dessous de l'objectif du CEPF qui avait été fixé à 13%. Pour soutenir la progression du taux de femmes recrutées, l'EPFL a mis en place une politique pour l'égalité des chances dans les procédures de recrutement de professeurs, avec notamment la sensibilisation des membres des commissions de recrutement aux biais implicites, aux méthodes pour les contrer et diminuer leur impact dans les procédures de recrutement. Des séminaires abordant cette thématique seront organisés régulièrement avec une participation requise pour les présidents d'un comité de recrutement professoral. La sollicitation active d'un pool de candidats d'excellence et diversifié, une systématisation des procédures assurant une application consistante des critères et le monitoring des résultats contribueront à ce que l'augmentation du taux de professeures progresse au rythme nécessaire.

Différentes mesures ont été introduites pour soutenir l'égalité des chances au niveau de la relève et favoriser la conciliation d'une carrière dans la recherche avec une vie familiale. Depuis janvier, les doctorantes et postdoctorants peuvent obtenir un soutien pour couvrir les frais de voyage d'une personne qui les accompagne avec leur bébé de moins de 18 mois lors d'une conférence ou pour un séjour de recherche de courte durée. Une autre mesure introduite est l'application automatique du système *stop the clock* pour la durée du congé maternité au niveau doctorat et postdoctorat. Un cursus *e-learning* sur la *Work-Life-Balance* a été mis en place dans l'objectif de sensibiliser le personnel et lui fournir un outil concret pour favoriser la conciliation des domaines de vie.

2017 a été une année de transition pour la politique du personnel de l'EPFL. A la demande de la nouvelle direction, la directrice des ressources humaines (RH) fraîchement en poste a commencé à définir une stratégie RH. Celle-ci tient compte de la stratégie de l'EPFL, du cadre légal, des objectifs du Conseil des EPF et des besoins des collaborateurs. Elle inclut une revue et une adaptation des politiques et pratiques RH, dont notamment la politique pour le Corps intermédiaire, et un renforcement des compétences managériales, y compris celles des professeurs. Une adaptation de l'organisation de la fonction RH et un investissement dans la digitalisation est également prévue.

En 2017, un outil de recrutement en ligne a été mis en place en collaboration avec la vice-présidence pour les systèmes d'information. Une revue des pratiques contractuelles pour les collaborateurs administratifs et techniques (CDD/CDI) a été menée à bien. ■



L'IDCN au PSI. (Photo: PSI)

PSI

Le succès du PSI dépend essentiellement des capacités, de la satisfaction, de la performance d'équipe, mais aussi de la contribution individuelle de chaque collaborateur. L'encouragement de la relève scientifique et la création de conditions de travail permettant aux collaborateurs de mieux concilier travail et vie privée constituent donc des priorités de la politique du personnel (*Ambitious People meet a Friendly Workplace*). L'objectif principal des activités du PSI en faveur de l'égalité des sexes est l'augmentation de la part de femmes, notamment dans les fonctions de direction et les organes décisionnels. Un programme de mentoring a été élaboré pour les femmes souhaitant assumer une fonction de direction, et mis au concours pour la première fois en 2017. Outre l'offre interne du PSI, les doctorantes et postdoctorantes peuvent participer au projet pilote de mentoring du programme *Fix the Leaky Pipeline!* du Domaine des EPF, visant à soutenir les jeunes scientifiques dans leur déroulement de carrière.

Depuis 2017, le PSI est membre du *International Dual Career Network* (IDCN). Ce réseau met des informations sur le marché du travail local à la disposition des partenaires des collaborateurs des institutions affiliées, et les assiste dans leur recherche d'emploi. Afin de permettre aux collaborateurs étrangers de découvrir cette offre, l'*International Dual Career Days* s'est tenu au PSI en juin 2017, avec plus de 70 participants.

Le personnel d'encadrement du domaine scientifique et technique est confronté à des exigences toujours plus complexes. Pour l'assister, le PSI et la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW Windisch) collaborent afin de proposer une formation continue spéciale avec un diplôme reconnu: le CAS *Leadership in Science*. Cette formation a été élaborée avec les autres établissements de recherche du Domaine des EPF, et réalisée pour la première fois en septembre dernier.

Pour mieux exploiter les opportunités issues de la gestion de la diversité et professionnaliser les activités du PSI dans ce domaine, un poste de responsable de la diversité a été mis au concours en collaboration avec l'Eawag et pourvu au mois de mars 2017. Avec la gestion du personnel et le Comité pour l'égalité des chances, il veillera au développement et à la mise en œuvre de la stratégie d'égalité des chances et de diversité du PSI. ■

WSL

L'encouragement de la relève scientifique implique un encouragement des disciplines MINT et la coopération entre les écoles, la société, les entreprises, les universités et les institutions de recherche. Ces dernières années, le WSL a élargi son offre à l'intention des jeunes enfants. A l'ENA de Davos, les enfants découvrent le monde de la neige, et donc de multiples facettes des sciences naturelles, dès l'école enfantine. Au siège de Birmensdorf, plusieurs modules pour les classes du primaire ont été développés et testés en 2017. Les visites scolaires sont cependant difficiles à réaliser, tant pour les classes que pour les organisateurs, et restent limitées. C'est pourquoi les canaux médiatiques ciblent désormais aussi les enfants et les jeunes. Un portail spécialisé a été conçu dans le cadre du lancement du nouveau site Web: www.wsl-junior.ch. Il publie même certaines nouvelles de la recherche dans une langue adaptée aux enfants. Si le concours vidéo s'adressant aux jeunes n'a pas rencontré le succès escompté, il a permis au WSL d'établir de bonnes relations avec les associations d'enseignants, les publications spécialisées et les écoles.

Lors de la journée «Futur en tous genres» à Davos et Birmensdorf, le WSL a donné un aperçu de la recherche et des professions nécessitant un apprentissage qu'il propose, telles qu'électronicien ou cuisinier. Au siège principal, la journée n'était pas réservée aux enfants et aux proches des collaborateurs, mais également aux filles souhaitant participer au programme «Filles et métiers de la technique!». ■

Pour les collaborateurs du WSL, la formation continue interne de 2017 était axée sur le thème du management. Près de cent d'entre eux ont suivi les formations, intitulées p. ex. «Mener des entretiens difficiles». La théorie des formations a ensuite été mise en pratique dans le cadre de jeux de rôles – avec des acteurs pour interlocuteurs –, ce qui a permis à chacun de progresser. Un *Workshop* traitant du management, des attentes envers le personnel d'encadrement et les collaborateurs, ainsi que du concept de «direction» complétait l'offre. ■



Le WSL forme des jeunes aux métiers de laborantin chimiste et biologiste, d'informaticien, d'électronicien, cuisinier, de polymécanicien et d'agent d'exploitation (à g.). (Photo: WSL)

Empa

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 Balance ZH», il a reçu en 2017 la distinction *HR Excellence in Research* de la Commission européenne «recherche et innovation».

L'Empa a aussi pris des mesures permettant d'exploiter le principe de la préférence nationale issu de la mise en œuvre de l'initiative contre l'immigration de masse. Les prescriptions et recommandations légales correspondantes sont prises en compte lors du recrutement de nouveaux collaborateurs. Les postes vacants des domaines administratif et technique sont publiés sur des plateformes d'emploi suisses et dans les offices régionaux de placement (ORP). Le recrutement de non-résidents dans les domaines administratif et technique est exclu sans justification valable. En fin de contrat (d'apprentissage, par exemple), l'Empa offre une assistance à la recherche d'un emploi. Il participe également aux programmes d'intégration des ORP. L'Empa engage des personnes à capacité de rendement limitée, ce qui leur permet de s'intégrer professionnellement et renforce leur employabilité.

Outre le plan de développement personnel annuel, des formations spéciales sur la planification d'une carrière dans l'industrie sont proposées aux doctorants et aux postdoctorants. Les collaborateurs de longue date bénéficient de formations spéciales assurant le développement de leur carrière. A l'Empa, la carrière technique est assimilée à une carrière de dirigeant et s'étend jusqu'à l'échelon de *Distinguished Senior Researcher*.

Plus de 40 apprentis sont formés à l'Empa dans dix professions différentes. Chaque été, l'Empa organise un camp pour enfants en âge d'école primaire afin d'éveiller très tôt l'intérêt pour les sciences naturelles et l'ingénierie. Chaque année, d'innombrables enfants se passionnent pour la science et la recherche lors de la journée «Futur en tous genres». L'Empa encourage le programme de promotion commun du Domaine des EPF pour les jeunes scientifiques – *Fix the Leaky Pipeline!* En 2017, la part de femmes dans les postes de cadres dirigeants a augmenté tant chez les responsables de département que chez les responsables de service.

Les principes de management de l'Empa sont régulièrement transmis lors de séminaires pour cadres, ce qui donne un nouvel élan en matière de culture homogène et de collaboration active, tous départements et services confondus. Tous les nouveaux collaborateurs sont familiarisés avec les directives relatives à l'intégrité dans la recherche. Les différents bureaux de médiation et le service du personnel aident les collaborateurs et les cadres confrontés à ces questions. ■

Eawag

L'Eawag est un employeur responsable, proposant des modèles de temps de travail flexibles, une gestion intégrée de la santé et des possibilités de formation continue exceptionnelles. Les plus de 100 doctorants de la relève scientifique ont à leur disposition d'excellentes infrastructures, des possibilités de formation continue spécifiques et des plateformes d'information répondant à leurs besoins. Aux scientifiques engagés dans le cadre d'un projet limité, l'Eawag propose des ateliers sur la planification de l'avenir

professionnel et les *Academic Transition Grants*, afin de renforcer leurs qualifications pour le marché du travail. Chaque année, l'Eawag finance une *PostDoc Fellowship* afin de promouvoir les jeunes chercheurs talentueux. Il soutient durablement la mise en réseau et le degré de notoriété des établissements de recherche, et permet d'identifier les talents scientifiques. L'*Eawag Partnership Program for Developing Countries* (EPP) est poursuivi, afin d'assurer le transfert de connaissances aux étudiants des pays en développement. En 2017, l'Eawag a formé 27 apprentis aux métiers de laborantins chimistes et biologistes, employés de commerce et spécialistes en informatique.

Le Comité pour l'égalité des sexes et des chances (EOC) poursuit son travail engagé. Le poste créé avec le PSI, soutenu également par l'Eawag au sein d'organes externes et dans le cadre d'activités stratégiques, répond d'initiatives telles que les nouvelles offres de mentoring du programme *Fix the Leaky Pipeline!* L'un des principaux sujets de l'EOC est la conciliation de la famille et du travail. La direction met à la disposition des jeunes mères des moyens financiers obtenus dans le cadre du programme spécifique *Tailwind*, afin de les aider au cours des premiers mois de maternité. Au moment de fonder une famille, les chercheuses de *tenure track* bénéficient d'une prolongation de leur engagement. Les jeunes pères ont la possibilité de réduire temporairement leur taux d'occupation.

Par sa promotion systématique et son respect des directives internes, l'Eawag a pu maintenir la part élevée de femmes dans les positions dirigeantes (31,3%). Ainsi, la chercheuse de l'Eawag Kathrin Fenner est professeure extraordinaire ad personam pour la chimie environnementale à l'Université de Zurich depuis le 1^{er} février 2017. A l'Eawag, elle est cheffe de groupe du service Chimie environnementale. Elle est à la fois mère et chercheuse de renommée nationale et internationale (notamment documentée par l'obtention d'une bourse *ERC Consolidator Grant*).

Outre son engagement pour la crèche de l'Empa-Eawag, l'Eawag participe aux frais de prise en charge des parents aux revenus modestes. Dans la mesure du possible, les collaborateurs malades ou à capacité de rendement limitée restent intégrés aux processus de travail. ■



Kathrin Fenner, une scientifique Eawag de renommée nationale et internationale. (Photo: Peter Penicka / Eawag)

Chiffres clés

Le chapitre Chiffres clés dresse un portrait concis et informatif du Domaine des EPF, à l'appui de chiffres. Les comptes détaillés sont publiés à part, dans le rapport financier.

31 293

Nombre total d'étudiants et de doctorants



Photo: Shutterstock

269

ERC Grants 2007–2016
dans le Domaine des EPF

3572 mio CHF

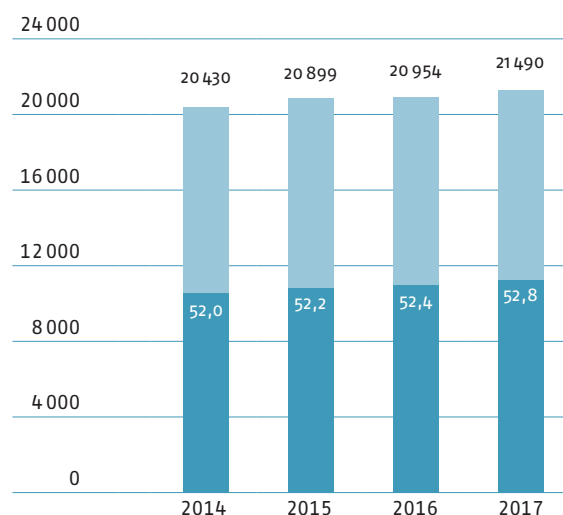
Recettes d'exploitation

Compte de financement 2017

La Confédération finance le Domaine des EPF à près de 90% (part de 2017: 86%). La majeure partie provient du financement fédéral. Les recettes issues des fonds de tiers ont de nouveau pu être augmentées.

La majorité du financement (soit 71%) est assurée via le financement fédéral. 15% des fonds sont fournis de manière compétitive, via les deux institutions de financement FNS et Innosuisse, la recherche du secteur public et les fonds des programmes-cadres de recherche européens (PCR-UE) en tant que contributions à la recherche.

Développement des contrats de travail



■ Contrats de travail (CT) dans le Domaine des EPF, cf. fig. 22, p. 101
■ y.c. part d'employés étrangers (%), cf. fig. 26, p. 103

Sommaire

Tableau de monitoring	84
Rapport sur les prestations académiques	86
Classements et benchmarkings	94
Chiffres clés sur le personnel	100
Chiffres clés sur l'immobilier	106
Energie et environnement	111
Compte de financement	114

29,5%

Pourcentage de femmes dans les nominations de professeurs

Fig. 6: 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
Enseignement				
Etudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL (headcount)				
Nouvelles inscriptions				
Au niveau bachelor ¹	4 052	5 255	5 531	4 756
Etudiants¹	16 233	22 099	24 217	25 059
Proportion de femmes (%)	29,3	29,1	29,7	30,6
Proportion d'étrangers (%)	27,3	35,5	37,4	38,4
Au niveau bachelor	10 138	13 995	14 727	14 385
Proportion de femmes (%)	28,8	28,6	30,0	30,6
Proportion d'étrangers (%)	23,8	30,9	31,6	29,4
Au niveau master	4 649	7 241	8 662	8 979
Proportion de femmes (%)	28,0	29,4	28,5	29,6
Proportion d'étrangers (%)	34,4	43,1	46,1	45,9
Au niveau diplôme	751	0	0	0
En programme MAS/MBA	695	863	828	840
Proportion de femmes (%)	34,2	34,6	37,9	38,8
Proportion d'étrangers (%)	48,1	45,7	50,2	51,5
De mobilité ¹	-	-	-	855
Proportion de femmes (%)	-	-	-	33,7
Proportion d'étrangers (%)	-	-	-	96,7
Taux d'encadrement				
Etudiants (bachelor et master) par professeur	25,1	27,7	29,2	28,4
Doctorants	4 823	5 947	6 134	6 234
Proportion de femmes (%)	28,6	30,4	31,0	30,8
Proportion d'étrangers (%)	62,7	72,6	74,3	75,0
Taux d'encadrement				
Doctorants par professeur	7,8	7,7	7,7	7,6
Etudiants et doctorants	21 056	28 046	30 351	31 293
Proportion de femmes (%)	29,1	29,4	30,0	30,6
Proportion d'étrangers (%)	35,4	43,3	44,9	45,7
Taux d'encadrement				
Etudiants et doctorants par professeur	34,0	36,5	37,9	38,0
Diplômes				
Bachelor	1 656	2 249	2 500	2 602
Diplôme, master	1 978	2 663	2 989	3 065
MAS/MBA	336	346	303	394
Doctorat	832	993	1 256	1 258
Enseignement et encadrement par les établissements de recherche				
Heures d'enseignement	15 569	15 670	18 023	17 992
Travaux de bachelor, master et diplôme	391	532	575	602
Doctorants	700	797	783	807
Proportion de femmes (%)	36,1	36,3	39,8	39,0
Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%)	66,1	67,9	67,4	67,7
Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%)	17,3	13,4	11,7	10,3

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitorage
	2008	2013	2016	2017
Recherche				
Publications ²	-	-	-	-
Contributions à la recherche – mandats de recherche – prestations des services scientifiques ³ (en mio CHF)	-	-	772,7	743,2
dont fonds FNS	141,6	209,0	257,4	260,3
dont Innosuisse	26,1	36,8	50,6	62,6
dont fonds UE (PCRD)	97,7	135,2	142,1	139,2
Transfert de savoir et de technologie (TST)				
Déclarations de découvertes ⁴	-	-	-	343
Déclarations de logiciels ⁴	-	-	-	26
Brevets	125	193	230	206
Licences	178	223	353	297
Spin-offs	46	43	50	48
Personnel (EPT)				
Professeurs	619,4	767,7	800,8	823,8
Proportion de femmes (%)	10,7	12,4	13,9	14,8
Proportion d'étrangers (%)	61,8	67,1	68,0	67,2
Personnel scientifique	7 956,5	9 927,3	11 053,9	11 204,4
Personnel technique	2 957,6	3 157,3	3 355,1	3 439,8
Personnel administratif	1 771,2	2 279,0	2 577,8	2 690,0
Apprenants	386,0	435,0	463,7	473,6
Finances / immeubles				
Financement fédéral (point de vue du plafond de dépenses) (en mio CHF)	1 949,4	2 271,4	2 453,8	2 530,8
dont contribution financière de la Confédération	1 778,4	2 073,9	2 288,7	2 377,9
dont crédit d'investissement des constructions Domaine des EPF	170,9	197,5	165,1	152,9

Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87 et encadré p. 93.

¹ 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.

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

³ Nouvelles catégories conformément à la présentation des comptes selon les normes IPSAS; les chiffres de 2016 et 2017 ne sont ainsi pas directement comparables à ceux des années précédentes.

⁴ Indicateurs TST complémentaires introduits en 2017.

Augmentation des effectifs en Informatique et technologie de la communication et en Sciences de l'ingénieur

Le nombre d'étudiants et de doctorants est en nette augmentation dans les filières Informatique et technologie de la communication et Sciences de l'ingénieur. Cette évolution est réjouissante au vu de l'intérêt croissant de la société et de l'économie à promouvoir la relève scientifique dans ces disciplines.

Le nombre d'étudiants et de doctorants des EPF a continué à augmenter et a atteint un effectif total de 31293 personnes en 2017 (+3,1%, cf. fig. 7). Les deux EPF ont compté 14385 étudiants au niveau bachelor, 8979 au niveau master, 840 en programme de formation continue MAS/MBA, et 6234 doctorants. Pour la première fois en 2017, les étudiants de mobilité ont été comptabilisés séparément des effectifs au niveau bachelor ou master, et représentaient 855 étudiants.

Développement dans l'enseignement

Depuis 2017, les étudiants aux niveaux bachelor et master n'englobent plus les étudiants de mobilité (pour la plupart au niveau bachelor). Cela devrait être pris en compte lors de la comparaison avec les années précédentes. Notamment, la baisse des nouvelles inscriptions et du nombre total d'étudiants en bachelor est clairement due au fait que les étudiants de mobilité ont été comptabilisés séparément (cf. fig. 8 et 9). Cet ajustement a également une répercussion directe sur le taux d'encadrement des étudiants en bachelor et en master (cf. fig. 12). En 2017, le niveau doctorat à quant à lui compté 1,6% de personnes de plus qu'en 2016.

Les filières qui ont vu la plus grande croissance d'effectif total en 2017 sont les filières Informatique et technologie de la communication (+7,5%) et Sciences de l'ingénieur (+4,1%; cf. fig. 7). Depuis 2017, l'EPFL propose les humanités digitales comme nouvelle branche d'études au niveau master. Les étudiants ayant choisi cette voie sont désormais comptés dans les Sciences humaines, sociales et politiques. Aucune affirmation pertinente ne peut être faite à propos de l'évolution de cette discipline qui ne recense que peu d'étudiants au total (380 en 2017). L'ETH Zurich propose désormais un cursus de bachelor en médecine humaine. Tout comme dans les autres hautes écoles universitaires en la Suisse alémanique, l'entrée au niveau bachelor de médecine humaine à l'ETH Zurich

est soumise à un test d'aptitudes. Le nombre de nouvelles inscriptions dans cette filière est limité à 100 par année et restera donc stable au cours des années (cf. fig. 9).

Au cours des dernières années, les deux EPF ont déployés beaucoup d'efforts pour augmenter la proportion de femmes à tous les niveaux d'études. En 2017, la proportion totale des étudiantes et doctorantes a à nouveau légèrement augmenté pour atteindre 30,6%. Au niveau bachelor, elles représentaient 30,6% des effectifs, 29,6% au niveau master et 30,8% au niveau doctorat (cf. fig. 10).

Un nombre croissant d'étudiants et de doctorants de nationalité étrangère choisissent de poursuivre leurs études dans une des deux EPF et leur part par rapport au nombre total a augmenté (45,7% en 2017, contre 44,9% en 2016). En 2017, ils représentaient 29,4% des étudiants au niveau bachelor et 45,9% au niveau master. Le fait que ces catégories ne comprennent désormais plus les étudiants de mobilité, qui sont à plus de 95% d'origine étrangère, devrait être pris en compte pour toute comparaison avec les données des années précédentes. Les doctorants de nationalité étrangère représentaient quant à eux 75% de l'effectif total en 2017. Dans la plupart des cas, les étudiants et les doctorants de nationalité étrangère ont été scolarisés à l'étranger, soit 75,6% d'entre eux au niveau bachelor, 91,3% au niveau master et 95,1% au niveau doctorat (cf. fig. 11; définitions à l'encadré à dr.).

Le taux d'encadrement reflète le nombre d'étudiants et de doctorants par professeur (2017: 38,0; 2016: 37,9). Les *senior scientists* et maîtres d'enseignement (MER) des deux EPF assurent eux aussi une grande partie de l'encadrement des étudiants et des doctorants (cf. encadré à dr.). Le taux d'encadrement «élargi» prend en compte ces catégories de personnel en plus du professorat.



Le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag s'investissent beaucoup dans l'enseignement. Entre autres, leurs employés dispensent des cours, des séminaires, des travaux pratiques ou autres formations dans les disciplines les plus variées, à des étudiants venant des EPF, mais également d'autres hautes écoles universitaires ou spécialisées (en Suisse pour la plupart). En 2017, cet

investissement correspondait à 17992 heures d'enseignement (cf. fig. 14). De plus, les établissements de recherche proposent un large éventail de sujets de recherche, pour la plupart en recherche appliquée, qui ont attiré un record de 602 étudiants en 2017 en vue de leur travail de bachelor ou de master et 807 doctorants pour accomplir leur travail de thèse.

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 semestre/s dans une des deux EPF tout en étant immatriculés dans une autre haute école). 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 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.

Fig. 7: Etudiants et doctorants par discipline

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ 2016 / 2017	
												en %
Architecture	2553	2743	2994	3098	3177	3097	3066	3060	3030	3047	17	0,6
ETH Zurich	1598	1697	1848	1900	1950	1852	1783	1805	1771	1823	52	2,9
EPFL	955	1046	1146	1198	1227	1245	1283	1255	1259	1224	-35	-2,8
Construction et géomatique	1980	2170	2405	2727	2900	3074	2946	2882	2860	2791	-69	-2,4
ETH Zurich	1141	1278	1434	1576	1629	1740	1731	1716	1701	1688	-13	-0,8
EPFL	839	892	971	1151	1271	1334	1215	1166	1159	1103	-56	-4,8
Sciences de l'ingénieur	5081	5597	5985	6391	6816	7245	7502	7903	8069	8398	329	4,1
ETH Zurich	3301	3677	3901	4167	4341	4549	4729	4930	4993	5135	142	2,8
EPFL	1780	1920	2084	2224	2475	2696	2773	2973	3076	3263	187	6,1
Informatique et technologie de la communication	1906	1929	2070	2253	2367	2536	2665	2809	3033	3261	228	7,5
ETH Zurich	981	997	1029	1082	1083	1158	1247	1405	1536	1753	217	14,1
EPFL	925	932	1041	1171	1284	1378	1418	1404	1497	1508	11	0,7
Sciences exactes et sciences naturelles	3671	3942	4155	4476	4780	4883	4944	5145	5442	5595	153	2,8
ETH Zurich	2271	2470	2606	2790	2903	2972	3024	3157	3352	3505	153	4,6
EPFL	1400	1472	1549	1686	1877	1911	1920	1988	2090	2090	0	0,0
Médecine humaine¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	-	-
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	-	-
Sciences de la vie	2858	3034	3176	3314	3708	3879	3990	4051	4216	4312	96	2,3
ETH Zurich	2255	2391	2472	2551	2823	2923	3012	3044	3162	3218	56	1,8
EPFL	603	643	704	763	885	956	978	1007	1054	1094	40	3,8
Sciences naturelles orientées système	2030	2104	2205	2261	2201	2159	2211	2284	2411	2437	26	1,1
ETH Zurich	2030	2104	2205	2261	2201	2159	2211	2284	2411	2437	26	1,1
Management, technologie, économie	778	819	859	833	870	897	913	913	972	973	1	0,1
ETH Zurich	534	562	592	584	583	549	579	582	571	583	12	2,1
EPFL	244	257	267	249	287	348	334	331	401	390	-11	-2,7
Sciences humaines, sociales et politiques²	199	202	255	276	268	276	300	310	318	380	62	19,5
ETH Zurich	199	202	255	276	268	276	300	310	318	366	48	15,1
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-
Total d'étudiants et de doctorants	21056	22540	24104	25629	27087	28046	28537	29357	30351	31293	942	3,1
ETH Zurich	14310	15378	16342	17187	17781	18178	18616	19233	19815	20607	792	4,0
EPFL	6746	7162	7762	8442	9306	9868	9921	10124	10536	10686	150	1,4
dont femmes	6131	6627	7149	7585	7973	8238	8414	8677	9091	9587	496	5,5
ETH Zurich	4345	4707	5050	5292	5445	5560	5701	5873	6164	6563	399	6,5
EPFL	1786	1920	2099	2293	2528	2678	2713	2804	2927	3024	97	3,3
dont étrangers	7453	8396	9488	10456	11437	12152	12354	12804	13615	14290	675	5,0
ETH Zurich	4438	5113	5698	6205	6559	6751	6949	7226	7563	7972	409	5,4
EPFL	3015	3283	3790	4251	4878	5401	5405	5578	6052	6318	266	4,4

Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

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. 8: Etudiants et doctorants par niveau d'études

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ 2016/2017	
												en %
Etudes de bachelor	10 138	10 970	11 716	12 600	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	- 342	- 2,3
ETH Zurich	6 896	7 344	7 757	8 236	8 468	8 817	8 820	9 087	9 309	9 262	- 47	- 0,5
EPFL	3 242	3 626	3 959	4 364	4 891	5 178	5 124	5 205	5 418	5 123	- 295	- 5,4
Etudes de master	4 649	5 326	5 997	6 568	6 981	7 241	7 781	8 126	8 662	8 979	317	3,7
ETH Zurich	3 028	3 749	4 281	4 607	4 755	4 811	5 187	5 480	5 861	6 158	297	5,1
EPFL	1 621	1 577	1 716	1 961	2 226	2 430	2 594	2 646	2 801	2 821	20	0,7
Etudes de diplôme	751	395	191	0	0	0	0	0	0	0	-	-
ETH Zurich	751	395	191	0	0	0	0	0	0	0	-	-
EPFL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-
MAS / MBA	695	676	792	801	911	863	805	836	828	840	12	1,4
ETH Zurich	436	502	606	659	763	661	634	640	635	646	11	1,7
EPFL	259	174	186	142	148	202	171	196	193	194	1	0,5
De mobilité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	855	-	-
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	449	-	-
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	406	-	-
Total d'étudiants	16 233	17 367	18 696	19 969	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	842	3,5
ETH Zurich	11 111	11 990	12 835	13 502	13 986	14 289	14 641	15 207	15 805	16 515	710	4,5
EPFL	5 122	5 377	5 861	6 467	7 265	7 810	7 889	8 047	8 412	8 544	132	1,6
Etudes de doctorat	4 823	5 173	5 408	5 660	5 836	5 947	6 007	6 103	6 134	6 234	100	1,6
ETH Zurich	3 199	3 388	3 507	3 685	3 795	3 889	3 975	4 026	4 010	4 092	82	2,0
EPFL	1 624	1 785	1 901	1 975	2 041	2 058	2 032	2 077	2 124	2 142	18	0,8
Total d'étudiants et de doctorants	21 056	22 540	24 104	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	942	3,1
ETH Zurich	14 310	15 378	16 342	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	792	4,0
EPFL	6 746	7 162	7 762	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	150	1,4

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. Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

Fig. 9: Nouvelles inscriptions au niveau bachelor à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Architecture	629	689	671	646	599	604	564	573	569	437
Construction et géomatique	459	513	556	638	620	613	486	493	488	366
Sciences de l'ingénieur	1 056	1 201	1 183	1 240	1 354	1 429	1 393	1 550	1 518	1 350
Informatique et technologie de la communication	325	396	425	448	465	547	595	596	679	582
Sciences exactes et sciences naturelles	787	810	832	954	986	969	952	1 001	1 108	985
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Sciences de la vie	486	523	529	578	700	744	721	695	778	635
Sciences naturelles orientées système	287	276	318	321	336	335	316	366	372	288
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	23	18	13	13	12	14	14	16	19	13
Total	4 052	4 426	4 527	4 838	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756

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. «Management, technologie, économie» ne comporte aucune filière bachelor. «Sciences humaines, sociales et politiques» présente uniquement une filière bachelor à petit effectif destinée aux officiers de carrière; aucune affirmation pertinente ne peut être faite à propos de la tendance du développement des nouvelles inscriptions. Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

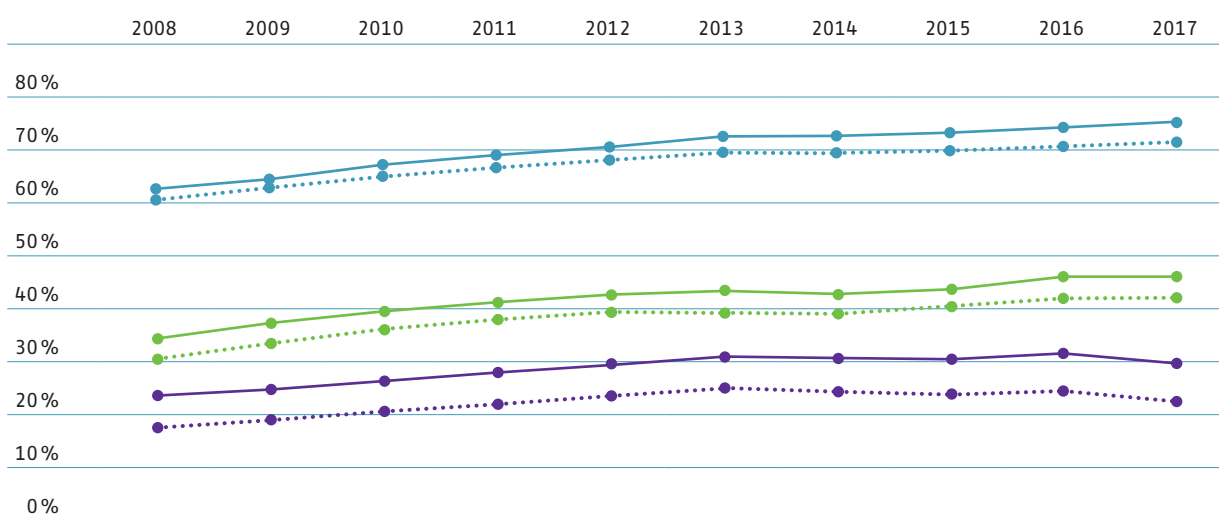
¹ L'ETH Zurich a introduit une filière de bachelor en médecine humaine en 2017. Les nouvelles inscriptions pour cette discipline sont limitées à 100 par un test d'aptitudes et resteront stables au fil des années.

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

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
% au niveau bachelor	28,8	28,9	28,9	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6
% au niveau master	28,0	29,0	29,2	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,6
% en programme MAS/MBA	34,2	34,8	37,0	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8
% des étudiants de mobilité	-	-	-	-	-	-	-	-	-	33,7
% au niveau doctorat	28,6	29,3	30,4	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8

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. Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

Fig. 11: Proportion d'étrangers parmi les étudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL



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. Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

% au niveau bachelor:
 — Total d'étrangers
 Etrangers scolarisés à l'étranger

% au niveau master:
 — Total d'étrangers
 Etrangers scolarisés à l'étranger

% au niveau doctorat:
 — Total d'étrangers
 Etrangers scolarisés à l'étranger

Fig. 12: Taux d'encadrement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Taux d'encadrement	34,0	34,7	35,1	35,8	36,4	36,5	36,8	37,4	37,9	38,0
Niveau bachelor/master	25,1	25,7	26,1	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,4
Niveau doctorat	7,8	8,0	7,9	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6
Taux d'encadrement élargi	21,9	22,4	22,9	23,7	24,5	24,7	24,7	25,3	25,7	25,8
Niveau bachelor/master	16,1	16,6	17,0	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2
Niveau doctorat	5,0	5,1	5,1	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1

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. Pour l'explication relative au mode de comptage et aux définitions du taux d'encadrement et du taux d'encadrement élargi, cf. encadré p. 87.

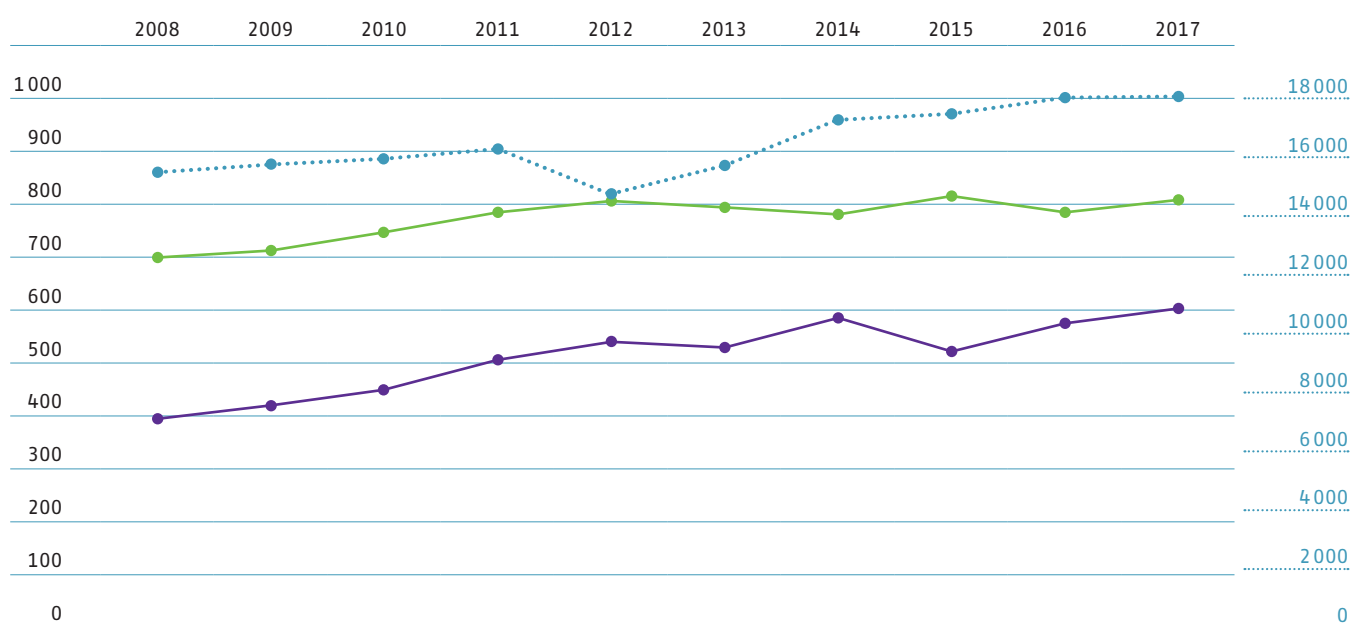
Fig. 13: Titres obtenus par niveau d'études

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	Δ 2016/2017	
												en %
Bachelor	1656	1835	1900	1988	2216	2249	2538	2528	2500	2602	102	4,1
ETH Zurich	1086	1203	1283	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	35	2,2
EPFL	570	632	617	684	769	802	959	964	929	996	67	7,2
Master/diplôme	1978	1988	1898	2159	2320	2663	2711	2821	2989	3065	76	2,5
ETH Zurich	1306	1317	1270	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	57	2,8
EPFL	672	671	628	653	670	816	872	942	974	993	19	2,0
MAS/MBA	336	400	283	301	256	346	260	254	303	394	91	30,0
ETH Zurich	213	239	174	203	184	228	205	175	203	272	69	34,0
EPFL	123	161	109	98	72	118	55	79	100	122	22	22,0
Docteurat	832	962	986	1027	1095	993*	1197*	1109	1256	1258	2	0,2
ETH Zurich	566	651	650	696	747	579	769	718	851	827	-24	-2,8
EPFL	266	311	336	331	348	414	428	391	405	431	26	6,4

Explications sur le mode de comptage, cf. encadré p. 87.

* Dans le cadre de la révision de l'ordonnance sur le doctorat délivré par l'ETH Zurich, la date butoir pour l'obtention du doctorat pour l'année 2013 a été repoussée de décembre 2013 à janvier 2014. Cette modification explique la forte augmentation du nombre de doctorats délivrés en 2014, qui a atteint 1197. Sans cette modification, seuls 1022 étudiants auraient obtenu leur doctorat.

Fig. 14: 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 dispensées par an.

— 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

Le transfert de savoir et de technologie (TST) du Domaine des EPF est un élément essentiel au succès de la Suisse dans le domaine de l'innovation. En 2017, le Domaine des EPF y a à nouveau contribué de manière significative, en déposant 343 déclarations de découvertes, 26 déclarations de logiciels, 206 brevets et 297 licences. Le Domaine des EPF favorise la création de spin-offs ainsi que leur succès en les soutenant durant leur phase de lancement avec différentes prestations proposées par les institutions. En 2017, 48 spin-offs ont été créés dans le Domaine des EPF. Les institutions collaborent également directement avec l'économie privée et le secteur public. Concrètement, en 2017, les institutions du Domaine des EPF ont établi 507 contrats

de collaboration de plus de 50 000 CHF par contrat avec l'économie privée et 285 avec le secteur public. Les déclarations de découvertes et de logiciels, ainsi que les contrats de collaboration ont été introduits comme indicateurs TST complémentaires à partir de 2017 afin de mieux refléter la contribution du Domaine des EPF dans l'innovation. En plus de ces indicateurs, il faut rappeler qu'un certain nombre d'étudiants et de doctorants effectuent leurs travaux de recherche avec un partenaire industriel ou dans une entreprise. Par ailleurs, les titulaires d'un master ou d'un doctorat des EPF font bénéficier l'économie et la société suisses de leur savoir-faire.

Fig. 15: Transfert de savoir et de technologie dans le Domaine des EPF

	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Déclarations de découvertes	-	-	-	-	-	-	-	-	-	343
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	171
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	134
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38
Déclarations de logiciels	-	-	-	-	-	-	-	-	-	26
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	-	-	-	20
EPFL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0
Brevets	125	155	128	147	195	193	211	219	230	206
ETH Zurich	64	78	63	72	87	103	82	98	109	84
EPFL	40	44	47	52	75	66	99	88	100	95
Etablissements de recherche	21	33	18	23	33	24	30	33	21	27
Licences	178	176	178	194	230	223	270	311	353	297
ETH Zurich	48	37	39	45	35	38	35	50	78	82
EPFL	29	47	45	50	31	41	46	48	58	50
Etablissements de recherche	101	92	94	99	164	144	189	213	217	165
Spin-offs	46	45	38	40	38	43	49	48	50	48
ETH Zurich	23	24	20	22	22	24	22	25	25	25
EPFL	18	20	14	15	12	12	24	18	20	15
Etablissements de recherche	5	1	4	3	4	7	3	5	5	8

Les déclarations de découvertes et les déclarations de logiciels ont été introduites comme indicateurs TST supplémentaires en 2017.

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.

343

Déclarations de découvertes

26

Déclarations de logiciels

206

Brevets

297

Licences

48

Spin-offs

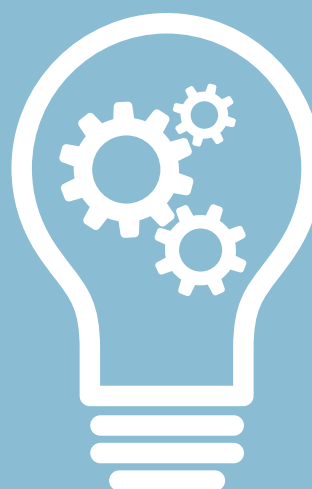


Fig. 16: Collaboration avec l'économie privée et le secteur public

	2017
Contrats de collaboration avec l'économie privée	507
Financement par l'économie privée	316
ETH Zurich	122
EPFL	99
Etablissements de recherche	95
Financement par Innosuisse et les PCRD*	191
ETH Zurich	57
EPFL	66
Etablissements de recherche	68
Contrats de collaboration avec le secteur public	285
ETH Zurich	88
EPFL	54
Etablissements de recherche	143

Nombre de nouveaux contrats de collaboration (mandats de recherche et prestations de services scientifiques) établis avec l'économie privée ou le secteur public d'un montant total de minimum 50 000 CHF par contrat. Ces indicateurs ont été introduits en 2017. Explications sur le mode de comptage, cf. encadré ci-dessus.

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

Meilleures notes en comparaison internationale

L'ETH Zurich et l'EPFL confortent leur position parmi les meilleures hautes écoles universitaires du monde. Dans la compétition pour les ERC Grants, la Suisse occupe la cinquième place. Plus de la moitié de ces bourses ont été obtenues par des chercheurs du Domaine des EPF. Ont également contribué à cette réussite les excellentes conditions-cadres économiques et politiques.

Les institutions du Domaine des EPF contrôlent en permanence la qualité et le perfectionnement de l'enseignement, de la recherche, du transfert de savoir et de technologie, des infrastructures de recherche et de la gestion. Dans ce contexte, elles comparent leurs propres concepts, méthodes, instruments et processus sélectionnés dans les secteurs mentionnés à ceux d'autres institutions. Ces comparaisons, appelées «benchmarking», sont des éléments essentiels de la gestion de la qualité dans le Domaine des EPF. Il convient toutefois de veiller particulièrement à ce que le benchmarking soit ciblé, à ce que les points de comparaison soient soigneusement sélectionnés en fonction de leur pertinence pour les institutions comparées, et à ce que les résultats soient interprétés dans le contexte approprié.

Activités de benchmarking

La fig. 17 montre des activités d'analyse des institutions dans le Domaine des EPF, qui peuvent servir à des fins de benchmarking. Ces activités se complètent mutuellement et servent essentiellement au développement de l'organisation et de la stratégie ainsi qu'au contrôle de la réalisation des objectifs stratégiques du Conseil fédéral. Les activités visant à développer l'organisation et la stratégie (p. ex. des évaluations et des audits) requièrent une gestion franche des points forts et des faiblesses de chaque institution ou du Domaine des EPF, et nécessitent un cadre de confiance permettant de garantir l'objectivité et de dégager un véritable avantage. Elles s'appuient sur les constats qualitatifs concernant le perfectionnement des institutions avec pour objectif l'excellence scientifique.

Outre les activités de benchmarking placées sous la responsabilité des institutions, des benchmarkings sont aussi réalisés par des tiers (p. ex. des entreprises ou des instituts de hautes écoles). Ils utilisent des informations accessibles au public et comparent entre elles des institutions ou certaines de leurs unités, sur la base d'indicateurs ou de ratios définis. Ce faisant, les institutions considérées dans ces benchmarkings n'ont pas d'influence ou ont une influence limitée sur la sélection et la pondération des indicateurs, et donc sur leur pertinence. Les classements internationaux des hautes écoles universitaires en sont l'exemple.

Exemples de benchmarking

Des exemples choisis et approfondis en fonction de l'actualité montrent le positionnement international des institutions dans un domaine spécifique. Ils ne retracent qu'une petite partie des activités. Pour l'ETH Zurich et l'EPFL, les positions actuelles dans les classements internationaux des hautes écoles universitaires sont présentées, de même que leur évolution sur ces dix dernières années (cf. p. 96). Pour tout le Domaine des EPF, les *ERC Grants* obtenus sont présentés depuis leur introduction en 2007 et jusqu'en 2016. Le nombre d'*ERC Grants* obtenus par des chercheurs d'institutions situées en Suisse est comparé avec les dix pays qui en reçoivent le plus en Europe. Est également représentée la part des *ERC Grants* obtenus par des chercheurs des institutions du Domaine des EPF dans le nombre total de *Grants* octroyés en Suisse (cf. p. 99).

Fig. 17: Activités de benchmarking dans le
Domaine des EPF

Evaluations par des experts externes (*peer reviews*)

- Domaine des EPF (évaluation intermédiaire du DEFR)
- Départements de l'ETH Zurich
- Facultés de l'EPFL
- Unités de recherche et administratives des deux EPF
- Instituts de recherche (ou unités de ces instituts)

Audits et accréditations

- Audits internes (dans le cadre de contrôles transversaux)
- Audits externes (p. ex. par le Contrôle fédéral des finances, CDF)
- Accréditation institutionnelle des deux EPF conformément à la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE)
- Accréditation des programmes de master de l'EPFL par la Commission française des titres d'ingénieur (CTI)
- Accréditations par le Service d'accréditation Suisse (services de contrôle, d'inspection, de calibrage et de certification)

Benchmarking dans l'enseignement

- Evolution des curriculums et Student Support Services dans le cadre d'alliances avec des universités internationales de pointe (IDEA League, IARU, EuroTech Universities)

Enquêtes auprès des

- collaborateurs par rapport à leur satisfaction envers leurs conditions de travail
- étudiants par rapport à leur satisfaction envers leurs conditions d'étude
- étudiants par rapport à l'enseignement (évaluation des cours)
- anciens élèves après la fin de leurs études (en interne et par l'Office fédéral de la statistique, OFS)

Procédures de nomination et de promotion du

corps professoral sur la base de recommandations et d'appels à candidature internationaux

Infrastructures de recherche

Disponibilité, utilisation et performance des infrastructures de recherche

Acquisition de contributions de recherche compétitives

au niveau national et international (p. ex. du FNS, d'Innosuisse ou des programmes-cadres de recherche de l'UE).
→ cf. «Dix ans de ERC Grants», p. 99 s.

Publications et citations

- Analyses bibliométriques (p. ex. pour toutes les institutions du Domaine des EPF dans le cadre de l'évaluation intermédiaire)
- Comparaisons entre indicateurs bibliométriques choisis

Classements internationaux des hautes écoles universitaires

Mondiaux, régionaux et par filières

→ cf. «Classements des hautes écoles de l'ETH Zurich et de l'EPFL», p. 96 s.

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. 18) reposent sur cet indicateur.

Fig. 18: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en vert) dans les classements THE, QS, ARWU et CWTS Leiden 2017/2018

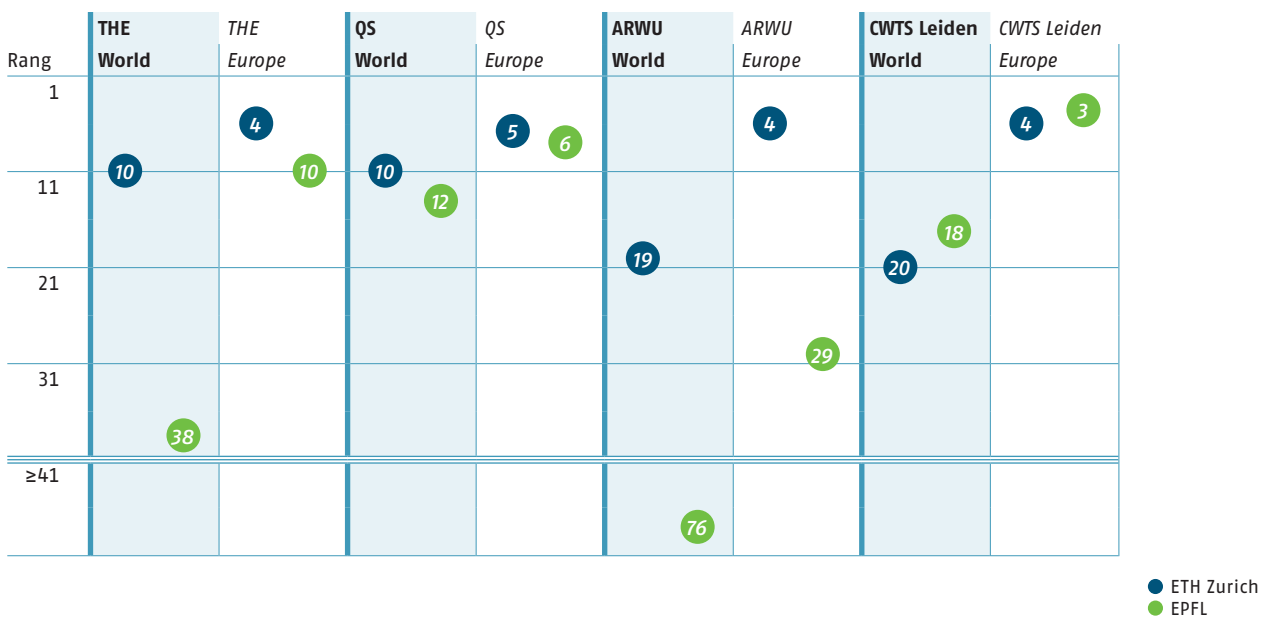
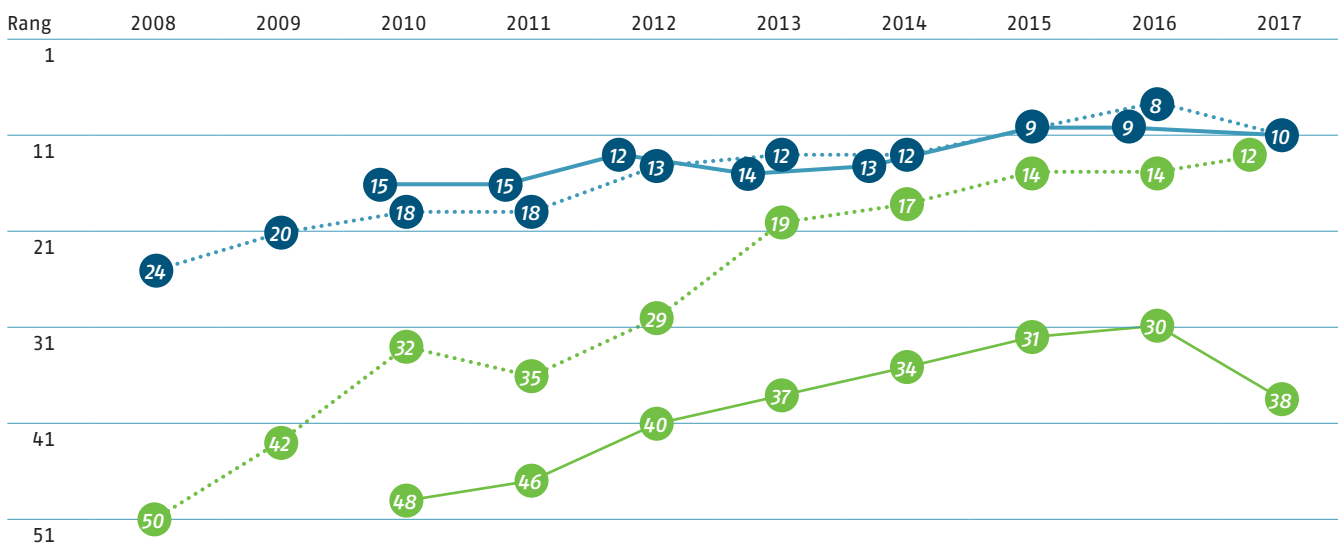


Fig. 19: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en vert) dans les classements THE et QS World 2008–2017



THE Times Higher Education World University Rankings de TES Global Limited, Londres
QS QS World University Rankings de Quacquarelli Symonds Limited, Londres
ARWU Academic Ranking of World Universities de ShanghaiRanking Consultancy
CWTS Leiden CWTS Leiden Ranking du Centre for Science and Technology Studies (CWTS) de l'Université de Leiden, Pays-Bas; indicateur utilisé PP(top 10%) (cf. encadré p. 95)

● THE World Ranking ETH Zurich
 ● THE World Ranking EPFL
 ● QS World Ranking ETH Zurich
 ● QS World Ranking EPFL

Classements des hautes écoles universitaires

Les entreprises et institutions responsables des classements internationaux des hautes écoles universitaires évaluent les hautes écoles à l'aide d'indicateurs disponibles publiquement, mais aussi d'indicateurs spécifiquement collectés, relatifs à l'enseignement, à la recherche, à l'activité de publication, aux réseaux internationaux et au financement. Les classements se distinguent par les indicateurs utilisés et leur pondération et fixent ainsi des priorités spécifiques. Il en résulte des classements des universités à l'échelle mondiale, par régions ou par filières spécifiques. Le choix et la pondération des ratios sont décrits brièvement pour quatre classements mondiaux (cf. encadré p. 95) et les positions publiées en 2017 des deux EPF dans ces classements en comparaison mondiale et européenne sont présentées (cf. fig. 18).

Dans le classement THE World, l'ETH Zurich figurait, pour la première fois en 2015, parmi les dix meilleures universités au monde et elle en fait toujours partie depuis (2017: 10^e). L'EPFL a amélioré sa position chaque année jusqu'en 2016, arrivant à la 30^e place, et elle occupe la 38^e place en 2017. Dans la comparaison européenne des universités (THE Europe), l'ETH Zurich se classe au 4^e rang en 2017, comme l'année précédente. Les trois premières positions sont occupées par des universités anglaises. L'EPFL reste en 2017 parmi les dix meilleures universités européennes et arrive en 10^e position (2016: 9^e). Dans le classement THE des hautes écoles universitaires fondées au cours des 50 dernières années (THE «Young University Ranking»), l'EPFL décroche en 2017, pour la troisième fois consécutive, la première position (pas d'illustration graphique).

Dans le classement QS World aussi, l'ETH Zurich figurait pour la première fois parmi les dix meilleures universités du monde en 2015 et elle a conservé son rang (2017: 10^e). L'EPFL a amélioré sa position et se retrouve à la 12^e place en 2017 (2016: 14^e). En comparaison européenne, l'ETH Zurich arrive en 5^e position (2016: 4^e) alors que l'EPFL reste au 6^e rang, comme l'année précédente. Seules des universités anglaises devancent les deux EPF.

Dans le classement ARWU World, l'ETH Zurich reste au 19^e rang, comme l'année précédente. L'EPFL a amélioré sa position et se retrouve à la 76^e place en 2017 (2016: 92^e). En comparaison européenne, l'ETH Zurich occupe le 4^e rang, comme l'année précédente, et l'EPFL le 29^e (2016: 30^e).

Dans le classement de Leiden CWTS, qui se fonde exclusivement sur l'activité de publication des universités, l'ETH Zurich s'est légèrement améliorée, se hissant à la 20^e position en comparaison mondiale (2016: 23^e). L'EPFL est deux rangs devant, à la 18^e place, mais elle a perdu quelques places par rapport à l'année précédente (2016: 12^e). En comparaison européenne, les deux EPF sont au coude-à-coude: l'EPFL arrive en 3^e position (2016: 2^e) alors que l'ETH Zurich reste au 4^e rang, comme l'année précédente. Seules deux universités anglaises devancent les deux EPF.

Les classements des hautes écoles universitaires permettent de se faire aisément une première idée du positionnement international d'une haute école. L'évolution des places occupées par les deux EPF dans les classements mondiaux THE et QS montre une tendance qui complète l'examen isolé des classements annuels (cf. fig. 19). Ces deux représentations nécessitent une interprétation minutieuse car le caractère informatif est limité et les méthodes employées ainsi que les chiffres clés changent, limitant la comparabilité dans le temps.

Dix ans d'ERC Grants: l'histoire d'une réussite pour l'Europe, la Suisse et le Domaine des EPF

Le Conseil européen de la recherche (ERC) a commencé ses travaux en 2007 et promeut, depuis, la recherche fondamentale en Europe par l'octroi d'*ERC Grants*. Cette attribution, pour laquelle la concurrence est extrême, repose exclusivement sur l'excellence scientifique des propositions de projets déposées. Les bourses sont dotées d'importants moyens financiers et confèrent une notoriété internationale aux chercheurs et aux institutions où les travaux de recherche sont effectués. Au cours de ces dix années, plus de 7000 chercheurs ont été récompensés par un *ERC Grants*, pour un financement total d'env. 12 mia EUR. Une évaluation des projets qui ont été menés à bien grâce à ces bourses montre que ceux-ci ont débouché en grande partie sur des découvertes scientifiques importantes, voire pionnières.

Depuis 2007, les chercheurs d'institutions situées en Suisse participent avec succès à la compétition pour l'octroi des *ERC Grants*. Ils ont pu en obtenir 530 au total jusqu'en 2016. La Suisse occupe ainsi la cinquième place des meilleurs pays dans ce domaine après le Royaume-Uni, l'Allemagne, la France et les Pays-Bas (cf. fig. 20). Si l'on mesurait le nombre de bourses au nombre d'habitants, la Suisse se hisserait même à la première place.

Plus de la moitié des *ERC Grants* obtenus par des chercheurs d'institutions en Suisse sont revenus au Domaine des EPF (cf. fig. 21). Ces 269 *ERC Grants* se décomposent comme suit: 98 *Starting*, 27 *Consolidator*, 116 *Advanced* et 28 *Proof of Concept Grants*.

En plus des *ERC Grants*, dans le cadre des *Temporary Backup Schemes* du Fonds National Suisse (FNS), 8 *Starting* et 10 *Consolidator Grants* ont pu être obtenus en 2014. Ont contribué en grande partie au très bon résultat du Domaine des EPF les conditions-cadres économiques et politiques, les diverses possibilités de coopération au sein du Domaine des EPF et d'accès aux excellentes infrastructures de recherche, qui ont permis l'élaboration de propositions de projets compétitives et la réussite de la réalisation de ces projets.

En 2017, les institutions ont également remporté 9 *Starting*, 10 *Consolidator* et 3 *Proof of Concept Grants*. Vous trouverez d'autres informations et exemples des institutions à ce sujet dans le rapport sur la réalisation des objectifs au chapitre «Objectifs stratégiques».

ERC Grants du Conseil européen de la recherche

Selon leur stade de carrière, les chercheurs peuvent disposer des bourses suivantes: *ERC Starting Grants* dotés de jusqu'à 1,5 mio EUR sur cinq ans pour les chercheurs en début de carrière, *ERC Consolidator Grants* jusqu'à 2 mio EUR sur cinq ans pour la mise en place de son propre groupe de recherche, *ERC Advanced Grants* jusqu'à 2,5 mio EUR sur cinq ans pour des chercheurs expérimentés, leaders dans leur domaine, *ERC Proof of Concept Grants* jusqu'à 150 000 EUR sur 18 mois pour la mise en œuvre des résultats de recherche dans des applications commerciales ou sociétales, pour les chercheurs ayant déjà bénéficié d'un *ERC Grant*, ainsi que *ERC Synergy Grants* jusqu'à 10 mio EUR sur six ans pour un projet commun réunissant deux à quatre chercheurs responsables, qui peuvent être affiliés à différentes institutions. Les *ERC Synergy Grants* ont été attribués en 2012 et 2013 et font l'objet d'un nouvel appel à propositions pour 2018.

Les scientifiques de toutes nationalités, qui mènent leurs recherches dans des institutions situées dans des Etats membres de l'UE ou des Etats associés, peuvent faire une demande d'*ERC Grants*. Suite à l'adoption de l'initiative dite «contre l'immigration de masse» le 9 février 2014, la Suisse a été provisoirement exclue du programme-cadre de recherche Horizon 2020 et les chercheurs des institutions situées en Suisse n'ont pas pu, en 2014, répondre aux appels à propositions pour les *ERC Starting* et *Consolidator Grants*. A partir du 15 septembre 2014, une association partielle au programme Horizon 2020 a été possible et les chercheurs ont ainsi de nouveau eu accès aux *ERC Grants*. Les *Temporary Backup Schemes* du FNS ont permis de pallier cette exclusion temporaire. Les bourses des *Temporary Backup Schemes* ne sont pas incluses dans les figures 20 et 21 mais évoquées dans le texte.

¹ erc.europa.eu/sites/default/files/qualitative_evaluation_of_completed_projects_funded_by_the_erc.pdf

Fig. 20: Les dix pays ayant obtenu le plus d'ERC Grants entre 2007 et 2016

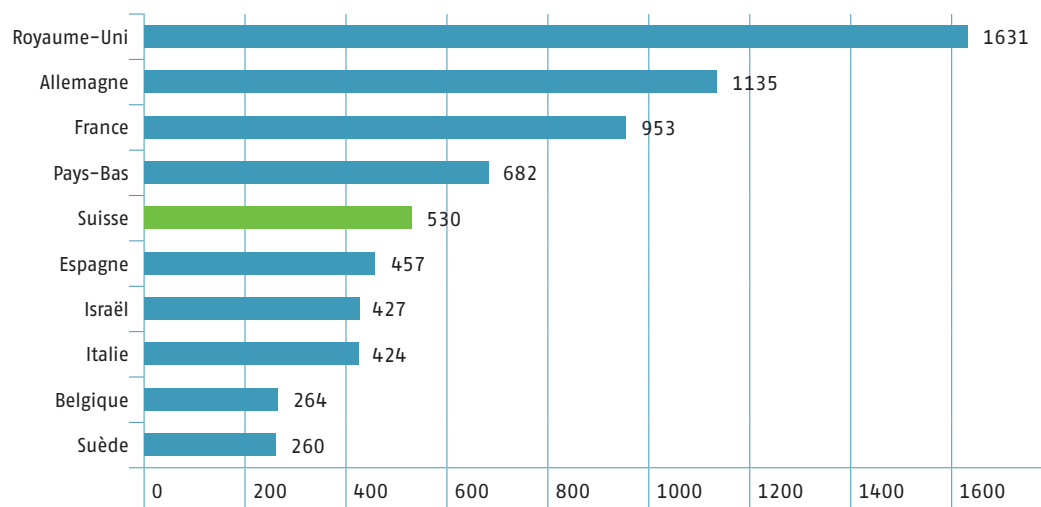
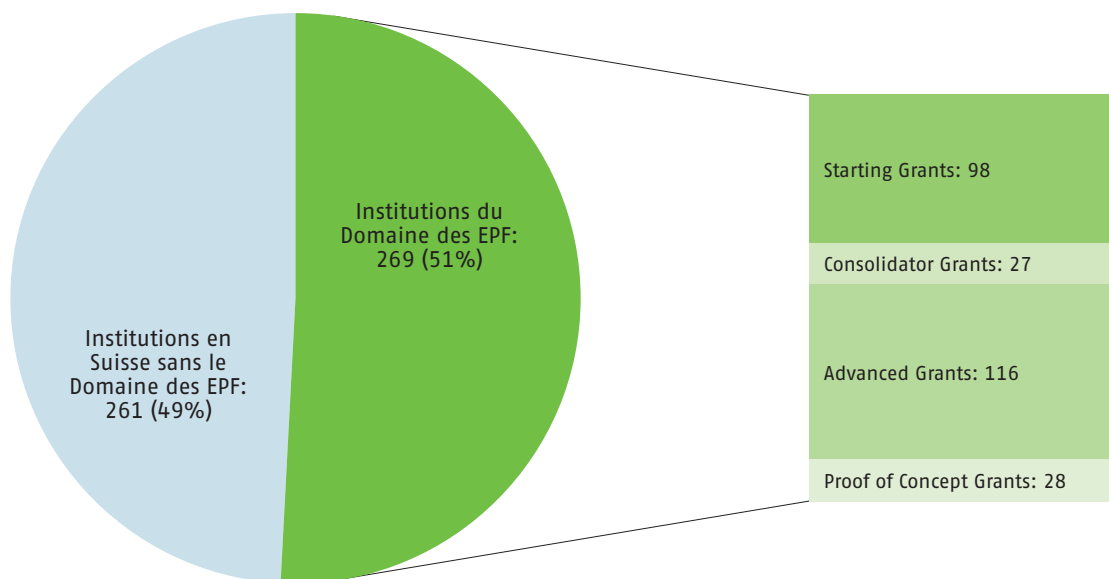


Fig. 21: ERC Grants obtenus entre 2007 et 2016 par des chercheurs dans des institutions situées en Suisse – part du Domaine des EPF



Les données reposent sur des indications du site Internet www.erc.europa.eu/projects-figures/erc-funded-projects (état au 30 octobre 2017) et incluent tous les programmes de financement pour la période 2007–2016. L'attribution des subventions aux institutions se base sur le moment de la conclusion du contrat. D'après le site Internet, les bourses des chercheurs du CERN (13 au total) sont attribuées à la Suisse et comptées en conséquence.

La croissance du personnel est stable, la part des femmes a de nouveau augmenté

La proportion de femmes a atteint 34% pour la première fois et n'avait encore jamais été aussi élevée. Avec 2,1%, la croissance du personnel est inférieure à celle des dernières années. Le personnel scientifique reste le plus grand groupe fonctionnel.

Au 31 décembre 2017, le Domaine des EPF comptait 21490 contrats de travail (CT), soit 18 631,6 équivalents plein temps (EPT) (2016: 21054 CT ou 18255,9 EPT) (cf. fig. 22). L'augmentation se chiffre donc à 436 CT supplémentaires (+2,1%). C'est un peu plus qu'en 2016, mais dans la fourchette basse des précédents taux de croissance, qui oscillaient entre 2 et 3%. 375,7² EPT supplémentaires ont donc été créés en 2017 (2016: 187,3 EPT). Ce sont les effectifs scientifiques qui ont le plus progressé par rapport à 2016, avec 205 CT de plus, soit 47,0% (2016: 34 CT, soit 21,9%). Ils sont suivis par les effectifs administratifs avec 128 CT supplémentaires (2016: 75). 72 CT sont venus étoffer les rangs des collaborateurs techniques (+16,5%) (2016: 22). La part des *senior scientists*, des maîtres d'enseignement et de recherche (MER) et des collaborateurs scientifiques supérieurs représentait 3,7% de l'ensemble des effectifs (2016: 3,8%).

Totalisant 12 970 CT, soit 60,4%, et incluant les doctorants, le personnel scientifique reste le groupe de fonction majoritaire au sein du Domaine des EPF (2016: 12 765 soit 60,6%) (cf. fig. 22). Le Domaine des EPF a proposé une place de formation professionnelle à 474 jeunes (2016: 464), une offre très appréciée.

Sur les 365,8 EPT supplémentaires créés en 2017, 128,3 (2016: 176,6) ont bénéficié de la contribution financière de la Confédération, c'est-à-dire 35% d'entre eux (2016: 88,4%). Les 237,4 EPT restants, soit 65%, ont été financés par des fonds de tiers (2016: 16%) (cf. fig. 28).

Corps professoral

En 2017, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL se composait de 686 professeurs ordinaires (o.) et associés (a.) (2016: 669), de 109 professeurs assistants avec *tenure track* (TT) (2016: 109) et de 55 professeurs assistants sans TT (2016: 51) (cf. fig. 23).

Le nombre de professeurs o. et a. est passé à 88, soit 11 femmes de plus et une augmentation de 14,3%. Le pourcentage de femmes dans les trois catégories (cf. encadré à droite) est passé de 13,9% à 14,9% en 2017.

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 de professeurs ordinaires et définit les conditions-cadres pour l'engagement des «professeurs affiliés» qui peuvent être nommés directement et qui travaillent principalement dans la recherche. 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.

Le pourcentage de professeurs o. et a. était de 12,8% (2016: 11,5%), de professeurs assistantes avec TT de 22,0% (2016: 22,0%) et de professeurs assistantes sans TT de 27,3% (2016: 27,5%).

A l'ETH Zurich, en 2017, sur les 514 chaires (500,6 EPT), 452,5 EPT ont bénéficié d'un financement fédéral, 22,9 EPT ont été financés par des subventions de la Confédération (FNS), 3,7 EPT par des programmes de recherche européens et 21,5 EPT par des contributions à la recherche fournies par des tiers, des dons et des legs. A l'EPFL, sur les 336 chaires (322,9 EPT), 304,2 EPT ont bénéficié d'un financement fédéral, 8,6 EPT ont été financés par le FNS, 0,2 EPT par des programmes-cadres de recherche européens et 9,9 EPT par des dons et des legs.

¹ Augmentation des effectifs en 2016: 155 CT, soit 0,7%; 2015: 469 CT, soit 2,3%; 2014: 553, soit 2,8%.

² Les 375,7 équivalents plein temps (EPT) créés durant l'exercice sous revue comprennent également les 9,9 EPT associés aux dix nouvelles places de formation professionnelle créées. Le tableau sur la provenance des fonds (cf. fig. 28) n'inclut pas les apprenants dans les équivalents plein temps (EPT).

En 2017, 66,9% des 850 professeurs venaient de l'étranger (2016: 67,6%). Ainsi, 53,3% (2016: 54%) venaient de l'UE et 13,6% d'autres pays (cf fig. 24). 66,7% des nouveaux venus, toutes catégories de professeurs confondues, sont des citoyens de l'UE (2016: 60%) et 11,1% sont suisses (2016: 8,9%); 22,2% des nouveaux venus (2016: 31,1%) sont d'une autre nationalité. Les 27 nouvelles recrues sont à 77,8% des hommes (2016: 91,1%) et à 22,2% des femmes (2016: 8,9%).

Pourcentage de femmes

Fin 2017, le pourcentage de femmes dans le Domaine des EPF a pour la première fois atteint la barre des 34%, après que le pourcentage de femmes par rapport aux hommes de l'ensemble du personnel restait légèrement inférieure à ce niveau ces dernières années (33,6% contre 66,4% en 2016) pendant des années. En 2017, la part des femmes a progressé dans quasiment toutes les institutions; fin 2017, l'augmentation se chiffrait à 3,2% (2016: +0,92%). 223 femmes ont rejoint les effectifs du Domaine des EPF (2016: 65), soit un total de 7301 CT (cf. fig. 27). Les proportions varient selon la discipline et l'institution. Les plus faibles proportions de femmes sont au PSI et à l'Empa, la plus élevée à l'Eawag. Du fait de nombreuses nominations féminines, le pourcentage de femmes titulaires d'une chaire a ici aussi notablement augmenté (cf. p. 104).

Apprenants

Le Domaine des EPF a accueilli en apprentissage 474 jeunes, dans plus d'une vingtaine de métiers. Les formations proposées sont très axées sur les sciences naturelles et la technique. Les métiers de laborantin en chimie, d'informaticien, d'employé de commerce, de polymécanicien et de laborantin en physique sont

particulièrement prisés, suivis par ceux de laborantin en biologie et d'électronicien. Le nombre de places de formation pour les jeunes est passé de 344 en 2003 à 474 fin 2017 (2016: 464). Le pourcentage d'apprenants n'a pas augmenté en 2017 et s'élève à 31% (2016: 31,7%).

Hétérogénéité géographique du personnel

Le degré élevé d'internationalisation du Domaine des EPF se reflète également dans l'origine des employés. En 2017, la proportion d'employés de nationalité étrangère était de 52,8% (2016: 52,4%) (cf. fig. 26). En ce qui concerne la représentation des communautés linguistiques, cf. fig. 25.



Formation professionnelle initiale au PSI

«Peut-on travailler ici sans avoir fait d'études?» C'est une question récurrente. Et la réponse est «oui». Car pour faire partie des meilleurs, le PSI a besoin de professionnels hautement qualifiés. Le PSI forme actuellement une centaine d'apprenants à 15 métiers. Parmi eux, Delia Schüpbach, laborantine en physique (à g. sur la photo), en deuxième année. En 2017, elle a travaillé au sein du groupe de recherche sur les systèmes de piles à combustible et a optimisé un programme informatique de câblage d'un banc d'essai pour piles à combustible. Les piles à combustible développées au PSI équiperont des véhicules qui rouleront sans rejeter de CO₂. L'oscilloscope sert à visualiser l'évolution des tensions électriques dans le temps. «Je suis très heureuse de pouvoir accompagner de nouvelles évolutions, de l'idée à la réalisation, et de participer aux solutions techniques pratiques.»

Fig. 22: Effectifs et taux d'occupation selon les groupes de fonction

2017	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %
Professeurs (o. / a.)	598	577,8	96,6	88	83,7	95,1	686	661,5	96,4
Professeurs avec tenure track	85	85,0	100,0	24	24,0	100,0	109	109,0	100,0
Professeurs sans tenure track	40	39,2	98,0	15	14,1	94,0	55	53,3	96,9
Personnel scientifique	9082	7982,8	87,9	3888	3221,6	82,9	12970	11204,4	86,4
dont senior scientists et MER	682	654,2	95,9	108	96,4	89,3	790	750,6	95,0
Personnel technique	2926	2766,9	94,6	872	672,9	77,2	3798	3439,8	90,6
Personnel administratif	1131	986,9	87,3	2267	1703,1	75,1	3398	2690,0	79,2
Apprenants	327	326,6	99,9	147	147,0	100,0	474	473,6	99,9
Total	14189	12765,2	90,0	7301	5866,4	80,4	21490	18631,6	86,7

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

Fig. 23: Evolution du nombre de professeures et de professeurs

2017	2016			2017			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeurs (o. / a.)	592	77	669	598	88	686	1,0	14,3	2,5
Professeurs avec tenure track	85	24	109	85	24	109	0,0	0,0	0,0
Professeurs sans tenure track	37	14	51	40	15	55	8,1	7,1	7,8
Total professeurs	714	115	829	723	127	850	1,3	10,4	2,5

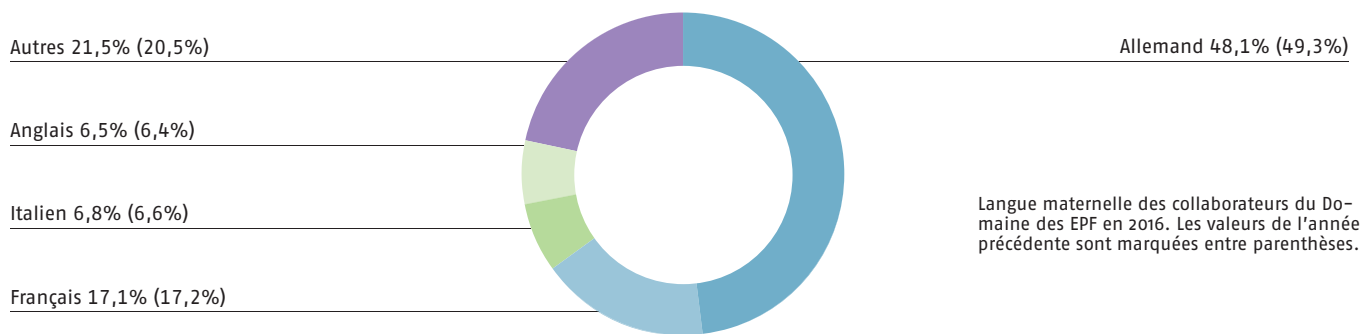
Evolution du nombre de professeurs des trois catégories: professeurs ordinaires ou associés, professeurs assistants avec et sans tenure track conditionnelle. Les trois dernières colonnes montrent l'évolution en pourcentage par rapport à l'année précédente.

Fig. 24: Origine du corps professoral

2017	Suisse			UE			Autres		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Professeurs (o. / a.)	221	26	247	306	52	358	71	10	81
Professeurs avec tenure track	13	5	18	49	13	62	23	6	29
Professeurs sans tenure track	13	3	16	22	11	33	5	1	6
Total professeurs	247	34	281	377	76	453	99	17	116

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

Fig. 25: Langues maternelles des collaborateurs



Langue maternelle des collaborateurs du Domaine des EPF en 2016. Les valeurs de l'année précédente sont marquées entre parenthèses.

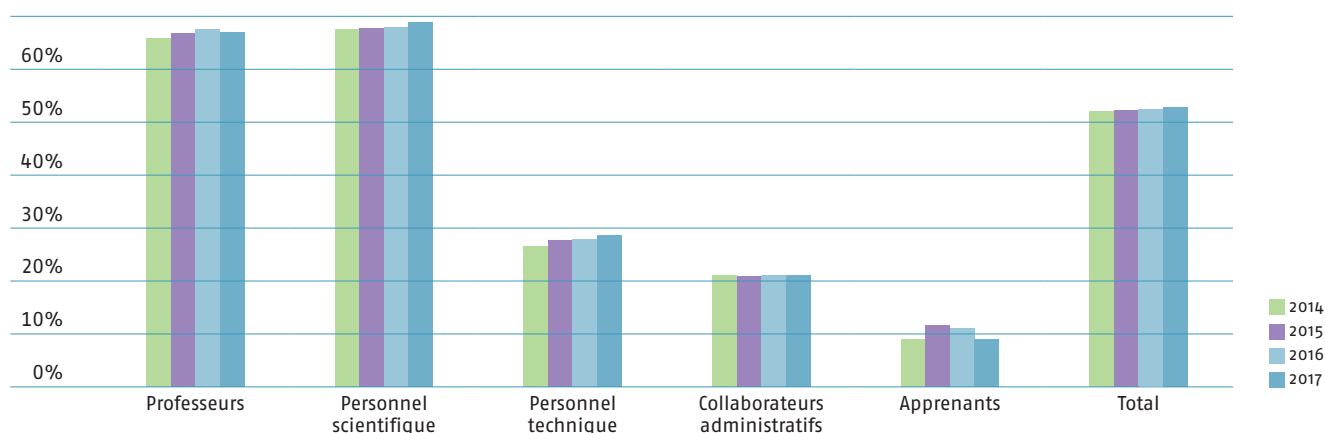
Potentiel de main-d'œuvre nationale

Dans leur politique d'embauche et de personnel, les institutions du Domaine des EPF ont adopté des mesures pour profiter au mieux du potentiel de main-d'œuvre nationale dans les domaines techniques et administratifs. Elles publient les postes techniques et administratifs à pourvoir sur des plateformes suisses pour l'emploi. Elles entretiennent des contacts réguliers avec les Offices régionaux de placement (ORP) et recourent notamment aux offres d'intégration professionnelle et de conseil en réadaptation de l'AI. Les collaborateurs des services du personnel sont informés sur les obligations légales et les recommandations au sujet de la priorité donnée aux ressortissants nationaux et clarifient le statut des postulants.

Intégration professionnelle des personnes handicapées

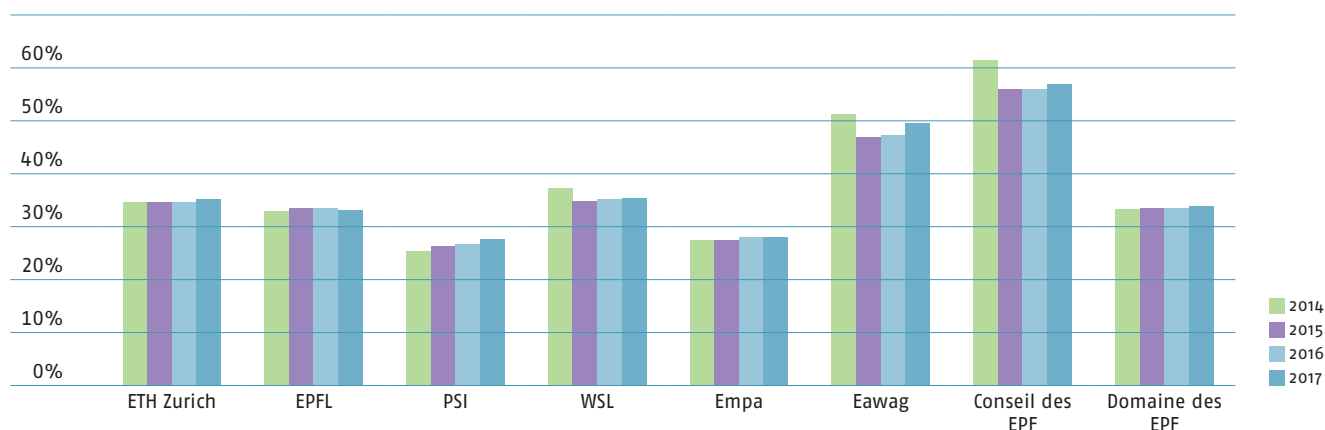
Employeurs socialement responsables, les institutions du Domaine des EPF contribuent activement depuis des années à l'intégration et à la réintégration de personnes souffrant de handicaps physiques ou psychiques. A cet égard, des stages préparant la réintégration professionnelle sont proposés en collaboration avec les offices de l'AI et d'autres organisations spécialisées. La gestion de cas, c'est-à-dire le suivi de collaborateurs souffrant de problèmes de santé, a été développée dans toutes les institutions du Domaine des EPF. Depuis des années, les institutions du Domaine des EPF s'appliquent, dans la mesure du possible, à proposer à leurs collaborateurs malades ou partiellement invalides des postes adaptés à leur nouvelle situation.

Fig. 26: 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. 27: 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. 28: Provenance des fonds selon les groupes de fonctions

Groupe de fonctions		Corps professoral (total)				Personnel technique	Personnel administratif	Total
		Personnel scientifique	Personnel technique	Personnel administratif	Total			
Origine des fonds	Financement fédéral	2016	743,4	5 967,3	2 806,4	2 317,8	11 834,9	
	Contribution financière de la Confédération	2017	756,7	5 955,0	2 858,1	2 393,4	11 963,2	
	Δ 2016/2017		13,3	-12,3	51,7	57,6	128,3	
Fonds de tiers	Promotion de la recherche (FNS, CTI/Innosuisse, NCCR, CUS), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE	2016	35,4	3 774,5	212,0	82,8	4 104,7	
		2017	35,4	3 902,7	225,6	106,1	4 269,8	
	Δ 2016/2017		0,0	128,2	13,6	23,3	165,1	
Recherche axée sur l'économie, dons/legs		2016	26,6	1 310,5	338,4	177,1	1 852,6	
		2017	31,4	1 348,1	355,4	190,1	1 925,0	
	Δ 2016/2017		4,8	37,6	17,0	13,0	72,4	
Total		2016	805,4	11 052,3	3 356,8	2 577,7	17 792,2	
		2017	823,5	11 205,8	3 439,1	2 689,6	18 158,0	
	Δ 2016/2017		18,1	153,5	82,3	111,9	365,7	

Origine des fonds (en mio CHF) par groupe de fonctions (en EPT) en 2017 et par rapport à 2016. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (443,6 EPT) et les stagiaires.

Perspectives et objectifs 2018

Le passé a montré que les objectifs en matière de politique du personnel et les stratégies en ressources humaines qui touchant à des traditions et à des normes sociales ne pouvaient être mis en œuvre que sur de longues périodes. Et ceci restera le cas. Le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF continueront d'axer leur politique du personnel sur le respect, l'estime, le dialogue et la confiance en 2018. Ils adaptent au fur et à mesure le droit du personnel du Domaine des EPF aux évolutions de la société et des exigences sociales et politiques. En 2018, les collaborateurs et les partenaires sociaux pourront prendre

position sur les profils de compétences actualisés et précisés par les spécialistes RH et les délégués du personnel de l'ensemble du Domaine des EPF – une mesure demandée par le Conseil des EPF sur la base des recommandations issues de l'évaluation du système de rémunération.

Le Conseil des EPF a décidé d'atténuer financièrement les conséquences liées à l'ajustement des paramètres techniques et à la baisse du taux de conversion de la caisse de prévoyance PUBLICA au 1^{er} janvier 2019, de façon à ce que les prestations de rente baissent de 4% au maximum à l'avenir.

Nomination du personnel professoral

En 2017, le Conseil des EPF a traité 140 dossiers du personnel professoral. Il a nommé en tout 61 professeurs: 13 femmes et 28 hommes à l'ETH Zurich, et 5 femmes et 15 hommes à l'EPFL.

NOMINATIONS

61

Professeurs, dont 13 femmes et 28 hommes à l'ETH Zurich, et 5 femmes et 15 hommes à l'EPFL

RETRAITES

18

Départs pour raisons d'âge

Ces 61 nominations se répartissent de la manière suivante:

PROFESSEURS ORDINAIRES

18

dont 3 femmes et 15 hommes

PROFESSEURS ASSOCIÉS

21

dont 8 femmes et 13 hommes

PROFESSEURS ASSISTANTS AVEC TENURE TRACK

14

dont 4 femmes et 10 hommes

PROFESSEURS ASSISTANTS SANS TENURE TRACK

8

dont 3 femmes et 5 hommes

Pour 23 des nominations (15 à l'ETH Zurich et 8 à l'EPFL), il s'agissait de promotions, soit de professeurs associés en professeurs ordinaires, soit de professeurs assistants en professeurs associés.

En 2017, les nominations féminines représentaient 29,5% des nominations totales, soit une augmentation par rapport à l'année précédente (24,1%).

Le Conseil des EPF a également décerné le titre de professeur (titulaire) à 1 chercheuse et 12 chercheurs.

Retraites et démissions

En 2017, le Conseil des EPF a pris connaissance de 18 départs à la retraite pour raisons d'âge: 11 à l'ETH Zurich et 7 à l'EPFL. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 5 départs pour d'autres motifs.



Nouvelle Stratégie des genres 2017–2020

En 2017, le Conseil des EPF a lancé sa Stratégie des genres pour la période 2017–2020 dans le but de continuer à faire progresser la représentation féminine au sein du Domaine des EPF durant les prochaines années.

En 2017, les femmes représentaient 30,6% des étudiants en bachelor et master, 30,0% du personnel scientifique et 14,9% du corps professoral. Il s'agit d'une légère augmentation à tous les échelons de la carrière académique (respectivement 29,7%, 29,5% et 13,9% en 2016). Ces résultats sont encourageants et indiquent une évolution positive. Afin de poursuivre dans cette direction, le Domaine des EPF a lancé en 2017 une stratégie pour l'équilibre des genres et l'égalité des chances entre les femmes et les hommes. La Stratégie des genres 2017–2020 permet d'assurer une politique claire et cohérente à l'ensemble du Domaine. Elle concerne toutes les personnes qui relèvent du Domaine des EPF, hommes et femmes, y compris les étudiants, les collaborateurs techniques ou administratifs et ceux occupant des postes scientifiques ou de direction.

La stratégie s'articule autour des cinq thèmes clés suivants: l'ancrage solide du principe d'égalité des chances au sein des institutions, la sensibilisation aux stéréotypes et aux préjugés liés au genre, la conduite et la communication respectueuses, l'évolution de la carrière des femmes à tous les niveaux et les conditions propices à un bon équilibre entre les différents domaines de la vie.

Les institutions du Domaine sont individuellement responsables de la mise en œuvre de la Stratégie des genres 2017–2020. Depuis 2017, chacune des institutions bénéficie d'une structure professionnelle pour le développement et la mise en œuvre des politiques d'égalité des chances. En 2017, les institutions du Domaine des EPF ont également dépensé plus de 0,4% de la contribution financière annuelle de la Confédération afin de promouvoir l'égalité des chances. Il s'agit par exemple de mesures visant à recruter plus de professeures, de l'élaboration de plans d'action, de la réalisation d'un monitoring ou encore de la conduite de programmes et projets visant à sensibiliser aux préjugés liés aux genres ou à attirer plus de filles dans la relève scientifique. Les institutions veillent également à développer des mesures permettant de concilier la carrière académique et les différents domaines de la vie.

Les institutions continuent à développer leur offre de soutien aux femmes dans l'avancement de leur carrière. Le programme *Fix the Leaky Pipeline!* (FLP) propose un soutien aux doctorantes et postdoctorantes en leur fournissant des cours et un coaching ciblés en vue de développer leur carrière. Ce programme phare du Domaine des EPF a fêté ses 10 années d'existence en 2017. Le comité d'organisation a profité de cette occasion pour donner la parole à d'anciennes participantes dans la brochure d'anniversaire.

www.fix-the-leaky-pipeline.ch
www.cepf.ch/strategiedesgenres



«Les femmes ne devraient pas hésiter à suivre un tel programme pour bénéficier à temps de la planification de carrière stratégique.»

Diana Coman Schmid (à g.),
 Personalized Health Data Services
 Manager, ETH Zurich, deux enfants.
 (Photo: Alain Herzog / FLP)

«En tant que chercheuse au CHUV et à l'EPFL, je dois partager mon temps entre ces deux emplois et entre mes deux enfants. Grâce au programme FLP, j'ai appris à utiliser quelques outils pour être plus efficace.»

Prof. Olia Naveiras (à dr.),
 Chercheuse, Centre hospitalier
 universitaire vaudois à Lausanne
 (CHUV)/EPFL, deux enfants.
 (Photo: Alain Herzog / FLP)

Des schémas généraux des espaces et du financement comme base des stratégies immobilières

Les premiers schémas généraux des espaces et du financement (SGEF) des institutions du Domaine des EPF offrent une nouvelle base de décision pour le développement stratégique du portefeuille immobilier. Les informations ainsi obtenues sont reliées aux plans de développement des institutions.

Le Conseil des EPF a besoin de bases pour sa planification, ses priorités et ses décisions, afin de veiller au bon déroulement de la gestion du portefeuille immobilier du Domaine des EPF et d'en garantir la transparence vis-à-vis des propriétaires. L'instrument de pilotage SGEF a été mis au point à cet effet.

Le parc immobilier du Domaine des EPF mobilise, pour l'exploitation et l'entretien, des fonds qui ne sont alors plus disponibles pour le cœur de métier des institutions. Cet instrument permet de représenter les investissements qui en découlent, les coûts subséquents et leur financement pour tous les biens immobiliers utilisés, gérés et prévus, quel qu'en soit le propriétaire, et d'en assurer la viabilité pratique et financière.

Les rapports et stratégies immobilières des institutions se fondent sur les chiffres clés relatifs à la situation actuelle et à la planification et aux prévisions à moyen et long termes du portefeuille (4 et 12 ans) calculés chaque année. En 2017, les rapports SGEF quadriennaux, mis en place en 2016, ont été partiellement revus ou complétés, et les travaux sur un rapport global consolidé ont commencé.

Stratégies de développement continu du portefeuille

En 2017, l'ETH Zurich a renforcé sa stratégie fondée sur ses sites, avec deux campus à Zurich (centre et Hönggerberg), deux sites extérieurs à Bâle et au Tessin, et de plus petites antennes. Avec la ville, le canton, l'Université et l'Hôpital universitaire de Zurich, elle a pu poser les premiers jalons d'une rénovation complète du quartier universitaire du centre de Zurich, et notamment des infrastructures de soins médicaux. A l'avenir, les nouvelles constructions de l'ETH Zurich seront davantage planifiées et axées autour de thèmes et de technologies de recherche, ainsi que de concepts scientifiques.

L'EPFL souhaite préserver son patrimoine architectural et culturel et développer son portefeuille immobilier selon les besoins de ses utilisateurs, dans le cadre financier disponible. Le besoin en laboratoires

de chimie et de physique connaît une forte croissance. Dans ce but, les bâtiments actuels sont transformés et un nouveau bâtiment, l'*Advanced Sciences Building*, est à l'étude dans une vision à moyen terme.

La révision et la finalisation des SGEF ont permis au PSI d'effectuer en 2017 une planification à long terme, plus complète, en tenant compte d'une croissance modérée, du maintien de la valeur et de la fonction, du démantèlement des installations nucléaires et de l'élimination des polluants.

Le SGEF du WSL fournit des informations sur l'état du portefeuille immobilier des sites de Birmensdorf et de Davos, montre l'utilisation de la zone et indique les réserves existantes. A l'Empa et à l'Eawag, les SGEF actualisés en 2017 servent aussi de base pour les stratégies immobilières.

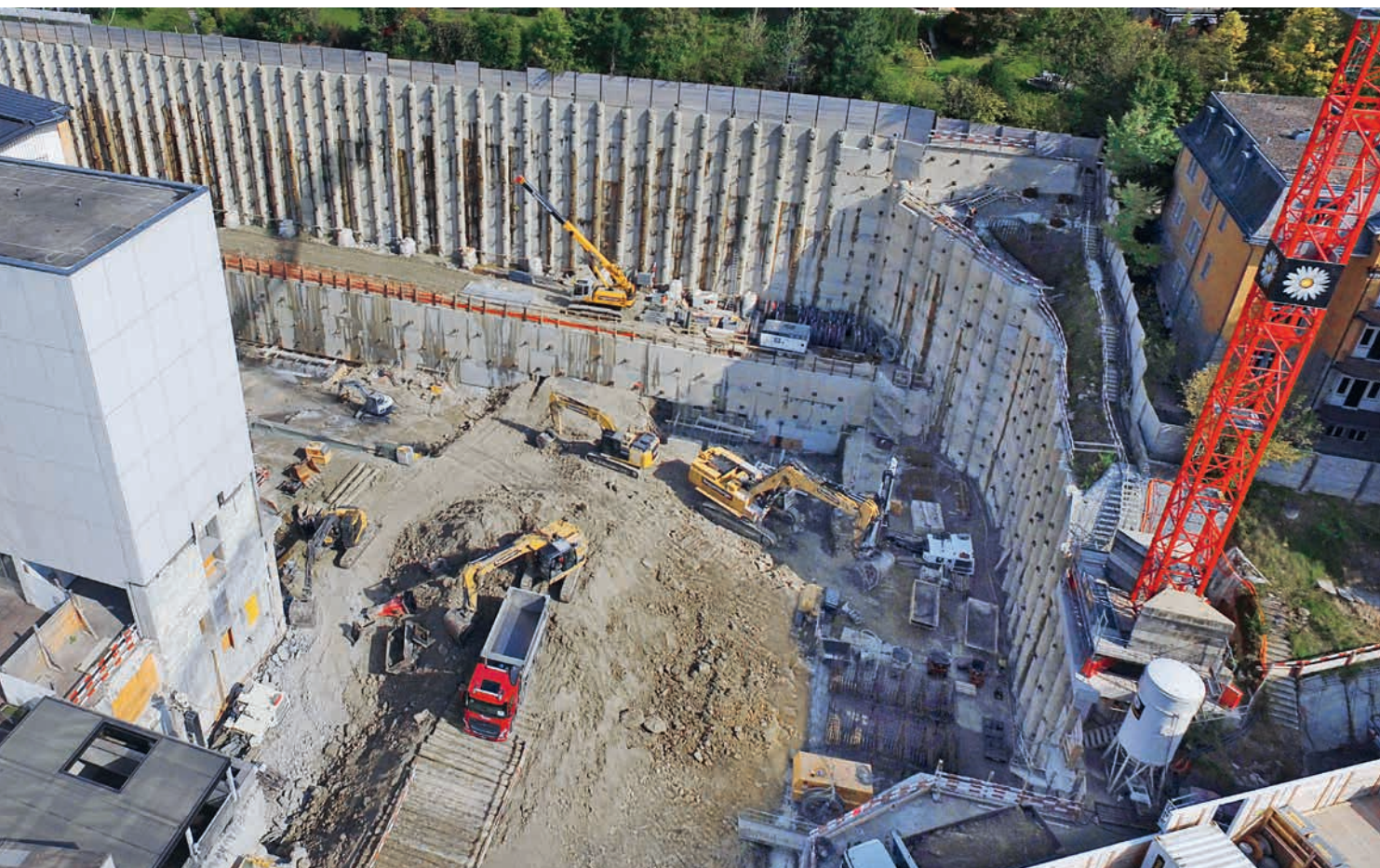
Projets en cours et réalisés en 2017

Par les investissements dans les constructions et les agrandissements et réfections visant à optimiser l'utilisation, les institutions du Domaine des EPF améliorent le bilan énergétique, l'air ambiant, l'adaptation aux personnes handicapées, la protection incendie, la sécurité sismique et les coûts d'exploitation.

En 2017, les plus grands projets de construction de l'ETH Zurich ont été le bâtiment de recherche GLC, incluant des laboratoires et des bureaux, à la Gloriastrasse pour le D-HEST. A Bâle, ce furent les préparatifs pour la construction du bâtiment BSS sur le site de Schällemätteli – un bâtiment de recherche moderne situé à proximité des institutions de sciences de la vie de l'Université et des cliniques universitaires de Bâle.

Le projet de construction Agrovot pour la recherche en agriculture à Lindau-Eschikon, réalisé avec l'Université de Zurich et l'école d'agriculture Strickhof, a pu être inauguré. L'assainissement et l'agrandissement du laboratoire des machines (ML/FHK), inscrit au patrimoine, se sont poursuivis. Avec l'assainissement énergétique et la surélévation de deux étages de l'HPM, l'ETH Zurich est parvenue à créer un laboratoire moderne et polyvalent sur le campus Hönggerberg.





Fouille pour la construction du nouveau bâtiment GLC à la Gloriastrasse à Zurich pour le Département des sciences de la santé et des technologies (D-HEST). (Photo: David Kuenzi)

L'EPFL a deux projets visant à répondre aux évolutions du campus et aux besoins en énergie futurs: la réalisation d'une nouvelle station de transformation et la mise à niveau de l'existante, ainsi que la transformation et la rénovation de la centrale thermique qui sera surmontée par un *DataCenter*. La nouvelle garderie est aussi en construction.

Le PSI a pu mettre en service la grande installation de recherche SwissFEL. Le projet de démantèlement du réacteur de recherche Proteus est entré dans sa phase de réalisation. Le projet portant sur la construction du bâtiment ORAB (entrepôt pour les déchets peu radioactifs) a été préparé.

Le WSL a examiné, sur le site de Davos, un bâtiment de remplacement pour le bâtiment D, car la place manque.

A Dübendorf, l'Empa a réalisé des projets de rénovation et de réfection; le schéma directeur Empa-Eawag a été finalisé. Les travaux souterrains du projet d'approvisionnement du site de Dübendorf ont pu commencer. De nouveaux modules ont été mis en service dans le cadre du bâtiment-pilote NEST.

L'Eawag a lancé avec succès un appel d'offres dédié aux entreprises générales pour la construction d'un bâtiment appelé à remplacer un pavillon de laboratoire, et a établi les documents de la demande de permis en janvier 2018.

Investissements et origine des fonds en 2017

Après un transfert de crédit dans la contribution financière de 24,6 mio CHF (13,9%), le crédit d'investissement 2017 pour le Domaine des EPF se monte à 152,9 mio CHF et est donc inférieur à 2016 (165,1 mio CHF). La raison principale du transfert de crédit a été une réduction des dépenses due à des retards dans la construction et à l'abandon de créations de projets suite au plan d'austérité de la Confédération. Les investissements concernaient, pour 21,8%, les constructions et pour 78,2%, le maintien de la valeur et de la fonction. De plus, des fonds de tiers modestes ont été affectés à des mesures de construction, et des investissements de 62,1 mio CHF, de la contribution financière, ont été consacrés à des installations d'exploitation spécifiques aux utilisateurs appartenant aux institutions. Le volume total des constructions initiées par le Domaine des EPF en 2017 s'est élevé à 216,1 mio CHF (cf. fig. 30). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2017 d'un crédit de loyer de 278,4 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyer relatives aux immeubles de la Confédération. Le graphique Origine des fonds (cf. fig. 30) montre la provenance des fonds employés pour les constructions du Domaine des EPF depuis 2009. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de l'étendue des projets de construction actuels. Les fonds de tiers ne peuvent pas être estimés, car ils sont liés aux projets.

Sur la zone des Triaudes de l'EPFL, un investisseur privé réalise un projet de logements étudiants pour un montant d'env. 35 mio CHF. Celui-ci sera géré et entretenu par des tiers. Le projet PARK INNOVAARE du PSI est en voie d'achèvement. L'enveloppe globale de fonds d'investisseurs pour la première étape est d'env. 160 mio CHF.

Surfaces: la gestion immobilière en chiffres

Le Domaine des EPF exploite plus de 390 bâtiments et près de 70 installations sur 130 parcelles. La surface utile principale (SUP) se montait fin 2017 à 966721 m² et n'a quasiment pas augmenté par rapport à 2016 en raison de l'achèvement de constructions et de rénovations récemment débutées. La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait à 7,75 mia CHF fin 2017, soit env. un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'env. 4,25 mia CHF. Il n'y a pas eu d'ajustements de portefeuille par ventes de biens immobiliers en 2017, mais des transactions progressives au PSI. L'ETH Zurich construit de nouveaux bâtiments au centre, sur le site du Höggerberg et à Bâle. A l'EPFL, l'augmentation des surfaces a lieu en grande partie dans les nouvelles antennes à Genève, Neuchâtel, Sion et Fribourg.

La croissance de l'EPFL est visible dans la représentation de l'évolution de la SUP en pourcentage depuis 2009 (cf. fig. 31). Le Campus Biotech à Genève y contribue massivement.

Le mix de surfaces (cf. fig. 32) entre bâtiments de la Confédération, en usage propre ou de tiers, et bâtiments loués à des tiers (en m² de la SUP) révèle qu'une partie de la croissance a pu être couverte par des surfaces locatives supplémentaires au cours des dernières années. La hausse des surfaces louées résulte d'une modification du traitement statistique des surfaces après 2013. Sans cet effet, une diminution constante de l'espace loué serait observée.

Fig. 30: Origine des fonds Constructions du Domaine des EPF (en mio CHF)

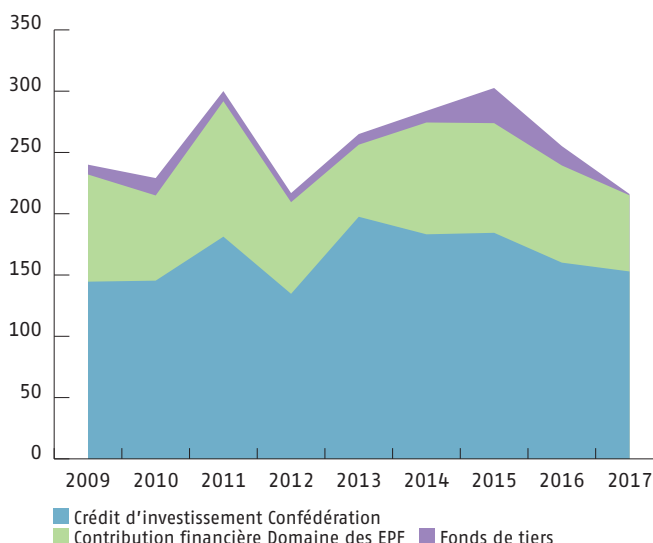
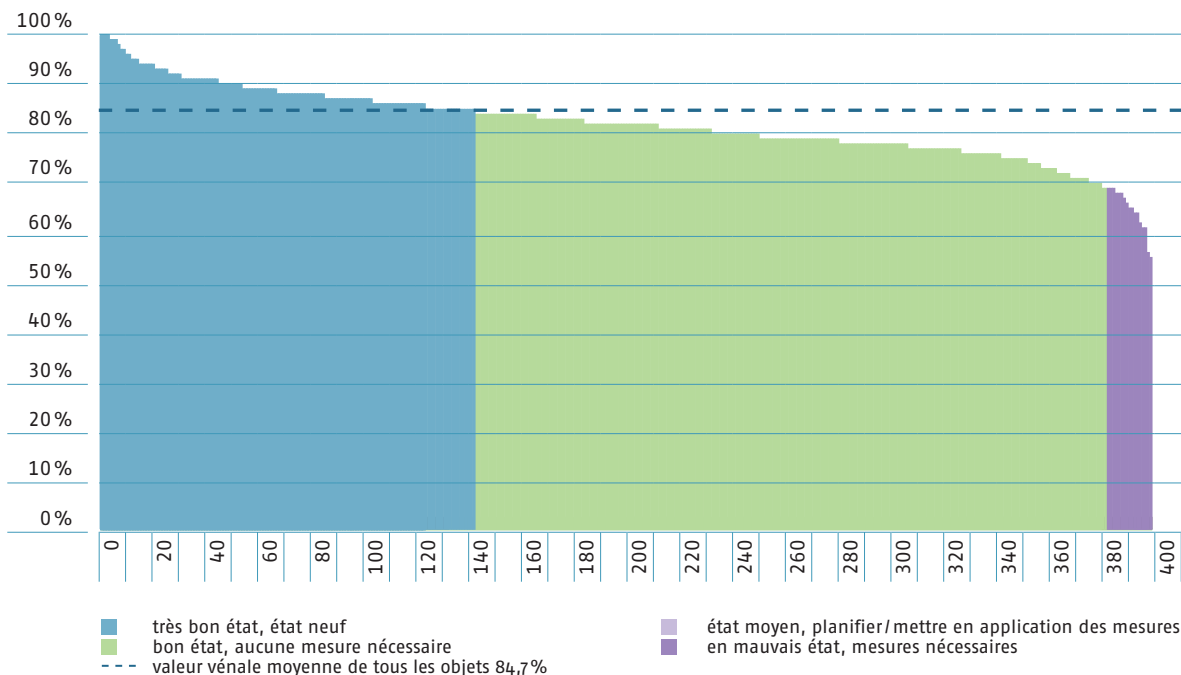


Fig. 29: Valeurs d'état au 31 décembre 2017



Maintien de la valeur et de la fonction: valeurs d'état au même niveau

Le maintien de la valeur et de la fonction du parc immobilier du Domaine des EPF détenu par la Confédération est une mission légale du Conseil des EPF et fait partie de l'objectif 9 Gestion immobilière (cf. p. 76 s.). L'âge moyen des bâtiments est d'env. 50 ans. Les charges de rénovation – en particulier pour les bâtiments historiques – sont parfois considérables et entraînent des travaux importants, notamment en raison des nouvelles dispositions ou de l'élimination adéquate des déchets toxiques. Un exemple d'importante rénovation soumise à des contraintes, notamment de protection du patrimoine, est le projet concernant le laboratoire des machines/la centrale de

chauffage à distance de l'ETH Zurich, dont le coût dépasse les 120 mio CHF. Actuellement, le plan d'investissement immobilier 2018–2021 comprend des projets de rénovation de plus de 630 mio CHF et a généré des investissements d'env. 90 mio CHF en 2017. Les travaux d'entretien courant ont par ailleurs absorbé quelque 50 mio CHF de la contribution financière.

Pour évaluer l'état des bâtiments et planifier le besoin d'entretien, les deux EPF et les quatre établissements de recherche utilisent tous STRATUS. Chaque année, la valeur d'état des objets importants est présentée (cf. fig. 29). La tendance observée depuis plusieurs années montre que, malgré l'âge parfois élevé des bâtiments, la valeur d'état reste élevée par rapport à la valeur à neuf. Cela s'explique en partie par la dynamique des institutions du Domaine des EPF. Beaucoup de travaux de rénovation ont lieu lors de changements d'affectation. Grâce à ces mesures et outils, le Domaine des EPF prouve qu'il assume pleinement sa responsabilité de maintien approprié de la valeur et de la fonction du patrimoine construit, mis à sa disposition par la Confédération, ainsi que sa gestion durable.

Programme de construction 2018: grand projet de l'ETH Zurich

Avec son programme annuel de construction, le Domaine des EPF sollicite les crédits d'engagement pour les nouveaux projets prévus. Les Chambres fédérales l'ont approuvé le 14 décembre 2017 via l'Arrêté fédéral AF la relatif au budget 2018.

Le programme de construction 2018, d'un total de 155,4 mio CHF, qui a été sollicité en 2017 et accordé par le Conseil fédéral en décembre 2017, prévoit un projet de 11 mio CHF: le cluster HI (sous-station énergétique) sur le campus Hönggerberg. Le réseau anergétique constitue la pièce maîtresse de ce concept énergétique innovant. Grâce à celui-ci, la chaleur résiduelle des machines et bâtiments est stockée dans le sol en été, via un champ de sondes géothermiques. Elle est ainsi disponible en hiver pour chauffer les bâtiments.

Le crédit-cadre sollicité en 2018 se monte à 144,4 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.

Un crédit supplémentaire de 6,5 mio CHF a été demandé dans le programme de construction 2018 en plus du crédit d'engagement Vo233.01 «Bâtiments ETH 2014, Gloriastrasse» de 120,5 mio CHF, destiné à la construction de laboratoires et de bureaux (bâtiment GLC) au centre de Zurich. Sur la base des données actuelles, le projet GLC dispose d'une réserve insuffisante avant sa réalisation. Ensemble, les deux crédits s'élèvent à 161,9 mio CHF.

Fig. 31: Evolution de la surface utile principale par institution en %

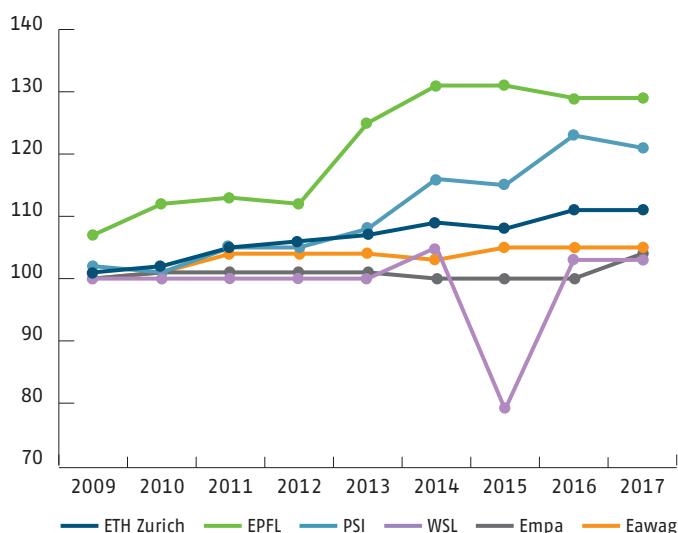
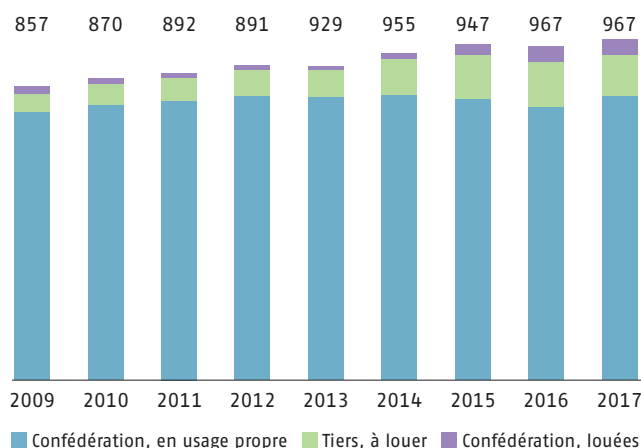


Fig. 32: Mix de surfaces (en 1000 m²)



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 les objectifs stratégiques en matière d'enseignement et répondent aux exigences de qualité. Les biens immobiliers sont la propriété de la Confédération. Le crédit d'investissement pour les constructions est séparé des tranches annuelles versées par la Confédération au Domaine des EPF. Dans les comptes de la Confédération, il relève de l'OFCL et donc du Département fédéral des finances. Le Conseil des EPF joue le rôle de propriétaire à titre fiduciaire (le Conseil des EPF étant l'un des trois services de la construction et des immeubles de la Confédération aux côtés de l'OFCL et d'armasuisse). Il est responsable du portefeuille immobilier du Domaine des EPF et fixe avec les institutions la gestion stratégique immobilière. La gestion immobilière du Domaine des EPF permet 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 des tâches centrales. Le maintien de la valeur et de la fonction résulte d'une planification basée sur les besoins et orientée, dans l'intérêt du propriétaire, sur des critères coûts-utilité, ainsi que sur un contrôle au niveau du Conseil des EPF. Le propriétaire en prend connaissance via le rapport du Conseil des EPF. Le Domaine des EPF applique une vision de développement durable à son parc immobilier, 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.

Fig. 33: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Bâtiments / installations							
Nombre	178	80	137	24	28	13	460
Valeur d'acquisition	3 550	1 643	620	101	359	102	6 375
Valeur comptable	1 430	930	252	48	113	55	2 828
Parcelles							
Nombre	70	21	15	16	4	4	130
Valeur comptable	691	247	30	24	63	10	1 065
Valeur comptable constructions en cours	245	45	14	2	4	2	312
Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives)							0
Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)	2 366	1 222	296	74	180	67	4 205
Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs)							258

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

Fig. 34: Investissements

1000 CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Crédit d'investissement Confédération	96 080	39 000	11 810	1 170	3 140	1 700	152 900
pour construction neuve ou remplacement	35 564	21 180	5 084	0	0	1 196	63 024
pour maintien de la valeur et de la fonction	60 516	17 820	6 726	1 170	3 140	504	89 876
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur)	50 137	2 213	6 801	546	1 965	479	62 141
Fonds de tiers	902	-5 000	0	0	5 128	0	1 030
Dépenses en construction des institutions	147 120	36 213	18 611	1 716	10 233	2 179	216 072
Surface utile principale SUP (en m ²)	475 280	281 860	110 750	20 080	61 310	17 440	966 720
Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²)	310	128	168	85	167	125	224

Investissements 2017 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.

Mobilité: mesurer, piloter, éviter

En 2016, la part de la mobilité dans les énergies finales consommées s'élevait à 36% en Suisse. Les institutions du Domaine des EPF accordent une très grande importance à ce sujet. C'est pourquoi, ces dernières années, elles ont engagé de nombreuses mesures visant à réduire la consommation énergétique dans ce domaine ainsi que les nuisances environnementales qui en découlent.

Bien que les principaux besoins énergétiques du Domaine des EPF concernent les activités de recherche réalisées dans une douzaine de grandes installations de recherche, les institutions gardent depuis longtemps un œil sur la mobilité, notamment sur les nuisances environnementales et la consommation énergétique. Ce faisant, l'accent est mis sur les trois axes stratégiques consistant à mesurer, piloter et éviter. Les institutions ont mis en place leurs propres systèmes de gestion de la mobilité adaptés à leurs sites et à leurs besoins. Au cours des dernières années, elles ont pris de nombreuses mesures visant à offrir une mobilité plus durable.

Pendant les semestres, jusqu'à 50 000 personnes fréquentent les campus du centre de Zurich, du Hönggerberg (ETH Zurich) et d'Ecublens (EPFL). Avec l'envoie du nombre d'étudiants et de collaborateurs ces dernières années, la pression s'accroît sur les capacités d'accès. Il est donc judicieux de promouvoir les logements d'étudiant sur le campus et le recours aux transports publics (par des abonnements à tarif réduit) et à la mobilité douce (marche à pied et vélo). L'Eawag a apporté une contribution spécifique à cette dernière lors de la reconstruction de la gare de Stettbach, grâce à un local à vélos fermé et réservé au personnel de l'Empa et de l'Eawag.

En avril 2016, l'ETH Zurich a lancé une plateforme visant à promouvoir la mobilité durable et à réduire les émissions de CO₂. Celle-ci met l'accent sur la mobilité au sein du campus, les voyages en avion, la logistique et la mobilité sans obstacles. Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre causées par les voyages en avion, l'ETH Zurich a demandé aux départements de se fixer des objectifs de réduction assortis de mesures. Concernant la mobilité sur le campus, l'offre en e-bikes a été développée et les horaires des navettes de l'ETH Zurich entre le centre et le Hönggerberg étoffés grâce à un troisième bus. Une action simi-

laire a été menée au PSI, où la liaison par des lignes directes (Brugg-PSI et Siggenthal-Würenlingen-PSI) a été améliorée. Le campus de l'EPFL à Ecublens, tout comme sa voisine, l'Université de Lausanne, est surtout desservi par le «Métro» local. Aux heures de pointe, celui-ci est saturé. Pour contribuer à pallier à cette problématique, l'EPFL a, en 2016, augmenté les taxes de stationnement de 260% et mis en place un système innovant de gestion des places de stationnement qui fonctionne via une application de smartphone. Les recettes seront consacrées à des projets environnementaux. A l'Empa et à l'Eawag à Dübendorf aussi, les taxes de stationnement ont augmenté en 2017: la taxe journalière est passée de 1,50 CHF à 4 CHF (dès 2017) et la taxe annuelle a été majorée de 50% (2017) puis 100% à partir de 2018 pour atteindre 600 CHF.

Depuis 2016, le PSI perfectionne une solution qui fonctionne bien à l'EPFL depuis plusieurs années: un monitoring de la mobilité qui permet, entre autres, d'analyser les voyages aériens. Ce sujet fait l'objet d'une attention accrue dans toutes les institutions, car les émissions de CO₂ générées par les déplacements en avion dépassent celles liées au chauffage et au refroidissement des bâtiments. Des concepts visant à les éviter et à les compenser sont au cœur des mesures. Pour cela, le PSI a élargi en 2017 son offre de vidéoconférence et mis en place une plateforme de promotion du covoiturage.

Au WSL, toutes les émissions de CO₂ de l'année précédente (bâtiment, trafic, voyages aériens) sont compensées depuis 2017. Depuis cette même année, les responsables de département de l'Empa sont autorisés à demander dans leur domaine des compensations de CO₂ pour les voyages en avion, soit par des offres des compagnies aériennes, soit p. ex. via myclimate. A l'Empa et à l'Eawag, le plan directeur révisé en 2017 obligera à garer sa voiture en périphérie, dans des parkings gérés, afin de garder une grande partie du campus en zone piétonnière.

Energie et environnement dans le Domaine des EPF

Les institutions sont responsables de la mise en œuvre opérationnelle de la gestion énergétique et environnementale. La mise en œuvre des mesures adoptées dans le cadre de l'Exemplarité énergétique de la Confédération se poursuivra jusqu'en 2020 et est en bonne voie.

L'ETH Zurich a posé des jalons importants en 2017: la direction de l'école a adopté le plan directeur Energie Centre qui sera réalisé entre 2018 et 2025. Celui-ci prévoit le remplacement de l'actuel approvisionnement en froid décentralisé par un réseau de froid et, comme objectif à long terme, le raccordement à une conduite d'eau du lac. Ceci permettra d'améliorer l'efficacité énergétique et la sécurité d'approvisionnement. Un projet de planification a été lancé afin d'optimiser le raccordement au réseau anergie de la zone HP classée monument historique.

Le plan d'action photovoltaïque (PV) adopté en 2017 prévoit d'intégrer une installation PV sur le toit de toutes les nouvelles constructions. L'objectif est de générer au moins 500 kWc de capacité PV supplémentaire d'ici 2022. En matière d'optimisation opérationnelle, l'ETH Zurich s'engage sur de nouvelles voies en soumettant le laboratoire d'enseignement, de recherche et de robotique HIB ouvert en 2016 à une optimisation systématique de tous ses paramètres d'exploitation dès la phase de réglage.

www.umwelt.ethz.ch

Pour l'EPFL, l'année 2017 fut particulièrement riche en nouveaux projets de durabilité. En mai, la 4^e édition d'*Act for Change* a mobilisé une nouvelle fois près de 700 collaborateurs sur le campus, autour d'un concours des meilleures pratiques de responsabilité sociale et environnementale. Sur le thème des déchets, un grand test de vaisselle lavable en remplacement de la vaisselle jetable a été lancé dans les restaurants et les *food-trucks*. Les premiers résultats sont très encourageants. Grâce au nouveau fonds de mobilité, différents projets ont pu voir le jour dans le domaine de la mobilité: introduction d'une subvention de 15% pour les collaborateurs sur les abonnements de la communauté tarifaire Mobilis, lancement du premier libre-service de vélos-cargos en Suisse, construction de 600 nouvelles places de parc pour les vélos (sur deux niveaux), et construction du nouveau Point Vélo pour l'achat de vélos neufs et d'occasion, et les petites réparations.

exploitation-energies.epfl.ch
developpement-durable.epfl.ch

Au PSI, de nombreuses mesures ont été mises en œuvre en 2017, notamment dans le domaine des grandes installations de recherche. Le plus grand projet en cours de réalisation concerne le renouvellement des compresseurs à hélium des installations de refroidissement. Ce projet a été soutenu par une aide du programme *ProKilowatt* de l'OFEN et présente un potentiel annuel d'économies d'énergie d'env. 1,28 GWh. Le remplacement de certaines pompes à vide de la Source de neutrons à spallation SINQ (également soutenu par *ProKilowatt*) permet de réduire la consommation électrique liée à l'exploitation de la pompe à env. un tiers de sa valeur actuelle.

www.psi.ch/about/charte-energetique et
www.psi.ch/about/charte-environnementale

Le WSL a décidé de compenser rétrospectivement, à partir de 2016, l'ensemble de ses émissions de CO₂, surtout causées par les voyages en avion. Dans le domaine des bâtiments, le WSL poursuit depuis longtemps une stratégie neutre en CO₂. En remplaçant un lave-vaisselle en gastronomie, il économise 280 000 litres d'eau par an et 42 MWh d'électricité (ce qui correspond à la consommation annuelle de dix maisons individuelles). Le groupe environnemental du WSL a organisé une journée du recyclage et travaille sur des possibilités d'inciter les collaborateurs à renoncer aux voyages en avion.

www.wsl.ch/umweltmanagement

Le concept de zone pour l'Empa et l'Eawag contient des mesures complètes visant à améliorer l'efficacité énergétique et la production d'énergies renouvelables. L'une des mesures a consisté à installer une centrale photovoltaïque intégrée en façade et composée de nouvelles cellules solaires à couches minces avec une puissance maximale de 30 kWc. Les cellules CIGS sont le fruit de la coopération de recherche entre la start-up suisse Flisom et l'Empa. Le procédé de fabrication *roll-to-roll* permet une production rapide, économique, et avec de faibles frais de matériaux et d'énergie.

www.empa.ch/web/resources-environment

Les collaborateurs de l'Eawag ont obtenu un excellent résultat lors de l'action *bike to work* en 2017: dans la catégorie 500-999 collaborateurs, l'Eawag s'est hissé à la première place avec un taux de participation de 30% et 47 équipes pendant deux mois. Avec l'Empa et l'association *Umweltvelowege Schweiz*, l'Eawag a aussi ouvert une station de découverte qui s'adresse aux familles. La station de l'Eawag montre de manière ludique comment l'énergie hydraulique est utilisée en Suisse et quelles mesures permettent d'étendre de nouveau le biotope de nos ruisseaux et fleuves.

www.eawag.ch/fr/portrait/durabilite/environnement-energie

Fig. 35: Données énergétiques et environnementales

		Domaine des EPF 2015	Domaine des EPF 2016	ETH Zurich Total	EPFL Total	PSI Total	WSL Total	Empa Total	Eawag Total	Domaine des EPF Tendances 2017 ¹
Données de base										
Surface de référence énergétique SRE ²	m ²	1 434 194	1 471 508	686 431	435 389	169 900	28 246	123 442	28 100	
Equivalent plein temps ³	EPT	34 827	35 310	19 847	11 164	2 023	659	972	645	
Energie⁴										
Energie finale nette⁵	kWh/a	436 876 537	430 768 848	171 510 283	98 296 921	133 107 126	4 877 241	18 609 536	4 367 741	427 385 195,4
Electricité nette (sans autoprod.)	kWh/a	365 894 796	360 612 906	135 086 000	81 504 656	125 870 773	3 064 754	11 687 273	3 399 450	357 769 426
Achat d'électricité non certifiée	kWh/a	56 595 832	60 638 256	9 706 000	1 466 261	47 490 157	42 000	1 933 838	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh/a	316 964 326	306 751 078	125 380 000	84 880 985	78 380 616	3 022 754	11 687 273	3 399 450	
– Electricité (sans naturemade star)	kWh/a	302 657 249	292 399 481	121 380 000	78 034 040	78 380 616	2 917 552	11 687 273	0	
– Photovoltaïque naturemade star	kWh/a	2 135 781	2 078 078	0	2 000 000	0	52 601	0	25 477	
– Hydraulique naturemade star	kWh/a	12 171 296	12 214 009	4 000 000	4 846 945	0	52 601	0	3 314 463	
– Eolienne naturemade star	kWh/a	0	0	0	0	0	0	0	59 510	
Vente d'électricité	kWh/a	-7 665 362	-6 776 428	0	-4 842 590	0	0	-1 933 838	0	
Energie thermique	kWh/a	68 494 879	67 627 075	35 383 000	16 442 265	6 901 353	1 349 078	6 717 605	833 774	
Mazout	kWh/a	3 468 116	4 540 980	710 000	3 215 696	423 773	165 951	0	25 560	
Gaz naturel	kWh/a	57 795 344	59 752 463	39 701 000	13 168 044	0	0	6 869 872	13 547	
Gaz naturel (CETE)	kWh/a	0	0	0	0	0	0	0	0	
Chaleur à distance	kWh/a	31 108 657	28 730 003	20 482 000	333 356	6 477 580	0	642 400	794 667	
Copeaux de bois	kWh/a	1 520 337	1 463 127	280 000	0	0	1 183 127	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh/a	-25 397 575	-26 859 498	-25 790 000	-274 831	0	0	-794 667	0	
Carburants (propres véhicules)	kWh/a	2 486 862	2 528 867	1 041 283	350 000	335 000	463 409	204 658	134 517	
Informations supplémentaires Energie										
Frais d'électricité et de production de chaleur ⁵	CHF/a	50 046 943	47 499 551	23 967 909	10 075 657	11 989 081	498 036	1 733 420	502 221	48 189 035,6
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh/a	520 813	520 813	217 100	0	102 550	28 000	29 159	144 004	
Total vente à des tiers	kWh/a	-33 062 937	-33 635 926	-25 790 000	-5 117 421	0	0	-2 728 505	0	
Eau (potable)	m³	630 749	649 066	324 846	178 459	109 325	8 659	21 500	6 277	659 928
Matières										
Papier	kg	341 961	411 592	251 500	105 236	32 228	7 852	7 868	6 908	344 133
Papier de fibres nouvelles	kg	120 462	173 722	136 500	21 970	10 074	3 054	1 892	232	114 284
Papier recyclé	kg	221 499	237 870	115 000	83 266	22 154	4 798	5 976	6 676	229 849
Indices d'impact sur l'environnement										
Energie primaire⁶	kWh/a	625 358 315	616 876 534	215 354 981	119 883 747	242 857 836	11 070 532	22 416 412	5 293 027	
Dont énergies renouvelables	%	63	1	1	1	1	0	1	1	
Emissions de CO ₂ : t	t CO ₂ /a	36 820	36 776	15 305	7 298	10 660	684	2 512	317	

¹ Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2017.

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.

Compte de financement

La Confédération finance le Domaine des EPF à près de 90%.

La majeure partie provient du financement fédéral. Les recettes issues des fonds de tiers ont de nouveau pu être augmentées.

Financement (recettes par origine)

En tant que propriétaire, la Confédération finance le Domaine des EPF à près de 90% (part de 2017: 86%). La majorité du financement (soit 71%) est assurée via le financement fédéral. 15% des fonds sont fournis de manière compétitive, via les deux institutions de financement FNS et Innosuisse, la recherche du secteur public et les fonds des programmes-cadres de recherche européens (PCR-UE) en tant que contributions à la recherche. L'élargissement souhaité de la base de financement du Domaine des EPF est effectué par des contributions à la recherche compétitives de la Confédération et des fonds de tiers (collaboration avec l'économie privée). Les dons, droits de scolarité et autres recettes constituent des sources de financement complémentaires. En 2017, cette part a légèrement augmenté à 14% et le volume a aussi progressé. Les recettes d'exploitation du Domaine des EPF se montaient à 3,6 mia CHF en 2017. Le volume des recettes à hauteur de 3571 mio CHF dépasse à la fois les prévisions du budget 2017 (3460 mio CHF) et le total du compte de financement de 2016 (3486 mio CHF). La progression des contributions issues du financement fédéral a grandement contribué à cette évolution positive. Dans le rapport budgétaire 2017, l'augmentation de 40 mio CHF du financement fédéral ne figurait pas encore dans les recettes.

Evolution du plafond de dépenses du Domaine des EPF pour 2017–2020, crédits mis en compte sur le plafond de dépenses (financement fédéral)

Pour mettre en œuvre sa planification stratégique 2017–2020, le Conseil des EPF a demandé une croissance moyenne annuelle de 3,5% pour le Domaine des EPF, sur la base de ses besoins de financement (Message FRI 2017–2020 du 24 février 2016/Feuille fédérale 2016 3165). Cela aurait correspondu à un plafond de dépenses 2017–2020 de max. 11005 mio CHF.

En raison de la planification financière de la Confédération et des priorités définies dans les domaines FRI, cette demande n'a pu être satisfaite. Dans le message FRI 2017–2020, le Conseil fédéral a demandé un plafond de dépenses de 10177,7 mio CHF (croissance annuelle: 1,5%). Les Chambres fédérales ont relevé le plafond de dépenses de 160 mio CHF, le portant à 10337,8 mio CHF, ce qui correspond à une croissance annuelle moyenne de 1,9%. En raison des réductions (entre autres de la correction du renchérissement), la croissance projetée du plafond de dépenses pour 2017–2020 devrait tomber à un peu moins de 1,0%.

Fig. 36: Evolution du plafond de dépenses du Domaine des EPF pour la période 2017–2020

mio CHF	2016	2017	2018	2019	2020	2017-2020
Domaine des EPF plafond de dépenses 2017–2020	2 453,8	2 529,1	2 564,3	2 601,6	2 642,8	10 337,8
Croissance nominale en CHF		75,3	35,2	37,3	41,2	
Croissance nominale en %		3,1	1,4	1,5	1,6	
Ø Exploitation plafond de dépenses 2013–2016 (sur la base du budget 2016) en %						1,9
Total des diminutions nettes par rapport au plafond de dépenses du Domaine des EPF		1,7	-33,4	-60,7	-97,2	-189,6
Total des crédits à valoir sur le plafond de dépenses	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 540,9	2 545,6	10 148,2
Croissance nominale en CHF		77,0	0,1	10,0	4,6	
Croissance nominale en %		3,1	0,0	0,4	0,2	
Ø Exploitation plafond de dépenses 2013–2016 (sur la base du budget 2016) en %						0,9
Exploitation plafond de dépenses en %						98,2

Fig. 37: Recettes d'exploitation par origine (en mio CHF)

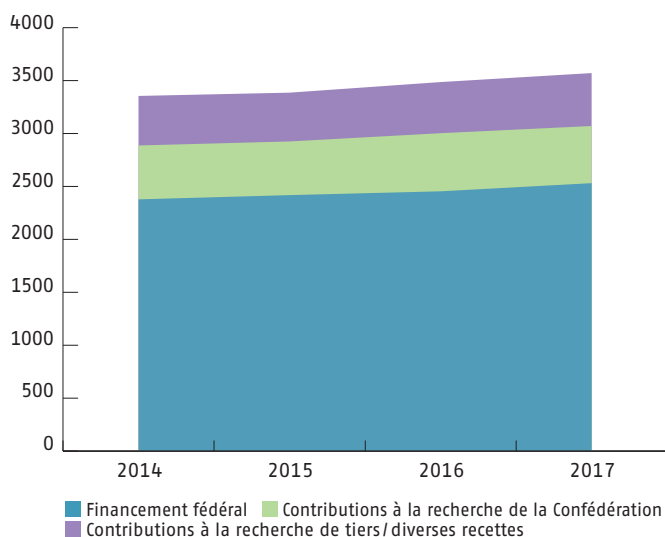
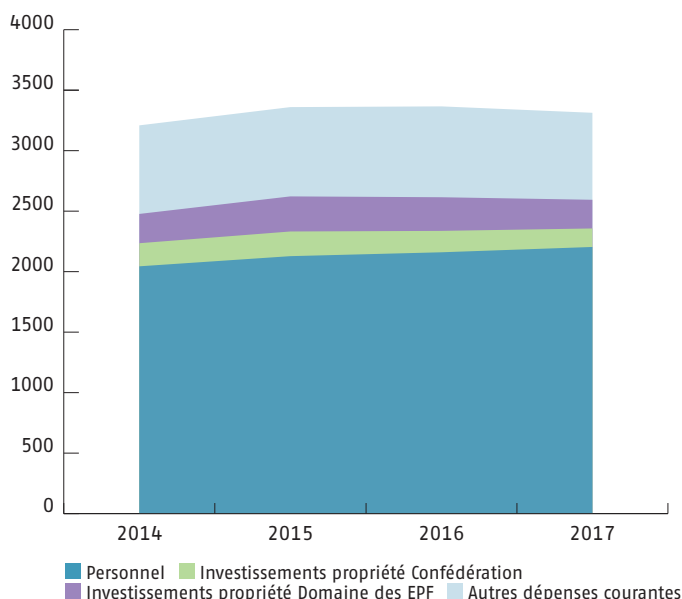


Fig. 38: Dépenses d'exploitation par origine (en mio CHF)



Evolution des contributions à la recherche, autres recettes d'exploitation

Les contributions à la recherche de la Confédération ainsi que celles de tiers ont accusé un recul et leur part du total est légèrement en dessous du niveau de 2016. Néanmoins, en chiffre absolus, la tendance reste positive. Il en va de même pour les autres recettes d'exploitation, qui sont supérieures aux attentes. Les prévisions du budget 2017 ont été dépassées.

Les recettes opérationnelles résultant des contributions à la recherche ne correspondent normalement

pas au produit d'exploitation du compte de résultat. La distinction nécessaire ne peut cependant pas être mise en pratique. Dans le rapprochement du compte de financement et du compte de résultat figurent donc des valeurs identiques. L'évolution des contributions à la recherche peut être uniquement évaluée en intégrant les créances à court et long termes et les fonds de tiers affectés via le bilan.

Dépenses (affectation des fonds)

Le volume des dépenses se décompose en trois parties: dépenses de personnel, dépenses de biens et services et dépenses d'investissement. La majeure partie des fonds (env. 67%) a été affectée au personnel. Pour les Investissements dans des immobilisations corporelles, qui sont utilisées par le Domaine des EPF, sans lien avec la question de la propriété, le Domaine des EPF affecte env. 13–15% aux fonds à long terme; en 2017, ce chiffre était de 12%. Le montant du troisième composant principal 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 séparé). Les dépenses d'exploitation totales du Domaine des EPF ont augmenté de 3,2 à 3,4 mia CHF entre 2013 et 2017. A partir des comptes de 2015, cette augmentation s'est tassée et un léger recul a même été enregistré en 2017 par rapport à 2016 (3,4 à 3,3 mia CHF). Le volume des dépenses opérationnelles budgétées pour 2017 (3,4 mia CHF) n'a pas non plus été atteint.

S'agissant des dépenses, les crédits budgétaires du Domaine des EPF accordés par décision du Parlement sont toujours considérés comme utilisés en fin d'année. Le montant des réserves issues du financement fédéral peut cependant varier. Au cours de l'exercice sous revue, ces réserves ont été constituées à hauteur de 135 mio CHF (2016: 1 mio CHF). Dans la présentation des crédits de la perspective de la Confédération, il s'agit de dépenses – dans le tableau de financement, elles font partie des recettes et ont aussi contribué, en 2017, à l'excédent des recettes résultant de la différence entre la provenance des fonds et leur affectation.

Investissements totaux

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 de leur financement: il s'agit d'investissements dans la substance utilisée par le Domaine des EPF. On y trouve donc également les investissements dans des biens immobiliers qui sont la propriété de la Confédération et sont financés via le crédit A202.0134 crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF.

Le montant total des investissements (propriété du Domaine des EPF et propriété de la Confédération financement fédéral, aperçu plafond de dépenses) s'est inscrit entre 400 et 500 mio CHF pour la période 2013–2016. Le volume élevé des années 2015 et 2016 (fig. 39) s'explique par les dépenses d'investissement consacrées aux aménagements spécifiques à l'utilisateur (CFC 3), entre autres aux investissements du PSI pour le faisceau ATHOS du SwissFEL. L'informatique a également bénéficié d'investissements importants l'année passée, en particulier pour le Piz Daint Server du CSCS de l'ETH Zurich. Tous ces effets exceptionnels ne se sont pas répétés durant l'exercice sous revue et le volume des investissements a diminué avec un peu moins de 400 mio CHF (2017: 390 mio CHF) pour s'établir au niveau moyen des années antérieures.

Origine des moyens (recettes)

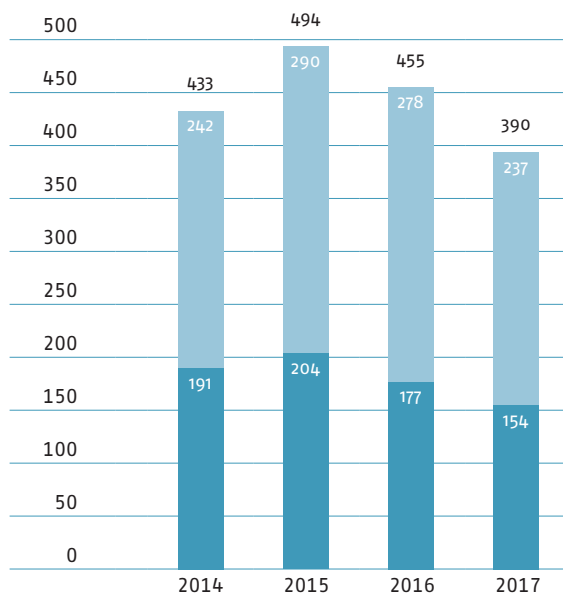
En 2017, les recettes d'exploitation se sont montées à 3571 mio CHF, dont 71% sur le financement fédéral. Pour le total des deux crédits imputables à ce plafond (budget 2017: 2530,8 mio CHF), une croissance nominale de 77 mio CHF (+3,1%) par rapport au budget 2016 (2453,8 mio CHF) a été enregistrée.

En plus du financement fédéral direct, la Confédération finance aussi le Domaine des EPF par des contributions à la recherche. Pendant l'exercice sous revue, la Confédération a ainsi contribué à hauteur de 540 mio CHF à son budget financier via ses deux institutions de financement FNS et Innosuisse, ainsi que par la recherche sectorielle et les fonds des PCR-UE. La part de ces contributions à la recherche de la Confédération s'élevait à 15% (2016: 16%). Celle provenant de fonds de tiers et les autres recettes sont restées inchangées à 14% (2017: 500 mio CHF). L'obtention de contributions à la recherche se fait dans un cadre concurrentiel pendant la période FRI 2017–2020. Malgré la baisse des moyens FRI, le Domaine des EPF a enregistré une hausse des recettes par rapport à 2016. La Confédération a financé le Domaine des EPF en 2017, directement ou indirectement, à hauteur de 86% (2016: 86%).

Affectation des moyens (dépenses)

En 2017, le total de recettes d'exploitation s'élève à 3313 mio CHF et est inférieur à celui de l'année précédente (2016: 3366 mio CHF). Le budget (3362 mio CHF) n'a pas non plus été atteint. Par rapport au budget, les autres dépenses ont été déterminantes pour cet écart. Les dépenses de personnel et les investissements de l'année 2017 ont pratiquement correspondu à la valeur budgétée. Du fait d'investissements moins élevés dans les immobilisations corporelles mobilières et immobilières, (2017: 390 mio CHF, 2016: 455 mio CHF), on a observé dans les dépenses une réaffectation proportionnelle en faveur du personnel.

Fig. 39: Evolution de l'investissement total (en mio CHF)



■ Investissement Constructions du Domaine des EPF propriété Confédération (cofinancement inclus)
 ■ Investissement immobilisations corporelles et incorporelles propriété Domaine des EPF

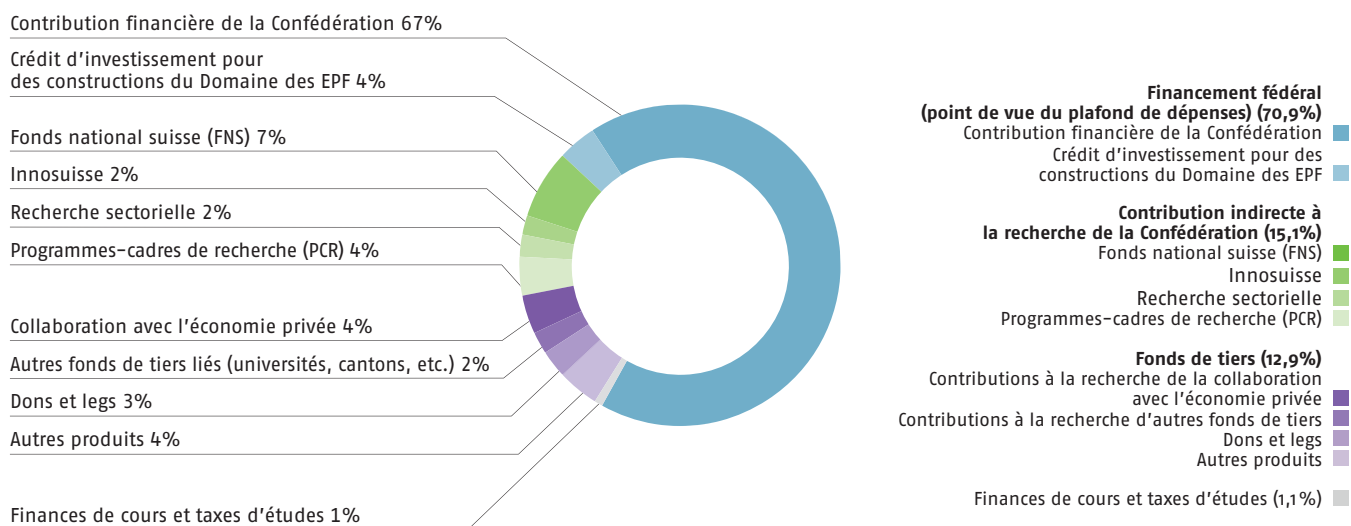
2204 mio CHF ont été dépensés pour le personnel (2016: 2160 mio CHF), ce qui représente 66,5% des dépenses (2016: 64,2%). 18 158 postes à plein temps (EPT) ont été financés. Les dépenses de personnel ont été financées par le financement fédéral (11963,2 EPT, soit 1653 mio CHF) et les contributions à la recherche de la Confédération (4629,8 EPT, soit 380 mio CHF). Près de 171 mio CHF de dépenses de personnel ont été financés en collaboration avec l'économie privée (1925 EPT). Les cotisations de l'employeur en pourcentage de la rétribution du personnel se sont montées en 2017 à 20% (2016: 19,8 %). Dans le budget 2017, le taux forfaitaire de cotisations de l'employeur est de 20,2%.

Les autres dépenses d'exploitation courantes (C 2017: 719 mio CHF) ont diminué de 32 mio CHF (-4,3%) par rapport à 2016.

Dans le tableau de financement, le total des dépenses d'investissement est présenté indépendamment de la question de la propriété des biens immobiliers, c'est-à-dire de la perspective de l'utilisation par le Domaine des EPF.

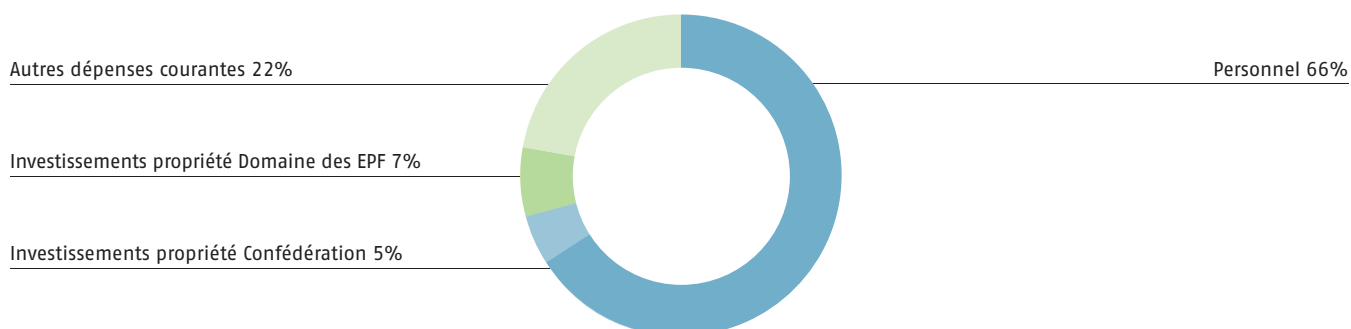
Origine des fonds

Fig. 40 *: Comptes consolidés 2017 du Domaine des EPF: structure des recettes en %
Recettes d'exploitation, comptes annuels 2017: 3486 mio CHF (point de vue du compte de financement)



Affectation des fonds

Fig. 41 **: Comptes consolidés 2017 du Domaine des EPF: structure des dépenses en %
Charges d'exploitation, comptes annuels 2017: 3366 mio CHF (point de vue du compte de financement)



* La fig. 40 montre les recettes d'un point de vue financier. 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.

** La fig. 41 représente les dépenses d'un point de vue financier. Elles s'élèvent à 3313 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. La dépréciation ne fait pas non plus partie du total après affectation des fonds.

Rapprochement du compte de financement et des comptes annuels

Contrairement à l'aperçu du financement, dans lequel le financement fédéral 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 la comptabilité d'exercice 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 Contribution aux loyers 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 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'abandon des dispositions transitoires, et donc les sous-consolidations qui ont été effectuées pour la première fois dans les comptes 2017 pour le Domaine des EPF et en particulier l'ETH Zurich et l'EPFL. L'effet entre le compte de financement et le compte de résultat est mineur dans le rapprochement et pour ce point précis.

Fig. 42: Rapprochement du compte de financement et du compte de résultat
(point de vue du compte de financement – recettes/dépenses et point de vue du compte de résultat – charges/produits)

mio CHF	Compte de financement	Rapprochement			Compte de résultat
	2017	Diminution (-)	Augmentation (+)	Consolidation (+/-)	2017
Compte de financement / compte de résultat					
Recettes (origine des fonds) / produits d'exploitation	3 572	-153	278	-	3 698
Financement fédéral	2 531	-153	278	-	2 656
Contribution financière de la Confédération	2 378				2 378
Investissements dans des constructions du Domaine des EPF	153	-153			-
Contribution aux loyers	-		278		278
Contributions à la recherche: Confédération	540				540
Contributions à la recherche: tiers / recettes diverses	502				502
Dépenses (utilisation des fonds) / charges d'exploitation	2 926	-	590	-	3 515
Personnel	2 204		99		2 303
Biens et services – loyers Domaine des EPF	-		278		278
Amortissements	-		212		212
Autres dépenses et charges de biens et services / de transfert courantes	721				721
Investissements	381	-153	-	-	228
Constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	153	-153			-
Cofinancements de constructions du Domaine des EPF (appartenant à la Confédération)	1				1
Immobilisations corporelles immeubles (appartenant au Domaine des EPF)	40				40
Immobilisations corporelles meubles (appartenant au Domaine des EPF)	183				183
Immobilisations incorporelles (appartenant au Domaine des EPF)	4				4

Rapport financier

www.cepf.ch/rapportfinancier2017

Mentions légales

Editeur

Conseil des EPF, Haldeliweg 15, CH-8092 Zurich

Direction du projet, rédaction: Communication du
Conseil des EPF, Zurich

Conception, graphisme: phorbis Communications AG, Bâle
et Klarkom AG, Berne

Reportages: Barbara Vonarburg, Schlossrued ainsi que les
institutions du Domaine des EPF

Photographie: Kellenberger Kaminski Photographie
(avec le concours d'Alessia Ruggiero) ou selon crédit photo

Traductions, relecture: comtexto AG, Zurich

Impression: Kromer Print AG, Lenzburg

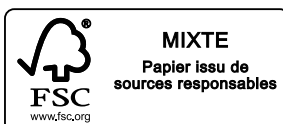
Clôture de la rédaction: 12 mars 2018

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/rapportdegestion2017.

Nous remercions tout particulièrement pour leurs
contributions:

- tous les scientifiques des institutions du Domaine des
EPF qui ont participé à la réalisation des reportages,
- les membres du Groupe IPS du Domaine des EPF
(Implémentation du Plan Stratégique),
- les membres du ComTeam du Domaine des EPF (respon-
sables 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, avril 2018



Couverture

Photo au-dessus

Journée nationale du numérique 2017 sur le campus de l'EPFL: une participante montre fièrement comment elle dessine avec une appli qu'elle a elle-même programmée sur un smartphone lors de l'atelier.

(Photo: Murielle Gerber/EPFL)

Photo au-dessous

Lors du Forum économique mondial 2017, l'ETH Zurich a présenté ses tout derniers travaux, notamment le cube magique appelé «Cubli», capable de tenir en équilibre sur un coin, de sauter et de contrôler sa chute.

(Photo: Andreas Eggenberger/ETH Zurich)

The image features a composition of five large, solid-colored rectangular blocks. At the top left is a dark teal block. To its right is a large orange block. Below the dark teal block is a light blue block. To the right of the light blue block is a purple block. At the bottom right is a large grey block. The bottom-most section of the image is a solid green background containing contact information.

Conseil des EPF
Haldeliweg 15
CH-8092 Zurich
Téléphone +41 (0) 44 632 23 67
Fax +41 (0) 44 632 11 90
www.cepf.ch

Conseil des écoles polytechniques fédérales