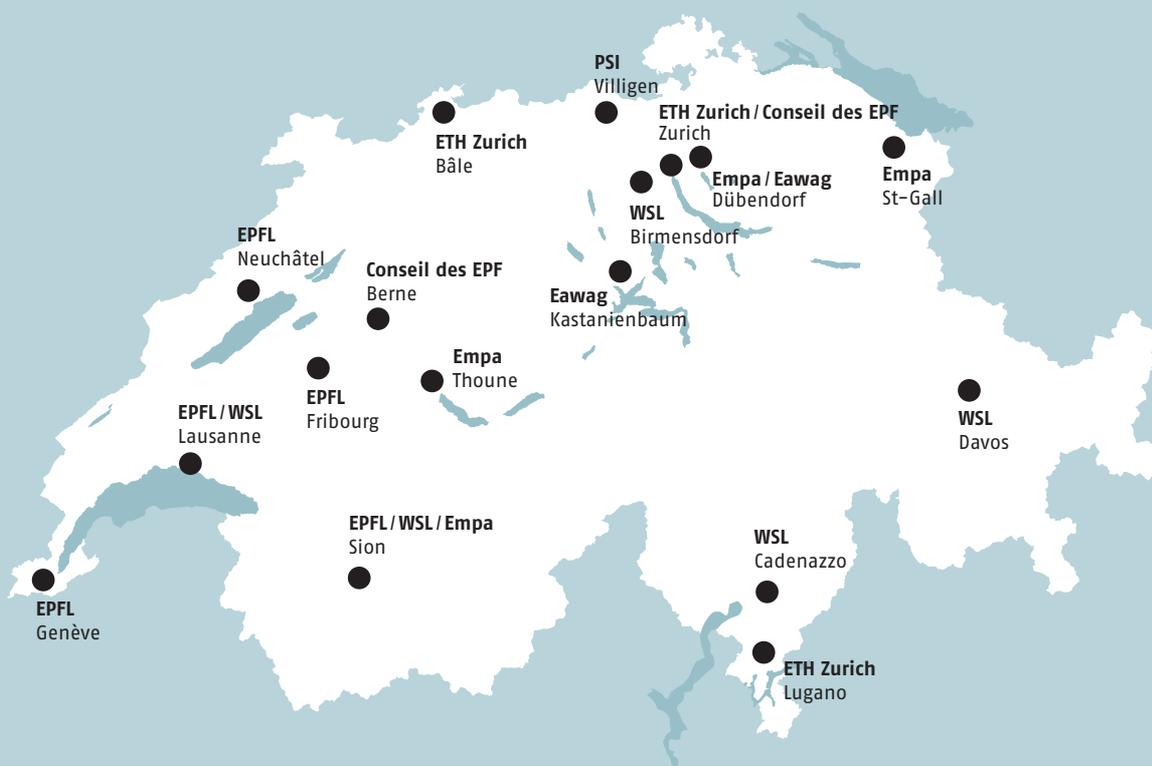


RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2020



VISION

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



Le Domaine des EPF et ses institutions

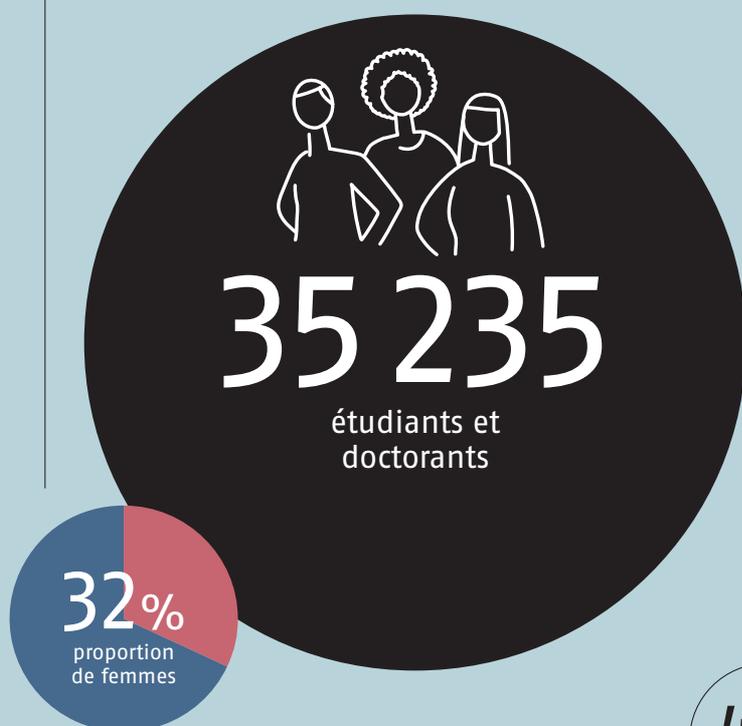
Enseignement, recherche et innovation au plus haut niveau: le Domaine des EPF les fournit avec plus de 23 000 collaborateurs, plus de 35 000 étudiants et doctorants et un corps professoral de quelque 880 personnes.

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

Domaine des EPF

FAITS ET CHIFFRES 2020

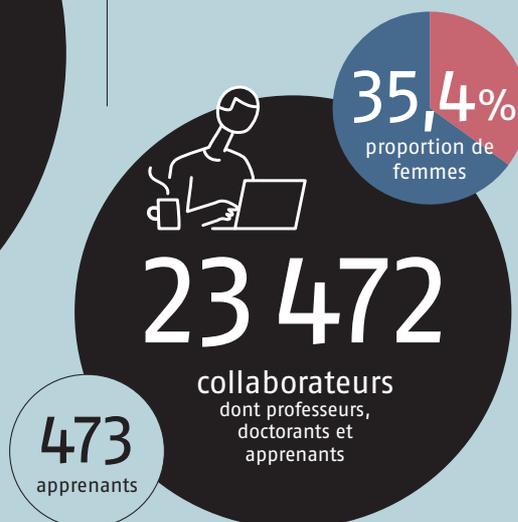
Etudiants et doctorants



Collaborateurs

en contrat de travail (CT)

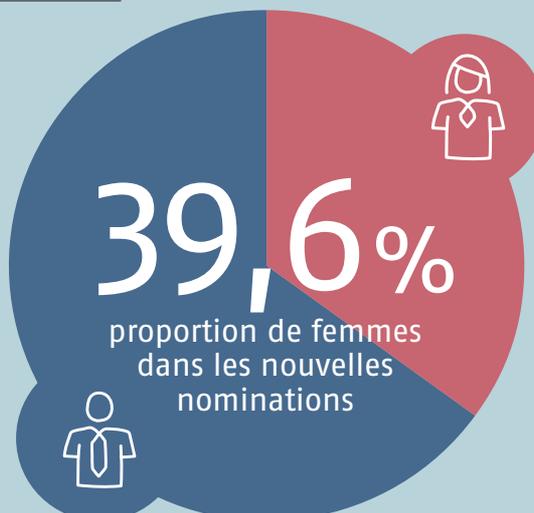
14 177 personnel scientifique
4 045 collaborateurs techniques
3 890 personnel administratif



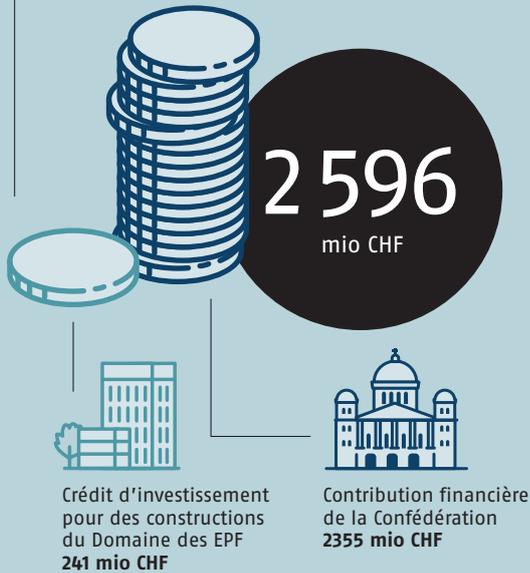
Corps professoral

887

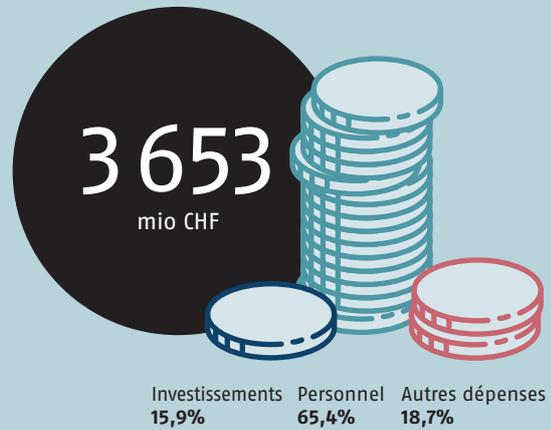
76 nominations, dont
48 personnes nouvellement nommées



Financement fédéral¹



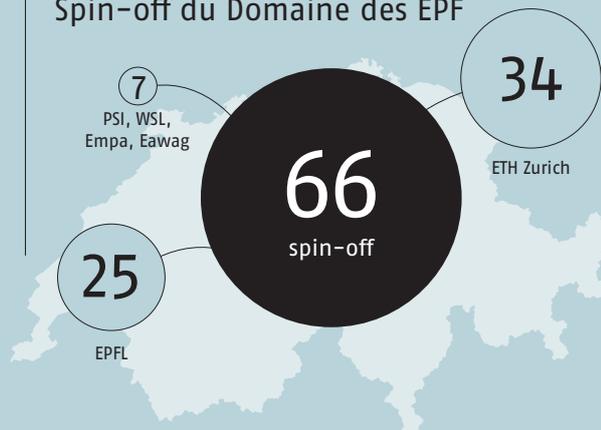
Dépenses



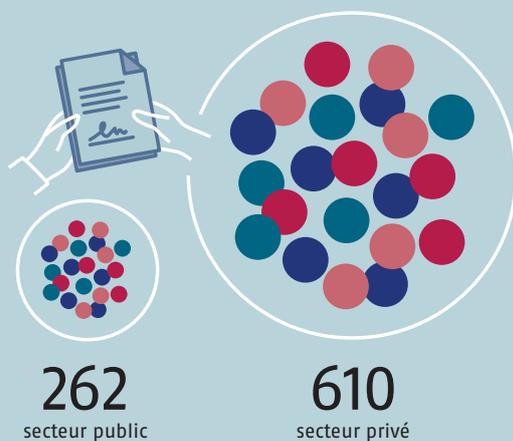
Transfert de savoir et de technologie²



Spin-off du Domaine des EPF



Nombre de contrats de collaboration³



Classements des hautes écoles



¹ Crédits mis en compte sur le plafond de dépenses

² Cf. aussi p. 93

³ D'un volume d'au moins 50 000 CHF

Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2020

Préface	6
La science face à la pandémie	8
La science en marche	11
Gouvernance	35
Objectifs stratégiques	49
Chiffres-clés	85
Finances	103
Mentions légales	110

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2020

Table des matières



12

Domaine des EPF: Swiss National COVID-19
Science Task Force

La pandémie du coronavirus libère des énergies

Un nouveau virus est parti à la conquête du monde. En mars, la Suisse décrétait l'état de «situation exceptionnelle»; en octobre, le pays affrontait la deuxième vague. Plutôt que de se laisser abattre, de nombreux scientifiques du Domaine des EPF ont retroussé leurs manches.

8

Conseil des EPF sur le Domaine des EFF

La science face à la pandémie

Jamais un événement n'aura autant marqué un exercice que l'actuelle pandémie de coronavirus. Le maintien des activités d'enseignement et de recherche dans cette situation d'urgence sanitaire fut un défi majeur pour l'ensemble des institutions du Domaine des EPF.



15

ETH Zurich: intelligence artificielle
et apprentissage automatique

Des nouveau-nés en bonne santé grâce à l'intelligence artificielle

Le nouveau *ETH AI Center* va devenir le hotspot interdisciplinaire de l'intelligence artificielle. Il va former une nouvelle génération de chercheurs et d'entrepreneurs en IA.

EPFL: nanomatériaux supramoléculaires
et interfaces

Un antiviral passepartout

Francesco Stellacci, professeur à l'EPFL, cherche la formule d'un «tueur de virus» à large spectre. Son objectif n'est pas de bloquer le virus dans sa croissance, mais de le détruire définitivement.



19



PSI: SLS 2.0 et HIPA

Une solution lumineuse pour plus de brillance

Plus les rayons X sont intenses, plus l'infiniment petit se dévoile aux yeux des scientifiques. Pour conserver sa place parmi les meilleures installations au monde, la SLS du PSI a besoin d'une mise à jour.



Empa: Urban Energy Systems

«Nous modélisons le tissu énergétique urbain de demain.»

La technique énergétique des bâtiments, quartiers et villes d'aujourd'hui est souvent surannée. L'alimentation en énergie des maisons doit absolument gagner en efficacité, et les quartiers doivent être alimentés en énergie renouvelable. La conversion des villes aux systèmes durables de production d'énergie et de mobilité est impérative.



WSL: programme de recherche Energy Change Impact

«Nous devons poser des questions désagréables.»

Toute activité humaine a un impact sur le paysage et l'environnement. Même si nous sortons du nucléaire et misons sur les énergies renouvelables. Le programme de recherche commun au WSL et à l'Eawag apporte un éclairage précis.

Eawag: recherche sur la biodiversité dans un environnement interdisciplinaire

Tout est interconnecté – de nombreuses pertes sont irréversibles

La diversité des espèces qui peuplent la Terre est en net déclin. La recherche sur la biodiversité est profondément ancrée à l'Eawag et s'appuie sur des approches modernes et un environnement très interdisciplinaire quasiment unique au monde.



PRÉFACE



Président du Conseil
des EPF depuis février 2020:
Michael O. Hengartner
› Ruben Wyttenbach / Conseil des EPF

Chères lectrices,
chers lecteurs,

Passer la pandémie de coronavirus sous silence dans un rapport de gestion sur l'année 2020 est impossible. Elle a tellement chamboulé nos vies à tous. Concernant le Domaine des EPF, je pense en particulier à nos étudiants. Privés d'accès aux bâtiments et au campus des deux EPF, ils ont dû s'adapter aux cours en ligne du jour au lendemain. Plus question de rencontrer et de discuter avec leurs condisciples sur place. Le chez-soi, souvent une chambre en colocation, chez les parents ou dans une résidence étudiante, est devenu étroit. Mais je pense aussi à tout le personnel du Domaine des EPF qui a connu un bouleversement similaire. Au revoir les pauses café à plusieurs, bonjour le télétravail et les séances d'équipe virtuelles. Concilier vie professionnelle et vie familiale quand les jardins d'enfants et les écoles sont fermés et que les enfants sont à la maison n'a pas été chose facile.

Malgré tout ou justement de ce fait, de nombreux étudiants, doctorants et collaborateurs du Domaine des EPF se sont mobilisés contre le coronavirus dans le cadre de nombreux projets. Des étudiants ont ainsi lancé des plates-formes en ligne mettant en lien des volontaires et des établissements de santé. De leur côté, des scientifiques du Domaine des EPF ont testé la qualité de masques, analysé la structure du virus, recherché le virus dans

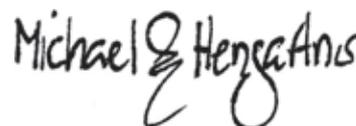
les eaux usées et développé l'application SwissCovid sur mandat de la Confédération. Ils ont répondu aux questions des médias et des autorités sur l'importance des aérosols, sur le facteur R, sur les répercussions économiques de la pandémie ou sur la façon dont le virus se propage et sur les endroits où il se diffuse le plus.

La *Swiss National COVID-19 Science Task Force* a joué un rôle particulier. Sur une suggestion du Domaine des EPF, la Confédération a chargé le Fonds national suisse de la recherche scientifique, *swissuniversities* et les Académies suisses sciences de conseiller les autorités pour les soutenir dans leurs prises de décision. Cette collaboration entre science et politique ne se déroule pas toujours sans accroc, les systèmes et la perception du rôle de chacun se télescopant. Mais je suis convaincu qu'elle est fructueuse et bénéfique pour les deux parties. Je souhaite que cette coopération s'étende à d'autres sujets, s'approfondisse et s'institutionnalise. Par exemple dans le domaine du climat, de l'environnement, de la numérisation ou du système de santé publique.

La Suisse peut être fière du Domaine des EPF et de son système de formation et de recherche en général. Durant cette période inédite, de nombreux scientifiques se sont engagés au profit de la collectivité. Les

acteurs FRI suisses ont montré qu'il vaut la peine d'investir dans un enseignement, une recherche et un transfert de savoir et de technologie de haute qualité et de veiller à respecter leur autonomie – comme l'ont toujours fait la politique et la société. Je les en remercie!

Zurich / Berne, janvier 2021



Michael O. Hengartner,
président du Conseil des EPF

Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

LA SCIENCE FACE À LA PANDÉMIE

Jamais un événement n'aura autant marqué un exercice que l'actuelle pandémie de coronavirus. Le maintien des activités d'enseignement et de recherche dans cette situation d'urgence sanitaire fut un défi majeur pour l'ensemble des institutions du Domaine des EPF. De nombreuses activités de recherche et beaucoup de développements technologiques de 2020 ont porté sur la lutte contre le COVID-19. Une fois de plus, l'existence d'un réseau scientifique transfrontalier et de liens étroits avec l'industrie a porté ses fruits. Durant cette année de pandémie, les services de conseils fournis par les scientifiques aux décideurs politiques pour gérer la crise ont pris une dimension particulière.

«La Suisse maintient son excellence dans les domaines de la formation, de la recherche et de l'innovation, et saisit les chances qu'offre le numérique.» Tel est l'objectif à la base du message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation (message FRI) pour les années 2021 à 2024 approuvé par le Conseil fédéral début 2020. Une enveloppe financière de 28 mia CHF était prévue pour la période. Dans le cadre de l'examen parlementaire du message FRI entre l'été et la fin de l'automne 2020, le Conseil des Etats et le Conseil national ont eux aussi affiché leur soutien à une Suisse qui maintient son excellence dans la formation, la recherche et l'innovation à l'échelle internationale. Cette profession de foi claire en faveur du site de formation et de recherche suisse est remarquable au vu des dépenses exceptionnelles engagées sur la même période par la Confédération pour faire face à la pandémie. La visibilité acquise par la science au moment de la crise n'y est certainement pas étrangère, de même que la prise de conscience du bien-fondé d'institutions de formation et de recherche fortes pour faire face à des défis urgents et sans précédent.

L'enseignement et la recherche sous le signe du COVID-19

L'ETH Zurich et l'EPFL ont basculé vers l'enseignement entièrement numérique très rapidement et sans encombre. L'encouragement, depuis plusieurs années, des méthodes d'enseignement numériques comme les *flipped classrooms* a contribué à la réorganisation efficace des cours en distanciel (cf. p. 51 s.). En un temps très court, les scientifiques ont réagi à l'apparition du nouveau coronavirus et lancé de nombreux projets. Le Domaine des EPF a notamment engagé des projets de recherche sur des vaccins, des respirateurs, des appareils de test, des masques ou l'analyse des eaux usées (cf. p. 14 ou p. 69 p. ex.). Des scientifiques du Domaine des EPF ont également pris part à plusieurs projets du programme national de recherche «COVID-19» (PNR 78), lancé fin avril 2020.

Comme l'a souligné Martina Hirayama, secrétaire d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation, cet été, lors de la réunion informelle des ministres européens en charge de la recherche et de l'innovation, une recherche fondée sur l'excellence et procédant à une approche *bottom-up* possède le

L'état d'urgence s'est appliqué au Domaine des EPF à la mi-mars 2020. Les campus des institutions – ici un amphithéâtre du campus Centre de l'ETH Zurich – ont été fermés, et leur accès interdit, sauf cas exceptionnels.

> Nicola Pitaro/ETH Zurich



potentiel pour livrer des réponses innovantes rapidement. Elle a également rappelé que la coopération internationale et la facilitation des échanges entre chercheurs constituaient des facteurs clés dans une optique de réaction européenne commune à des situations de crise telles que celles liées au coronavirus.

Crise mondiale – recherche internationale

Bien entendu, le Domaine des EPF travaille sur le COVID-19 avec plusieurs pays. Le développement de l'app SwissCovid est un bon exemple. SwissCovid, l'application officielle de la Confédération, est l'une des grandes mesures de lutte contre le nouveau coronavirus, au même titre que le traçage des cas contacts et la réalisation systématique de tests. Carmela Troncoso, professeure assistante au *Security and Privacy Engineering Laboratory* de l'EPFL, est l'une des têtes pensantes à l'origine de cette application. Elle a fait partie de l'équipe interdisciplinaire, rapidement mise sur pied, qui a réuni toutes les compétences nécessaires à son développement. L'équipe était composée de plus de trente chercheurs de différentes institutions réparties dans huit pays européens.

La bonne coopération européenne et internationale repose sur des relations et des réseaux déjà anciens que des programmes de recherche tels que «Horizon Europe» ont créés et approfondis. Pour le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF, la pleine participation au programme-cadre de recherche de l'Union européenne pour les années 2021–2027 est donc capitale. Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont à

nouveau obtenu des ERC *Grants* dans le cadre du programme «Horizon 2020» (cf. p. 54).

Outre «Horizon Europe», l'Union européenne compte renforcer le programme de formation «Erasmus» dès 2021. La coopération internationale et la mobilité en matière de formation contribuent à l'excellence et à la compétitivité de la Suisse comme pays de formation et sont très importantes pour le Conseil des EPF. Ce dernier plaide donc pour une pleine participation au programme «Erasmus» pour les années 2021–2027.

De la recherche à la pratique

La crise a révélé l'importance des liens étroits avec l'industrie que les institutions du Domaine des EPF ont tissé au fil des ans, notamment pour le transfert de savoir et de technologie (TST). Sur fond de pandémie, dans le cadre du projet Innosuisse ReMask, des scientifiques de l'Empa, de l'ETH Zurich et de l'EPFL ont réussi en un temps très court à développer des concepts de masque innovants qui protègent efficacement des virus, ainsi que des technologies de réutilisation des matériaux de protection. Ils ont travaillé avec le Laboratoire Spiez et un consortium national réunissant des acteurs de la santé et des industriels. La cinquantaine de partenaires industriels participants témoigne de l'ampleur de l'effort commun déployé.

D'autres secteurs de l'innovation montrent le succès de la coopération avec l'économie en 2020. Le nombre de brevets, licences et contrats de collaboration déclaré est du même ordre de grandeur qu'en 2019, et un nouveau record a même été établi avec la création de 66 spin-off. Une étude de la Haute

Ecole de St-Gall atteste le succès supérieur à la moyenne de ces spin-off et le nombre élevé d'emplois qu'elles génèrent (cf. p. 18).

Dialogue entre la science et la politique

La création de la *Swiss National COVID-19 Science Task Force* est une contribution importante de la science. Ce groupe de travail aide les autorités et les décideurs politiques à prendre des décisions en leur soumettant les points de vue des hautes écoles et de la recherche. Sa création a été suggérée en mars 2020 à l'initiative de scientifiques et avec la participation du Conseil des EPF, suite à des échanges précoces entre chercheurs et à la recherche de contacts avec le monde politique.

Il appartient à la science de prendre part au processus de négociation politique avec une voix consultative. En même temps, les différents rôles de chacun devraient être clairement définis. La *Task Force* est un comité d'experts indépendant qui prononce des recommandations étayées scientifiquement. Par nature, la science questionne constamment les réponses et les solutions et les adapte en fonction de ses conclusions.

Une coopération appropriée passe par la compréhension mutuelle des rôles et des modes de fonctionnement de la science et de la politique. Dans ce sens, la crise actuelle est aussi un terrain d'apprentissage pour établir une bonne forme d'échange et instaurer une base de confiance pour le dialogue, en vue d'autres thématiques et crises futures. Le changement climatique et le développement durable font certainement partie des thèmes d'importance nationale et internationale où il est très pertinent de mettre l'expertise scientifique au service de la politique. Le Domaine des EPF veut s'y investir pleinement et apporter sa contribution.

LA SCIENCE EN MARCHÉ

La pandémie de coronavirus libère des énergies créatrices <small>Domaine des EPF</small>	12
Des nouveau-nés en bonne santé grâce à l'intelligence artificielle <small>ETH Zurich</small>	15
Un antiviral passepartout <small>EPFL</small>	19
Une solution lumineuse pour plus de brillance <small>PSI</small>	23
«Nous devons poser des questions désagréables.» <small>WSL</small>	26
«Nous modélisons le tissu énergétique urbain de demain.» <small>Empa</small>	29
Tout est interconnecté – de nombreuses pertes sont irréversibles <small>Eawag</small>	32

Domaine des EPF

LA PANDÉMIE DE CORONAVIRUS LIBÈRE DES ENERGIES CRÉATRICES

Un nouveau virus est parti à la conquête du monde. En mars, la Suisse décrétait l'état de «situation exceptionnelle»; en octobre, le pays affrontait la deuxième vague. Plutôt que de se laisser abattre, de nombreux scientifiques du Domaine des EPF ont retroussé leurs manches pour mettre leurs compétences dans la résolution de problèmes, souvent acquises dans d'autres domaines, au service des défis urgents de l'actualité.

70

Environ 70 experts se sont engagés dans la *Task Force* scientifique. scienctaskforce.ch

Depuis un marché d'animaux vivants d'une mégapole du centre de la Chine, Wuhan, une nouvelle maladie respiratoire s'est répandue à travers le monde comme une traînée de poudre. Face à la pandémie de coronavirus en Suisse, le Conseil fédéral a décrété l'état de «situation exceptionnelle» à la mi-mars 2020. Tandis que les écoles et les magasins fermaient leurs portes et que la vie publique était quasi à l'arrêt, la communauté scientifique suisse s'activait en coulisse. De nombreux chercheurs ont retroussé leurs manches pour aider à combattre la pandémie.

Réduire les dommages et les coûts à un minimum

«Pour moi, présider la *Task Force* scientifique nationale est un immense privilège», déclare Martin Ackermann. Professeur d'écologie des systèmes microbiens à l'ETH Zurich et Chef du Département Microbiologie de l'environnement de l'Eawag, il s'intéresse aux questions fondamentales de l'évolution. Avec son groupe, il étudie p. ex. dans quelle mesure des cellules bactériennes génétiquement identiques se comportent différemment. De prime abord, ceci n'a rien à voir avec le nouveau virus. Mais en y regardant de plus près, on constate que les méthodes de biologie mathématique et la collaboration interdisciplinaire jouent un grand rôle dans les deux cas.

Le comité indépendant d'experts qui conseille et soutient la Confédération et les cantons se compose d'environ 70 scientifiques. Organisés en dix groupes, ils élaborent des bases scientifiques sur des thèmes aussi variés que la prévention des contaminations, la modélisation du nombre de lits en soins intensifs, les conséquences économiques, etc. Membre de la *Task Force* dès sa création, M. Ackermann la dirige depuis août. Bien que cette mission soit chronophage, il en tire une grande satisfaction. «La collaboration, très constructive, m'impressionne.» Il a remarqué, par exemple, que les discussions publiques dissociaient souvent la santé économique et médicale. Or, au sein de la *Task Force*, l'objectif fait l'unanimité: réduire à un minimum tant les atteintes à la santé que les coûts sociaux. «Plus le nombre de cas est bas, plus la liberté économique est grande», résume M. Ackermann.

La technologie de traçage des contacts réinventée

Maintenir le nombre de cas à un bas niveau suppose d'interrompre la chaîne de transmission du virus. Le traçage des contacts joue ici un rôle important. Des pays d'Asie du Sud-Est comme Taïwan ou la Corée du Sud ont trouvé une parade efficace avec l'identification et l'isolement rapides des personnes qui avaient côtoyé une personne infectée. «Mais ces pays ont recours à des données qui relèvent de la sphère privée», nuance Carmela Troncoso, professeure en infor-

«Non seulement la Suisse, mais aussi de nombreux autres pays d'Europe ont adopté notre approche – préservant la vie privée.»

> Carmela Troncoso, professeure d'informatique à EPFL



«Pour moi, présider la Task Force scientifique nationale est un immense privilège.»

› Martin Ackermann, professeur d'écologie des systèmes microbiens à l'ETH Zurich

matique à l'EPFL. «Nous nous sommes demandé quelles étaient les données absolument nécessaires au traçage des contacts et, en six semaines, nous avons réinventé la technologie pour ne collecter que ces informations.»

Le nouveau protocole de traçage de proximité conçu par C. Troncoso et ses collègues s'appelle DP3T (*Decentralised Privacy-Preserving Proximity Tracing*). Les smartphones échangent entre eux par Bluetooth des identifiants aléatoires qui changent régulièrement. Les données sont alors conservées sur le téléphone personnel. «Nous avons conseillé Apple et Google pour l'implémentation de la nouvelle interface Bluetooth», relate Srdjan Čapkun qui, en tant que professeur à l'Institut pour la sécurité informatique et directeur du *System Security Group* à l'ETH Zurich, a participé au développement du DP3T. «Ce protocole est utilisé par l'application SwissCovid de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP), et de nombreux autres pays d'Europe ont repris cette approche», précise C. Troncoso. L'argument qui a fait mouche: la nouvelle technologie garantit que personne ne peut accéder à des informations personnelles (comme les coordonnées GPS). Donc ni Apple, ni Google, ni les autorités ne peuvent collecter de données à caractère personnel par le biais de l'application de traçage des contacts.

11

nouveaux projets sur le thème du COVID-19 ont été mis sur pied par le PSI en quelques semaines.

Des briefings en ligne pour les bulletins d'avalanches

Le besoin rend ingénieux. Thomas Stucki et son équipe du service de prévision des avalanches du WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF de Davos en apportent une nouvelle preuve. Comme une grande partie de la population suisse, ils n'ont pas pu se rendre à leur poste de travail durant la fermeture généralisée et ont dû s'adapter. «Les bulletins d'avalanche quotidiens sont un travail collectif», explique T. Stucki. Leur élaboration mobilise toujours trois personnes qui se réunissent pour une brève réunion à 15 heures. «Normalement, nous sommes assis autour d'une table et échangeons sur nos analyses et nos évaluations des risques, parfois cartes imprimées à l'appui», poursuit-il.

Les techniques modernes ont permis d'innover et de décentraliser pour la première fois la rédaction des bulletins. Lors des réunions en ligne via Zoom, les prévisionnistes pouvaient se montrer les points problématiques sur leur écran. Mais ils perdaient tout de même une grande partie de la communication non verbale. «Heureusement qu'en mars et en avril, la situation avalancheuse n'était pas trop problématique», reconnaît T. Stucki. «Nous avons donc pu répéter les processus en télétravail.» Le service de prévention des avalanches est donc aussi paré pour les incidents qui empêcheraient les prévisionnistes de se rendre sur leur lieu de travail.

Lumière pour la microscopie à rayons X tridimensionnelle

Au PSI aussi, la crise du coronavirus a libéré des énergies créatrices. Même si, dans le monde, la plupart des établissements de recherche se sont arrêtés durant la pandémie, les grandes installations de recherche de Villigen, comme la Source de Lumière Suisse (SLS), sont restées en activité. La SLS fournit une lumière de type rayons X très brillante capable, par exemple, de percer à jour les structures des protéines jusqu'au niveau atomique. Les protéines sont les «matériaux de construction» et les «outils et appareils moléculaires» les plus importants de tous les systèmes vivants, y compris du nouveau virus SARS-CoV-2. «Au début de la pandémie, nos collaborateurs ont modifié la SLS pour pouvoir opérer à distance et équipé les stations de mesure d'un bras robotisé. Les scientifiques ont donc pu poursuivre leurs travaux sur les structures des protéines de SARS-CoV-2», explique Gebhard Schertler, professeur et directeur de la division de recherche Biologie et chimie du PSI. «Dans le même temps, la Direction du PSI a décidé de lancer un programme scientifique autour du COVID-19.»

En quelques semaines, les scientifiques du PSI ont mis sur pied onze nouveaux projets. L'un d'eux porte sur l'examen de prélèvements de tissus pulmonaires

de malades du COVID-19 à l'aide de la lumière brillante de type rayons X de la SLS, en utilisant une nouvelle méthode d'imagerie de type rayons X développée au PSI. Dans les formes graves de la maladie, le système immunitaire s'emballe et s'attaque aux poumons. Du liquide s'accumule dans les tissus en formant une mosaïque et complique, voire empêche la respiration. «Nous utilisons la microscopie à rayons X tridimensionnelle pour comprendre ce qui se passe et ce qui peut être fait pour éviter aux poumons de souffrir», explique G. Schertler.

Un capteur optique pour identifier le SARS-CoV-2

Le groupe de recherche du professeur Jing Wang à l'ETH Zurich et à l'Empa a réagi en réorientant son expertise scientifique. Jusqu'à présent, l'équipe travaillait surtout sur la mesure et l'analyse des polluants atmosphériques, comme les nanoparticules et les aérosols, et sur la mise au point de capteurs capables de détecter des bactéries présentes dans l'air. «Nous nous sommes appuyés sur ces bases pour développer notre capteur optique afin de cibler les virus SARS-CoV-2 dans l'air», explique J. Wang. Le nouveau capteur se compose de minuscules structures en or, appelées «nano-isols d'or», sur lesquelles J. Wang et ses collaborateurs ont fixé du matériel génétique. Ces petits morceaux d'ADN sont les séquences complémentaires des séquences génétiques du SARS-CoV-2 et peuvent donc se combiner au brin simple du génome du virus. Lorsque se forme la célèbre double hélice, la répartition des nuages électroniques au sein des nanoparticules d'or change, ce que J. Wang et son équipe peuvent mesurer avec un spectromètre, grâce à l'effet quantique (invisible pour l'œil humain). «Nous pouvons aussi exciter les nano-isols d'or avec une lumière laser verte et créer un champ plasmonique. La température augmente et les séquences virales qui ne correspondent pas parfaitement se détachent des petits morceaux de matériel génétique présents sur les nanoparticules d'or», explique J. Wang. «Notre capteur peut ainsi différencier le SARS-CoV-2 du SARS-CoV très proche.» J. Wang précise qu'il reste toutefois encore quelques obstacles à surmonter d'ici à ce que le capteur effectue des mesures fiables de l'air.

Des analyses des eaux usées pour contrer le coronavirus

Des scientifiques de l'EPFL et de l'Eawag ont développé une nouvelle méthode de détection de l'agent

pathogène du COVID-19. Analyser les eaux usées pour lutter contre le coronavirus peut surprendre au premier abord. «En Israël, par exemple, des analyses des eaux usées ont permis de détecter l'agent pathogène de la poliomyélite au sein de la population», explique Tamar Kohn, professeure et directrice du Laboratoire de chimie environnementale à l'EPFL. «L'analyse des eaux usées joue un rôle de plus en plus important à l'échelle internationale pour la surveillance du SARS-CoV-2», ajoute Christoph Ort, du département de Gestion des eaux urbaines de l'Eawag, à la tête du groupe de recherche.

Depuis fin février 2020, les collaborateurs des deux groupes de recherche collectent des échantillons d'eaux usées à Lausanne, Lugano et Zurich. «Au début, nous naviguions à vue. Avec le temps, nous avons compris comment préparer et nettoyer les prélèvements pour pouvoir analyser le matériel génétique qu'ils contiennent», témoigne T. Kohn. Contrairement aux tests individuels qui recherchent le matériel génétique du SARS-CoV-2 par des prélèvements pharyngés, les analyses des eaux usées ne permettent pas de conclure à la contamination d'une personne en particulier.

Innover par temps de crise

De toute façon, la moitié seulement des personnes infectées éliminent les virus dans les matières fécales. Analyser ces dernières ne pourrait donc pas remplacer les actuels tests PCR. Mais de l'avis de T. Kohn et de C. Ort, ce pourrait être un complément utile: «Les eaux usées donnent un aperçu de larges pans de la population et permettent de détecter rapidement de nouveaux *clusters*», explique T. Kohn. C. Ort travaille sur les analyses des eaux usées depuis plus d'une dizaine d'années, un secteur resté longtemps dans l'ombre. «D'un seul coup, notre travail s'est retrouvé sous les feux de la rampe», relate C. Ort. En ce moment, les scientifiques consacrent beaucoup de temps et d'énergie au nouveau coronavirus pour mieux le cerner et répondre aux multiples interrogations.

De nombreux chercheurs du Domaine des EPF sont très engagés. Ils se sont adaptés aux nouvelles priorités pour aider à surmonter la crise actuelle sur de nombreux fronts. D'où l'intérêt pour la Suisse d'entretenir et de financer un environnement de recherche de haute qualité. Dans de pareils moments, la Suisse peut compter sur la grande expertise de ses scientifiques et sur leurs compétences dans la résolution de problèmes, habitués, par leur travail quotidien, à gérer les incertitudes et à se montrer innovants en temps de crise.

«La collaboration, très constructive, m'impressionne.»

– Martin Ackermann, président de la *Swiss National COVID-19 Science Task Force* et professeur d'écologie des systèmes microbiens à l'ETH Zurich et Chef du département Microbiologie de l'environnement de l'Eawag

Un nouveau capteur optique pourrait mesurer la concentration du virus à des endroits fortement fréquentés.

ETH ZURICH
DES NOUVEAU-NÉS
EN BONNE
SANTÉ GRÂCE
À L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE



Le nouveau ETH AI Center va devenir le hotspot interdisciplinaire de l'intelligence artificielle. Il va former une nouvelle génération de chercheurs et d'entrepreneurs en IA, qui convertiront les avancées scientifiques en retombées économiques, explique son président, le professeur Andreas Krause. La recherche appliquée s'y pratique déjà. La professeure Julia Vogt associe ainsi informatique guidée par les données et médecine appliquée.

La professeure Julia Vogt (g.) enseigne à l'ETH AI Center, qui interconnecte toutes les activités de la haute école autour de l'intelligence artificielle.

Quand on cherche «intelligence artificielle» (IA) sur Google, on obtient une vingtaine de millions de résultats. L'IA porte sur l'automatisation du comportement intelligent et l'apprentissage automatique par le biais de données et d'algorithmes. A l'ETH Zurich, l'IA est ancrée dans l'enseignement et la recherche de nombreuses filières depuis des années: des fondements de l'informatique, mathématiques et technique d'information à l'architecture et aux sciences naturelles et sociales, en passant par le génie civil. Le thème occupe également une large place en médecine et en recherche énergétique.

Cette compétence va devenir plus interdisciplinaire. Fin octobre 2020, l'ETH AI Center de l'ETH Zurich a ouvert ses portes. Il interconnecte toutes les activités de la haute école en lien avec l'intelligence artificielle et permet aux experts de la recherche fondamentale en IA de rencontrer des chercheurs plus orientés vers les applications dans ce domaine. Le centre servira d'incubateur pour la fondation de start-up actives dans l'IA et favorisera le transfert du savoir acquis vers l'économie. «L'ETH Zurich dispose ainsi d'un point nodal central pour l'IA vers lequel convergent tous les secteurs de recherche», explique Andreas Krause, professeur à l'Institut pour l'apprentissage automatique et président de l'ETH AI Center. Le centre est également membre du réseau européen de recherche sur l'IA ELLIS (ellis.eu). Ses *Open Labs* accueilleront des chercheurs-visiteurs.

Si le pôle compte déjà des scientifiques de 81 chaires et 16 départements, ce nombre devrait à terme dépasser la centaine. Julia Vogt, mathématicienne, en fait partie. Docteure en informatique, elle enseigne la science des données médicales. Cette discipline associe informatique guidée par les données et médecine appliquée en utilisant l'IA.

«Nous allons former une nouvelle génération de chercheurs en IA qui travailleront sur des problématiques de l'IA interdisciplinaires novatrices.»

↳ Professeur Andreas Krause (dr.), président de l'ETH AI Center

J. Vogt travaille souvent sur le diagnostic précoce de maladies qui affectent, par exemple, le cœur ou les nouveau-nés. La première étape consiste à rassembler dans un seul espace différentes données hétérogènes – photos, informations écrites ou génétiques ou données liées au temps. «Mes travaux de recherche en tant que scientifique des données sont en lien étroit avec les problématiques médicales et l'intérêt qu'a la médecine à apprendre à diagnostiquer et soigner des maladies à partir de données très variées de patients», explique J. Vogt. La scientifique commence par élaborer un modèle à partir des connaissances cliniques des soignants. Le médecin disposera ensuite d'une application dans laquelle il saisira ces données. Sur une simple pression de bouton, il obtiendra des informations, par exemple sur les risques de maladies du patient.

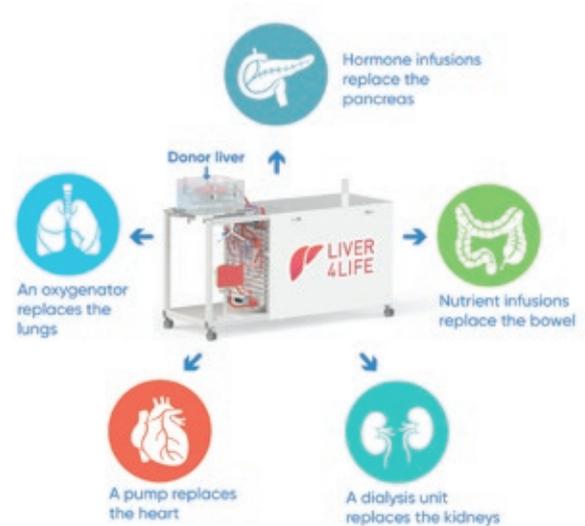
Les projets de J. Vogt sont actuellement au stade de la recherche. Parmi eux, celui sur la probabilité, pour un nouveau-né, de contracter la jaunisse. Diagnostiquée de bonne heure, cette maladie se traite facilement par photothérapie. Née de l'étroite collaboration entre des chercheurs en IA et des médecins, l'application peut prédire la probabilité d'une maladie sur la base de quatre indicateurs seulement, 48 heures avant l'apparition des premiers symptômes. Autre application: le diagnostic précoce d'anomalies cardiaques chez les nouveau-nés. A partir d'un grand nombre d'échographies dans lesquelles le petit cœur a été enregistré sous différents angles de vue standardisés, J. Vogt trouve des signes d'éventuelles malformations cardiaques. Cela aide les médecins à détecter des anomalies de bonne heure. Ce sont deux exemples d'applications médicales de l'IA basées sur la science qui, une fois homologuées pour un usage commercial, pourront influencer positivement et directement le quotidien médical et la santé des patients.

Andreas Krause, président de l'ETH AI Center, veut former la nouvelle génération des grands talents de l'IA, «des chercheurs d'exception et des défricheurs qui travailleront sur des problématiques de l'IA interdisciplinaires novatrices». Le but ne sera pas d'appliquer des procédés IA existants, mais de les perfectionner avec leur public-utilisateur. Pour comprendre p. ex. à quoi doivent ressembler les réseaux neuronaux, pour résoudre des problèmes chimiques. Ou comment programmer les algorithmes d'apprentissage par renforcement pour exploiter la masse de données de l'industrie 4.0 ou de l'Internet des objets. Le potentiel d'applications pratiques est vaste. D'où l'ouverture du centre aux partenariats industriels. «Nous y formerons les nouveaux entrepreneurs en IA qui convertiront les résultats des recherches en start-up et entreprises», déclare A. Krause.

Une percée en médecine de transplantation

La machine de perfusion prend le relais de divers organes pour maintenir le foie en vie en dehors du corps humain.
 > USZ

En 2015, quand le projet *Liver4Life* a démarré, le foie d'un donneur pouvait être conservé 24 heures au maximum en dehors du corps humain. En 2020, cette durée a été portée à sept jours. Le foie peut ainsi subir un traitement avant la greffe, ce qui devrait permettre de sauver de nombreuses vies. Pour offrir des conditions parfaites au foie du donneur, la nouvelle machine de perfusion reproduit au mieux le corps humain. Le cœur est remplacé par une pompe, les poumons par un oxygénateur, les reins par un dialyseur, etc. Le projet *Liver4Life* réunit une équipe de recherche pluridisciplinaire de l'ETH Zurich, de l'Université de Zurich et de l'Hôpital universitaire de Zurich.



L'ETH Zurich reçoit le prix suisse de l'énergie

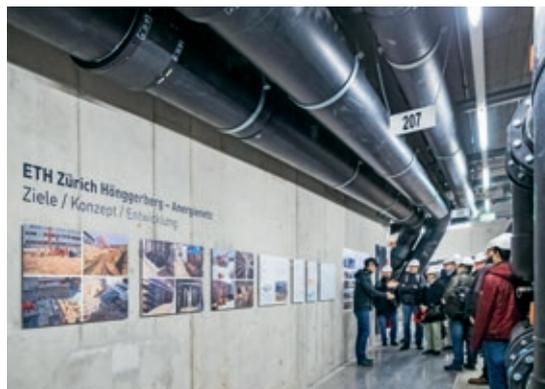
L'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a décerné le prix suisse de l'énergie, le Watt d'Or 2020, à l'ETH Zurich pour le système dynamique de stockage géothermique que l'école a installé sur le campus Höggerberg. Accueillant plus de 12 000 personnes dans plus de 30 bâtiments, le campus est un quartier urbain à part entière. Sa consommation d'énergie annuelle avoisine les 77 gigawattheures, dont environ 22 pour le seul chauffage. Depuis 2013, l'ETH Zurich exploite un réseau d'anergie avec système de stockage géothermique qui chauffe et refroidit les bâtiments, durablement et efficacement, et qui réduit les émissions de CO₂. Des sondes remplies d'eau stockent l'excédent de chaleur ou de froid à 150–200 mètres sous terre. Pour chauffer les bâtiments, de la chaleur est extraite du système de stockage et du froid y est injecté. Pour le refroidissement, il suffit d'inverser le processus.

Un système intelligent et discret: le réseau d'anergie du campus Höggerberg peut se visiter.

> Alessandro Della Bella / ETH Zurich

Vanessa Wood (g.), nouvelle vice-présidente du transfert de savoir et des relations économiques, et Julia Dannath-Schuh, nouvelle vice-présidente du développement du personnel et du *leadership*.

> Markus Bertschi / ETH Zurich

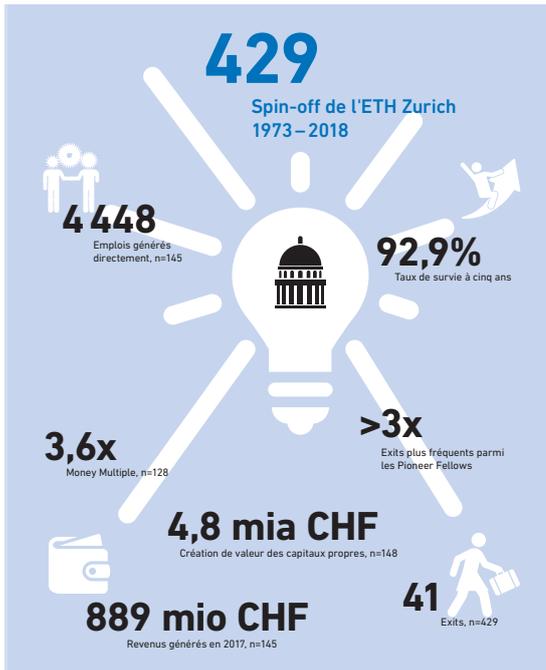


Renfort: deux nouvelles vice-présidentes pour l'ETH Zurich

Depuis 2008, la direction de l'ETH Zurich se composait de cinq membres. Entre-temps, la concurrence s'est accentuée, tout comme les attentes de la société et des politiques vis-à-vis de l'Ecole polytechnique. Par ailleurs, le nombre d'étudiants a plus que doublé depuis 2000, tandis que le personnel augmente et les spin-off de l'ETH Zurich se multiplient. Pour renforcer la culture managériale et le développement de ses effectifs tout en restant l'un des moteurs de l'innovation en Suisse, l'ETH Zurich a agrandi son équipe de direction: Julia Dannath-Schuh a été nommée nouvelle vice-présidente du développement du personnel et du *leadership*, Vanessa Wood du transfert de savoir et des relations économiques.



Comment les spin-off de l'ETH Zurich renforcent-elles l'économie suisse?



Les spin-off de l'ETH Zurich, environ 500, jouent un rôle essentiel dans le transfert de savoir vers l'économie suisse. L'Université de St-Gall a analysé les spin-off de l'ETH Zurich pour la troisième fois, afin d'évaluer leur performance et leur valeur ajoutée économique. Elle en conclut qu'elles créent bien plus d'emplois que la moyenne des start-up suisses et sont plus souvent rachetées. Le groupe étudié, composé de 145 spin-off, a généré 4500 emplois (équivalents plein temps). La valeur de ces entreprises atteint quasi cinq milliards de francs. En 2017, le chiffre d'affaires des spin-off de l'ETH Zurich a frôlé les 900 millions de francs. Ces entreprises constituent une option d'investissement attrayante. L'étude révèle qu'elles intéressent les acheteurs lors d'un exit et que leur taux de survie à cinq ans est de 93%. Le soutien que l'ETH Zurich apporte à ces spin-off est décisif pour leur réussite, raison pour laquelle l'Ecole polytechnique va continuer d'améliorer son offre.

La croissance en chiffres: le graphique illustre quelques conclusions de l'étude.
› ETH Zurich

Une haute distinction pour un pionnier de la protéomique

Ruedi Aebersold, professeur émérite de biologie systémique moléculaire à l'ETH Zurich et à l'Université de Zurich, est le 100^e lauréat du prix scientifique suisse Marcel Benoist, doté de 250 000 francs. R. Aebersold a été récompensé pour avoir cofondé et développé la protéomique. Ce domaine de la biologie est considéré comme la pierre angulaire de la médecine personnalisée de demain. Le chercheur s'était donné pour mission de recenser quantitativement et qualitativement toutes les protéines d'un organisme vivant ou d'une cellule à un moment donné – le protéome. Ses travaux ont modifié la façon d'appréhender les organismes et la biologie en général.



Le bachelor en médecine de l'ETH Zurich a fait ses preuves

Depuis l'automne 2017, l'ETH Zurich propose 100 places par an en médecine humaine. Entièrement revu, le cycle de bachelor a d'abord été lancé à titre de projet pilote sur les cinq années d'entrée 2017–2021. Les premiers étudiants ont obtenu leur bachelor en 2020. Comme prévu, quasi toute cette cohorte poursuit sa formation en médecine dans l'une des trois universités cliniques partenaires, à Lugano, Bâle ou Zurich. De ce fait, l'Ecole polytechnique a écourté son projet pilote plus d'un an plus tôt que prévu pour intégrer ce cycle à ses cursus traditionnels dès janvier 2021.



Ruedi Aebersold a reçu l'une des plus hautes distinctions que la Suisse décerne à des scientifiques.

› Gian Marco Castelberg / ETH Zurich

Un cours physique et virtuel à la fois: des étudiants en bachelor de médecine de l'ETH Zurich se familiarisent avec les lunettes de réalité virtuelle.

› Jürg Goldhahn / ETH Zurich

EPFL
**UN ANTIVIRAL
PASSEPARTOUT**



Francesco Stellacci voit le monde avec les yeux du scientifique des matériaux qui explore de nouvelles voies dans la recherche antivirale. Le professeur de l'EPFL souhaite trouver la formule d'un «tueur de virus» à large spectre. L'objectif n'est pas de bloquer le virus dans sa croissance, mais de le détruire définitivement. Les molécules de sucre servent de leurre.

«En 2050, le risque d'émergence d'un nouveau virus sera cinq fois plus élevé qu'en 1950.»

↳ Francesco Stellacci, professeur et directeur du Laboratoire des nanomatériaux supramoléculaires et interfaces

Lorsque Francesco Stellacci parle de ses travaux de recherche, chaque mot est un point d'exclamation d'enthousiasme. Le professeur dirige le Laboratoire des nanomatériaux supramoléculaires et interfaces (SuNMIL) de l'EPFL. Chez cet Italien de naissance, les bras et les mains prennent aussi la parole. Quand les gestes ne suffisent pas, des objets posés sur son bureau viennent en renfort. Durant l'entretien, l'étui de ses AirPods s'est transformé en virus.

Le professeur s'occupe bel et bien de virus et ce, avant même que le virus COVID-19 prenne l'humanité en otage. Il y a dix ans, quand F. Stellacci a quitté le Massachusetts Institute of Technology (MIT) pour rejoindre l'EPFL, le scientifique des matériaux voulait travailler sur un moyen d'aider les personnes dans le besoin. Il s'est d'abord mis en quête d'un remède contre les diarrhées d'origine virale, dont meurent chaque année des milliers d'enfants dans les pays en développement.

Les maladies infectieuses, virales ou bactériennes sont l'une des principales causes de mortalité dans les pays en développement. Avant la pandémie de coronavirus, la recherche contre le cancer et contre la maladie d'Alzheimer se taillaient la part du lion des fonds de recherche. Les maladies transmissibles se contentaient de miettes qui, en majeure partie, allaient au profit de la recherche sur les maladies bactériennes. Les virus étaient le parent pauvre de la recherche. F. Stellacci a acquis la conviction que son projet devait voir grand. D'où l'orientation de ses travaux en vue de trouver un seul médicament efficace contre plusieurs virus. «Depuis les années 1970, nous sommes confrontés, tous les quatre ans environ, à un nouveau virus: HIV, Ebola et Zika», explique-t-il. Aujourd'hui, c'est le SARS-CoV-2 qui sévit. Pour le chercheur, il est évident que le rythme va continuer de s'accélérer. Dans les années 1950,

la Terre comptait à peu près deux milliards d'êtres humains. Aujourd'hui, nous sommes plus de 7,5 milliards et, dans trente ans, nous devrions être dix milliards. La densité de population favorisant la transmission des virus, le calcul est simple: en 2050, le risque d'émergence d'un nouveau virus sera cinq fois plus élevé qu'en 1950.

Pour F. Stellacci, l'objectif n'était pas de placer chaque type de virus au cœur du combat, mais plutôt le genre de virus. Pour lui, il devait y avoir un moyen de neutraliser durablement chaque espèce de virus à l'aide d'un médicament, avant que le virus traverse la membrane cellulaire et entre dans la cellule humaine. Après avoir épluché les écrits scientifiques sur le sujet, F. Stellacci a su que cette possibilité existait. Pour simplifier, disons que les molécules de sucre, telles qu'elles se présentent pour l'échange de protéines, peuvent se lier à des virus, qui pensent avoir affaire à une cellule. C'est un leurre, puisqu'il s'agit uniquement de molécules de sucre. Depuis un certain temps, cette méthode s'est révélée durablement efficace *in vitro*. Mais pas encore *in vivo*.

En laboratoire, les conditions sont stables. Dans un organisme vivant, les molécules de sucre en suspension protègent beaucoup moins dès que leur concentration baisse. Le virus est toujours présent, et la cellule se retrouve alors sans défense: l'infection est inévitable. F. Stellacci aborde cette problématique avec les yeux du scientifique des nanomatériaux qui étudie les divers effets sur les interfaces et sait qu'une fois suffisamment avancés, certains processus peuvent être irréversibles. Le virus présent dans le corps cherche à trouver un moyen de se multiplier rapidement. F. Stellacci prend alors son étui à AirPods dans la main gauche. Avec les doigts de la main droite, il tambourine dessus, comme pour le faire éclater. Et c'est précisément ce qu'il veut illustrer. Son médicament expose le virus à une pression sans cesse croissante, jusqu'à le faire exploser comme un ballon et le mettre définitivement hors d'état de nuire.

Le médicament a déjà été testé avec succès sur des souris. «Mais le chemin à parcourir est encore long», déclare le professeur, en ouvrant grand les bras. Les fonds de recherche alloués par la fondation Werner Siemens financeront les travaux nécessaires aux essais cliniques. F. Stellacci en est convaincu: à l'apparition du prochain virus, son traitement à large spectre, administré sous la forme d'un spray nasal, devrait pouvoir protéger au moins les jeunes en bonne santé et éviter un confinement. Le médicament agira de façon à neutraliser le virus au sein de l'ensemble de la population. De manière réaliste, le rôle d'un tel remède sera de gagner du temps en attendant la mise au point d'un vaccin.

Francesco Stellacci applique ses connaissances des nanomatériaux supramoléculaires et des interfaces à la recherche antivirale. En effet, il s'agit ici aussi d'interactions aux interfaces.

Des protéines artificielles en guise de vaccins

La nouvelle voie de l'EPFL pour produire des vaccins plus sûrs et plus efficaces.

> EPFL

La vaccination est la mesure la plus efficace pour empêcher la propagation de maladies infectieuses. Des scientifiques du Laboratoire de conception de protéines et d'immuno-ingénierie de l'EPFL ont développé une nouvelle approche informatique pour fabriquer des protéines artificielles dont les résultats, en tant que vaccins, se révèlent prometteurs. Quand un vaccin ne fonctionne pas bien, c'est souvent parce que notre système immunitaire ne génère pas le bon type d'anticorps. La nouvelle stratégie repose sur des protéines artificielles qui indiquent au système immunitaire quels anticorps produire.



Keep smiling grâce au masque transparent

Les masques entravant grandement la communication, une équipe de scientifiques de l'EssentialTech Center de l'EPFL et de l'Empa a étudié, ces deux dernières années, comment fabriquer un masque médical transparent à partir d'un matériau dérivé de biomasse. Baptisés *HelloMasks*, ces masques sont destinés à remplacer les masques chirurgicaux bleus et verts pour améliorer la relation entre soignants et patients. L'équipe de scientifiques a créé une start-up, nommée HMCARE (hmcare.ch) pour la commercialisation des masques prévue début 2021. L'équipe veut produire localement, en Suisse, pour répondre à la demande croissante en masques liée à la pandémie de coronavirus.

Les premiers masques chirurgicaux entièrement transparents

> Alain Herzog/EPFL

Le nanodispositif est intégrable sur des supports flexibles.

> EPFL

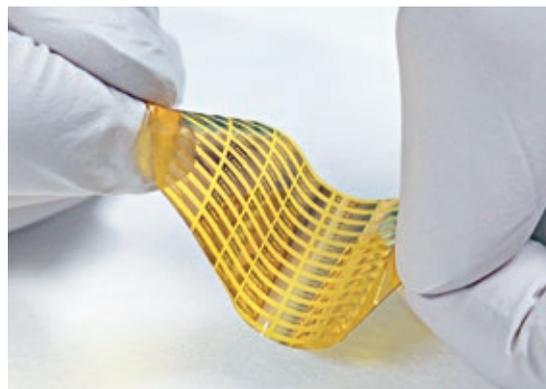


Si proche de la réalité: la nouvelle génération d'organoïdes

Des bioingénieurs de l'EPFL ont créé des intestins miniatures qui copient la réalité par leur anatomie et leur fonction mieux que n'importe quel modèle de tissu cultivé en laboratoire. La complexité biologique et la longévité de cette nouvelle technologie d'organoïdes constituent une étape importante vers les tests de médicaments, la médecine personnalisée et, peut-être un jour, les transplantations. Les organoïdes sont vite devenus l'un des outils de pointe des sciences de la vie modernes. L'idée est d'utiliser des cellules souches pour créer des tissus et des organes miniatures qui ressemblent à leurs homologues réels et se comportent comme eux. De la recherche au développement de médicaments, les organoïdes pourraient compléter les tests sur les animaux en recréant des tissus humains, accélérant ainsi la longue procédure pour passer du laboratoire aux essais cliniques.

Un nanodispositif qui voit à travers les murs

Des chercheurs de l'EPFL ont fabriqué un nanodispositif dix fois plus rapide que les transistors les plus performants et environ 100 fois plus rapide que les transistors des ordinateurs. Ces nouveaux dispositifs sont capables de générer des ondes térahertz à forte puissance (THz). Celles-ci peuvent traverser le papier, les vêtements, le bois et les murs, mesurer la pollution de l'air et améliorer le traitement de certaines maladies, notamment le cancer. L'utilisation des ondes THz est marginale, leur mode de production étant complexe et coûteux. Le nouveau dispositif permet de produire en quelques picosecondes de très puissants signaux qui génèrent des ondes THz.



Des objets miniatures ultra-précis réalisés en un éclair



Des scientifiques de l'EPFL (Laboratoire de dispositifs photoniques appliqués, LAPD) ont développé une nouvelle méthode ultra-précise d'impression en 3D de petits objets mous. Du début à la fin, le processus dure moins de 30 secondes. Dans les domaines de la médecine et de la biologie, il permettra de fabriquer des objets mous comme des tissus et organes, des appareils auditifs ou des gouttières dentaires. Les techniques traditionnelles d'impression 3D procèdent couche par couche. Ainsi fabriqués, les objets mous se défont rapidement. Avec cette nouvelle méthode, un laser solidifie la matière par polymérisation. Les scientifiques utilisent des algorithmes pour calculer précisément l'orientation des faisceaux, les angles et les doses à appliquer. A ce stade, le système est en mesure de créer des structures de deux centimètres avec une précision de 80 micromètres. Dans une deuxième étape, il devrait pouvoir produire des pièces de jusqu'à 15 centimètres.

Une nouvelle technologie d'impression 3D de pièces de petite taille et de texture molle a été développée à l'EPFL.

> Alain Herzog/EPFL

Prix Latsis national pour Maryna Viazovska

Le Prix Latsis national 2020 a été décerné à Maryna Viazovska. La jeune mathématicienne d'origine ukrainienne, professeure à l'EPFL, a réalisé en 2016 une percée dans la résolution de problèmes d'empilement compact de sphères. Au fil des siècles, des mathématiciens de génie ont formulé des hypothèses, prouvées en 1998 seulement au prix de calculs informatiques complexes dans un espace tridimensionnel. Maryna Viazovska a fait sensation avec un calcul original et d'une simplicité éblouissante sur l'empilement très compact de sphères en dimensions 8 et 24, particulièrement complexes. Jusque-là, les travaux sur ces deux dimensions reposaient sur des hypothèses. M. Viazovska a fourni la démonstration mathématique. Les résultats des recherches sur l'empilement compact de sphères dans un espace multidimensionnel pourront servir à corriger des erreurs dans la transmission de signaux mobiles.



Le Prix scientifique pour Andrea Ablasser

La Fondation Leenaards a décerné son Prix scientifique 2020 à une équipe lémanique menée par la professeure de l'EPFL Andrea Ablasser, aux côtés du professeur Michel Gilliet, du CHUV. Leur projet vise à mieux comprendre les causes et les effets de l'hyperactivité du système immunitaire inné dans le cas de maladies auto-immunes (psoriasis, lupus érythémateux, sclérodémie). Le projet poursuit un triple objectif: comprendre les causes et les effets de l'hyperactivité du système immunitaire, développer de nouvelles stratégies thérapeutiques puis tester l'effet bénéfique de nouveaux inhibiteurs spécifiques du système STING, en laboratoire et chez l'homme, en vue d'applications thérapeutiques.



Primée:
Andrea Ablasser (dr.),
professeure à l'EPFL,
dans son laboratoire
> Alain Herzog/EPFL

Maryna Viazovska (g.)
– mathématicienne
à l'EPFL
> Alain Herzog/EPFL

PSI UNE SOLUTION LUMINEUSE POUR PLUS DE BRILLANCE



Plus les rayons X sont intenses, plus l'infiniment petit se dévoile aux yeux des scientifiques. Pour conserver sa place parmi les meilleures installations au monde, la SLS du PSI a besoin d'une mise à jour. Dirigée par Mike Seidel et Hans-Heinrich Braun, l'équipe de projet a su trouver, avec les développements PSI, une solution de réalisation rationnelle sur le plan économique et énergétique.

Dans l'anneau de stockage de la nouvelle SLS 2.0, l'agencement des aimants améliorera fortement la brillance de la lumière synchrotron générée.

Les deux scientifiques ont plus d'un point commun. Tous deux sont physiciens, spécialistes de l'accélération de particules. Mike Seidel continue d'ailleurs d'enseigner à 40% cette matière à l'EPFL. De son côté, Hans-Heinrich Braun a déjà travaillé comme chef de projet sur le lancement du Laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X SwissFEL, entré en service en 2016 au PSI, alors à l'avant-garde scientifique. Sa mission actuelle présente des similitudes puisqu'il s'agit de mettre à jour la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), inaugurée au PSI en 2001. Depuis vingt ans, cette grande installation de recherche et son puissant accélérateur d'électrons produisent une lumière très brillante, de type rayons X, qui permet au monde scientifique et économique de réaliser des expériences et des études variées, dans les domaines de la physique, des sciences des matériaux, de la biologie, de la chimie ou des sciences de l'environnement.

Aujourd'hui, les scientifiques aimeraient disposer de rayons X plus intenses pour accéder à des détails qui restent flous avec l'accélérateur actuel ou qui sont inaccessibles dans des délais raisonnables. «Une expérience qui prenait 40 minutes jusqu'à présent pourra se réaliser en 60 secondes», annonce H.-H. Braun. Une lumière plus brillante améliorera la résolution des images et rendra visibles des petites structures jusque-là mystérieuses. Mais ces progrès entraîneront aussi une forte hausse des données à enregistrer et à traiter à chaque expérience.

Le projet SLS 2.0 a amené M. Seidel et H.-H. Braun à travailler ensemble. Le premier est directeur du domaine spécialisée des Grandes installations de recherche et donc responsable du fonctionnement de cette concentration unique au monde de grandes installations de recherche mobilisant des accélérateurs au PSI. Le deuxième est chef de projet SLS 2.0

et apporte son expérience du projet SwissFEL à la mise à jour complexe de la SLS. L'équation à résoudre était la suivante: comment faire monter en puissance cette grande installation et la brillance de sa lumière sans toucher au bâtiment existant, avec ses murs et son plafond en bois et en béton?

Dans l'actuelle SLS, les électrons accélérés tournent à des vitesses vertigineuses. Dans le vide de l'anneau de stockage des électrons, ces minuscules particules élémentaires chargées négativement filent à 99,999998% de la vitesse de la lumière. Ce sont des aimants disposés dans un tube métallique qui les maintiennent sur la trajectoire curviligne de consigne. La déviation du faisceau d'électrons produit alors la lumière synchrotron qui, de là, est dirigée vers la vingtaine de stations d'expérimentation de l'installation. Particules élémentaires légères, les électrons génèrent un rayonnement X intense à ondes courtes aux propriétés intéressantes pour un large spectre d'applications de recherche.

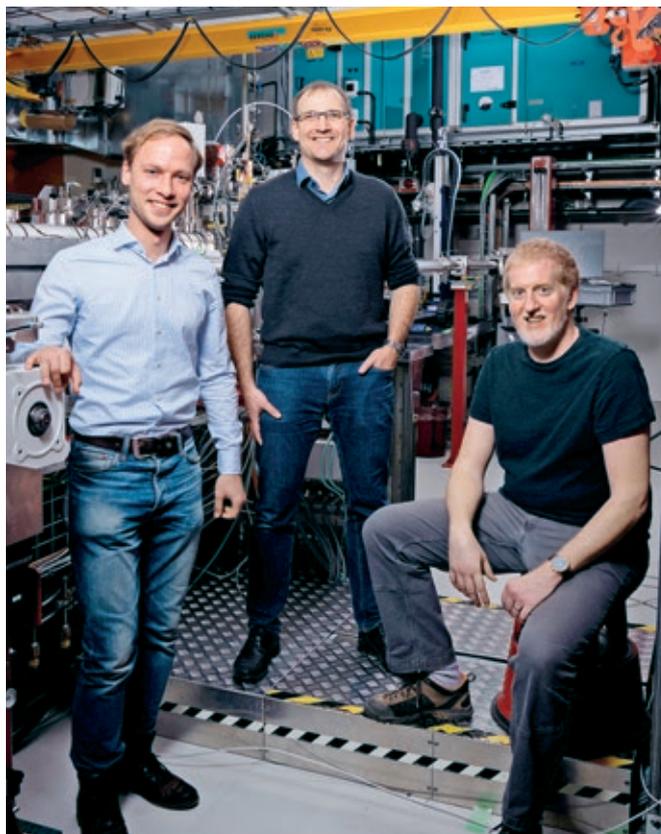
La mise à jour de l'installation avait notamment pour défi d'intégrer durablement à la SLS 2.0 une autre propriété physique. Rendre les changements de direction des électrons moins abrupts dans la nouvelle installation permettrait de concentrer davantage les paquets d'électrons en circulation et donc d'obtenir des rayons lumineux moins diffus, plus intenses. Pour les physiciens, la solution résidait dans le nombre et la taille des aimants à placer dans l'anneau de stockage de la nouvelle SLS 2.0. En installant davantage de petits aimants, de puissances variées, on pourrait augmenter et adoucir les changements de direction du faisceau d'électrons. Une tâche herculéenne! La multiplication des aimants et autres composants dans l'anneau va s'accompagner d'une restriction des tolérances applicables au faisceau et à divers paramètres. Au terme de multiples essais et simulations informatiques détaillées, les experts de la dynamique des faisceaux du PSI ont trouvé comment disposer les aimants. «C'est le résultat de notre meilleure compréhension de la dynamique de faisceau de ces anneaux de stockage», explique M. Seidel. A laquelle se sont ajoutées les compétences variées des quelque 400 personnes qui travaillent pour les grandes installations de recherche – de l'interprétation mécanique au calcul précis des champs magnétiques et à la prédiction des propriétés du faisceau d'électrons, en passant par la production d'ultraviolette. «A un tel niveau de complexité, une erreur suffit à plonger l'installation dans le noir», confirme M. Seidel.

Les travaux sur la SLS 2.0 vont pouvoir commencer. En décembre 2020, la Confédération a débloqué un budget de 99 mio CHF. Le PSI financera 17 mio. CHF supplémentaires. Le calendrier prévoit l'arrêt de l'installation précédente d'octobre 2023 à fin 2024, avec la mise en service de la SLS 2.0.

«Grâce aux travaux de recherche du PSI, nous comprenons mieux la dynamique des faisceaux d'électrons, une avancée utile au projet SLS 2.0.»

Le prof. Mike Seidel (g.) et Hans-Heinrich Braun

Trois chercheurs à la station expérimentale d'Alvra au laser à électrons libres émettant des rayons X SwissFEL, heureux du succès de l'expérience sur la pompe à sodium.
 > Mahir Dzambegovic / PSI



Le mécanisme d'une pompe à sodium élucidé

Les rhodopsines sont des protéines activées par la lumière. Elles participent à la vision et régulent le rythme jour-nuit, par exemple. Elles font également partie de pompes spéciales, situées dans les membranes cellulaires, qui évacuent des éléments hors des cellules biologiques, notamment les ions de sodium. Des scientifiques du PSI ont réussi à élucider le fonctionnement précis de l'une de ces pompes à sodium grâce à la grande installation de recherche SwissFEL. C'est une étape importante vers une meilleure utilisation de ces pompes à sodium en neurobiologie. Si l'on réussit à les intégrer dans des cellules nerveuses par biologie moléculaire, on pourra bloquer la transmission d'un stimulus. L'objectif à long terme: mieux comprendre l'apparition des maladies neurologiques et développer de nouvelles thérapies.

Réaliser un matériau électronique sur mesure

En association avec des collègues de Pologne, des États-Unis ainsi que de France et grâce à la grande installation de recherche Source de Lumière Suisse (SLS), des chercheurs du PSI ont acquis des connaissances fondamentales sur un matériau prometteur qui pourrait servir au stockage de données. Dans le cadre de leurs expériences avec de l'oxyde de strontium-iridium Sr_2IrO_4 , ils ont étudié simultanément le magnétisme et les propriétés électroniques de couches minces de ce matériau et analysé comment ajuster ces propriétés en déformant ces mêmes couches de manière ciblée. Cette étude a pu être réalisée grâce à une technologie de rayons X, où le PSI excelle et figure parmi les meilleurs au monde.

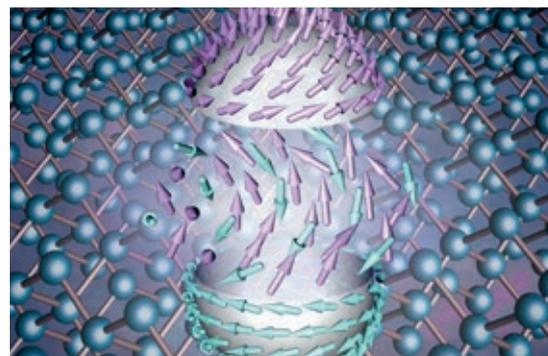
Thorsten Schmitt (g.) et Milan Radovic à la station expérimentale de la SLS du PSI, où ont été effectuées les mesures sur de minces couches d'oxyde de strontium-iridium.
 > Markus Fischer / PSI



Les *skyrmions* sont des nanostructures: de minuscules tourbillons dans l'orientation magnétique des atomes. L'illustration est une vue d'artiste de cet état.
 > Diego Rosales / PSI

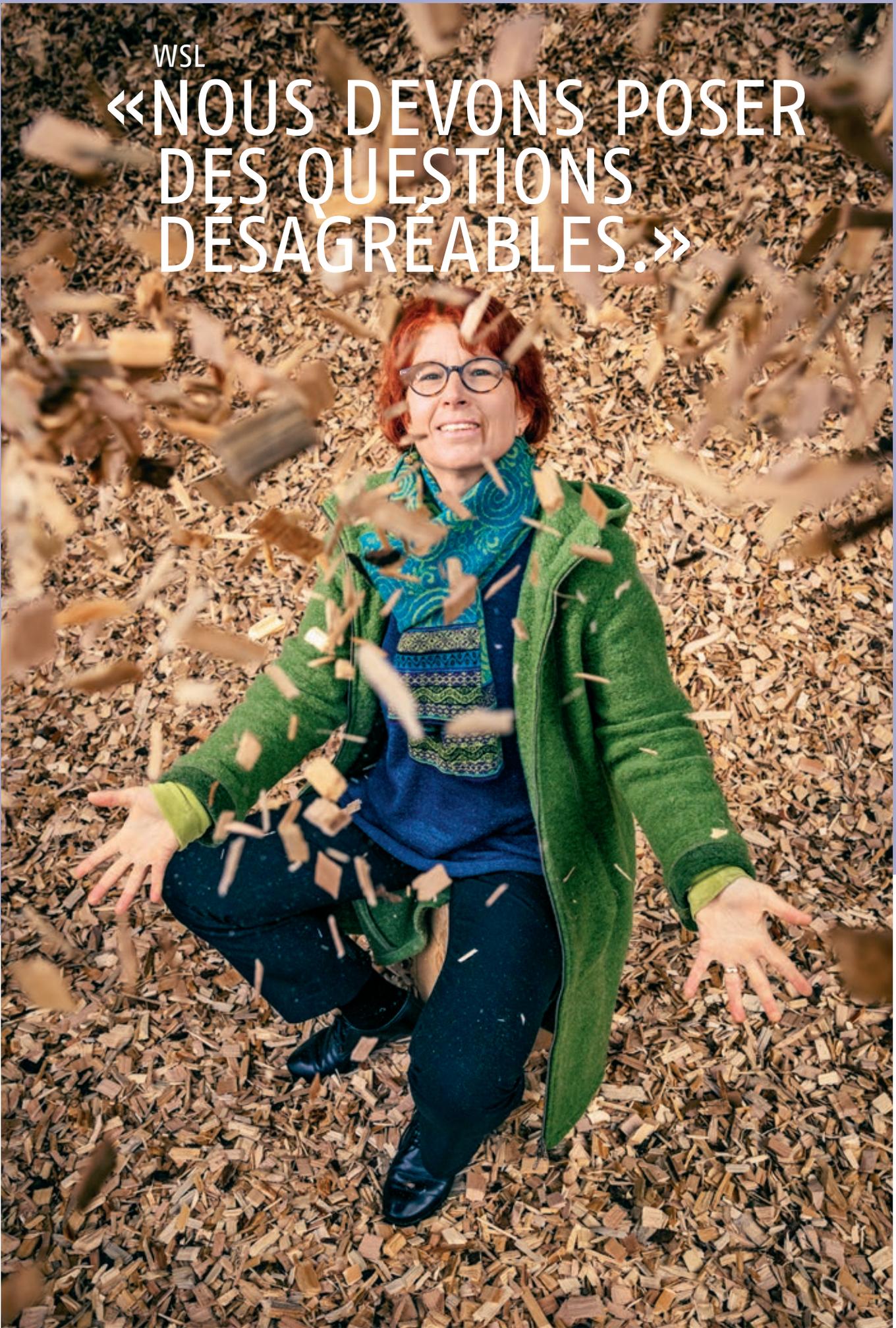
Un nano-tourbillon doté d'une propriété bien particulière

Pour faire tenir des quantités de données encore plus grandes sur des composants électroniques encore plus petits, ou pour les traiter plus efficacement, des scientifiques étudient d'infimes structures magnétiques. L'une d'elles est le *skyrmion*, un nano-tourbillon que l'on trouve dans des matériaux magnétiques. Jusqu'à présent, on ne connaissait que les skyrmions ferromagnétiques. Des chercheurs du PSI viennent de réussir une première: générer des skyrmions antiferromagnétiques et démontrer leur existence grâce à la grande installation de recherche Source suisse de neutrons de spallation SINQ. Les *skyrmions* antiferromagnétiques se laissent plus facilement contrôler. C'est une avancée décisive pour le stockage de données.



WSL

« NOUS DEVONS POSER
DES QUESTIONS
DÉSAGRÉABLES. »



Toute activité humaine a un impact sur le paysage et l'environnement. Même si nous sortons du nucléaire et misons sur les énergies renouvelables. Astrid Björnson a dirigé le programme de recherche Energy Change Impact, commun au WSL et à l'Eawag, grâce auquel le potentiel et la disponibilité des énergies renouvelables en Suisse sont désormais connus.

Madame Björnson, vous avez dirigé le programme de recherche Energy Change Impact. Les sources d'énergie alternatives posent-elles problème? La mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 suppose une transformation radicale du mode d'approvisionnement énergétique actuel. Cela n'est pas sans risque et soulève de nouvelles questions auxquelles il faut répondre. Mon chef m'a dit: «Ton rôle est celui de la rabat-joie qui doit examiner les conséquences d'un œil critique.»

Les partisans de la transition énergétique veulent préserver l'environnement. Nous le voulons tous. Une citation du roman «Le chardonneret» exprime très bien le dilemme: «Même les personnes sages et bonnes ne voient pas le résultat de toutes leurs actions.»

Que voulez-vous dire par là? L'humanité a inventé des technologies formidables qui nous facilitent la vie. Mais toute technologie a des revers que nous ne pouvons pas prévoir et auxquels nous devons remédier. Avec nos connaissances actuelles, nous devrions être en mesure d'évaluer les répercussions de nos actes et de réduire au maximum les effets pervers de la transition énergétique. Il nous a donc fallu poser des questions désagréables.

Par exemple? Nous devons nous demander quels paysages nous sommes prêts à sacrifier. Densément peuplée, la Suisse est limitée dans les espaces qu'elle peut consacrer aux infrastructures de production d'énergie renouvelable. D'autant plus que les paysages et les espaces de détente préservés sont très précieux pour l'être humain et la nature.

Avez-vous des réponses? Il ressort d'une enquête nationale, conduite par le WSL et

l'ETH Zurich, que la population est plus encline à accepter de nouvelles infrastructures là où il en existe déjà. Y compris dans le massif alpin.

La force hydraulique est la source d'énergie renouvelable n° 1 du pays. Oui et elle va encore se développer. Les systèmes se sont perfectionnés. Ils permettent aux poissons de migrer malgré les barrages, par exemple. Des équipes de recherche interdisciplinaires travaillent sur d'autres problématiques. La gestion des matériaux charriés est complexe et, avec le changement climatique qui réchauffe le pergélisol, les éboulis seront plus nombreux.

Que faire? Le WSL, l'Eawag et l'ETH Zurich examinent des galeries de dérivation. Aujourd'hui, la Suisse compte dix galeries opérationnelles, notamment au barrage de Solis, sur l'Albula. Leur but est de diminuer l'envasement des réservoirs et d'évacuer les sédiments. Une crue déclenchée artificiellement alimente l'aval en dépôts de charriage contre lesquels le courant peut «se défouler». Les berges s'érodent moins et des habitats peuvent se créer.

Quelles sont les autres répercussions du changement climatique sur l'énergie hydraulique? Bonne question. Située dans l'arc alpin, la Suisse reste un château d'eau. Mais les glaciers fondent. Et laissent des cuvettes ou de nouveaux lacs. Des scientifiques étudient si ceux-ci pourraient servir de réservoirs d'eau.

Dans quel but? Les modèles climatiques prévoient davantage d'étés secs. Une équipe de chercheurs explore la possible multifonctionnalité des réservoirs d'eau. L'énergie hydraulique, mais aussi l'agriculture, l'alimentation en eau potable et la nature ont besoin de la ressource eau.

Quel rôle la biomasse joue-t-elle? Il est évident qu'il faut l'exploiter. Les agriculteurs produisent des engrais de ferme en grandes quantités. Et un tiers à peu près du pays est recouvert de forêts. Nous pourrions tirer davantage parti de la forêt. Le prix bas du bois, une suroffre en bois de chablis de moindre qualité et les coûts élevés de récolte rendent l'exploitation peu attrayante. La biodiversité forestière peut même y gagner si nous employons davantage la source d'énergie bois. Reste à savoir si le bois peut être une ressource durable sur le long terme. Le changement climatique complique la donne.

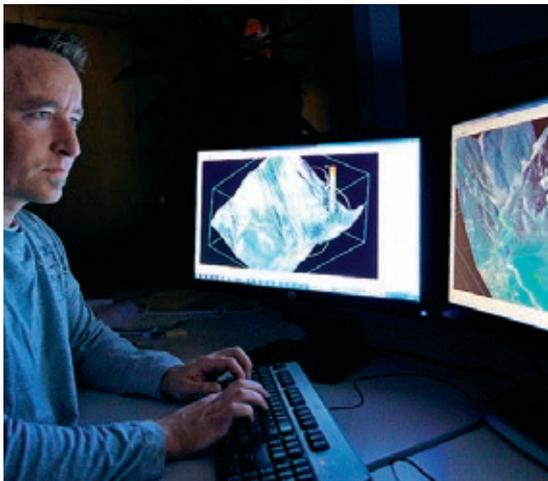
A quel niveau? Nous savons comment les forêts vont s'adapter à la hausse des températures. Mais nos modèles ne prédisent pas les conséquences des périodes de grande sécheresse. La canicule de 2018 a mis à mal les hêtres. Ajoutez-y les nuisibles et quelques tempêtes, et la disponibilité de la ressource sera fortement altérée.

Les agriculteurs, en revanche, produisent des engrais de ferme régulièrement. Oui, mais ce sont des individualistes, leurs exploitations sont plutôt petites et dispersées, ce qui complique la centralisation de ces engrais. La transition énergétique est un défi technologique, mais aussi humain.

Quels sont les résultats de votre programme de recherche? Nous connaissons précisément la disponibilité des ressources renouvelables, comme la biomasse, l'eau, le vent et le soleil. Nous pouvons chiffrer leur potentiel et savons ce qui est disponible, où et quand. Ces données vont alimenter les scénarios sur les futurs besoins en énergie et permettront une planification solide, moins coûteuse et plus respectueuse de l'environnement.

Comment le transfert dans la pratique s'opère-t-il? Voici un thème qui m'est cher! Les scientifiques devraient plus garder à l'esprit «le résultat de toutes leurs actions», l'application pratique de leur savoir. Quand nous associons de bonne heure les utilisateurs potentiels, voire dès la formulation des questions de recherche, le transfert de savoir et de technologie s'en trouve facilité au final. Davantage de moyens devraient être mis à disposition à cet effet – des moyens financiers, des moyens humains et du temps. La recherche énergétique suisse a pu s'en rendre compte.

Nouveau centre de recherche à Davos sur le changement climatique, les dangers naturels et les événements extrêmes



Le climat continue d'évoluer. Les phénomènes météorologiques extrêmes et les dangers naturels dans l'espace alpin s'en ressentent. Ces bouleversements ont

un impact social et économique, comme à Bondo dans le Val Bregaglia, après un écroulement et des laves torrentielles. Le WSL, déjà bien ancré dans les Alpes avec le SLF, et le canton des Grisons mettent en place le nouveau *Climate Change, Extremes, and Natural Hazards Research Center* (CERC, cerc.slf.ch) à Davos, qui va étudier les effets du changement climatique sur les événements extrêmes dans le massif alpin. Une quarantaine de personnes y travailleront sur l'alerte précoce, l'écologie des montagnes, la protection de la forêt ou la communication sur les risques. L'ETH Zurich participe à deux chaires communes – l'une sur les mouvements de masse alpins et le pergélisol, l'autre sur les effets du changement climatique sur les régions de montagne. Tous les participants ont arrêté leurs décisions de financement en 2020. Le fonctionnement du centre, qui entamera ses activités le 1^{er} janvier 2021, est d'ores et déjà assuré pour douze ans.

Evaluer les dangers naturels et simuler les événements extrêmes: un thème de recherche important ayant une signification pratique.
 › WSL

Inventaire forestier national: comprendre la forêt suisse

Tous les dix ans, le WSL et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) publient conjointement un rapport sur l'inventaire forestier national. Le rapport 2020 révèle que la forêt suisse protège mieux des dangers naturels actuellement que durant la précédente période et que les structures forestières et les essences se sont diversifiées. Ces évolutions sont réjouissantes, notamment dans le contexte d'accentuation du stress généré par la sécheresse et les tempêtes. Autre constat: les attaques d'insectes et les maladies sont préoccupantes. De plus, les éclaircies sont souvent trop rares en altitude. Le WSL est responsable de la planification, du relevé des données, des analyses et de l'interprétation scientifique de cet inventaire; l'OFEV, de la politique forestière qui en découle.



Apprendre des étés secs

Les derniers scénarios climatiques prévoient davantage d'étés caniculaires en Suisse, tels celui de 2018. Durant la phase sèche, le WSL a lancé des études ciblées sur l'effet de la sécheresse. Tandis que le feuillage changeait souvent de couleur dès l'été, le houppier de certains hêtres mourait au cours des années suivantes, et les scolytes infligeaient deux fois plus de dégâts aux épicéas. Les scientifiques ont développé une synthèse destinée à la foresterie. La combinaison sécheresses, tempêtes, maladies et ravageurs va bouleverser nos paysages – nous devons tirer les enseignements des événements extrêmes aujourd'hui pour adapter la gestion de la forêt à demain.



La quantité de bois mort a augmenté, mais les volumes ciblés n'ont pas été atteints partout.
 › Urs-Beat Brändli / WSL

Collecte d'échantillons de feuilles dans le houppier d'un hêtre
 › Marco Walser / WSL

Empa

«NOUS MODÉLISONS LE TISSU ÉNERGÉTIQUE URBAIN DE DEMAIN.»



La technique énergétique des bâtiments, quartiers et villes d'aujourd'hui est souvent surannée. L'alimentation en énergie des maisons doit absolument gagner en efficacité, et les quartiers doivent être alimentés en énergie renouvelable. La conversion des villes aux systèmes durables de production d'énergie et de mobilité est impérative. Kristina Orehounig, du laboratoire *Urban Energy Systems* de l'Empa, étudie ces modèles d'énergie complexes.

Du petit au grand. Du compliqué au complexe. De l'architecture à la physique du bâtiment. C'est le parcours scientifique suivi par Kristina Orehounig. Elle a étudié l'architecture à l'Université technique de Vienne et rédigé sa thèse sur la simulation des bâtiments. Depuis deux ans, c'est elle qui dirige le laboratoire *Urban Energy Systems* de l'Empa. Interdisciplinaire, interconnecté et orienté vers un avenir durable, ce laboratoire travaille sur les systèmes énergétiques de bâtiments, de quartiers et de villes entières.

Madame Orehounig, le bâtiment est la plus petite unité. Sur le plan de la technique énergétique, quel est ici le défi à relever? En Suisse, le bâti individuel en place est relativement énérgivore. Dans un premier temps, nous devons procéder à son assainissement énergétique, en fonction de son type et de sa localisation, pour faire baisser sa consommation, par ex. en isolant les toits et les murs et en remplaçant le vitrage.

Et ensuite? Nous devons intégrer des appareils plus efficaces et remplacer les énergies fossiles employées pour le chauffage (fuel, gaz) par des énergies renouvelables: photovoltaïque pour produire de l'électricité, pompes à chaleur, solaire thermique, couplage chaleur-force ou réseaux de chaleur à distance pour le chauffage. L'objectif est d'éliminer les combustibles fossiles du bâtiment et de ne consommer qu'une petite quantité d'énergie, voire plus du tout.

Plus du tout consommer d'énergie? C'est une question de bilan. On consommera forcément de l'énergie à certains moments. Mais celle-ci pourra être produite par des panneaux solaires posés sur le toit. On pourra aussi produire en été l'énergie dont on aura besoin en hiver et la stocker.

La technologie de stockage est-elle au point? Le stockage à court terme ne pose pas de problème. Pour

le stockage à long terme, les technologies existent, mais sont rarement intégrées. En cause, l'absence d'incitations financières, le marché de l'électricité n'étant pas ouvert. Une bonne gestion de l'énergie exige de connaître le microclimat du bâtiment ou de l'îlot de bâtiments dans l'espace urbain. Passer de la simple maison au quartier entier nécessite des modèles plus complexes, qui s'inscrivent dans un projet de *big data*. Après avoir rassemblé une multitude de données auprès de stations météorologiques, avec les températures et l'exposition des bâtisses, on peut calculer la consommation énergétique des logements et déterminer le mix énergétique idéal du quartier.

A quoi les modèles calculés servent-ils? Nous dimensionnons le système énergétique en fonction du quartier, calculons le nombre de pompes à chaleur ou de cellules photovoltaïques à intégrer, s'il faut prévoir une technologie de stockage ou un réseau de chaleur. Nous concevons un modèle optimisant le fonctionnement, montrons comment doit circuler l'énergie. Nous réduisons ainsi au maximum les coûts et les émissions de CO₂.

Est-ce la voie vers la ville économe en énergie de demain, en tant qu'espace durable? Nos modèles permettent de simuler des quartiers urbains. La tâche est plus complexe dans une ville entière. Nous ne pouvons pas détailler chaque bâtiment, nous devons simplifier. Nous devons aussi penser à l'avenir, aux effets du changement climatique. Dans certains cas, la problématique ne relève pas du chauffage, mais du refroidissement. Nous devons aussi intégrer la mobilité urbaine, qui se détourne de l'énergie fossile au profit de l'électrique. Autre point clé: la production d'énergie alternative sera davantage locale, c.-à-d. décentralisée. Tous ces éléments devront s'emboîter le mieux possible au sein de l'espace urbain.

Les équipes de scientifiques que dirige K. Orehounig ont développé leurs modèles en étroite collaboration avec des fournisseurs d'électricité, des villes et des communes. Le logiciel issu de ces travaux permet d'ores et déjà de cibler certains quartiers urbains pour analyser leur consommation d'énergie. Le pool de données continue de s'étoffer. En l'absence de mesures concrètes, les scientifiques peuvent désormais s'appuyer sur les valeurs de zones urbaines similaires.

Vos travaux de recherche devraient aboutir à des mesures concrètes à grande échelle. Où en êtes-vous? Nous avons bien avancé. Plusieurs chercheurs de notre laboratoire se sont regroupés pour fonder la start-up et spin-off de l'Empa Sympheny. Ils prévoient de développer et de commercialiser notre plate-forme sous la forme d'une application facile d'utilisation. Leur objectif est de proposer aux planificateurs en énergie des solutions durables et économiques d'alimentation en énergie de quartiers, de districts, de sites, de villages et aussi de villes.

«L'objectif est d'éliminer les combustibles fossiles du bâtiment et de ne consommer qu'une petite quantité d'énergie, voire plus du tout.»

«Dans la ville de demain, la production alternative décentralisée, la consommation d'énergie des bâtiments et l'électromobilité devront s'engrener le mieux possible dans un seul système urbain.»

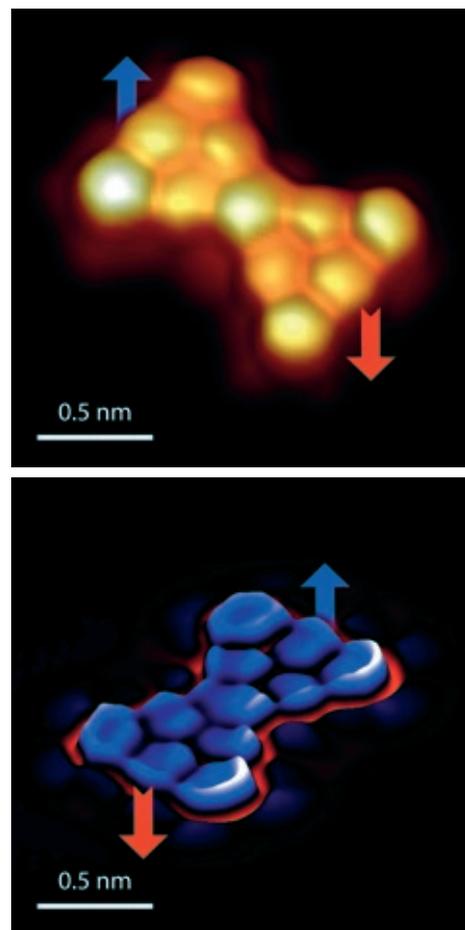
› Kristina Orehounig, responsable du laboratoire *Urban Energy Systems* de l'Empa

Cap sur les ordinateurs spintroniques

En haut: microscopie à effet tunnel d'un «nano-nœud papillon» de graphène avec moment magnétique (flèches). En bas: rendu 3D de la coupe d'un «nano-nœud papillon» de graphène avec moment magnétique (flèches).

› Empa

Selon la forme et l'orientation de leurs bords, les nanostructures de graphène peuvent avoir des propriétés très différentes et être, par exemple, électriquement conductrices, semi-conductrices ou isolantes. Mais le magnétisme était jusque-là quasi impossible. Avec des partenaires internationaux, des scientifiques de l'Empa ont réussi à synthétiser une nanostructure de graphène magnétique, prédite dans les années 1970, qui ressemble à un nœud papillon. C'est un pas important vers le traitement de l'information basé sur le spin (spintronique), qui fonctionne à température ambiante et promet des ordinateurs plus rapides et moins gourmands en électricité.



Révolutionner les matériaux avec l'IA

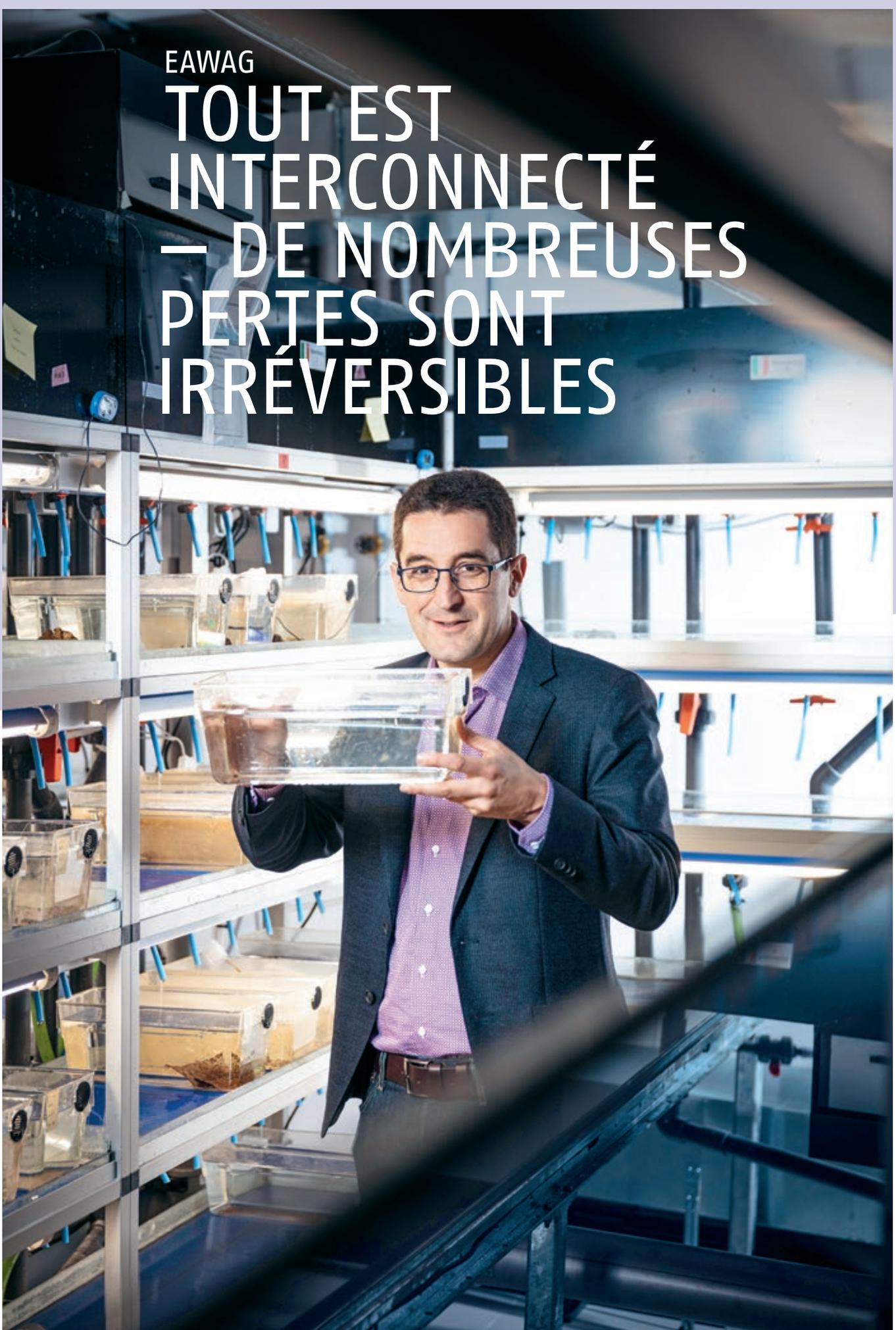
Grâce à des capteurs optiques et acoustiques et avec l'aide de l'intelligence artificielle (IA), des chercheurs de l'Empa ont démontré que le procédé qu'ils ont développé est en mesure de contrôler la qualité de pièces métalliques imprimées en 3D – en temps réel, durant la fabrication. Les défauts sont immédiatement détectés et corrigés. L'IA et l'apprentissage automatique ont également permis à des scientifiques de l'Empa de conférer de nouvelles propriétés à du bois et de les contrôler durant le façonnage. En association avec *Swiss Wood Solutions*, une spin-off de l'Empa et de l'ETH Zurich, et dans le cadre d'un projet Innosuisse, ils développent une méthode numérique de sélection et de transformation de bois local d'épicéa et d'érable, afin de fabriquer des produits high-tech en bois dur de qualité constante. D'autre part, une équipe de l'Empa a analysé les enjeux de l'IA pour notre société dans le cadre d'une étude TA-SWISS qui a donné lieu à des recommandations pour les secteurs du travail, de la formation, de la recherche, de la consommation, des médias et de l'administration.

Les batteries haute performance de demain

La demande en batteries de stockage croît massivement. L'Empa travaille sur de nouveaux concepts de batterie sûrs et écoresponsables, notamment sur des batteries à électrolyte solide plus performantes plus longtemps. Ses équipes ont développé une céramique à couche mince près de 100 fois plus conductrice que les actuels matériaux électrolytiques – et qui peut être fabriquée à l'échelle industrielle. Financé par l'Union européenne à hauteur de 10 millions d'euros, le projet SeNSE travaille sur les batteries lithium-ion de nouvelle génération et réunit onze partenaires de sept pays, emmenés par Corsin Battaglia, chercheur à l'Empa. C. Battaglia représente aussi la Suisse au sein de l'initiative BATTERY 2030+, qui veut faire de l'Europe une championne mondiale du développement et de la production de batteries. Les électrolytes ininflammables de l'Empa faciliteront le recyclage des batteries lithium-ion. En septembre 2020, le fabricant de véhicules électriques Kyburz a mis en service une nouvelle unité de recyclage de batteries, conçue avec l'aide de l'Empa et capable de récupérer plus de 90% des métaux.

EAWAG

TOUT EST INTERCONNECTÉ — DE NOMBREUSES PERTES SONT IRRÉVERSIBLES



La diversité des espèces qui peuplent la Terre est en net déclin. La recherche sur la biodiversité est profondément ancrée à l'Eawag. Par des approches modernes et un environnement très interdisciplinaire quasi unique au monde, l'Eawag veut contribuer à ce que les responsables politiques, les acteurs économiques et la société disposent des bases nécessaires pour comprendre la biodiversité et la préserver.

«A l'Eawag, la recherche sur la biodiversité couvre tous les écosystèmes aquatiques et de nombreux groupes d'organismes, ce qui permet d'étudier les effets en cascade complexes.»

› Florian Altermatt, professeur et co-directeur de l'initiative de recherche *Blue-Green Biodiversity*.

La perte anthropique de biodiversité sur la planète bleue est à présent qualifiée d'extinction massive, au même titre que celle des dinosaures.

Le constat de Florian Altermatt, professeur d'écologie aquatique à l'Université de Zurich et chef de groupe du département Ecologie aquatique de l'Eawag, est alarmant: «L'appauvrissement de la biodiversité a pris une ampleur dramatique. Nous constatons un recul de 50 à 90% de certaines populations à l'échelle mondiale, surtout dans les milieux aquatiques. Un million d'espèces est menacé d'extinction.» La perte anthropique de biodiversité sur la planète bleue est à présent qualifiée d'extinction massive, au même titre que celle des dinosaures il y a 66 millions d'années. La disparition d'espèces est irréversible. La perte de biodiversité est avant tout la conséquence des changements d'utilisation des terres, du changement climatique, de la pollution des écosystèmes, de l'exploitation directe de populations ou d'espèces invasives. «Le phénomène est connu des scientifiques depuis des décennies. L'humanité dispose encore probablement d'un petit laps de temps de deux, trois décennies pour inverser la tendance», prévient F. Altermatt.

Depuis les années 1980, la recherche sur la biodiversité s'est intensifiée dans le domaine scientifique et intègre davantage la dimension sociale. Elle trouve son origine dans la recherche taxonomique, qui classe et décrit la biodiversité selon différents critères, et dans l'écologie, qui étudie scientifiquement l'importance fonctionnelle de la biodiversité et les interactions des espèces. Au fil des travaux, il est devenu évident que les atteintes anthropiques à l'environnement nuisaient à la biodiversité et à la composition des espèces. Tous ces constats ont abouti à la Convention des Nations Unies sur la diversité biologique, au sommet de Rio en 1992.

«Ce fut un moment marquant car, jusque-là, seule la communauté scientifique se préoccupait de la biodiversité», se souvient F. Altermatt.

Dans la recherche sur la biodiversité, l'Eawag travaille sur différentes échelles. Les recherches sur la biodiversité peuvent porter sur des questions fondamentales centrales: comment la biodiversité naît-elle? Comment peut-on la préserver? Comment la biodiversité influence-t-elle les processus écologiques? Les scientifiques scrutent par exemple les bactéries présentes dans les stations d'épuration ou les écosystèmes naturels. Comment un changement au sein des communautés d'algues d'un lac affecte-t-il la biodiversité des invertébrés ou des poissons? «A l'Eawag, la recherche sur la biodiversité couvre l'ensemble des écosystèmes aquatiques», précise F. Altermatt. Les scientifiques peuvent ainsi étudier les effets en cascade trophiques complexes qui résultent d'évolutions variées des chaînes alimentaires. L'ensemble de la communauté et des disciplines scientifiques de l'Eawag est souvent mobilisé, de l'ingénieure à l'écologue de terrain, en passant par la chercheuse en sciences sociales. L'approche suivie par l'institution pour ses recherches est tout aussi minutieuse. Une même question fait l'objet d'une étude théorique et d'une modélisation mathématique, avec en parallèle des expérimentations en laboratoire dans des conditions contrôlées et des analyses dans des petits modèles d'écosystème, avant une application à l'ensemble du paysage. Au fond, il s'agit d'une formule de réduction de la complexité qui aboutit à des résultats pratiques.

L'actuelle initiative de recherche stratégique *Blue-Green Biodiversity* (BGB) portant sur l'étude interdisciplinaire de la biodiversité «bleue et verte», aquatique et terrestre, menée avec le WSL, s'inscrit dans ce contexte. A l'automne 2017, le Conseil fédéral a approuvé le plan d'action Stratégie Biodiversité, qui vise notamment à soutenir la biodiversité par des infrastructures écologiques et des programmes de conservation des espèces. Le Conseil des EPF a pris la balle au bond et apporte 6,5 mio CHF à l'initiative BGB qui s'étend sur cinq ans, jusqu'en 2024. Co-dirigée par F. Altermatt, chercheur à l'Eawag, et par Catherine Graham, chercheuse au WSL, cheffe du groupe Ecologie évolutive spatiale et professeure extraordinaire d'écologie évolutive à l'université américaine de Stony Brook, cette initiative crée des synergies qui renforceront la recherche environnementale des deux établissements de recherche, reconnue à l'échelle internationale, dans l'objectif de mieux connaître la biodiversité à l'interface des écosystèmes aquatiques et terrestres.

Des réseaux à la place d'arbres phylogéniques

Dans une nouvelle étude parue dans *Nature*, une équipe de l'Eawag et de l'Université de Berne fait état de fortes différences de vitesse et de fréquence de spéciation entre des poissons autrement similaires. Les scientifiques expliquent la spéciation ultra-rapide et ultra-fréquentes par un modèle qui décrit l'évolution des espèces sous la forme non pas d'un arbre phylogénique, mais d'un réseau génétique, avec des échanges répétés de matériel

génétique entre les espèces. Lorsque les conditions écologiques sont favorables, les échanges de variantes de matériel génétique accélèrent fortement la formation de nouvelles espèces. Les indels, qui sont des séquences courtes d'ADN «facultatives» peu étudiées jusque-là, jouent un rôle important. L'étude repose sur l'analyse du génome de 100 espèces de cichlidés du lac Victoria et des comparaisons avec plus de 1600 espèces apparentées.

Projet LeCo: lutter contre les légionelles dans les bâtiments

Réagissant à la fréquence croissante des cas de légionellose en Suisse, l'Office fédérale de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV) a lancé début 2020 le projet de recherche LeCo «Lutter contre les légionelles dans les bâtiments», avec la participation de l'OFSP et de l'OFEN. Une équipe pluridisciplinaire placée sous la direction de l'Eawag va étudier pendant quatre ans comment évaluer le risque d'infection aux légionelles dans la douche. Elle cherchera également à améliorer la méthode de prélèvement d'échantillon et l'application de procédés de détection rapide pour identifier correctement les contaminations de bâtiments. Il s'agira en outre de déterminer les liens entre les sources d'infection dans l'environnement et les cas de maladie afin d'acquérir de nouvelles connaissances sur l'écologie des légionelles dans les systèmes d'eau potable. Et enfin, de développer des stratégies de gestion pour réduire le risque d'une contamination aux légionelles dans les bâtiments. Outre les activités de recherche, le groupe se polarisera aussi sur la sensibilisation et sur l'approfondissement des échanges entre les acteurs concernés. La coopération nationale et internationale sera par ailleurs renforcée sur cette thématique.

Aide à la planification des filtres à charbon actif en grains

L'optimisation des stations d'épuration suisses impliquant une étape supplémentaire pour éliminer les composés traces organiques est en cours. C'est la Confédération qui a initié la stratégie Micropoll. L'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) gère par ailleurs la plate-forme «Techniques de traitement des micropolluants». De nombreuses bases de la stratégie et des procédés ont été étudiées à l'Eawag. Deux techniques sont retenues jusqu'à présent: l'ozonation (p. ex. à la STEP de Dübendorf) et les filtres à charbon actif en grains CAG (p. ex. à la STEP d'Altenrhein). Les experts considèrent les filtres à CAG comme une technologie intéressante, mais des incertitudes et des questions ouvertes subsistent, notamment sur le dimensionnement des installations. Fin 2019, l'Eawag et le VSA ont organisé un atelier sur l'élimination des composés traces à l'aide de la filtration à CAG. Des exploitants de STEP, des bureaux d'ingénieurs, des experts de l'OFEV et du VSA ont participé à l'événement aux côtés de représentants de la recherche. A la suite de l'atelier, un document de synthèse a été élaboré, offrant un cadre sécurisant pour la planification et l'exploitation de l'élimination des composés traces à l'aide de filtres à CAG. Comme le souligne le co-organisateur Marc Böhler de l'Eawag, ce document a été développé en concertation avec des collègues allemands. Ainsi, l'Eawag et le VSA contribuent de manière significative à soutenir la pratique dans le cadre de l'élimination des composés traces.



Image, réalisée au microscope électronique, de communautés bactériennes dans un tuyau de douche
 > Frederik Hammes, ZMB, UZH

Essais pilotes sur la filtration à CAG à la STEP de Muri
 > Eawag

GOUVERNANCE

Structure et conduite	36
Contrôle et révision	39
Coopérations et participations	39
Organisation et organes de direction	40
Professeurs élus	43
Membres du Conseil des EPF	44
Personnel élu	46
Situation et gestion des risques	48

Structure et conduite du Domaine des EPF

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

Le Domaine des EPF: bases légales

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

En novembre 2019, le Conseil fédéral a soumis au Parlement le projet de révision partielle de la Loi sur les EPF avec un message en ce sens. La discussion porte sur de nouvelles règles qui concernent notamment la mise en œuvre des recommandations du Contrôle fédéral des finances (CDF) au sujet des compétences générales de surveillance du Conseil des EPF et de deux principes directeurs de gouvernement d'entreprise (limitation du droit de vote et récusation de membres institutionnels du Conseil des EPF). D'autres ajustements prévoient quelques changements en matière de politique du personnel (dans le cas d'une embauche après l'âge ordinaire de départ à la retraite ou du prolongement de contrats de travail à durée déterminée), la création d'une base juridique relative à la vente d'excédents d'énergie achetés ou produits pour servir aux propres besoins, à des mesures disciplinaires, à des services de sécurité et à la vidéosurveillance. Le Conseil national a étudié ce projet pour la première fois durant la session d'été 2020 et le Conseil des Etats durant la session d'automne 2020. Ces amendements devraient entrer en vigueur courant 2021.

Tâches et conduite

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

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

Objectifs stratégiques et plafond de dépenses

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

Rapports

Le Conseil des EPF réalise chaque année un rapport pour le Conseil fédéral, dans lequel il indique le degré d'atteinte des objectifs stratégiques et l'utilisation faite 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 rapport. A la mi-période FRI, le Conseil des EPF rédige un rapport d'autoévaluation prenant position sur des thèmes définis par le Conseil fédéral ainsi que sur l'atteinte des objectifs stratégiques. Ce rapport d'autoévaluation sert de base pour l'évaluation du Domaine des EPF par un groupe international d'experts (*peer review*) qui incombe au DEFR.

Le DEFR informe le Parlement en lui présentant un rapport intermédiaire sur la réalisation du mandat en cours (art. 34a, Loi sur les EPF) dans le cadre de la proposition pour la période FRI suivante. La conduite stratégique du Domaine des EPF incombe au Conseil

des EPF (cf. section suivante). La conduite opérationnelle des différentes institutions du Domaine des EPF est du ressort des directions des deux EPF et des quatre établissements de recherche. Conformément à l'art. 4, al. 3, Loi sur les EPF, les institutions du Domaine des EPF exercent toutes les compétences que ladite Loi ne confère pas explicitement au Conseil des EPF.

Conseil des EPF: tâches et méthode de travail

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

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

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

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

La structure du
Domaine des EPF

* Contrats de travail
y c. les doctorants, état
au 31 décembre 2020

Domaine des EPF

Conseil des EPF

11 membres

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

Ecoles polytechniques fédérales

ETH Zurich

23 422 étudiants et doctorants
12 855 collaborateurs*

EPFL

11 813 étudiants et doctorants
6 358 collaborateurs*

Etablissements de recherche

PSI

2 097
collaborateurs*

WSL

564
collaborateurs*

Empa

1 022
collaborateurs*

Eawag

520
collaborateurs*

Comités d'audit et de gestion

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

Le comité de gestion soutient le Conseil des EPF 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 du délégué des assemblées d'écoles. Le directeur général et, si nécessaire, d'autres collaborateurs de l'état-major du Conseil des EPF participent aux séances du comité de gestion.

Rémunération du Conseil des EPF

En janvier 2020, la présidente ad interim du Conseil des EPF a touché pour son poste à 50% un salaire brut de 15265 CHF (avec un salaire annuel de 366366 CHF pour 100%). L'employeur a également versé 961 CHF de cotisations aux assurances sociales. De février à décembre 2020, le nouveau président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire brut de 268668 CHF (avec un salaire annuel de 366366 CHF pour 100%). L'employeur a également versé 73954 CHF de cotisations aux assurances sociales. Le nouveau président est assuré par la caisse de pension de la Confédération, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur.

En 2020, les deux vice-présidentes (ad interim et ancienne), qui ne sont pas employées par une institution du Domaine des EPF, ont reçu une somme forfaitaire d'un total de 26000 CHF pour janvier et la période de février à décembre (au prorata dans chaque cas). Les quatre autres membres externes du Conseil des EPF ont chacun touché une rémunération forfaitaire de 20000 CHF en 2020. Ils ont également perçu un total de 54500 CHF pour des dialogues, la commission de préparation de l'élections et des réunions du comité d'audit (y c. un total de 6000 CHF d'indemnité forfaitaire au pro rata 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 «institutionnels» du Conseil des EPF sous contrat de travail avec une institution du Domaine des EPF ne perçoivent pas de rémunération supplémentaire pour leur travail au Conseil des EPF. Le Conseil des EPF a pris en charge 40% des charges salariales et sociales de l'EPFL (y c. la compensation des frais) pour le poste à 70% de la déléguée des assemblées d'écoles des deux EPF, afin de garantir son indépendance d'une institution.

Contrôle et révision

Système de contrôle interne

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

Audit interne

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

Organe de révision

Le CDF assume la fonction de révision externe pour le Domaine des EPF (art. 35^{ter}, al. 3, Loi sur les EPF). En 2020, il a révisé les comptes consolidés des deux EPF ainsi que les comptes consolidés du Domaine des EPF et a 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 comprend un rapport de révision et un rapport dit complet. Ces rapports sont discutés chaque année au sein du comité d'audit avec des représentants du CDF. En 2020, le CDF a facturé un montant total de 538 576 CHF au Conseil des EPF (dont 326 793 CHF pour la révision de clôture des comptes 2019 et 211 783 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2020).

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.

Coopérations et participations

Conformément à l'article 3a, Loi sur les EPF, les deux EPF et les quatre établissements de recherche peuvent créer des sociétés, participer à des sociétés ou collaborer d'autres façons avec des tiers pour accomplir leurs tâches dans le cadre des objectifs stratégiques et des directives du Conseil des EPF. Les participations et les relations avec les entités contrôlées et associées sont listées sous les points 20 et 35 des comptes annuels dans le rapport de gestion et le rapport financier du Conseil des EPF. Il s'agit essentiellement de participations dans des fondations ou des sociétés simples qui répondent aux exigences de présentation des comptes. Les entités contrôlées Société du Quartier d'Innovation (SQIE) et Société du Quartier Nord de l'EPFL (SQNE), qui entretiennent des bâtiments en leasing financier avec des contrats sur une durée de location de 30 ans, génèrent des sorties de fonds d'environ 9 mio CHF par an. Du côté des entités associées, la participation dans l'ETH Zurich Foundation revêt une importance significative. La contribution au résultat annuel du Domaine des EPF s'est élevée à 32 mio CHF.

Les organes de direction du Domaine des EPF

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Prof. Michael O. Hengartner¹, président (depuis février 2020)
- Beth Krasna¹, présidente ad interim (jusque fin janvier 2020) et vice-présidente (février-décembre 2020)
- Prof. dr h. c. Barbara Haering², présidente du comité d'audit (depuis mai 2019) et vice-présidente (depuis janvier 2021)
- Prof. Joël Mesot¹
- Prof. Martin Vetterli¹
- Prof. Gian-Luca Bona¹
- Kristin Becker van Slooten¹
- Marc Bürki²
- Beatrice Fasana
- Prof. dr sc. nat., dr h. c. mult. Susan Gasser
- Christiane Leister
- Cornelia Ritz Bossicard² (depuis janvier 2021)

Direction de l'ETH Zurich

- Prof. Joël Mesot, président
- Prof. Sarah Springman, rectrice
- Prof. Detlef Günther, vice-président pour la recherche
- Robert Perich, vice-président pour les finances et le *controlling*
- Prof. Vanessa Wood, vice-présidente pour le transfert de savoir et les relations économiques (depuis janvier 2021)
- Prof. Ulrich Weidmann, vice-président pour l'infrastructure
- Julia Dannath-Schuh, vice-présidente pour le développement du personnel et le *leadership* (depuis novembre 2020)

Direction de l'EPFL³

- Prof. Martin Vetterli, président
- Prof. Pierre Vanderghenst, vice-président pour l'éducation (jusque fin 2020)
- Prof. Andreas Mortensen, vice-président pour la recherche (jusque fin 2020)
- Prof. Marc Gruber, vice-président pour l'innovation (jusque fin février 2021)
- Caroline Kuyper, vice-présidente pour les finances (jusque fin 2020)
- Etienne Marclay, vice-président pour les ressources humaines et opérations (jusque fin juillet 2020)
- Matthias Gäumann, vice-président pour les opérations (depuis août 2020)
- Prof. Edouard Bugnion, vice-président pour les systèmes d'information (jusque fin 2020)

Nouveau dans la direction à partir de janvier 2021

- Prof. Gisou van der Goot, vice-présidente pour la transformation responsable
- Prof. Jan Hesthaven, vice-président académique
- Ursula Oesterle, vice-présidente pour l'innovation (depuis mars 2021)
- Marc Bachelot, vice-président pour les finances ad interim

Direction du PSI

- Prof. Christian Rüegg, directeur (depuis avril 2020)
- Prof. Gabriel Aeppli, directeur adjoint (depuis septembre 2020)
- Thierry Strässle, directeur adjoint (depuis septembre 2020)
- Peter Allenspach, membre
- Prof. Andreas Pautz, membre
- Prof. Gebhard F. X. Schertler, membre

Direction du WSL

- Prof. Konrad Steffen⁴, directeur (jusque août 2020)
- Christoph Hegg⁴, directeur adjoint et *Acting Director* (depuis août 2020)
- Prof. Anna Hersperger, membre
- Prof. Rolf Holderegger, membre et *Acting Deputy Director* (depuis août 2020)
- Prof. Andreas Rigling, membre
- Prof. Jürg Schweizer, membre
- Prof. Niklaus Zimmermann, membre (jusque fin juillet 2020)

Direction de l'Empa

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

Direction de l'Eawag

- Prof. Janet Hering, directrice
- Prof. Rik Eggen, directeur adjoint
- Prof. Jukka Jokela, membre
- Prof. Tove Larsen, membre
- Gabriele Mayer, membre
- Prof. Alfred Johny Wüest, membre
- Prof. Christian Zurbrügg, membre
- Prof. Carsten Schubert, membre (à partir d'avril 2021)

Instance de recours

Commission de recours interne des EPF

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

- Barbara Gmür Wenger, avocate et présidente (depuis janvier 2020)
- Beatrix Schibli, vice-présidente (depuis janvier 2020)
- Prof. Simone Deparis, membre (depuis janvier 2020)
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. Thomas Vogel, membre (depuis janvier 2020)
- Yolanda Schärli, membre

Soutien au Conseil des EPF

Etat-major du Conseil des EPF

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

Comité directeur

- Michael Käppeli, directeur administratif
- Kurt Baltensperger, sciences
- Gian-Andri Casutt, communication
- Dieter Künzli, finances et personnel
- Monique Weber-Mandrin, service juridique
- Michael Quetting, immobilier
- Barbara Schär, secrétariat du Conseil (jusque fin 2020)

Audit interne

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

- Patrick Graber, directeur

¹ Membre du comité de gestion

² Membre du comité d'audit

³ La Direction de l'EPFL ajuste sa structure pour le deuxième mandat de son président Martin Vetterli.

⁴ Suite au décès du directeur du WSL le 8 août 2020, Christoph Hegg a pris la direction du WSL comme *Acting Director* jusqu'à ce que soit trouvé un nouveau directeur.

Beth Krasna a quitté le Conseil des EPF fin décembre 2020. Cornelia Ritz Bossicard fait partie du Conseil des EPF en tant que nouveau membre depuis janvier 2021 (cf. p. 45).

Etat au 31 décembre 2020 (les modifications déjà décidées en 2020 et prenant effet en 2021 sont également mentionnées).

Service d'ombudsman

Service d'ombudsman

Le service d'ombudsman du Conseil des EPF (nyffenegger@mgnrecht.ch) est un organe indépendant. Ce bureau est chargé de recueillir à titre subsidiaire les témoignages des membres du Domaine des EPF relatifs à des comportements contraires au droit ou à l'éthique dont ils ont eu connaissance dans le cadre de leur activité au sein du Domaine des EPF. Le caractère subsidiaire du service d'ombudsman signifie que les comportements incorrects doivent être annoncés en priorité au sein de l'EPF ou de l'établissement de recherche concerné, auprès des instances supérieures ou, si cela paraît préférable, auprès du service compétent de l'institution en question.

Ce principe est valable sous réserve de l'art. 22a de la Loi sur le personnel de la Confédération (LPers): les employés sont tenus de dénoncer aux autorités de poursuite pénale, à leurs supérieurs ou au Contrôle fédéral des finances (CDF) tous les crimes et délits poursuivis d'office dont ils ont eu connaissance ou qui leur ont été signalés dans l'exercice de leur fonction.

L'ombudsman est:

- Res Nyffenegger, avocat externe à Berne

Commission de conciliation

Commission de conciliation selon la Loi sur l'égalité pour le Domaine des EPF

La commission de conciliation selon la Loi sur l'égalité pour le personnel du Domaine des EPF informe et conseille les parties (employeur et employés) en cas de litige entrant dans le champ d'application de la Loi sur l'égalité et concernant les rapports de travail au sein du Domaine des EPF. Son objectif est de parvenir, dans le cadre d'une procédure orale, à un règlement à l'amiable du litige afin d'éviter une action judiciaire. La commission de conciliation ne rend pas de jugement. Elle traite les cas de manière confidentielle, mais pas anonyme.

Présidence:

- Anne-Catherine Hahn, présidente

Représentants de l'employeur:

- Andreas Kirstein, ETH Zurich (membre)
- Hélène Fueger, EPFL (membre)
- Natalie Lerch-Pieper, PSI/Eawag (membre suppléant)
- David Heusser, Empa/WSL (membre suppléant)

Représentants des employés:

- Gregor Spuhler, ETH Zurich (membre)
- Sabine Süsstrunk, EPFL (membre)
- Rowena Crockett, Empa/WSL (membre suppléant)
- Dario Marty, PSI/Eawag (membre suppléant)

Professeurs élus

Nomination du corps professoral

En 2020, le Conseil des EPF a traité 174 propositions concernant le professorat. Il a procédé à un total de 76 nominations au niveau du professorat, dont 48 de nouvelles personnes et 28 de promotions internes. 19 femmes et 32 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich, 5 femmes et 19 hommes dans celui de l'EPFL, et un homme a été nommé conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL comme professeur ordinaire. Il s'agit du nouveau directeur du PSI.

Sur les 28 nominations de professeurs et professeurs ordinaires, 15 étaient des promotions de professeurs associés. Sur les 22 nominations de professeurs associés, 13 étaient des promotions de professeurs assistants avec *tenure track*.

Sur les 48 personnes nouvellement nommées, 19 étaient des femmes, soit une proportion de 39,6%.

En 2020, le Conseil des EPF a nommé un professeur affilié à l'ETH Zurich. Les professeurs affiliés exercent leur activité principale dans une institution de recherche suisse ou étrangère et travaillent également au sein d'une des deux EPF à un taux d'occupation réduit. Ils ont un statut de professeurs ordinaires et sont comptés dans les statistiques comme tels.

Le Conseil des EPF a également décerné le titre de professeure ou de professeur titulaire à 2 chercheuses et à 9 chercheurs.

Retraites et démissions

En 2020, le Conseil des EPF a pris connaissance de 31 départs à la retraite: 18 à l'ETH Zurich et 13 à l'EPFL. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 7 départs pour d'autres motifs.

Nominations

76

professeurs, dont 19 femmes et 32 hommes à l'ETH Zurich, et 5 femmes et 19 hommes à l'EPFL, et 1 homme conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL.

Proportion de femmes

39,6%

dans les nominations de nouvelles personnes

Ces 76 nominations se répartissent de la manière suivante:

Professeurs ordinaires *

28

dont 9 femmes

Professeurs associés

22

dont 5 femmes

Professeurs assistants avec *tenure track*

14

dont 5 femmes

Professeurs assistants sans *tenure track*

12

dont 5 femmes

* dont un professeur affilié



Michael O. Hengartner

* 1966, Suisse / Canadien
Prof.

Président du Conseil des EPF depuis février 2020.

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



Beth Krasna

* 1953, Suisse / Américaine
Ingénieure diplômée

Membre du Conseil des EPF depuis 2003 et présidente de son comité d'audit de 2008 à avril 2019. A partir de 2018 vice-présidente et de mai 2019 jusque fin janvier 2020 présidente a. i. du Conseil des EPF. Administratrice indépendante.

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



Barbara Haering

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

Membre du Conseil des EPF et du comité d'audit depuis 2008 et présidente du comité d'audit depuis mai 2019. De mai 2019 jusque fin janvier 2020 vice-présidente a. i. du Conseil des EPF et à partir de janvier 2021 vice-présidente. Membre de la direction d'econcept AG.

Barbara Haering a étudié les sciences naturelles et obtenu en 1996 un doctorat en aménagement du territoire à l'ETH Zurich. Elle est membre de la direction d'econcept AG. Elle préside le conseil d'orientation stratégique de l'Université de Genève et le conseil de fondation du Centre International de Déminage Humanitaire de Genève. B. Haering est également membre du conseil d'administration de la *Technische Universität* de Dresde et membre du comité consultatif de recherche et de technologie de la *Technische Universität* de Graz. Elle est chargée de cours à l'Université de Lausanne.



Kristin Becker van Slooten

* 1962, Suisse / Allemande

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

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



Marc Bürki

* 1961, Suisse
Ingénieur diplômé en génie électrique

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

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

> Swissquote



Beatrice Fasana

* 1969, Suisse
Ingénieure diplômée en sciences alimentaires

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

Beatrice Fasana a étudié les sciences alimentaires à l'ETH Zurich. Après un stage au *Nestlé Research and Development Center* de New Milford (Connecticut, Etats-Unis), elle a occupé diverses fonctions de direction auprès de grands fabricants de produits alimentaires en Suisse. Elle a été notamment responsable de la division *Chewing Gum* de Chocolat Frey et directrice marketing de Coca-Cola. Jusque 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 Haecy. B. Fasana est également membre du Conseil et présidente de la Commission administrative de la Haute école spécialisée de la Suisse italienne SUPSI (*Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana*) ainsi qu'administratrice de la banque Raiffeisen del Basso Mendrisiotto depuis 2018.



Joël Mesot

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

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

Joël Mesot a étudié la physique à l'ETH Zurich et a passé sa thèse en physique des solides en 1992. Il a reçu le prix IBM de la Société Suisse de Physique (SSP) en 1995 et le prix Latsis de l'ETH Zurich en 2002. Après des séjours de recherche en France et aux États-Unis, il est arrivé à l'ETH Zurich et au PSI, où il a dirigé le Laboratoire de diffusion neutronique LNS dès 2004. De 2008 à 2018, il a été directeur du PSI, et depuis 2008, il est professeur ordinaire de physique à l'ETH Zurich. J. Mesot est membre de divers conseils consultatifs nationaux et internationaux, dont du conseil de fondation du Parc d'innovation suisse *Switzerland Innovation*, de la Fondation Marcel Benoist, du conseil consultatif du réseau mondial du Forum économique mondial (WEF) et du conseil d'administration de CREATE (Singapour).

› Markus Bertschi / ETH Zurich



Martin Vetterli

* 1957, Suisse
Prof., dr ès sc.

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

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

› Nik Hunger / EPFL



Gian-Luca Bona

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

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

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



Susan Gasser

* 1955, Suisse
Prof., dr sc. nat., dr h. c. mult.

Membre du Conseil des EPF depuis 2018. Directrice de l'Institut de recherche biomédicale Friedrich Miescher (2004–2019). Professeure de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005 et professeure invitée à l'Université de Lausanne depuis 2021.

Susan Gasser a étudié la biologie et la biophysique à l'*University of Chicago* et a présenté sa thèse de doctorat à l'Université de Bâle. A partir de 1986, elle a travaillé comme responsable de groupe à l'Institut suisse de recherche expérimentale sur le cancer (ISREC) de l'EPFL avant d'être nommée professeure ordinaire à l'Université de Genève en 2001. Elle a occupé le poste de directrice de l'Institut de recherche biomédicale Friedrich Miescher (FMI) de novembre 2004 jusqu'à mars 2019. S. Gasser est professeure ordinaire de biologie moléculaire à l'Université de Bâle depuis 2005 et professeure invitée à l'Université de Lausanne depuis 2021. Elle est directrice de la Fondation ISREC et du pôle de recherche AGORA depuis février 2021. S. Gasser est présidente du conseil scientifique des centres de la santé de la *Helmholtz-Gemeinschaft* et membre du conseil du *Francis Crick Institute* à Londres et du Laboratoire européen de biologie moléculaire (EMBL) de Heidelberg. Elle a présidé la commission pour l'égalité des chances du FNS de 2014 à 2019. › Nestlé Nutrition Council



Christiane Leister

* 1955, Suisse / Allemande
Economiste dipl.

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

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

› Leister AG



Nouveau membre du Conseil des EPF à partir de 2021: Cornelia Ritz Bossicard

Le 24 juin 2020, le Conseil fédéral a élu Cornelia Ritz Bossicard nouveau membre du Conseil des EPF.

Cornelia Ritz Bossicard (* 1972, Suisse) est économiste d'entreprise, auditeure diplômée et administratrice indépendante. Avec plus de 20 ans d'expérience dans les secteurs de la technologie, du commerce et de l'industrie, elle apporte sa connaissance approfondie des domaines pertinents que sont la stratégie, les finances et la gouvernance d'entreprise.

Présidente de longue date de différents comités d'audit et experte confirmée en matière de surveillance financière, C. Ritz Bossicard possède le bagage propre à garantir que le Conseil des EPF pourra toujours compter sur les mêmes compétences et connaissances après le départ de Beth Krasna. › C. Ritz Bossicard

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

Personnel élu

In memoriam

En 2020, le Conseil des EPF, l'ensemble du Domaine des EPF et le WSL en particulier ont fait leurs adieux au prof. Konrad Steffen, ami cher, collègue et directeur du WSL, décédé tragiquement au cours d'une expédition au Groenland. Konrad Steffen restera dans nos mémoires comme un chercheur de très grande renommée, un homme unique, engagé et doté de grandes qualités humaines.

Le professeur Konrad Steffen a étudié le changement climatique pendant plus de 40 ans, notamment en Arctique et en Antarctique. Il était reconnu comme l'un des plus éminents spécialistes de ce domaine à l'échelle mondiale. Prof. Steffen avait étudié les sciences naturelles et obtenu son doctorat en 1984 à l'ETH Zurich. En 1990, il avait été nommé professeur de climatologie à l'Université du Colorado, Boulder, États-Unis, où il a par la suite dirigé l'institut de recherche en sciences environnementales CIRES. Depuis 2012, il était directeur de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage WSL. Il était également professeur en climat et cryosphère à l'ETH Zurich et à l'EPFL.

D'ici à son remplacement, la direction du WSL est assurée par Christoph Hegg, directeur adjoint de l'Institut, en tant qu'*Acting Director*.

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 24 juin 2020, le Conseil fédéral a procédé au renouvellement du Conseil des EPF pour la période 2021–2024. Il a nommé Barbara Haering, membre du Conseil depuis un certain nombre d'années, à la vice-présidence et un nouveau membre en la personne de Cornelia Ritz Bossicard (cf. p. 45), pour remplacer Beth Krasna, jusqu'alors vice-présidente, qui s'est retirée fin 2020.

Le président du Conseil des EPF, prof. Michael O. Hengartner, en poste depuis février 2020, a lui aussi été reconduit dans ses fonctions.

Le président de l'ETH Zurich, prof. Joël Mesot, et celui de l'EPFL, prof. Martin Vetterli, font partie d'office du Conseil des EPF.

Prof. Vetterli avait déjà été confirmé dans ses fonctions de président de l'EPFL le 12 février 2020.

Marc Bürki, Beatrice Fasana, prof. Susan Gasser, Christiane Leister et prof. Gian-Luca Bona, qui représente les établissements de recherche, et Kristin Becker van Slooten en tant que déléguée des assemblées d'école des deux EPF ont été confirmés dans leur mandat.

Le Conseil fédéral avait déjà élu le prof. Christian Rüegg nouveau directeur du PSI pour quatre ans en 2019. Prof. Rüegg est entré en fonction le 1^{er} avril 2020.

Personnel élu par le Conseil des EPF

Nominations aux directions de l'ETH Zurich et de l'EPFL

Le 25 septembre 2020, le Conseil des EPF a nommé deux nouveaux membres de la direction à l'ETH Zurich et trois nouveaux membres de la direction à l'EPFL. Les nominations à l'ETH Zurich sont dues à un élargissement de la structure de direction, qui passe de cinq à sept domaines. Celles concernant l'EPFL s'expliquent par des adaptations structurelles au sein de la direction dans le cadre du second mandat du prof. Vetterli à la présidence, qui couvrira la période allant de 2021 à 2024.

Nouveaux membres de la direction à l'ETH Zurich

Julia Dannath-Schuh, vice-présidente pour le développement du personnel et le *leadership*. Depuis plus de douze ans, elle aide différentes organisations en Suisse et à l'étranger à développer leur culture d'entreprise et de direction. Cette spécialiste reconnue de la gestion du personnel est titulaire d'un doctorat de psychologie et l'auteure de plusieurs publications dans ses domaines de compétences.

La professeure Vanessa Wood, vice-présidente du transfert de savoir et des relations économiques, est actuellement professeure au Département des technologies de l'information et d'électrotechnique de l'ETH Zurich. Elle poursuivra cette activité à un taux d'occupation réduit. Depuis 2011, prof. Wood mène à l'ETH Zurich des recherches sur les nanotechnologies et les batteries.

Nouveaux membres de la direction à l'EPFL à partir du 1^{er} janvier/1^{er} mars 2021

La professeure Gisou van der Goot est nouvelle vice-présidente pour la transformation responsable. Elle a suivi une formation d'ingénieur à l'Ecole centrale Paris et a ensuite entamé une carrière de chercheuse après avoir obtenu un doctorat en biophysique moléculaire. Prof. van der Goot a par la suite enseigné à l'Université de Genève, qu'elle a quittée en 2006 pour rejoindre l'EPFL en tant que professeure de microbiologie moléculaire et cellulaire.

Le professeur Jan Hesthaven est nouveau vice-président académique. Il est titulaire d'un doctorat en modélisation mathématique de l'Université technique du Danemark. Après avoir travaillé près de vingt ans à l'Université Brown, prof. Hesthaven est entré à l'EPFL en 2013 comme professeur de mathématiques computationnelles et de science de la simulation.

Matthias Gäumann accède à la vice-présidence pour les opérations, de manière définitive et non plus par intérim, comme en 2020. Il est titulaire d'un doctorat en sciences des matériaux de l'EPFL et d'un MBA de l'IMD Business School de Lausanne. Le Conseil des EPF l'a nommé membre par intérim de la direction de l'EPFL dès le 21 juillet 2020.

Ursula Oesterle a été nommée vice-présidente pour l'innovation. Elle détient un master en physique et en chimie de l'ETH Zurich ainsi qu'un doctorat en physique de l'EPFL. Ses années de recherches sur la photonique quantique à l'EPFL l'ont conduite à de premières interactions avec des projets de recherche dans l'industrie. Après avoir complété sa formation à l'IMD de Lausanne, U. Oesterle a décidé de se tourner vers l'industrie.

Marc Bachelot est nommé à titre intérimaire au poste de vice-président pour les finances. Marc Bachelot a fait des études d'ingénieur à l'Ecole des Ponts à Paris. Au cours de sa carrière, il a occupé différents postes opérationnels dans le secteur financier en France, aux Etats-Unis, en Italie et en Suisse. M. Bachelot travaille à l'EPFL depuis 2018, où il dirige actuellement le service de contrôle de gestion et de comptabilité à la vice-présidence pour les finances.

Les personnes suivantes quittent la direction de l'EPFL fin 2020 suite aux adaptations structurelles mentionnées, prévues pour le second mandat du prof. Vetterli, qui couvrira la période allant de 2021 à 2024. Le Conseil des EPF les remercie vivement du travail accompli et de leur engagement en faveur de l'EPFL.

Le professeur Pierre Vanderghyest, vice-président pour la formation, a fait de l'innovation dans la formation l'un de ses thèmes phare. Le professeur Andreas Mortensen, vice-président pour la recherche, a négocié avec beaucoup de diligence et de succès de nombreux contrats de recherche avec l'Union européenne. Le professeur Edouard Bugnion, vice-président pour les systèmes d'information, a accompagné la restructuration des systèmes informatiques de l'EPFL grâce à sa longue expérience des secteurs universitaire et industriel. Caroline Kuypers, vice-présidente pour les finances, a mené à bien la restructuration du service des finances et renforcé la vice-présidence pour les finances. Elle a pris ses fonctions de CFO et de vice-présidente pour les finances à l'EPFL en 2017.

Nominations à la direction du PSI

Le Conseil des EPF a nommé membre de la direction et directeur suppléant du PSI Thierry Strässle, chef de l'état-major de direction à l'Institut Paul Scherrer (PSI) depuis plusieurs années. T. Strässle a fait des études de physique à l'ETH Zurich, où il a également obtenu son doctorat en 2002. A la tête de l'état-major depuis 2012, il assume la responsabilité de la conduite opérationnelle de la direction. Il a été directeur du PSI par intérim de janvier 2019 à fin mars 2020. Le professeur Gabriel Aeppli, actuellement membre de la direction, est également nommé directeur suppléant.

Nominations à la direction de l'Eawag

Le Conseil des EPF a nommé le professeur Carsten Schubert nouveau membre de la direction de l'Eawag. Il prendra ses nouvelles fonctions le 1^{er} avril 2021 et succèdera au professeur Alfred Johny Wüest, membre de la direction depuis 2015, qui prend sa retraite. Prof. Schubert a étudié la géologie à la *Justus-Liebig-Universität* de Giessen (D). Il est arrivé à l'Eawag en 2001. Comme son prédécesseur, il représentera le site de l'Eawag de Kastanienbaum au sein de la direction.

Professeurs élus

Les questions relatives à la nomination des professeurs sont abordées à la p. 43.

Situation et gestion des risques

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

Toutes les institutions du Domaine des EPF disposent de leur propre processus de gestion des risques qui identifie et évalue les risques individuels, de stratégies pour y faire face ainsi que d'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 est actualisé au moins une fois par an et qui décrit en détail les risques identifiés et les évalue sur la base de leur probabilité de survenance et leur potentiel impact financier. La répercussion possible d'un risque sur la réputation est également prise en compte. Le profil individuel, l'orientation spécifique et la taille de chaque institution se reflètent dans son catalogue des risques. Les deux hautes écoles ne sont donc pas exposées aux mêmes risques de base que les quatre établissements de recherche, et l'évaluation d'un même risque peut varier.

Dans le cadre de leur rapport annuel au Conseil des EPF, les institutions présentent les risques de base auxquels elles sont exposées (nature, étendue, impacts possibles). Les risques de base sont ceux qui ont des incidences financières potentiellement élevées et une probabilité de survenance supérieure à la moyenne. Ils compromettent directement la bonne exécution des missions légales des institutions. Le signalement des risques de base est ensuite transmis au département responsable du Domaine des EPF. Les institutions doivent informer immédiatement le Conseil des EPF de toute évolution exceptionnelle dans les risques ou de tout dommage.

La pandémie de coronavirus a fortement mobilisé les institutions du Domaine des EPF. De ce fait, le risque de pandémie a été réévalué et classé comme un risque de base. Outre la violence/menace à l'encontre de personnes et les cyberattaques, les incertitudes en matière d'évolution du financement (p. ex. les conséquences de la pandémie sur l'économie et la situation financière de la Confédération) ainsi que les répercussions d'un environnement politique et juridique inhibitif (rapports Suisse/UE) constituent d'autres risques de base du Domaine des EPF. L'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques, 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.

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

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

OBJECTIFS STRATÉGIQUES

Enseignement <small>Objectif 1</small>	50
Recherche <small>Objectif 2</small>	53
Infrastructures de recherche <small>Objectif 3</small>	56
Transfert de savoir et de technologie <small>Objectif 4</small>	59
Coopération et coordination nationale <small>Objectif 5</small>	62
Positionnement et coopération sur le plan international <small>Objectif 6</small>	65
Rôle dans la société et services nationaux <small>Objectif 7</small>	68
Sources de financement et utilisation des ressources <small>Objectif 8</small>	71
Gestion immobilière <small>Objectif 9</small>	75
Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique <small>Objectif 10</small>	80

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

Objectif stratégique

ENSEIGNEMENT

En 2020, 35 235 étudiants et doctorants étaient inscrits à l'ETH Zurich et à l'EPFL. Le passage à un enseignement entièrement numérique provoqué par la pandémie de coronavirus a constitué un défi particulier cette année. La promotion des formes numériques d'apprentissage et d'enseignement, qui a lieu depuis des années dans les deux EPF, a joué un rôle crucial dans l'implémentation de l'enseignement en ligne de manière rapide et sans accroc.

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

La formation dispensée par le Domaine des EPF attire un grand nombre d'étudiants et de doctorants suisses et étrangers. En 2020, l'ETH Zurich a accueilli 23 422 étudiants et doctorants, l'EPFL 11 813. Cela correspond à une augmentation de 5,5%, resp. de 3,2% par rapport à 2019. La hausse est particulièrement marquée dans la discipline Informatique et technologie de la communication (+12,4%). Le pourcentage de femmes parmi les étudiants et les doctorants a à nouveau progressé (2020: 32%; 2019: 31,7%). La part d'étudiants et de doctorants étrangers est elle aussi en hausse (2020: 47,7%; 2019: 47,5%). A noter que le degré d'internationalité est nettement plus élevé au niveau doctorat qu'aux niveaux master et bachelor (pour les chiffres détaillés sur les étudiants et doctorants, se référer au tableau de monitoring et au rapport sur les prestations académiques, p. 86 ss).

Les deux EPF développent en continu leurs programmes de manière stratégique, tenant compte des besoins de la société. Depuis le semestre d'automne 2020, l'ETH Zurich propose un bachelor en biochimie – biologie chimique, qui combine formation théorique et pratique en chimie, biochimie et biologie moléculaire, ainsi qu'un nouveau master en architecture du paysage, qui revêt un caractère pilote en Suisse. L'EPFL a sensiblement étoffé son offre en lien avec le développement durable. Elle prépare un master en management durable et technologie et un mineur en durabilité. Ce master sera proposé en partenariat avec l'Université de Lausanne. Il devrait démarrer à l'automne 2021. Dans la formation des doctorants, un accent particulier a été mis sur le développement des compétences transversales (*transferable skills*). Cela s'est notamment traduit par la création du programme *EPFLglobalLeaders*, une initiative dans le contexte d'Horizon 2020, pour l'acquisition de compétences en management. Des offres supplémentaires liées à l'enseignement de l'informatique au secondaire I et II ont également été mises en place. Certaines filières ont été réorientées. Ainsi, le programme de bachelor en biologie de l'ETH Zurich suit un nouveau concept innovant qui utilise les procédés évolutifs comme fil conducteur pour le programme. L'été 2020 a vu sortir la première cohorte d'étudiants titulaires du bachelor en médecine humaine de l'ETH Zurich, créé en 2017 et pérennisé depuis (cf. objectif 5, p. 62 ss).

Les scientifiques des quatre établissements de recherche PSI, WSL, Empa et Eawag dispensent des cours, des séminaires, des travaux pratiques et d'autres formations dans différentes disciplines. En 2020, cet engagement a représenté 18 553 heures d'enseignement effectuées dans des hautes écoles suisses ou étrangères (2019: 18 717; cf. fig. 11, p. 92). La légère baisse observée par rapport aux deux années précédentes est

principalement liée aux différents stages et écoles d'été ou d'hiver qui n'ont pas pu avoir lieu cette année. Les établissements de recherche ont également encadré 608 travaux de bachelor et de master, ainsi que 842 doctorats. Durant la période sous revue, plus d'une dizaine de scientifiques provenant des établissements de recherche ont été nommés professeurs à l'ETH Zurich, à l'EPFL ou dans une autre université suisse, enrichissant ainsi l'enseignement dispensé dans la haute école concernée.

Les institutions du Domaine des EPF encouragent le dialogue interdisciplinaire et proposent plusieurs cours et plates-formes favorisant l'échange entre les disciplines MINT et les sciences sociales et humaines. L'ETH Zurich a par exemple un programme de master spécialisé et interdisciplinaire intitulé *Science, Technology and Policy*, où l'approfondissement en sciences naturelles et techniques se double de l'acquisition de connaissances et de compétences pratiques en analyse politique. Ce programme de master a été très demandé en 2020. Des cours individuels du programme ont été aussi suivis par de nombreux étudiants d'autres filières. A l'EPFL, quatre nouveaux cours de bachelor destinés à préparer les étudiants en sciences naturelles et en sciences de l'ingénieur au management et à la finance sont en cours d'organisation. L'EPFL a également étendu et renforcé les projets interdisciplinaires des *Discovery Learning Laboratories*, notamment sous l'angle de l'éthique et de la durabilité, et travaille sur un projet de *Climate and Sustainability Week*. Les établissements de recherche contribuent eux aussi au dialogue interdisciplinaire.

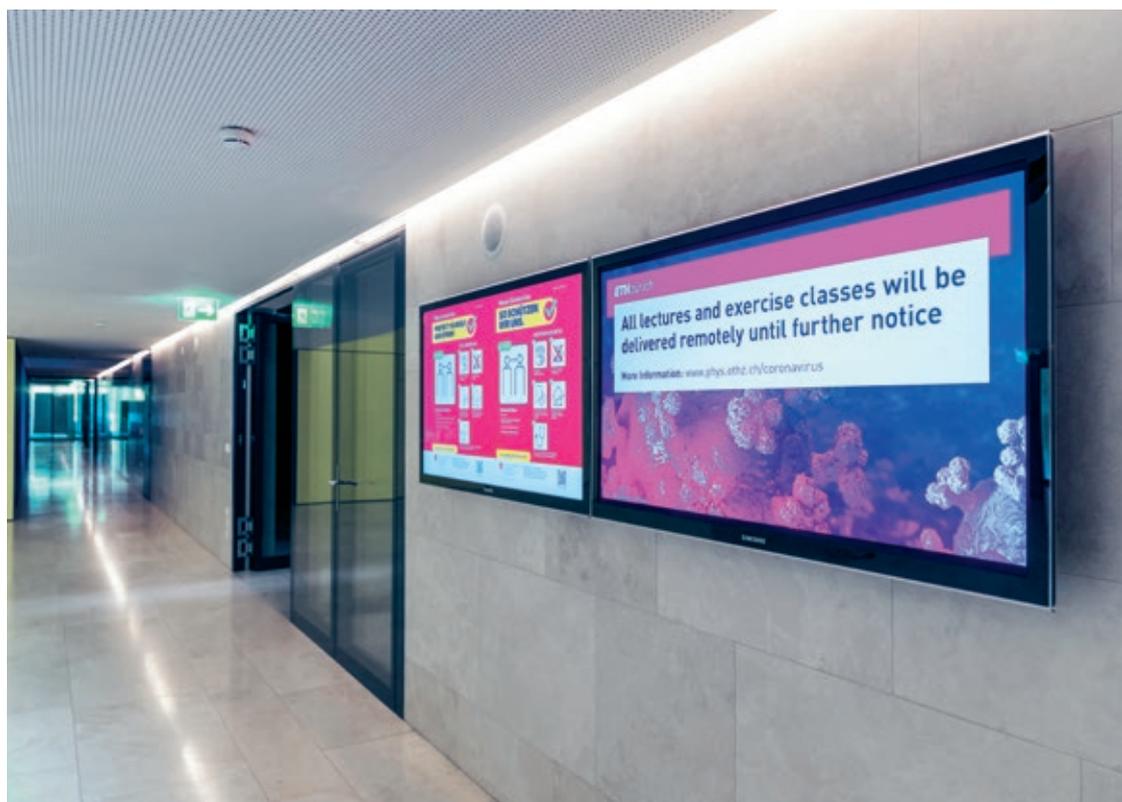
L'Eawag, en collaboration avec l'EPFL, propose ainsi la série MOOC *Sanitation, Water and Solid Waste for Development*. Depuis 2014, plus de 150 000 personnes de 190 pays l'ont suivi. Le cours du WSL, intitulé *Advanced Landscape Research* et qui s'inscrit dans le cadre du master de sciences environnementales de l'ETH Zurich, examine les paysages sous l'angle écologique, social et historique.

Innovations et assurance-qualité dans l'enseignement

Avec la numérisation croissante du monde du travail, l'ETH Zurich et l'EPFL développent et promeuvent des formes novatrices d'enseignement. Cette démarche, en vigueur depuis plusieurs années déjà, a prouvé sa pertinence en 2020, dans le contexte de la crise sanitaire, et a permis un basculement efficace et rapide vers l'enseignement à distance. A l'EPFL, les enseignants ont tiré profit de l'étude expérimentale sur les classes inversées (*flipped classrooms*). Cette étude a pris fin en 2020 et a révélé l'intérêt de cette approche. L'ETH Zurich a également fait preuve d'inventivité dans la gestion de l'enseignement durant la fermeture généralisée. Tous les départements ont pu passer au tout-numérique très rapidement. Dans une perspective d'avenir, la réflexion de l'ETH Zurich porte actuellement sur les meilleurs moyens d'associer les avantages des nouvelles méthodes de l'enseignement à distance à ceux des cours en présentiel. Avec la reprise temporaire des cours, à la rentrée d'automne, l'EPFL a mis en place et combiné judicieusement séances en présentiel et enseignement en ligne.

L'état d'urgence à l'ETH Zurich: en mars 2020, l'école polytechnique a entièrement basculé vers l'enseignement en ligne.

> Nicola Pitaro/ETH Zurich



Soucieuses de garantir la qualité de leurs cours, l'ETH Zurich et l'EPFL procèdent régulièrement à des évaluations et à des accréditations. Les résultats sont intégrés dans la poursuite de l'amélioration de l'enseignement. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a évalué l'impact de l'enseignement à distance tant auprès de la population estudiantine que du corps enseignant. Les retours ont confirmé son très bon fonctionnement organisationnel et décisionnel. L'EPFL a procédé à des évaluations similaires au printemps 2020. La planification du semestre d'automne et la communication des informations qui y étaient liées se sont appuyées sur ces résultats. Ainsi, le besoin des étudiants de bénéficier d'un certain degré d'échange personnel a été pris en considération. C'est pourquoi quelques travaux pratiques et projets ont eu lieu sur place également, dans le respect des mesures de protection appropriées, une fois le retour à l'enseignement à distance fin octobre. Par ailleurs, l'ETH Zurich a décidé, début 2020, d'élargir à tous les départements de manière optionnelle le fractionnement en deux blocs de l'examen de base, suite aux conclusions très positives de l'essai pilote. Elle a également commencé à sonder ses doctorants et étendra bientôt ce dispositif aux postdoctorants et maîtres-assistants, sur une base régulière. Confiés à un institut externe, ces sondages anonymes permettront de mesurer, de façon suivie, la satisfaction, l'encadrement et le développement du corps intermédiaire universitaire. L'EPFL a conçu un outil numérique appelé *learning companion*, destiné à aider les étudiants à développer des méthodes d'apprentissage efficaces et à mieux s'organiser. Grâce aux moyens supplémentaires générés par l'augmentation des frais de scolarité décidée par le Conseil des EPF en 2018, les deux EPF ont pu investir dans la qualité de l'enseignement et dans un soutien d'ordre social aux étudiants.

Encouragement de la mobilité nationale et internationale

Les institutions du Domaine des EPF encouragent la mobilité des étudiants, propice à l'échange d'idées et d'expériences ainsi qu'à l'amélioration des connaissances linguistiques. A cause de la pandémie de coronavirus, beaucoup moins d'étudiants que les années précédentes ont pu faire un séjour dans une autre haute école. Si les échanges internationaux d'étudiants ont été relativement peu affectés au semestre de printemps, notamment du fait des cours en ligne, le nombre d'étudiants visitant une autre institution a quasiment baissé de moitié à l'ETH Zurich au semestre d'automne. La mobilité a également fortement reculé à l'EPFL.

Soit les institutions partenaires ne pouvaient pas accueillir les étudiants des EPF, soit les étudiants renonçaient d'eux-mêmes au séjour prévu. L'ETH Zurich a annulé tous ses programmes de mobilité hors Europe. Les étudiants en mobilité venus d'une autre haute école suisse ou étrangère dans l'une des deux EPF ont été bien moins nombreux qu'en 2019: 317 à l'ETH Zurich et 378 à l'EPFL (2019: 467, respectivement 593; cf. fig. 5, p. 89).

De nombreuses autres formes d'échange ont dû être annulées. En janvier 2020, le PSI a cependant pu organiser une école d'hiver internationale sur la protonthérapie. Plus de 40 participants venus de douze pays ont profité de cette occasion pour bénéficier d'un enseignement spécialisé et pour développer leur réseau.

Encouragée de diverses manières, la mobilité au sein du Domaine des EPF a elle aussi reculé durant l'année sous revue. Cinq des écoles d'été organisées conjointement par les doctorants des deux EPF ont dû être reportées et une d'entre elles a pu se tenir en ligne.

Les institutions du Domaine des EPF continuent de signer de nouveaux accords d'échange internationaux pour offrir à leurs étudiants un vaste choix de destinations. Cette année, l'EPFL a signé trois nouveaux accords, avec une université chinoise et avec deux universités européennes, et reconduit huit des plus de 150 accords en cours. Pour sa part, l'ETH Zurich compte également plus de 100 hautes écoles partenaires dans son portefeuille d'échanges. En 2020, six partenariats existants avec des hautes écoles non européennes ont été renouvelés, et tous les accords d'échange en Europe ont été prolongés pour l'année universitaire à venir.

Objectif stratégique

RECHERCHE

En 2020, les chercheurs du Domaine des EPF ont à nouveau produit un nombre important d'études remarquables et se sont distingués par les nombreuses bourses et prix reçus. Le grand axe stratégique recherche énergétique est désormais bien ancré dans les institutions, et les initiatives ainsi que les projets en relation avec la numérisation fleurissent.

Position de leader au niveau international dans la recherche

Il n'est pas étonnant qu'une partie importante de la recherche réalisée au sein du Domaine des EPF en 2020 se soit concentrée sur le COVID-19 (cf. p. 12 ss). Toutefois, d'autres projets en relation avec la médecine et les sciences de la vie de manière plus générale ont également abouti au cours de l'année. Plusieurs études en neurosciences peuvent par exemple être portées au crédit de l'EPFL. L'une d'entre elles a montré que le cerveau ne prendrait conscience des informations reçues qu'à certains moments et non de manière continue. Ces résultats, relativement contre-intuitifs, offrent de nouvelles perspectives en sciences cognitives. Une équipe formée de scientifiques de l'ETH Zurich, de l'Université de Zurich et de l'hôpital universitaire de Zurich a réussi en première mondiale à mettre au point une machine capable de maintenir un foie de donneur en vie hors du corps pendant une semaine (cf. aussi p. 17). Cette avancée scientifique permettrait le traitement du foie avant la transplantation et ouvre ainsi de nouvelles perspectives pour les malades. Des chercheurs de l'Empa ont, quant à eux, développé des membranes celluloseuses

combattant les infections bactériennes directement dans les plaies. En sciences de la vie, des chercheurs du PSI et de l'EPFL ont fait une percée scientifique notable en ce qui concerne le cytochrome C, une protéine indispensable à la respiration cellulaire et donc à la production d'énergie. Ils ont découvert que cette protéine peut se déformer d'une manière complètement inattendue et espèrent ainsi aider à mieux comprendre son fonctionnement.

Le Domaine des EPF participe également activement à l'acquisition de connaissances dans les domaines de l'environnement et de la biodiversité (cf. aussi p. 32 s). Une équipe de recherche interdisciplinaire, issue des sciences agricoles, écologiques et économiques de l'ETH Zurich et d'autres universités, a par exemple démontré que la biodiversité dans les prairies et pâturages peut avoir un effet positif sur le rendement économique des exploitations agricoles. Le WSL, en collaboration avec l'ETH Zurich, a développé une nouvelle méthode pour cartographier certaines espèces végétales depuis des véhicules en mouvement. Un des buts de ce projet était de détecter automatiquement des néophytes envahissantes et nocives pour l'environnement, qui se développent aux abords des autoroutes suisses. Le projet a d'ailleurs été financé par l'organisme de normalisation suisse dans le domaine de la route et des transports (VSS) et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV). En biodiversité également, un projet de grande ampleur de l'Eawag et de l'Université de Zurich a démontré qu'il existe plus de 40 espèces d'amphipodes autochtones en Suisse, un nombre deux fois plus grand que ce que l'on connaissait jusque récemment. En 2020, une clé de détermination pour ces amphipodes a été mise en ligne. En relation avec la protection de l'environnement, un groupe de chercheurs de l'EPFL a conçu de nouveaux matériaux capables de purifier l'air et l'eau, avec la possibilité,

par exemple, de capturer les polluants de l'environnement ou d'extraire des matériaux précieux à partir de déchets électroniques. Il ne s'agit bien entendu que d'une fraction des nombreux projets de recherche ayant abouti en 2020.

L'excellence des chercheurs du Domaine des EPF s'illustre aussi par les nombreuses distinctions et bourses de recherche qu'ils ont reçues. Notamment, le prix Marcel Benoist, la récompense scientifique la plus importante de Suisse, a été décerné à Rudolf Aebersold, professeur à l'ETH Zurich et à l'Université de Zurich, pour ses recherches pionnières en protéomique (cf. aussi p. 18). Maryna Viazovska, de l'EPFL, a reçu le prix Latsis destiné à de jeunes chercheurs talentueux, en reconnaissance de ses travaux d'exception dans la théorie des nombres (cf. aussi p. 22). Egalement en 2020, l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches (SLF) du WSL a reçu le prix *Albert Mountain Award* pour son engagement en faveur de la prévention des avalanches. L'ETH Zurich et l'EPFL restent en tête des classements internationaux des meilleures universités au monde (cf. p. 95).

Le Domaine des EPF participe également activement aux programmes nationaux de recherche (PNR) dont le programme «Covid-19» et aux pôles de recherche nationaux (PRN). L'ETH Zurich dirige ou codirige trois des six PRN qui ont débuté en 2020, dont un en codirection avec l'EPFL. L'Empa et l'Eawag participent également à deux de ces PRN. Les chercheurs du Domaine des EPF ont à nouveau reçu plusieurs bourses ERC: 15 *Starting Grants*, 3 *Advanced Grants*, 10 *Consolidator Grants*, 6 *Proof of Concept Grants* et en collaboration avec d'autres institutions, 6 *Synergy Grants* (2019: 18 *Starting Grants*, 8 *Advanced Grants*, 6 *Consolidator Grants*, 11 *Proof of Concept Grants*, 3 *Synergy Grants*). Dans le cadre de Horizon 2020, le programme postdoctoral du PSI *PSI-FELLOW* a été le seul projet suisse à avoir remporté l'appel à projets COFUND en 2020. Egalement au niveau européen, l'ETH Zurich a participé à la fondation de l'*European Open Science Cloud Association*, qui vise à mieux répondre aux besoins des chercheurs en ce qui concerne le libre accès aux données de recherche. Le PSI a, quant à lui, activement participé et signé le *Manifesto for EU COVID-19 research* qui vise à faciliter et maximiser l'accessibilité des résultats de recherche pouvant aider à la lutte contre la pandémie de coronavirus. Et toujours en relation avec le domaine de l'*Open Science*, les institutions ont élaboré une prise de position commune représentant la vision du Domaine des EPF en matière de libre accès aux données de recherche. Le Conseil des EPF a adopté et publié cette position en 2020. Un ensemble de mesures, qui sont en accord avec la stratégie nationale *Open Research Data*, est planifié pour poursuivre la mise en pratique du libre accès aux données dans le Domaine des EPF.

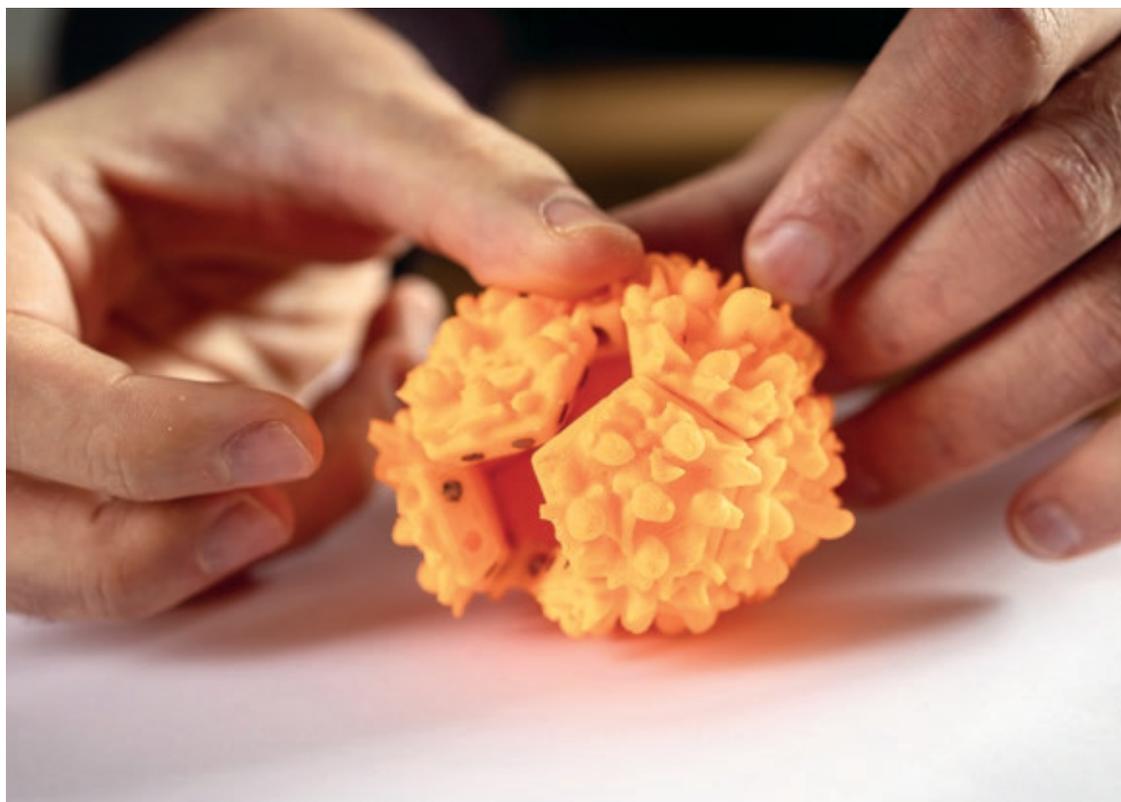
Accents dans la recherche

L'Energie, un des quatre axes stratégiques décidés par le Conseil des EPF pour la période de 2017 à 2020, est désormais très bien établi dans le Domaine des EPF. Sur les huit centres de compétence suisses pour la recherche énergétique (*Swiss Competence Centers for Energy Research*, SCCER), sept étaient dirigés par une des institutions du Domaine des EPF. Ceux-ci ont tous été menés à bien avec succès en 2020. Les chercheurs du Domaine des EPF ont par ailleurs activement participé à l'appel à propositions pour le nouveau programme d'encouragement SWEET (*Swiss Energy research for the Energy Transition*) de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Durant les deux dernières périodes FRI (2013–2016 et 2017–2020), plus d'une vingtaine de professeurs ont pu être engagés dans ce domaine, grâce notamment aux fonds spéciaux reçus par la Confédération pour la recherche énergétique, promouvant un ancrage à long terme de la recherche sur l'énergie au sein du Domaine des EPF.

De nombreux projets liés aux Sciences des données sont réalisés dans le cadre du *Swiss Data Science Center* (SDSC) codirigé par l'EPFL et l'ETH Zurich. Le financement de plusieurs projets a d'ailleurs été approuvé en 2020. C'est le cas par exemple d'un projet soumis par le PSI, qui a pour but de développer des nouvelles solutions afin de réduire le volume de données liées à l'emploi des grandes installations de recherche, en s'appuyant sur l'apprentissage automatique (*Machine Learning*). Ou encore le projet CarboSense dirigé par l'Empa, qui a permis de visualiser en temps quasi réel les émissions de CO₂ par l'homme ainsi que l'absorption de CO₂ par la biosphère grâce à un réseau de capteurs dense couvrant le territoire suisse. Le WSL et l'Eawag, en coopération avec l'Université de Floride, ont lancé un projet qui a pour sujet l'utilisation de la vision numérique – c'est-à-dire l'acquisition et le traitement d'images grâce à l'intelligence artificielle – pour la surveillance de la biodiversité et pour la recherche en écologie. Finalement, une étude de l'ETH Zurich, en collaboration avec des chercheurs de l'EPFL actifs au SDSC, indique pour la toute première fois que le réchauffement climatique peut être détecté dans des observations météorologiques quotidiennes, pour autant qu'elles se fassent à l'échelle mondiale. Jusqu'à présent, les climatologues estimaient que le changement climatique n'était pas visible dans les observations météorologiques ponctuelles.

De nombreux projets ont également eu lieu dans le domaine des Systèmes de fabrication de pointe (*Advanced Manufacturing*). Un dispositif miniaturisé pour la fusion sélective par laser a par exemple été développé au PSI. La fusion sélective par laser est un important procédé de fabrication de pointe qui permet l'impression 3D d'objets métalliques. Le dispositif élaboré au PSI offre la possibilité d'étudier «in operando» les propriétés des matériaux durant leur phase d'impression à l'aide des rayons X de la SLS, et donc

Le médicament de Francesco Stellacci, professeur à l'EPFL, expose le virus à une pression sans cesse croissante, jusqu'à le faire exploser comme un ballon. Les études cliniques vont être lancées (cf. aussi p. 19 s).



d'optimiser le processus de fabrication. L'Empa a également dirigé plusieurs travaux dans le cadre de ce grand axe stratégique. Comme exemple peut être cité le développement d'un nouveau procédé pour le contrôle de la qualité de l'impression en 3D de pièces métalliques de manière acoustique. Cette technique, basée sur l'intelligence artificielle, permet d'identifier les défauts de production d'ordre microscopique pendant le processus d'impression. L'année 2020 a également vu le lancement du nouveau centre *Design++* à l'ETH Zurich, qui a pour but de développer des outils de conception numérique augmentée et des processus de calcul dans le domaine de la construction.

Les faits marquants liés à la Santé personnalisée et technologies associées sont traités en détail sous l'objectif 5 (cf. p. 62 ss).

Renforcement des sciences computationnelles et de l'informatique

Six des sept postes de professorat prévus dans le cadre du financement fédéral supplémentaire pour développer des compétences dans le domaine de la numérisation sont maintenant attribués. Ils viennent compléter le nombre important de postes dédiés aux sciences computationnelles et à l'informatique dans le Domaine des EPF. De nombreuses autres initiatives ont été lancées dans le Domaine des EPF pour renforcer les compétences dans la numérisation. L'ETH Zurich a par exemple inauguré un centre pour la recherche en intelligence artificielle (cf. aussi p. 15 s) et, avec le PSI, le *Center for Quantum Computing* sur le site du PSI. Sur l'arc lémanique, une nouvelle alliance pour la confiance numérique (*Trust Valley*) a été lancée en automne 2020, réunissant des partenaires publics,

privés et académiques, y compris l'EPFL. L'EPFL et l'ETH Zurich ont fondé conjointement le *Swiss Support Centre for Cybersecurity* en 2020 dans le cadre de la Stratégie nationale de protection de la Suisse contre les cyberattaques.

Intégrité scientifique

L'intégrité scientifique passe avant tout par la formation des chercheurs et par des mesures conséquentes pour assurer son respect. C'est dans cette optique que l'ETH Zurich a lancé un atelier sur l'intégrité de la recherche destinée aux doctorants au début de leur formation. Il est également prévu d'intégrer à moyen terme un cours obligatoire qui abordera l'intégrité scientifique ainsi que les aspects généraux et spécifiques de l'éthique de la recherche. En choisissant une tierce personne de confiance, l'ETH Zurich a également renforcé les ressources dédiées au conseil et à la résolution de conflits. L'EPFL soutient le débat dans le domaine de l'éthique par le biais de plusieurs commissions, tant internes que cantonales ou nationales. Les directives des quatre établissements de recherche concernant l'intégrité scientifique, ainsi que celles sur les procédures en cas de soupçon de violation de l'intégrité dans la recherche, ont été révisées sous la direction du PSI et sont entrées en vigueur en 2020. Les institutions du Domaine des EPF ont également participé à l'élaboration du Code d'intégrité scientifique, rédigé par les Académies suisses des sciences

Objectif stratégique

INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Les institutions du Domaine des EPF développent et exploitent des infrastructures de recherche majeures qu'elles mettent à la disposition de partenaires nationaux et internationaux. En 2020, nombre de jalons importants ont été franchis, tant sur le plan de la mise en œuvre des infrastructures que sur celui de la recherche qu'elles ont permis de faire avancer.

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

Bien que les conditions particulières de 2020 aient représenté un défi pour les institutions du Domaine des EPF qui exploitent de grandes infrastructures de recherches, elles ont également créé des opportunités. Au PSI, par exemple, les activités de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) ont dû être réduites à cinq jours par semaine, sans utilisateurs externes, dès la mi-mars. Cependant, grâce au concept de protection élaboré par l'établissement de recherche, le fonctionnement normal de 24/24 heures et 7/7 jours a pu reprendre dès le mois de juin. L'accès à distance aux installations pour les utilisateurs externes ainsi que les services d'analyse d'échantillons envoyés ont été considérablement étendus, ce dont la communauté scientifique continuera de bénéficier à l'avenir. En mars 2020, le PSI a lancé un appel à projets *Priority COVID-19* qui a offert un accès prioritaire à la SLS pour les projets aidant à la compréhension du SARS-CoV-2. Cet appel a donné lieu à de nombreuses collaborations fructueuses, notamment à l'international, par exemple avec une

étude publiée par des chercheurs francfortois dans la revue *Nature*, qui a permis d'identifier les points faibles du virus, ce qui pourrait servir de point de départ pour le développement de nouveaux médicaments. Des chercheurs du Max Planck Institute à Munich ont également pu élucider la structure d'un fragment de protéine hautement immunogène au virus, grâce notamment au détecteur Jungfrau installé sur la ligne de faisceaux de la SLS et à un système innovant d'acquisition de données, développé au PSI. En raison de la pandémie de coronavirus, le nombre d'utilisateurs des grandes infrastructures de recherche du PSI était d'un peu moins de 1100, ce qui est nettement inférieur aux années précédentes. En revanche, le nombre d'expériences réalisées s'est maintenu à un niveau presque similaire à celui des années passées, car une grande partie des échantillons ont pu être envoyés depuis la Suisse et l'étranger pour être analysés par les chercheurs du PSI. Environ 50% du temps de mesure a été attribué à des chercheurs suisses, dont la majorité était issue du Domaine des EPF. La demande pour le temps de mesure sur les stations expérimentales était en moyenne 2 à 2,5 fois supérieure aux ressources disponibles. Sur certaines stations, la demande est même nettement supérieure. L'utilisation de la SLS par l'industrie reste à un niveau élevé d'environ 14%.

En 2020, le *User Lab* au Centre national de calcul scientifique (CSCS) de l'ETH Zurich a fourni des ressources informatiques par le biais de divers appels à projets. Au total, ce sont 119 projets qui ont été acceptés en 2020 dans le cadre de deux appels nationaux et de l'appel européen PRACE (*Partnership for Advanced Computing in Europe*). Les demandes de temps de calcul dépassent de trois à quatre fois les capacités disponibles. La barre des 2000 utilisateurs a été franchie cette année.

Le *Swiss Plasma Center* (SPC) de l'EPFL est le laboratoire national suisse pour la recherche sur la fusion et la physique des plasmas. Il opère dans le contexte du consortium EUROfusion et contribue au projet ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). Soutenue par le Conseil des EPF, l'installation de nouveaux systèmes de chauffage du plasma dans le réacteur tokamak du SPC a permis, entre autres, d'identifier et d'explorer des configurations ainsi que des conditions de plasmas particulièrement prometteuses, également pour ITER. Le groupe de recherche «Supraconductivité pour la Fusion» du SPC, basé au PSI, a pratiquement terminé de réaliser la caractérisation des conducteurs pour les aimants d'ITER, éléments fondamentaux pour le confinement du plasma. Ces contributions ont aussi permis, à partir de juillet 2020, d'entamer la phase d'assemblage d'ITER.

Un certain nombre de développements et de mises à niveau des grandes infrastructures de recherche se sont produits en 2020, ceci afin d'assurer leur compétitivité sur le long terme et de conserver les avantages qu'ils représentent pour le monde académique et l'industrie suisse. Ainsi, le remplacement des conducteurs de neutrons de la Source de neutrons de spallation (SINQ) du PSI a été achevé et les utilisateurs disposent désormais de l'optique neutronique la plus moderne au monde. Une étape importante a été franchie dans la construction de l'unité «HiLo» du NEST, le bâtiment modulaire de recherche et d'innovation dans le domaine de la construction de l'Empa et de l'Eawag: le toit en béton à double courbure est désormais achevé. Les méthodes

de construction pour cette structure en béton complexe ont été développées par des chercheurs de l'ETH Zurich en collaboration avec des partenaires industriels.

Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche: mise en œuvre de projets stratégiques

Les projets du Domaine des EPF qui figurent sur la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche 2017-2020 («Feuille de route 2015»), l'instrument de planification central de la Confédération, se sont poursuivis. Au PSI, le Laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X (SwissFEL) poursuit son expansion en 2020. Malgré la pandémie de coronavirus, la construction de la deuxième ligne de faisceaux ATHOS a progressé avec seulement de légers retards, de sorte qu'en juin, les premiers rayons X ont été envoyés à la station expérimentale MALOJA. Autre fait marquant: pour la première fois, des opérations de mesures parallèles sur les deux lignes de faisceaux ARAMIS et ATHOS ont été réalisées. Selon le calendrier actuel, la station expérimentale MALOJA commencera à fonctionner en 2021 et verra les premières expériences avec des impulsions de rayons X mous ultrarapides. Le *Blue Brain Project* (BBP) de l'EPFL a pour objectif de reconstruire et de simuler le cerveau de rongeurs, et par rétroingénierie, celui de l'être humain. Les principaux jalons scientifiques du projet sont en bonne voie, malgré un léger retard en raison des restrictions liées à la pandémie. En 2020, le BBP a renforcé ses ressources en calcul scientifique de haute performance avec l'acquisition du superordinateur *Blue Brain 5*,

En mars 2020, le PSI a lancé un *Priority COVID-19 Call* qui offre un accès prioritaire à la SLS aux projets qui contribuent à mieux comprendre le SARS-CoV-2.

Pour la mise à niveau SLS 2.0 cf. p. 23 s



hébergé au CSCS. De nouvelles données, de nouveaux modèles *in silico* ainsi que des logiciels libres d'accès ont été publiés sur le portail virtuel du BBP. Enfin, le projet a aussi engagé des ressources pour lutter contre la pandémie (cf. Objectif 7, p. 68 ss).

Les nouvelles infrastructures inscrites sur la Feuille de route 2019 pour la période 2021–2024 ont connu des avancées importantes dans les phases préparatoires de leur mise en œuvre. Au CSCS, l'implémentation de la stratégie HPCN-24 (*High Performance Computing and Networking*) a franchi une étape décisive avec la conclusion d'un partenariat stratégique avec le fabriquant de superordinateurs Cray (possédé par *Hewlett Packard Enterprise*). Cela a permis d'ouvrir la voie à l'acquisition d'une nouvelle infrastructure matérielle et logicielle qui remplacera le superordinateur Piz Daint. Le Catalysis Hub «Cat+» est une infrastructure de recherche des deux EPF en coopération avec l'Empa, qui a pour but d'explorer les processus catalytiques afin de fabriquer de nouvelles matières premières à partir d'énergies renouvelables. L'infrastructure se compose de deux hubs «est» et «ouest», pour lesquels des directeurs ont été recrutés en 2020 et dont la phase opérationnelle débutera en 2021. Au PSI, la phase de planification du projet de mise à niveau de la SLS («SLS 2.0», cf. p. 23 s) a été achevée au cours de l'année sous revue.

Participation aux infrastructures de recherche internationales

Les institutions du Domaine des EPF participent aussi aux grandes infrastructures de recherche et aux projets importants au niveau européen et mondial. L'ETH Zurich, par exemple, participe au *European Plate Observing System* (EPOS), une plate-forme sur laquelle les données de mesure géoscientifiques de dizaines de milliers de capteurs et les analyses qui en découlent sont librement accessibles. L'ETH Zurich participe également au développement d'un des trois premiers instruments de l'ELT (*Extremely Large Telescope*) de l'Observatoire européen austral (ESO).

L'année 2020 a vu le lancement d'EBRAINS, une nouvelle infrastructure de recherche digitale créée dans le contexte du *Human Brain Project* (HBP), le projet *FET Flagship* (*Future and Emerging Technologies*) de l'Union européenne dont l'EPFL a été le moteur. Cette infrastructure de pointe vise à renforcer la position de l'Europe dans le domaine de la recherche multidisciplinaire en neurosciences et à ouvrir les dernières découvertes scientifiques en sciences du cerveau à l'innovation, à l'industrie et à la médecine. Une entité légale basée à Bruxelles, EBRAINS AISBL, reprendra la coordination du HBP pendant la fin de la dernière période de financement (jusqu'à 2023) et mettra en place une infrastructure de recherche qui devrait perdurer au-delà du projet, tout en bénéficiant des résultats de ce dernier. En septembre 2020,

EBRAINS a déposé une candidature pour la feuille de route du forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche (ESFRI).

L'EPFL et l'ETH Zurich, ainsi que d'autres institutions de recherche, participent du côté suisse à la *Swiss-Norwegian Beamline* à l'*European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) à Grenoble. L'EPFL prendra en charge la coordination de la participation suisse à partir de 2021. Cette ligne offre un accès à des faisceaux de rayons X de haute puissance permettant des expériences de diffraction et d'absorption uniques. L'Empa a également effectué des campagnes de mesures à l'ESRF en 2020, pour surveiller en temps réel des processus de fabrication additive. En outre, l'EPFL s'est vu accorder le statut de membre du comité d'organisation du consortium international SKA (*Square Kilometer Array*), qui met sur pied le plus grand radiotélescope jamais construit. L'EPFL sera, entre autres, chargée de coordonner les contributions scientifiques des neuf institutions suisses qui participent au projet, dont l'ETH Zurich.

Le PSI participe, quant à lui, à la réalisation de la source de spallation européenne (ESS) à Lund, en Suède, notamment avec la construction du réflectomètre ESTIA qui a débuté en juillet 2020. Le PSI a aussi construit plusieurs composantes du spectromètre pour l'environnement extrême BIFROST de l'ESS, avec des partenaires internationaux. Dans le cadre de l'infrastructure européenne intégrée de recherche à long terme sur les écosystèmes, les zones critiques et les systèmes socioécologiques (eLTER RI) qui ont été inclus dans la feuille de route ESFRI 2018, deux projets ont débuté en 2020 pour préparer la mise en œuvre et le début de l'exploitation d'eLTER en 2026. Le consortium vise à favoriser le développement opérationnel, technique et stratégique sur les sites de recherche existants en Europe, afin de relever les défis actuels du changement environnemental mondial grâce à des observations et des analyses holistiques et systémiques des tendances environnementales. Le WSL y apporte son expertise, ses données et son infrastructure à partir de 19 parcelles de recherche sur les écosystèmes forestiers à long terme.

Objectif stratégique

TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

Par leurs nombreux brevets, nouveaux contrats de collaboration et un nombre record de spin-off à nouveau atteint, les institutions du Domaine des EPF ont contribué en 2020 au transfert de savoir et de technologie ainsi qu'à la capacité d'innovation de la Suisse. L'offre de formation continue, sans cesse élargie, joue également un rôle important à cet égard. Et cette année encore, les institutions ont été fortement impliquées dans le projet de création du Parc suisse d'innovation.

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

Par la transposition des avancées scientifiques en produits et services commercialisables, le Domaine des EPF contribue significativement à la compétitivité de la Suisse. Durant l'année sous revue, ce transfert de savoir et de technologie (TST) s'est traduit par 310 déclarations de découvertes, 32 déclarations de logiciels, 217 brevets et 338 licences. Ces chiffres sont similaires à ceux des années passées (cf. fig. 12, p. 93). En 2020, les grands événements de réseautage traditionnels entre les deux EPF et l'industrie ont eu lieu sous forme numérique. A l'ETH Zurich, 400 personnes ont ainsi suivi l'ETH *Industry eWeek* virtuellement, événement composé d'exposés et de vidéos de projet présentés par des scientifiques, des jeunes entrepreneurs de l'ETH Zurich et des représentants de l'industrie. Du côté de l'EPFL, le forum de l'innovation *FORWARD* a réuni à peu près 900 participants,

un chiffre qui confirme le succès de l'adaptation au format numérique. La veille informationnelle permanente est importante pour les relations avec l'industrie. Durant l'année sous revue, le portail *ETH News for Industry* a été très souvent consulté. Il compte plusieurs milliers d'abonnés. En parallèle, l'ETH Zurich propose désormais des prestations de conseil autour des questions liées à l'encouragement de projets par Innosuisse. En Suisse romande, le programme d'innovation Alliance s'est étoffé de l'outil de veille «RAPID-Alliance», qui informe les entreprises sur les différentes compétences universitaires dispensées par l'EPFL et les autres hautes écoles de Suisse romande.

Malgré la pandémie, le Domaine des EPF et l'économie ont continué de collaborer efficacement en 2020, et les relations ont perduré. Les sommes substantielles que des entreprises telles que Roche, Hilti ou Clariant ont allouées à des initiatives de recherche de l'ETH Zurich durant l'année sous revue sont éloquentes. Les 610 contrats de collaboration nouvellement signés en 2020 par les institutions du Domaine des EPF avec l'économie privée et les 262 signés avec le secteur public (cf. fig. 13, p. 94) sont révélateurs des liens étroits tissés avec des entreprises nationales et internationales ainsi qu'avec les autorités. Par exemple, le PSI et la PME de Thoune TOFWERK AG ont développé un nouveau spectromètre de masse qui aidera à mieux comprendre la formation des nuages et la pollution atmosphérique. TOFWERK a déjà lancé l'appareil avec succès sur le marché. Avec l'entreprise romande Solaronix SA, l'Empa a mis au point un procédé de fabrication plus rapide et moins coûteux pour les cellules solaires à hautes performances. En association avec des autorités et des acteurs de terrain, l'Eawag a élaboré une aide à la planification pour l'élimination des composés traces dans les eaux usées communales au moyen de filtres à charbon actif (cf. aussi

p. 34). Le WSL et l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) ont sorti la *Tree App* à l'automne 2020. Cette application aide les forestiers suisses à sélectionner, à un endroit donné, les espèces d'arbres capables de s'adapter au changement climatique. Les institutions du Domaine des EPF pratiquent également un TST international ciblé et soutiennent les objectifs humanitaires de la politique extérieure de la Confédération. Grâce au soutien financier de la Direction du développement et de la coopération (DDC), l'Eawag a pu élaborer, avec deux entreprises, une plate-forme interactive d'évaluation et prévision de la qualité des eaux souterraines basée sur des cartes afin de lutter contre la pollution à l'arsenic et au fluorure de l'eau potable. Dans le cadre du projet *breathe*, la DCC a également soutenu l'ETH Zurich dans la mise au point d'un respirateur simple et économique, produit dans un premier temps en petite quantité en Ukraine et pouvant être employé dans des dispensaires sur place.

Réseau national de centres de transfert de technologie en Advanced Manufacturing

Le Domaine des EPF joue un rôle clé dans la mise en place du réseau de centres de transfert de technologie en *Advanced Manufacturing*. Ce réseau s'inscrit dans le «plan d'action pour le numérique» de la Confédération (cf. objectif 2, p. 53 ss). L'association faîtière des centres de transfert de technologie a été fondée en 2019 à l'Empa. Le *Swiss m4m Center*, initié par l'Empa et soutenu par les cantons de Soleure et de Berne, a été inauguré officiellement à l'automne 2020. Ce centre est actif dans le domaine des implants médicaux personnalisés produits par impression 3D et compte d'ores et déjà plus d'une quarantaine de partenaires. Le centre de transfert de technologie ANAXAM propose aux entreprises des services d'analyse appliquée des matériaux en utilisant les rayonnements X et neutroniques des grandes installations de recherche du PSI. Durant l'année sous revue, ANAXAM s'est installé dans le *Delivery Lab* du PARK INNOVAARE et a initié de nombreux projets de coopération avec des entreprises industrielles. Le Grand Conseil du canton d'Argovie lui a alloué une contribution de soutien de 2,4 mio CHF pour les années 2021–2024.

Formation continue

Les formations continues mises en place par les institutions du Domaine des EPF contribuent au transfert des connaissances et des compétences au sein de la société et de l'économie. Les établissements de recherche disposent d'une vaste palette d'offres en lien avec leurs spécialités. L'Académie Empa organise des cours ouverts au public sur des thèmes tels que la corrosion électrochimique ou la fabrication additive de métaux. Une partie des cours axés sur la pratique de l'Eawag (PEAK) sur la surveillance des eaux et des poissons ou l'analyse des traces dans l'eau, a adopté un format hybride en 2020. Ces cours s'adressaient

aussi bien à un public germanophone que francophone. Cette année, le *Forum für Wissen 2020*, organisé par WSL et consacré à la biodiversité dans la forêt suisse, s'est tenu exclusivement en ligne. Il a réuni environ deux cents spécialistes du terrain et de l'administration. Le programme CAS *Leadership in Science* proposé par la FHNW et le PSI pour les cadres dirigeants des quatre établissements de recherche a été poursuivi sans interruption en 2020 grâce à l'enseignement à distance.

Les deux EPF disposent d'une offre de formations continues très vaste, qui s'est encore étoffée en 2020. L'ETH Zurich propose sept programmes CAS de plus qu'en 2019, dont le cours *Entrepreneurial Leadership in Technology Ventures*. Sa première édition était déjà complète. Dix programmes de formation continue supplémentaires sont en préparation. En plus de son offre commune avec l'Université de Lausanne, l'EPFL propose constamment des nouvelles formations continues en ajoutant des cours spécialisés et individualisés dans des domaines tels que le management, la protection des données ou les sciences des données pour différents groupes d'intérêts. A l'*Extension School*, qui propose des cours dans le domaine des technologies numériques, 60 personnes, dont aussi bien des réfugiés que des doctorants, ont reçu des bourses *My Digital Future*, pouvant ainsi suivre gratuitement une formation axée sur le développement web.

Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Les institutions du Domaine des EPF attribuent des bourses afin d'encourager l'entrepreneuriat parmi leurs étudiants et chercheurs. L'ETH Zurich a alloué son 100^e *Pioneer Fellowship* en 2020. Beaucoup de ces bourses, qui incluent également le soutien et le coaching par l'*Innovation & Entrepreneurship Lab*, peuvent être financées par des dons grâce à l'ETH Zurich Foundation. D'autres formes de soutien sont également organisées en collaboration avec des organisations partenaires. Le réseau de start-up *Startfeld* de St-Gall, auquel participe l'Empa, a été sollicité pour plus de 150 premières consultations et a octroyé divers financements. L'EPFL a restructuré ses différents programmes d'aide et les a complétés par des Ignitions Grants destinés à soutenir le développement de projets au stade précoce. En association avec la Fondation Gebert Rüf, elle a également lancé la plate-forme *Enabled-by-Design* pour favoriser les coopérations entrepreneuriales dans le domaine du Design.

Les spin-off, qui voient souvent le jour grâce à ces moyens financiers, transforment des travaux de recherche innovants en produits ou services concrets demandés. En 2020, 66 spin-off ont vu le jour au Domaine des EPF (cf. p. 93). Ce chiffre dépasse à nouveau de manière significative le record de l'année dernière. Des entreprises telles que Neurosoft

Dans le cadre du projet *breathe* soutenu par la DDC, l'ETH Zurich a développé un respirateur simple et économique pour les systèmes de santé des pays à revenu faible et intermédiaire.

> breathe/ETH Zurich



Bioelectronics (implants nerveux en matériaux élastiques) ou Auterion (logiciels pour drones), issues respectivement de l'EPFL et de l'ETH Zurich, ont développé de nouvelles offres pour le marché et la société. L'ETH Zurich est en train de finaliser son contrat comme institution à la tête de l'incubateur suisse de l'Agence spatiale européenne (ESA), l'*ESA Business Incubator Centre Switzerland*. Les start-up réunies au sein de cet incubateur en sont d'ailleurs très satisfaites et l'ont noté 9,6/10. Araris Biotech AG, une spin-off commune de l'ETH Zurich et de PSI, a remporté le *Venture Leaders Life Sciences Award 2020*. L'entreprise, fondée dans le cadre d'un *Founder Fellowship* du PSI, a déjà réuni 15 mio CHF de fonds d'aide au démarrage. Des spin-off sont également nées au sein de l'Empa, de l'Eawag et du WSL: Urban Sympheny AG propose des solutions intelligentes d'alimentation en énergie de quartiers (cf. aussi p. 30); Entracers GmbH opère dans la surveillance du gaz; TerraRad Tech AG, la toute première spin-off du WSL, effectue des mesures aériennes de l'humidité du sol à l'aide d'un drone et aide ainsi les exploitations agricoles à améliorer leur rendement grâce à une irrigation optimisée. La spin-off de l'Empa anavo, qui conçoit un adhésif pour plaie à base de nanoparticules pour une cicatrisation plus rapide et plus sûre, a été récompensée par le dixième *Innovation Award* de l'Empa. Une nouvelle étude de l'Université de St-Gall, qui porte sur les spin-off de l'ETH Zurich et sur leur «performance», confirme le succès à long terme de ces entreprises (cf. détails p. 18).

Forte participation à Switzerland Innovation

Partout en Suisse, les institutions du Domaine des EPF s'engagent en faveur du projet de plusieurs générations du parc d'innovation suisse. Malgré des nou-

veaux contretemps survenus au parc d'innovation de Zurich, l'ETH Zurich progresse et signe une nouvelle avancée dans le développement du parc. Depuis l'automne 2020, les surfaces du hangar 3 de l'aérodrome de Dübendorf qu'elle loue et a transformés accueillent peu à peu des équipes d'étudiants et de chercheurs qui travaillent en particulier dans la robotique et la mobilité. L'EPFL Innovation Park Lausanne affiche complet. Des entreprises intéressées sont sur liste d'attente. Le *Park Network West* EPFL de Suisse romande a défini sa stratégie des années 2021–2024 et augmenté sensiblement le montant des cotisations annuelles des membres. L'EPFL s'est vu confier l'appel à projets Switzerland Innovation Tech4Impact. Celui-ci couvre pour la première fois l'ensemble des parcs suisses et encourage six projets liés à la technologie et au développement durable. Les travaux d'extension du PARK INNOVAARE, situé à proximité immédiate du PSI et qui comprend désormais 17 entreprises, ont avancé en 2020. Le PSI apporte son précieux concours à la mise en œuvre de la stratégie d'implantation qui se concentre davantage sur les services de recherche et de développement de grandes entreprises tournées vers l'international. Le parc d'innovation Est devrait être mis en service à mi-2020 en tant que site supplémentaire de *Switzerland Innovation*. Il est soutenu par le canton de Saint-Gall et est situé directement à côté du site de l'Empa qui se trouve dans ce canton. Sur le site Empa de Thoune, la mise en place d'un cluster de start-up et le rapprochement avec le parc d'innovation de Bienne sont à l'étude, en association avec la ville de Thoune et le canton de Berne.

Objectif stratégique

COOPÉRATION ET COORDINATION NATIONALES

Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont coopéré autour de projets variés, aussi bien entre elles qu'avec différents établissements de formation et de recherche. Elles participent ainsi à l'organisation de l'espace suisse des hautes écoles. La recherche dans les domaines de la médecine et des données liées à la santé a été renforcée, en lien étroit avec le milieu hospitalier.

Coopération dans le Domaine des EPF et en dehors

Des filières de master communes, la participation des établissements de recherche à l'enseignement ou l'encadrement commun de doctorants favorisent les échanges entre les six institutions du Domaine des EPF. En 2020, celles-ci se sont également rapprochées pour répondre rapidement et efficacement aux contraintes de la pandémie de coronavirus (cf. aussi Objectif 7, p. 68 ou p. 12 ss). Du côté de la recherche, les grands axes stratégiques et les infrastructures de recherche ultramodernes sont des vecteurs importants de collaboration. Durant l'année sous revue, le Conseil des EPF a décidé de renforcer les projets de coopération à partir de 2021, dans le cadre d'un financement unique issu des réserves. Parmi ces six projets figure l'initiative de recherche *Blue-Green Biodiversity* (initiative BGB cf. aussi p. 33), qui associe l'Eawag et le WSL et qui porte sur l'étude de la biodiversité à l'interface des écosystèmes aquatiques et terrestres. Dans le cadre de projets de coopération, le PSI travaille entre autres à un nouveau laboratoire commun pour le développement de matériaux hautes performances multi-

fonctions sur le campus Höggerberg de l'ETH Zurich. Le PSI et l'Empa étudient ensemble le développement de carburants synthétiques issus de ressources renouvelables. L'ETH Zurich et l'EPFL ont signé un partenariat avec le Comité international de la Croix-Rouge (CICR) portant sur l'emploi ciblé des compétences et des technologies des deux hautes écoles au profit de l'aide humanitaire.

Le *Climate Change, Extremes, and Natural Hazards in Alpine Regions Research Center* (CERC) à Davos, fondé par le WSL et le canton des Grisons et auquel participe l'ETH Zurich, est un autre exemple d'initiatives communes conduites durant l'année sous revue. Dès janvier 2021, ce centre étudiera les problématiques sociales et économiques liées au changement climatique, aux événements extrêmes et aux dangers naturels en montagne (cf. aussi p. 28). Avec plusieurs entreprises et le soutien du canton de Vaud, l'EPFL a fondé l'association à but non lucratif *Swiss Food & Nutrition Valley*. L'objectif est de mettre en place un écosystème d'innovation inédit dans les domaines de la nutrition et des aliments écoresponsables. Une multitude de coopérations lie des groupes de recherche. Des scientifiques de l'Eawag ont ainsi étudié l'interaction des microbes dans les sédiments de lacs surfertilisés avec leurs collègues de l'ETH Zurich ou encore l'augmentation de la résistance des virus contraints de s'adapter au réchauffement de leur milieu ambiant avec leurs homologues de l'EPFL.

De nombreux échanges avec d'autres établissements suisses de formation et de recherche complètent la coopération interne au Domaine des EPF. Ce qui se reflète par la fondation de centres ou de réseaux au niveau structurel. En 2020, l'EPFL, le canton de Berne et les trois hautes écoles bernoises ont posé la première pierre du futur centre de recherche sur l'éducation numérique dans le canton de Berne. En asso-

ciation avec l'Université de Bâle et celle de Zurich et avec deux entreprises, l'ETH Zurich met en place une nouvelle plate-forme technologique appelée *Swiss National Ultrahigh-Field Solution NMR Facility* et destinée à l'analyse de biomolécules. Durant l'année sous revue, l'Empa s'est investi pour l'instauration d'un échange interinstitutionnel et interdisciplinaire sur le thème de l'*Advanced Manufacturing*, à travers les manifestations *Swiss Advanced Manufacturing Community Events*. Les projets de recherche communs jouent un rôle important en plus de ces partenariats structurels. Placée sous la direction de l'Eawag, une équipe scientifique pluridisciplinaire étudie les dangers associés aux légionelles au sein du projet *LeCo* (cf. aussi p. 34). Y participent également la Haute école de Lucerne, l'Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH) et le laboratoire cantonal de Zurich. L'objectif est d'intensifier la lutte contre ces bactéries en Suisse. Sous la direction de la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse, le PSI a participé au développement du télescope à rayons X suisse STIX, qui a été lancé dans l'espace avec succès en 2020, à bord de la mission *Solar Orbiter* de l'Agence spatiale européenne (ESA). PERMOS, qui fut établi en l'an 2000 comme le premier réseau d'observation du pergélisol au monde est coordonné par le WSL Institut SLF et a fêté ses 20 ans en 2020. Porté par de nombreux acteurs, ce réseau documente le réchauffement du pergélisol alpin en Suisse.

Alliances stratégiques

Une forme particulière de coopération associe l'ETH Zurich et l'EPFL à certains établissements de recherche, d'importance nationale, qui bénéficient de l'appui de la Confédération. Durant l'année sous revue, plus de 80 projets portant sur des techniques de production et de fabrication ont ainsi été réalisés dans le cadre de l'alliance stratégique qui unit l'ETH Zurich et le centre de compétence pour le transfert de technologie avec l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux inspire AG. Parmi les produits commercialisés avec succès: une vanne équipée de capteurs innovants, conçue pour être utilisée dans les technologies de l'hydrogène. Outre une étroite collaboration en matière de recherche et de développement, inspire AG soutient l'ETH Zurich en donnant des cours ou en supervisant les travaux des étudiants.

L'EPFL entretient des liens étroits avec le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique CSEM, notamment sur le site de Neuchâtel. En 2020, le CSEM et le Laboratoire de photovoltaïque de l'EPFL ont donné le coup d'envoi d'un projet important nommé *Hyperrion*. Son objectif est d'accroître les capacités de production des panneaux photovoltaïques en Europe. Une autre alliance stratégique associe l'EPFL et l'Institut de Recherche Idiap, situé en Valais, spécialisé dans l'informatique et l'intelligence artificielle. Plus de 40 doctorants inscrits à l'Ecole Doctorale *Electrical Engineering* ou *Computer and Communication Science* de l'EPFL travaillent actuellement à l'Idiap.

A partir de janvier 2021, les problématiques sociales et économiques liées au changement climatique, aux événements extrêmes et aux dangers naturels en montagne sont étudiées au nouveau centre CERC à Davos. L'ETH Zurich y participe avec deux chaires (cf. aussi p. 28). cerc.slf.ch
 > Clemens Güdel



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

Membres de *swissuniversities*, l'ETH Zurich et l'EPFL participent activement à la conception de l'espace suisse des hautes écoles conformément à la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE). Depuis février 2020, le président de l'ETH Zurich est membre du Comité de la Conférence des recteurs. Les deux hautes écoles sont actuellement dans le processus d'accréditation institutionnelle de leurs institutions en vertu de la LEHE. La phase d'auto-évaluation démarrera en janvier 2021 à l'EPFL, tandis que l'ETH Zurich a déjà été auditée par un comité d'experts en 2020. L'EPFL souhaite en outre faire accréditer ou demander le renouvellement de l'accréditation de certains de ses programmes par l'Etat français.

Toutes les institutions du Domaine des EPF participent aussi à des projets de coopération que la Confédération soutient par des contributions liées à des projets. A compter de 2021, les établissements de recherche du Domaine des EPF qui avaient participé avec succès à ces programmes ne seront plus habilités à recevoir une contribution. Le Conseil des EPF a donc décidé de centraliser les moyens financiers pour des participations spécifiques des établissements de recherche. Deux propositions de projet avec le PSI comme partenaire ont ainsi pu être soumises en réponse aux appels lancés en 2020. L'Empa aussi a participé de cette façon à une proposition avec le projet *Materials Cloud*, une plate-forme d'*open science* en sciences des matériaux. La consolidation de certains grands projets de coopération a bien progressé durant l'année sous revue. La bibliothèque de l'ETH Zurich joue un rôle essentiel au sein de la *Swiss Library Service Platform*. En déployant le nouveau logiciel pour bibliothèques Alma fin 2020, cette plate-forme a permis une avancée importante vers l'accès aux ressources scientifiques des bibliothèques de toute la Suisse. Pour pérenniser l'exploitation du *Swiss MOOC Service* mis en place par l'EPFL, les deux EPF ont créé une association qui, dès 2021, proposera un service payant également accessible aux acteurs privés du marché de la formation continue.

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

Dans le cadre du grand axe stratégique Santé personnalisée et technologies associées du Domaine des EPF pour les années 2017–2020, 55 projets de recherche approfondissent la coopération interdisciplinaire avec le milieu hospitalier. Les travaux de préparation de deux plates-formes technologiques dédiées à l'imagerie et à l'analyse de données et amenées à compléter les plates-formes actuelles de génomique, protéomique et métabolomique ont bien avancé. A côté de ce grand axe stratégique, il existe également un grand nombre d'autres parte-

nariats entre le Domaine des EPF et des institutions de santé. L'Empa travaille actuellement sur plus d'une trentaine de projets avec des hôpitaux, dans le domaine de la technique médicale, par exemple sur un système de capteurs de détection précoce de la maladie d'Alzheimer à l'hôpital cantonal de Saint-Gall. En 2020, la planification d'une étude sur l'intérêt de la protonthérapie dans le traitement des tumeurs pulmonaires est venue renforcer la longue coopération entre le PSI et l'hôpital cantonal d'Argovie. En association avec l'hôpital universitaire de Bâle et l'entreprise Debiopharm, le PSI a rapporté des succès dans le traitement ciblé du cancer de la thyroïde. Le premier prototype d'un appareil de radiothérapie ciblée développé par un doctorant de l'EPFL en collaboration avec le CERN est lui aussi destiné au traitement du cancer. En neurosciences, le *Catalyst Fund* a soutenu six projets à l'EPFL relevant de traitements vitaux. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a décidé de prolonger de quatre ans son soutien à SKINTEGRITY et de l'intégrer à *Open ETH* (anciennement ETH+). Ce projet phare de la *Hochschulmedizin Zürich* étudie les maladies cutanées et les troubles de la cicatrisation pour mettre au point de nouvelles méthodes de diagnostic et thérapies. L'ETH Zurich vient de lancer le *Competence Centre for Rehabilitation Engineering and Science*, qui travaille en contact étroit avec des patients.

Concernant la relève médicale, l'ETH Zurich a dressé un excellent bilan du cycle de bachelor en médecine humaine qu'elle avait lancé à titre d'essai. Elle a donc décidé de le pérenniser et de continuer à admettre 100 étudiants par an. De la première cohorte de l'été 2020, 20 étudiants ont intégré le master de l'Université de Zurich, 20 autres celui de l'Université de Bâle et 37 ont rejoint l'*Università della Svizzera Italiana*. Les autres étudiants ont échoué à l'examen de base à la première tentative et sont passés à la cohorte suivante, ou ont changé ou abandonné la filière. Parmi les titulaires du bachelor en *Life Sciences Engineering* de l'EPFL, trois candidats seulement ont été admis dans le programme Passerelle de la faculté de médecine de l'Université de Lausanne; un chiffre en partie dû à la crise sanitaire. Dix places ont été pré-allouées pour l'année prochaine.

Objectif stratégique

POSITIONNEMENT ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

En 2020, le Domaine des EPF a pu développer et renforcer la position de ses institutions en tant qu'acteurs de l'éducation et de la recherche d'importance mondiale. Cela a notamment été possible grâce à un large réseau d'alliances ainsi que diverses initiatives et projets de coopérations internationales.

Attractivité du Domaine des EPF

La crise sanitaire à laquelle ont dû faire face les institutions du Domaine des EPF a affecté l'ensemble de la mobilité internationale, en particulier pour les étudiants et doctorants-chercheurs venant hors d'Europe (cf. Objectif 1, p. 50 ss). Les institutions du Domaine des EPF ont cependant continué à mener un certain nombre d'actions, afin de renforcer leur attractivité auprès des meilleurs étudiants internationaux. Par exemple, l'ETH Zurich a organisé une série d'événements *ETH Meets You*, en Suisse et à l'étranger, au cours desquels des experts locaux et ceux de l'ETH Zurich issus des sciences, de l'économie et de la société ont pu échanger sur des thèmes actuels et stimuler l'échange d'idées avec un public international. La campagne de recherche de fonds *Fifty 50 Campaign*, lancée par l'EPFL à l'occasion de son 50^e anniversaire, s'est poursuivie en 2020. Les fonds soulevés par la campagne permettent de financer le *Student Support Programme*, qui décerne, entre autres, des bourses d'excellence au niveau master aux meilleurs étudiants suisses et étrangers.

Les programmes internationaux de mobilité participent également à renforcer l'attractivité du Domaine

des EPF auprès des meilleurs chercheurs du monde entier, dont le recrutement contribue à la qualité des institutions. En 2020, l'ETH Zurich a attribué 27 bourses dans le cadre du programme *ETH Fellows*, qui soutient les postdoctorants internationaux. Grâce au programme COFUND, du programme européen Actions Marie Skłodowska-Curie (AMSC), plusieurs institutions financent également de brillants chercheurs internationaux. Le programme AMSC-COFUND du PSI, PSI FELLOW-III-3i, s'adresse aux postdoctorants internationaux et a été couronné de succès durant l'année sous revue. De plus, le PSI coordonne aussi désormais d'autres programmes internationaux AMSC, notamment dans les domaines de la protonthérapie, de la recherche sur les neutrons et sur l'énergie.

Coopération internationale

Les institutions du Domaine des EPF appartiennent à différents réseaux et alliances stratégiques internationales qui contribuent à l'excellence du Domaine des EPF. Les deux EPF sont membres de plusieurs de ces alliances telles que CESAER (l'association européenne des universités des sciences et technologies), l'*International Sustainable Campus Network* (ISCN) ou encore le *Global University Leaders Forum* (GULF), une plate-forme de présidents d'universités d'excellence. L'entretien de ces réseaux de collaboration et de coopération passe, entre autres, par l'organisation d'événements et la participation à des manifestations. Citons par exemple l'ETH Zurich, qui a su atteindre un large public suisse et international avec son pavillon sur le thème *RETHINKING CREATIVITY* à l'édition 2020 du Forum économique mondial de Davos (WEF). L'EPFL fait également partie du réseau Eurotech, une alliance stratégique de six universités techniques de premier plan en Europe. Dans le cadre de cette alliance, l'EPFL a organisé une école d'été en ligne à l'attention des doctorants et

postdoctorants. D'autres évènements dans le cadre de l'alliance Eurotech, tels que l'*Eurotech Innovation Day*, ont dû être reportés en raison de la pandémie de coronavirus. Enfin, grâce à un accord de bourse passé avec le ministère de l'Education de Taïwan, l'EPFL a pu accueillir trois doctorants taïwanais, alors que huit doctorants de l'EPFL poursuivent leurs études avec succès à Taïwan.

Les institutions se sont aussi engagées dans des actions ou des projets d'importance mondiale. Citons, par exemple, le projet *Ice Memory* auquel participe le PSI, sous le patronage des commissions française et italienne de l'UNESCO. Le projet vise à rassembler et conserver sur le long terme une collection d'échantillons de glaciers contenant des informations uniques sur le développement climatique des siècles passés, mais qui sont menacés par le réchauffement climatique. En automne 2020, les chercheurs du PSI ont dû abandonner l'expédition sur le glacier du Grand Combin à cause de difficultés de forage, ce qui montre à quel point les glaciers de cette région sont déjà fortement affectés par le réchauffement climatique. Entre l'automne 2019 et 2020, des chercheurs du WSL et du PSI ont participé, aux côtés de scientifiques de vingt autres nations, à l'expédition MOSAiC (*Multi-disciplinary drifting Observatory for the Study of Arctic Climate*) à bord du brise-glace Polarstern qui, pris dans les glaces, a dérivé dans l'océan Arctique. L'expédition, organisée par l'institut Alfred Wegener (AWI), a pour objectif de mieux comprendre l'influence de l'Arctique sur le climat mondial. Enfin, l'Eawag a contribué, en collaboration avec 34 chercheurs du monde entier, à une étude sur les possibles risques associés

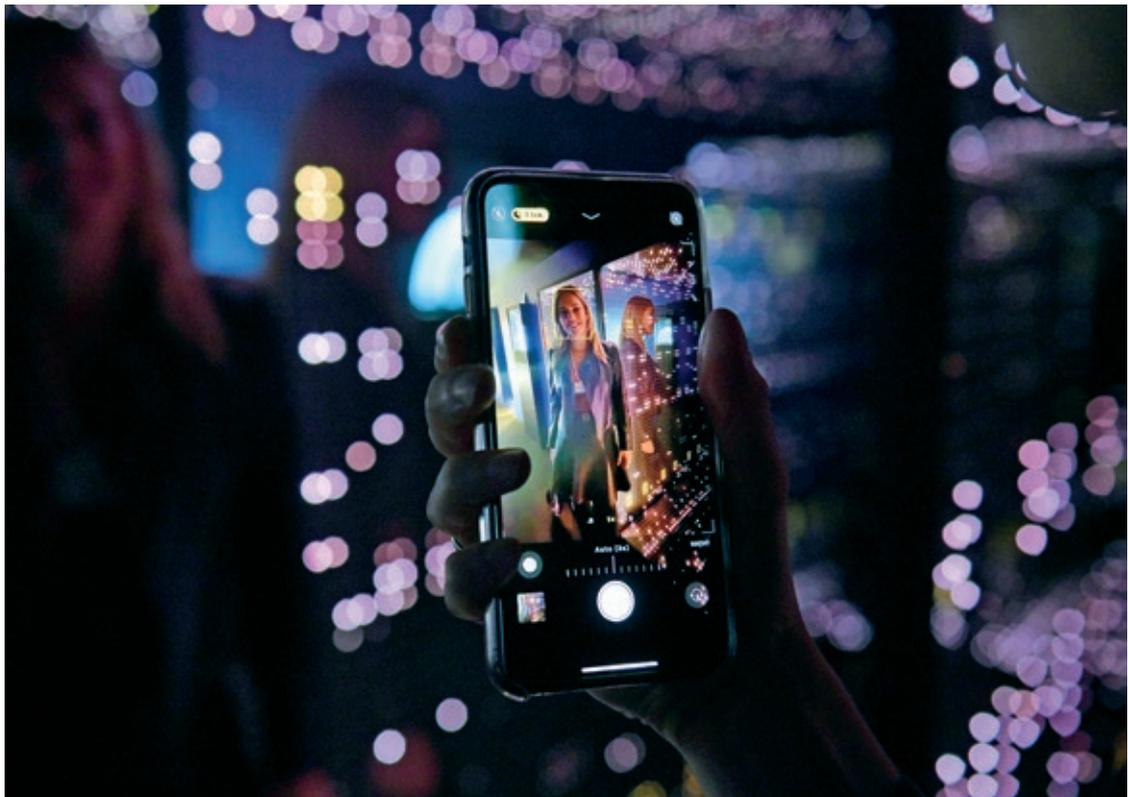
à la présence du virus SARS-CoV-2 dans les eaux usées. Les résultats de cette étude ont été publiés dans la revue *Nature Sustainability*. L'Empa travaille avec l'Agence spatiale européenne (ESA) sur un système de satellites pour la surveillance des émissions de dioxyde de carbone. L'établissement de recherche développe également, en collaboration avec l'*Imperial College* de Londres, des drones qui peuvent, par exemple, équiper les arbres de capteurs permettant de détecter les dommages environnementaux dans les forêts.

En 2020, des chercheurs du Domaine des EPF ont aussi lancé un certain nombre d'initiatives pour renforcer la coopération internationale. A l'Eawag, une équipe de trois chercheurs a développé un nouveau concept pour les conférences scientifiques: ABCD (*All continents, Balanced gender, low Carbon transport and Diverse backgrounds*). Ce nouveau concept doit permettre d'inclure des chercheurs du monde entier, de tous genres confondus et issus de divers milieux culturels ou ethniques, ainsi que de réduire l'empreinte écologique des conférences et workshops. Ces critères, qui devraient prévaloir pour les conférences scientifiques de l'avenir, ont déjà été mis en pratique lors du *World Biodiversity Forum* qui s'est tenu en février 2020 à Davos.

Des chercheurs de l'ETH Zurich ont organisé en 2020 la deuxième édition du CYBATHLON, un concours unique en son genre, dans lequel des personnes en situation de handicap s'affrontent dans l'accomplissement de tâches quotidiennes à l'aide de systèmes d'assistance technologique de pointe. L'édition 2020

Do you speak Quantum?
Exposition RETHINKING
CREATIVITY au pavillon
de l'ETH Zurich lors du
WEF 2020 de Davos.

› Andreas Eggenberger/
ETH Zurich



de l'événement, qui s'est déroulée dans un nouveau format à cause de la pandémie de coronavirus, a rassemblé des équipes de vingt nationalités devant un public mondial.

Les sites externes des deux EPF contribuent aussi au rayonnement international du Domaine des EPF. Le *Singapore-ETH Center* (SEC) de l'ETH Zurich a fêté ses 10 ans en 2020. Fondé en partenariat avec la *National Research Foundation* de Singapour, le centre étudie certains aspects de l'urbanisation. Le dernier programme en date a été lancé au printemps 2020 par l'ETH Zurich sur le thème *Future Health Technologies* avec différents partenaires à Singapour issus des universités, des hôpitaux et de l'industrie. De son côté, le programme *EPFL Middle East* à Ras al-Khaimah (Emirats arabes unis) a maintenu ses activités durant l'année 2020, et 22 étudiants y ont obtenu leur master in *Energy Management and Sustainability* (MES). Les discussions engagées en 2019 pour le renouvellement du partenariat dans le long terme entre l'EPFL et le gouvernement de Ras al-Khaimah ont malheureusement été retardées à cause de la pandémie. Si aucune décision n'était prise de poursuivre le programme, ses activités cesseraient à l'automne 2021.

Rôle actif dans la coopération bilatérale avec les nations émergentes

Mandatée par le SEFRI, l'ETH Zurich est la Leading House pour la coopération scientifique bilatérale de la Suisse avec la Chine, la Corée du Sud, le Japon et la région ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*). En 2020, l'ETH Zurich a lancé au total cinq cycles de projets ainsi qu'un appel à projets spécial COVID-19 dans le cadre de ce mandat et a ainsi rencontré un intérêt très vif dans la communauté scientifique. En Asie toujours, le WSL a commencé une coopération scientifique avec l'*Institut of Tibetan Plateau Research* (ITP) de l'Académie chinoise des sciences. Le projet est financé par le FNS dans le cadre de son programme *Sino-Swiss Science and Technology Cooperation Joint Research Projects* et a pour but d'identifier les causes des différents taux de recul des glaciers dans les différents régimes climatiques. Les institutions du Domaine des EPF s'engagent aussi dans de nombreuses autres régions du monde, et notamment en Afrique. L'initiative *ETH for Development* (ETH4D), lancée en 2019, s'est rapidement développée en 2020 avec, notamment, le lancement d'un programme de master en ingénierie mécatronique au Ghana, développé en étroite collaboration avec l'Université Ashesi et des partenaires industriels suisses.

A l'EPFL, le nouveau centre Excellence in Africa (EXAF) créé en 2019 a lancé cette année ses premiers appels à projets de collaborations entre jeunes professeurs africains et des professeurs de l'EPFL. Sur près de 200 candidatures reçues, 19 tandems ont été établis avec des professeurs de l'EPFL. Les institutions du Domaine des EPF se sont aussi engagées dans la région *Middle East and North Africa* (MENA) à travers des projets tels que la création du Centre de recherche transnational de la Mer Rouge par l'EPFL ou la participation du PSI à la construction du synchrotron SESAME (*Synchrotronlight for Experimental Science and Applications in the Middle East*) en Jordanie. L'Empa s'engage dans le cadre du projet *Sustainable Recycling Industries* soutenu par la Direction du développement et de la coopération (DDC). Dans ce contexte, l'Empa soutient des organisations gouvernementales, des associations et des entreprises des continents sud-américain et africain dans la mise en place et l'exploitation de systèmes de recyclage durables pour les déchets électroniques. Enfin, l'Eawag est impliqué dans la recherche dans les pays en développement et offre chaque année six bourses pour des étudiants de pays en développement dans le cadre du programme de partenariat de l'Eawag (EPP). Le programme a été évalué en 2020 et a reçu un très bon retour des 66 boursiers qui y ont participé entre 2008 et 2019.

Objectif stratégique

RÔLE DANS LA SOCIÉTÉ ET SERVICES NATIONAUX

En 2020, les institutions du Domaine des EPF ont cultivé le dialogue avec la population en réinventant le format de ses manifestations. Elles ont aussi noué des contacts étroits avec le corps enseignant et les écoles pour améliorer l'enseignement de l'informatique. Face à la crise sanitaire, des expertes et des experts du Domaine des EPF ont conseillé les responsables politiques et administratifs d'un point de vue scientifique afin de les aider dans la prise de décisions.

Dialogue avec la société

Les institutions du Domaine des EPF échangent avec le public de diverses manières. Les formes de communication numériques ou hybrides ont permis de maintenir le dialogue en 2020. Le rendez-vous automnal *Treffpunkt Science City* de l'ETH Zurich, intitulé «Les températures grimpent» («Es wird heiss»), a été proposé en ligne aux adultes, tandis qu'enfants et adolescents ont été sensibilisés à la crise climatique dans le bâtiment principal de l'ETH Zurich. Le PSI a organisé des visites du SwissFEL et de la plate-forme *Energy System Integration* (ESI) en direct, en streaming vidéo, et prévoit de maintenir ce format en complément des programmes classiques de visite. L'EPFL a également misé sur le streaming en temps réel pour son édition 2020 du concours «Ma thèse en 180 secondes», qui permet aux doctorants de présenter leurs travaux en des termes simples et compréhensibles. Les institutions du Domaine des EPF se sont mobilisées pour rendre de nombreux faits scientifiques accessibles au public sans

contraintes d'horaires ni de lieux. L'Eawag a rédigé des fiches d'information et des FAQ sur des thèmes d'actualité comme l'impact sur l'eau des microplastiques ou des produits phytosanitaires. L'Empa a initié une série de *podcasts* NEST à partir d'entretiens avec des personnalités du secteur du bâtiment et de l'architecture. Le WSL a sorti un numéro spécial du «Journal forestier suisse» pour publier les résultats de ses recherches sur la canicule de l'été 2018 sous une forme attrayante pour les forestiers. Le PSI a lancé le *Carculator*, destiné aux candidats à l'achat d'une voiture particulière. Cet outil web compare les performances environnementales des véhicules sur l'ensemble de leur cycle de vie, en incluant les gaz à effet de serre, les émissions de particules fines, etc. La participation de la population à des projets scientifiques (*Citizen Science*) est une composante du dialogue avec la société. Pendant huit ans, sous la conduite du WSL, environ 250 bénévoles ont contribué au recensement de la flore sauvage dans le canton de Zurich. Ce projet *Citizen Science* a donné naissance à un livre de plus d'un millier de pages.

Les institutions du Domaine des EPF ont une responsabilité particulière lorsqu'il s'agit de conseiller les autorités et les décideurs politiques sur des questions d'actualité. Durant l'année sous revue, des expertes et experts du Domaine des EPF ont répondu aux questions du public et des médias, notamment sur la pandémie de coronavirus. Dans le cadre de la *Swiss National COVID-19 Science Task Force* mandatée par la Confédération et dirigée depuis août 2020 par le professeur Martin Ackermann (ETH Zurich/Eawag), ils ont aidé les responsables politiques et administratifs à prendre des décisions grâce à leurs connaissances scientifiques (cf. p. 12 ss). Par ailleurs, des scientifiques de l'Eawag, de la spin-off Ranas de l'Eawag et de l'ETH Zurich ont examiné, dans une étude commune, si la population respectait les règles préconisées pour se protéger du

Dans le cadre des cours des Passeports vacances de Pro Juventute, des enfants découvrent les métiers de nivologue et de chercheur en avalanche lors d'une excursion.

> Cornelia Accola /SLF



COVID-19. Les résultats peuvent servir à optimiser les campagnes. Le Domaine des EPF a également soutenu directement les hôpitaux dans la lutte contre le COVID-19 par différentes initiatives. Fin mars, par exemple, un atelier d'étudiants de l'ETH Zurich s'est lancé dans la confection de *Face Shields*, avant une production à plus grande échelle. L'Empa a mis sur pied des standards de sécurité pour les masques de protection en textile dans le but de contribuer au développement des capacités de production en Suisse pour les *Community Masks*. Dans le cadre du projet national *Innosuisse ReMask*, l'Empa a aussi mené des recherches sur de nouveaux types de masques et de composants de masques, en collaboration avec l'ETH Zurich et l'EPFL. Des étudiants ont mis en place la plate-forme *Internet Students4Hospitals* qui a permis à 20 prestataires de santé de recruter des bénévoles en quelques heures. Les deux EPF ont coordonné le matériel de laboratoire indispensable par le biais de l'*Academic Resources Platform for COVID-19*.

Les institutions du Domaine des EPF ont également participé, durant l'année sous revue, à l'élaboration des bases décisionnelles sur les thèmes de la biodiversité, du changement climatique et de l'énergie. Des scientifiques du WSL et du forum Biodiversité de l'Académie suisse des sciences naturelles ont montré dans une étude que la biodiversité souffrait des quelque 160 types de subvention en vigueur, comme l'affectation des redevances sur le trafic ou l'aide aux petites centrales hydrauliques. Le WSL a aussi publié une compilation sur la manière de concilier l'exploitation de la forêt et la protection de la biodiversité. Une centaine d'entreprises et d'instituts de recherche de toute l'Europe ont participé à ce projet de livre. Des chercheurs du PSI, en collaboration avec des économistes britan-

niques, ont élaboré une méthode qui permet aussi bien de suivre rétroactivement l'évolution du prix de l'énergie que de la modéliser suivant différents cas de figure pour les années à venir. L'enquête a montré clairement que les augmentations de prix de l'énergie tardaient à se répercuter sur la consommation d'énergie. Une étude de l'Empa menée avec des scientifiques de l'Université de Zurich a conclu qu'un réseau 5G, en permettant de nouvelles applications et en optimisant la numérisation, pouvait faire baisser les émissions de gaz à effet de serre. Dans le contexte du développement durable, les institutions du Domaine des EPF sont pleinement conscientes qu'elles doivent montrer l'exemple (cf. Objectif 9, p. 75 ss).

Promotion des disciplines MINT

Les institutions du Domaine des EPF disposent de plusieurs offres pour stimuler l'intérêt que portent les jeunes aux matières mathématiques, informatique, sciences naturelles et techniques, dites MINT. La collaboration avec les écoles revêt une importance particulière. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a posé la première pierre de l'*ETH Youth Academy*. Avec son offre de matières MINT, cette académie s'adresse spécifiquement aux élèves qui n'ont pas encore choisi leur profil de maturité. La nouvelle plate-forme *Lern mit mir* des apprenants de l'ETH Zurich, offre également un soutien facile d'accès dans le domaine MINT. En 2020, l'EPFL a, entre autres, élargi son offre de «Semaines pré-universitaires» destinées aux gymnasiennes et gymnasiens en mathématiques et en sciences physiques. En outre, le «Cours de mathématiques spéciales» (CMS), qui était à l'origine destiné uniquement aux personnes n'ayant pas le diplôme requis pour débiter leurs études de bachelor à l'EPFL, a été ouvert

aux étudiants ayant une maturité suisse. En début d'année, des scientifiques du PSI ont sensibilisé des élèves de l'école cantonale de Wohlen à l'importance des infrastructures de recherche européennes, en s'appuyant sur la problématique de la diffusion des particules fines et des aérosols dans l'air. Le WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF a présenté aux enfants de la région de Davos les métiers de nivologue et de chercheur en avalanche à l'occasion d'une excursion du Gotschnagrät à la Schatzalp organisée dans le cadre des cours du Passeport Vacances de Pro Juventute. Grâce à l'initiative de la Haute école pédagogique de St-Gall *Smartfeld*, à laquelle participe l'Empa, des centaines d'élèves ont pu acquérir des connaissances en programmation durant l'année sous revue.

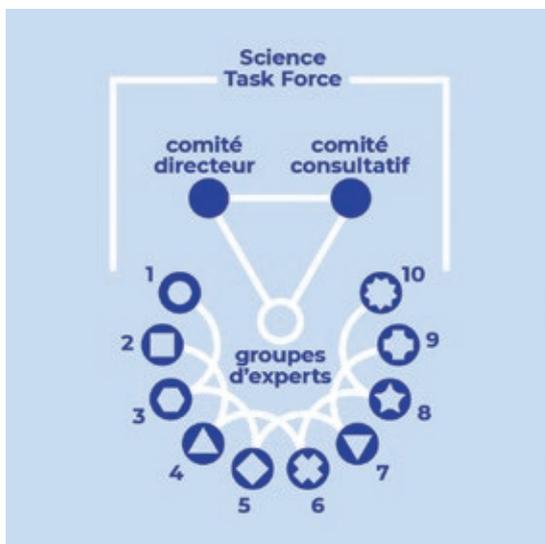
La formation initiale et continue adéquate du corps enseignant va de pair avec la promotion des disciplines MINT. Le renforcement de l'enseignement de l'informatique reste un point crucial. Le centre de formation et de conseil dans l'enseignement de l'informatique de l'ETH Zurich (ABZ) aide les écoles et le corps enseignant qui souhaitent mettre en place ou développer des cours d'informatique. Plus de 200 enseignants ont suivi les différents cours de formation continue proposés durant l'année et environ 120 élèves enseignants ont été formés à l'informatique par l'ABZ et la Haute école pédagogique des Grisons. Le support pédagogique de l'ABZ en quatre tomes *einfach INFORMATIK 5/6* a remporté le réputé *Worlddidac Award 2020*. A l'EPFL, l'éducation numérique est du ressort du centre LEARN. Mandaté par le canton de Vaud, le centre conduit actuellement dans douze écoles des essais pilotes avec des cours sur différents aspects des sciences informatiques. Plus de 600 enseignants y ont été formés. En parallèle, le centre s'investit notamment aux côtés de la plate-forme ROTECO.ch, qui souhaite promouvoir

l'utilisation de la robotique dans les écoles et à laquelle participe entre autres *mint & pepper* du centre Wyss Zurich de l'ETH Zurich et de l'Université de Zurich. Le développement du robot «Thymio» à l'EPFL et l'élaboration de nouveaux MOOC sur son utilisation jouent aussi un rôle important chez ROTECO.

Services nationaux

Sur mandat politique et dans l'intérêt de la société, les institutions du Domaine des EPF assurent une multitude de services nationaux et de prestations de services basées sur la recherche, ainsi que l'exploitation d'installations uniques en Suisse. L'Eawag et l'EPFL hébergent le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée. En 2020, les critères de qualité élaborés par le Centre Ecotox pour différents pesticides et produits pharmaceutiques ont été intégrés à l'ordonnance suisse sur la protection des eaux. Ils ont été retenus comme valeurs limites des eaux de surface. Au cours d'un nouveau projet industriel, le Centre, l'Eawag et l'EPFL ont été amenés, durant l'année sous revue, à étudier, entre autres, la biodisponibilité et la toxicité des débris de pneus. Une nouvelle station de mesure du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL) a vu le jour à côté des étangs expérimentaux de l'Eawag à Dübendorf. Cette station remplace le bâtiment précédent, vieux de 30 ans, qui a dû céder la place à un nouveau bâtiment de l'Empa. Le NABEL, géré par l'Empa et l'OFEV, fournit un aperçu de la qualité de l'air en Suisse. Grâce à un hublot, la nouvelle station de mesure est la seule en Suisse qui permet au public de découvrir son intérieur. Le WSL travaille lui aussi avec l'OFEV sur «l'inventaire forestier national suisse». Le rapport publié en été 2020 sur le quatrième inventaire de la forêt suisse conclut au bon état de celle-ci, malgré des facteurs tels que les attaques d'insectes et les maladies (cf. p. 28). Le centre de protonthérapie du PSI est resté opérationnel même pendant les périodes de restriction dues à la pandémie de coronavirus. Il est regrettable que le nombre de patients référés ait nettement baissé durant cette phase, comme ailleurs en Europe, ce qui devrait impacter la mortalité due au cancer. Parallèlement à la gestion des patients, la première irradiation FLASH au monde avec des protons a été utilisée pour tester une nouvelle méthode possible de thérapie tumorale particulièrement rapide et à forte dose. Pour la préservation sur le long terme du patrimoine culturel public, l'ETH Zurich a adopté une nouvelle stratégie pour ses collections et ses archives. L'accent est davantage mis sur le dialogue avec le public et la transformation numérique.

La Swiss National COVID-19 Science Task Force conseille les autorités face à la pandémie de coronavirus.
» Illustration: 1kilo



Objectif stratégique

SOURCES DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES RESSOURCES

Le financement fédéral a une nouvelle fois assuré un solide financement du Domaine des EPF durant l'année sous revue. Les produits de fonds de tiers ont pu être maintenus en 2020. La gestion responsable des ressources par le passé et la base de financement stabilisée à un niveau élevé ont permis de réagir de façon souple et appropriée aux défis de la pandémie liée au coronavirus et aux évolutions dans le domaine de l'enseignement et de la recherche.

Evolution des fonds de tiers

Durant l'année sous revue, le financement fédéral¹ s'est élevé à 2596 mio CHF et les produits de fonds de tiers à 1080 mio CHF. Leur part se monte à 29% de la somme totale de 3676 mio CHF et évolue au niveau des années précédentes. La Confédération a directement mis à disposition environ 71% des fonds.

La diversification des sources de financement et la gestion responsable et réfléchie des moyens financiers sont essentielles pour le Domaine des EPF. Comparée sur plusieurs années, la part des fonds de tiers dans le financement n'a cessé de progresser (cf. fig. 1, p. 72). Cette évolution correspond aux objectifs stratégiques du Conseil fédéral. Elle doit se poursuivre sans compromettre la liberté de l'enseignement et de la recherche

lors de l'initiation de nouveaux projets. Face à la concurrence internationale accrue des hautes écoles, avec une recherche de pointe exigeante en technologies et l'augmentation du nombre d'étudiants, l'élargissement de la base de financement est autant une nécessité qu'un défi toujours plus complexe pour le Domaine des EPF.

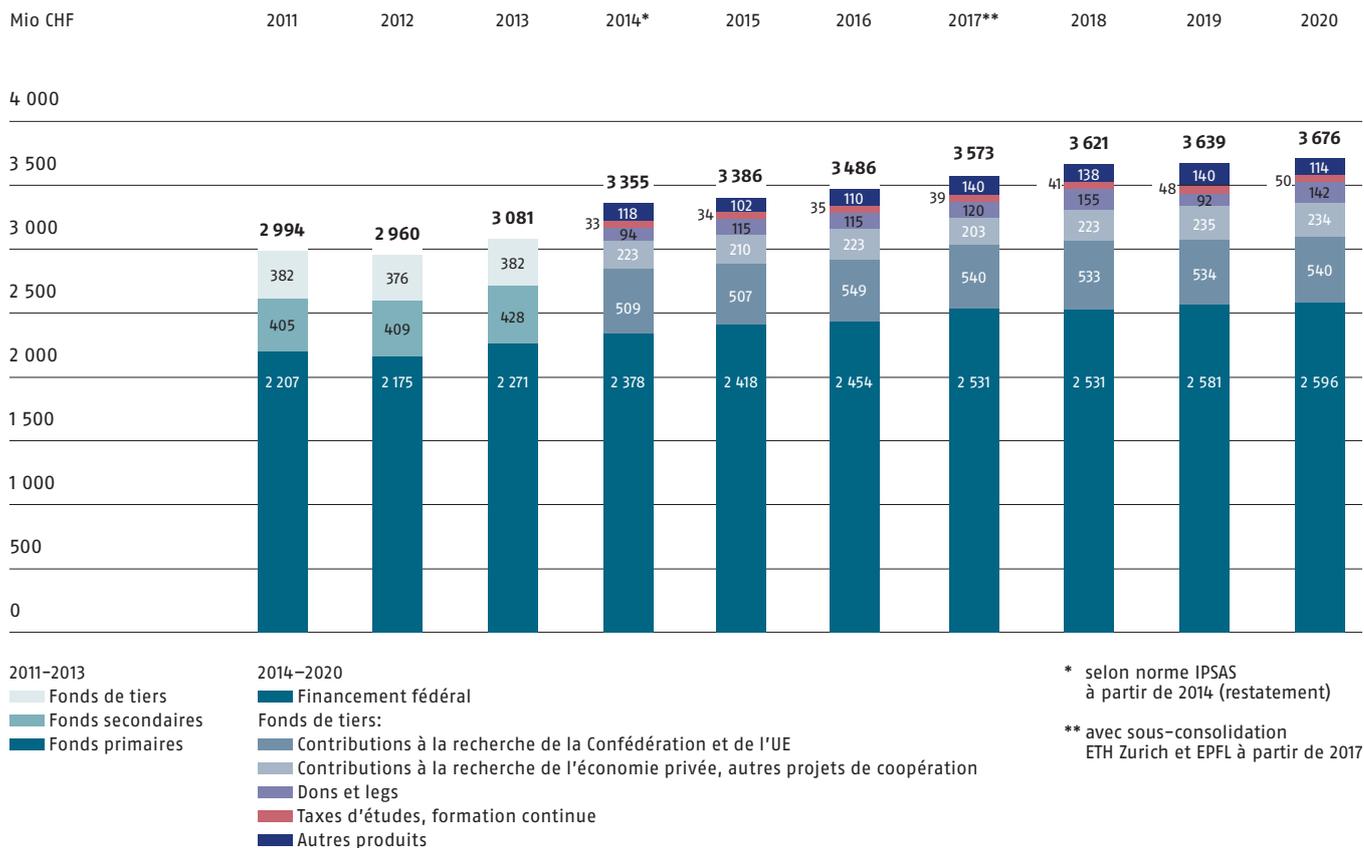
L'évolution des fonds de tiers en 2020 donne une image globalement positive dans le contexte de la pandémie de coronavirus. Par rapport à 2019, les produits de fonds de tiers ont augmenté de 21 mio CHF (2019: 1059 mio CHF). Cela s'explique par les revenus élevés des dons, alors que les revenus des projets de recherche sont restés au bon niveau de l'année précédente. Les autres revenus, en revanche, ont fortement diminué, reflétant les effets de la pandémie de coronavirus. Toutefois, le budget de 1043 mio CHF a pu être dépassé, principalement en raison de revenus de dons et de legs plus élevés que prévu.

La lutte contre le COVID-19 a mobilisé davantage les scientifiques en 2020: le Domaine des EPF a lancé un nombre important de projets de recherche financés par des fonds d'aide à la recherche, des fonds issus de l'économie mais aussi, et pour une part non négligeable, des fonds propres. Ses experts ont été placés au service de la Confédération et de la population suisse dans le cadre de la *Swiss National COVID-19 Task Force*. Par ailleurs, plus de 13 mio CHF de donations affectées ont été alloués à la recherche sur le virus.

Concernant les produits de fonds de tiers de 2020, plus des deux tiers proviennent de projets d'aide à la recherche mis au concours à l'échelle nationale et

¹ Il est ici question du financement fédéral de la perspective du plafond de dépenses. Il se compose de la contribution financière ou crédit d'exploitation (2355 mio CHF) et du crédit d'investissement (241 mio CHF).

Fig. 1: Evolution des sources de financement



européenne. Sont particulièrement importants les produits du financement national de la recherche (FNS et Innosuisse: 314 mio CHF, 2019: 309 mio CHF) et des Programmes-cadres de recherche de l'Union européenne (UE-PCRD) (Horizon 2020, ERC Grants: 146 mio CHF, 2019: 152 mio CHF). Sont également significatifs la collaboration avec l'économie (136 mio CHF, 2019: 146 mio CHF), le financement de projets de recherche par la Confédération (recherche sectorielle: 80 mio CHF, 2019: 82 mio CHF) ainsi que les projets de coopération avec les cantons, les communes et différentes organisations internationales (98 mio CHF, 2019: 90 mio CHF). L'évolution des revenus par bailleur de fonds reflète la dépendance aux priorités de recherche annoncées.

Les dons et legs comptent également parmi les produits de fonds de tiers (142 mio CHF, 2019: 92 mio CHF), tout comme les taxes d'études et les produits issus de la formation continue (50 mio CHF, 2019: 48 mio CHF) et divers produits de prestations de services (autres produits: 114 mio CHF, 2019: 140 mio CHF).

Les coûts indirects sont facturés pour les projets financés par des tiers, afin que la mission de base ne soit pas mise en danger par ces coûts.

Pour une évaluation globale de l'évolution des fonds de tiers, il faut aussi tenir compte des opérations au bilan, notamment de l'évolution des fonds de tiers affectés

issus de contrats inscrits au bilan selon IPSAS 23. Elles montrent l'étendue des engagements pour lesquels des prestations seront à fournir au cours des années à venir. Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan ont augmenté pendant l'exercice sous revue (1608 mio CHF, 2019: 1555 mio CHF). En ce qui concerne les contributions à la recherche, cette hausse du volume va se répercuter comme hausse des revenus et signifie que l'élargissement exigé de la base de financement est accessible.

Un autre critère significatif pour évaluer la réalisation de l'objectif 8 est l'évolution des aides (FNS, Innosuisse et UE-PCRD), dont le volume a augmenté de 6% par rapport à 2019 (2020: 468 mio CHF, 2019: 443 mio CHF, 2018: 512 mio CHF, 2017: 422 mio CHF), en particulier dans le cas des engagements de l'UE-PCRD et d'Innosuisse.

Préservation de la liberté d'enseignement et de recherche

Les deux EPF et les quatre établissements de recherche s'assurent de la publication des résultats de la recherche des projets financés par des tiers. Ils garantissent ainsi la pleine liberté de l'enseignement et de la recherche. La liberté de publication des personnes et des projets soutenus est aussi toujours garantie.

La liberté de recherche et les droits d'utilisation des résultats des recherches sont ancrés dans la stratégie de transfert de savoir et de technologie et dans les directives internes et sont réglementés et assurés dans les contrats de recherche conclus avec les bailleurs de fonds. Le traitement des dons est réglé explicitement dans le code de conduite.

Augmentation de l'efficacité et exploitation de synergies

Les initiatives et l'utilisation communes d'infrastructures de recherche génèrent des gains de synergie importants. En font partie des projets tels que les grands axes stratégiques (Strategic Focus Areas, SFA), le projet initié conjointement par le WSL et l'Eawag *Blue-Green Biodiversity* et la coopération débutée en 2020 entre l'Empa et l'ETH Zurich autour d'openBIS, un système de gestion des informations de laboratoires, et de la plate-forme pédagogique moodle. On peut également citer le *Swiss Data Science Center* (SDSC) de l'EPFL et de l'ETH Zurich, la plate-forme *Energy System Integration* (ESI) du PSI, de l'Empa, de l'EPFL et de l'ETH Zurich, et les bibliothèques exploitées conjointement. Le site de l'EPFL Valais Wallis héberge le laboratoire des matériaux pour les énergies renouvelables (LMER), commun à l'EPFL et à l'Empa.

En outre, les établissements de recherche utilisent la plate-forme financière commune SAP4Four, qui s'est enrichie de nouvelles fonctions en 2020. La plate-forme de reporting sur SAP FC est utilisée au niveau interdépartemental. Pour garantir l'efficacité du fonctionnement, l'ETH Zurich procède en outre à la mise en commun des liquidités pour l'ensemble du Domaine des EPF. La coordination des achats au sein du Domaine des EPF (KoBe ETH+) et avec l'Université de Zurich génère des économies importantes.

L'ETH Zurich et l'EPFL atteignent un effet de synergie similaire grâce à diverses plates-formes que les scientifiques utilisent communément au sein de l'institution. La mutualisation de l'équipement optimise les investissements et améliore le taux d'utilisation. Le recours à des équipes internes spécialement formées réduit les coûts d'exploitation et de maintenance. L'efficacité de la plate-forme financière et de ressources introduite l'année passée à l'ETH Zurich s'est confirmée. Le nouveau système permet une gestion plus globale des fonds à tous les niveaux de direction et a passé le test pratique durant l'état d'urgence lié à la pandémie de coronavirus. Vivement encouragée, la numérisation des processus administratifs s'est révélée très utile. Grâce au traitement numérique des paiements et des factures par exemple, l'ETH Zurich a prouvé qu'elle était un partenaire fiable, y compris dans les situations tendues.

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

Conformément à l'art. 33a de la Loi sur les EPF, le Conseil des EPF alloue chaque année les fonds fédéraux (financement fédéral). L'allocation des fonds au sein du Domaine des EPF est régie par l'art. 12, al. 2 de l'Ordonnance sur le Domaine des EPF. Les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF, qui sont coordonnés au plafond de dépenses, constituent la base des conventions d'objectifs du Conseil des EPF passées avec les institutions. Pour les allocations annuelles des fonds aux institutions, le Conseil des EPF s'appuie sur les demandes de crédits des institutions et sur l'évaluation de leurs prestations. Le Parlement décide en décembre des fonds effectivement mis à la disposition du Conseil des EPF (crédits budgétaires). Les éventuels changements au niveau des fonds disponibles sont pris en compte lors de l'allocation des fonds au mois de mars de l'année suivante.

La croissance de budget demandée par les institutions du Domaine des EPF était supérieure pour 2020 aux fonds fédéraux disponibles en mars 2019. Pour l'allocation des fonds en 2020, le Conseil des EPF a décidé de couvrir l'excédent des dépenses par ses réserves sur la base des principes suivants:

- Soutien ciblé des initiatives et des projets stratégiques afin de renforcer davantage la coopération au sein du Domaine des EPF, hausse modérée pour soutenir les projets stratégiques au niveau des institutions.
- Prise en compte des charges supplémentaires qui pèsent sur les deux EPF du fait de la croissance continue du nombre d'étudiants, soutien des mesures engagées et prévues pour assurer la stabilité sur le long terme et le développement structurel des institutions.
- Prise en compte adéquate de la performance des institutions dans l'allocation des fonds.

Les Chambres fédérales ont approuvé un total de 2596 mio CHF pour le budget 2020 du Domaine des EPF (y c. une augmentation de 30 mio CHF, AF la du 12 décembre 2019).

Le Conseil des EPF a alloué les fonds pour le mandat de base comme suit (base budget, total 2442 mio CHF):

- ETH Zurich	1258 mio CHF
- EPFL	663 mio CHF
- PSI	296 mio CHF
- WSL	58 mio CHF
- Empa	106 mio CHF
- Eawag	62 mio CHF

Domaine des EPF: fonds pour les projets stratégiques

- Infrastructures / grands projets de recherche: 64 mio CHF
- Grands axes stratégiques (SFA): 25 mio CHF
- Numérisation du domaine FRI: 15 mio CHF
- Financements incitatifs et d'aide au démarrage, autres dépenses centrales et diverses ainsi que fonds spéciaux: 45 mio CHF

Fonds pour le Conseil des EPF:

- Usage propre de l'administration du Conseil des EPF et de la Commission de recours: 15 mio CHF
--

La surbudgétisation de 9 mio CHF qui résulte de l'allocation de fonds 2020 est couverte par les réserves libres du Conseil des EPF.

Démantèlement et élimination des accélérateurs du PSI

L'utilisation de l'énergie nucléaire et de rayonnements ionisants dans la médecine, l'industrie ou la recherche engendre des déchets radioactifs (déchets MIR). Les lois sur l'énergie nucléaire et la radioprotection fixent les exigences en matière d'élimination. Le financement de la provision pour le démantèlement des accélérateurs du PSI (542 mio CHF) est alimenté par des économies annuelles qui s'ajoutent à la contribution financière. Fin 2020, le montant épargné s'élevait à 42 mio CHF au total (dont montant épargné en 2020: 11 mio CHF). Le PSI a utilisé jusqu'à présent environ 5 mio CHF du montant épargné (dont 1 mio CHF en 2020) pour les premières mesures liées au démantèlement.

Gestion des risques

Nous renvoyons à ce sujet au rapport sur la situation et la gestion des risques, en p. 48.

Fig. 2: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF (après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2020)

mio CHF	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 2019 / 2020	
						abs.	%
Domaine des EPF^{1, 2, 8, 9}	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2	2 596,1	15,0	0,6
ETH Zurich ³	1247,2	1297,4	1300,5	1298,1	1314,9	16,9	1,3
EPFL ⁴	640,3	666,2	664,9	664,8	698,4	33,6	5,1
PSI ^{5, 7}	305,4	294,3	307,3	309,8	315,1	5,3	1,7
WSL	55,9	58,7	58,3	57,7	59,4	1,7	2,9
Empa	110,7	114,7	105,2	115,7	114,8	- 0,8	- 0,7
Eawag	59,1	61,5	61,5	60,5	62,2	1,7	2,8
Conseil des EPF ⁶	35,1	38,2	33,2	74,7	31,3	- 43,4	- 58,1

Informations complémentaires sur les budgets/comptes 2020:

¹ Allocation totale de fonds en 2020

² Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2017-2020 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses): tranche annuelle 2020: 2643 mio CHF / arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2020: 2596 mio CHF

³ *Sustained scientific user lab for simulation based science* au CSCS inclus: 23 mio CHF, financement de démarrage président: 3 mio CHF, coûts supplémentaires réseau de mesure des séismes de forte intensité: 1 mio CHF, rationalisation du portefeuille immobilier 10 mio CHF

⁴ Projet de neuroinformatique *Blue Brain* inclus: 21 mio CHF, financement de démarrage président: 3 mio CHF

⁵ ATHOS/SwissFEL inclus: 13 mio CHF, *Action Plan Energy* PSI: 4 mio CHF, financement de démarrage directeur: 5 mio CHF

⁶ Projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (11 mio CHF); année précédente 2019: fonds reçus en 2019 inclus, utilisés pour couvrir l'excédent de dépenses budgété en 2020

⁷ Fonds spéciaux inclus (5 mio CHF)

⁸ Grands axes stratégiques inclus (*Personalized Health and Related Technologies*, science des données, *Advanced Manufacturing*): 25 mio CHF, plan d'action pour le numérique du domaine FRI: 15 mio CHF

⁹ Infrastructures de recherche incluses (mise à niveau détecteurs CMS au CERN, *Swiss Plasma Center*): 7 mio CHF

Objectif stratégique

GESTION IMMOBILIÈRE

2020 aurait dû être une année de consolidation en gestion immobilière. Cependant, la pandémie de coronavirus a rendu incertains pendant une longue période de temps le maintien des chantiers en cours ainsi que la poursuite des plans et projets engagés. La gestion des fonds budgétisés a été difficile, car il a fallu absorber à la fois des retards et des accélérations importantes.

Stratégie et développement du portefeuille sur le long terme

En 2020, le Domaine des EPF a planifié son portefeuille immobilier pour la période de prestations 2021–2024 en s'appuyant sur les processus stratégiques académiques des institutions. La difficulté était d'anticiper les principales évolutions et mesures dans le domaine de la construction et des espaces, ainsi que les besoins financiers des 4 à 12 prochaines années. Les «Schémas généraux des espaces et du financement» (SGEF) 2021–2032 qui en résultent transposent les exigences de la Confédération, qui est propriétaire des biens. Ces exigences découlent des objectifs stratégiques du Conseil fédéral, du train de mesures pour le climat, des «réformes structurelles» et du rôle exemplaire que doit jouer la Confédération dans la construction durable. Concrètement, il s'agit par exemple de densifier l'utilisation des bâtiments grâce à des concepts flexibles de poste de travail comme le *Multi-space* et le *Desksharing*. Les SGEF indiquent comment préserver la valeur et la fonction, mettre en place les nouvelles infrastructures nécessaires à l'enseignement et à la recherche et les financer. A noter que l'ampleur du financement futur du Domaine des EPF, et donc des investissements dans les travaux de construction, est incertaine en raison de l'effort financier élevé engagé par la Confédération pour atténuer l'impact de la crise sanitaire. Le Conseil des EPF discutera des SGEF sans doute en mars 2021.

Les conséquences et l'impact de la pandémie de coronavirus et des mesures de protection prises par le Domaine des EPF, notamment sur l'utilisation des surfaces existantes et sur les surfaces nécessaires à l'avenir, sont difficiles à prédire. La solution de gestion de la crise mise en place par le Domaine des EPF a entraîné de nombreux changements, du moins temporairement: le basculement vers le télétravail ou les cours en ligne a été mis en œuvre rapidement et avec succès début 2020, alors même que ces concepts étaient encore peu développés.

Pour décharger le campus Centre, l'**ETH Zurich** a transféré quelque 550 postes de travail dans le bâtiment Octavo, loué à Oerlikon: des bureaux ouverts en *Multi-space (Open Space Layout)* y permettent de nouvelles formes de collaboration. La gestion immobilière de l'ETH Zurich tirera des enseignements de ce projet pilote en vue de délocalisations ou de concentrations de postes. La concrétisation de la vision pour le campus Hönggerberg de l'ETH Zurich en 2040 a connu une avancée significative. Le conseil communal de la ville de Zurich a approuvé les bases de planification pour le développement futur du campus. Ainsi, le processus au cours duquel l'ETH Zurich, la Ville et le canton de Zurich ont élaboré ensemble les bases de planification nécessaires devrait s'achever en 2021, après environ cinq ans.

Par sa stratégie immobilière, l'**EPFL** assure le maintien de la valeur et de la fonction de la première et de la deuxième étape d'extension des bâtiments datant des années 70 et 80 et a travaillé en 2020 sur les moyens de répondre aux besoins sans cesse croissants en infrastructures modernes, p. ex. pour la physique et la chimie. Les projets s'articulent autour de la rénovation et de la densification du campus d'Ecublens, ainsi que sur un développement des activités dans les cantons environnants, en particulier dans les cantons du Valais, de Fribourg et de Genève. Début 2020, les représentants des deux hautes écoles ont approuvé le plan directeur EPFL-UNIL Hautes Ecoles, qui doit permettre la réaffectation d'une partie des anciens terrains de sport qui jouxtent le campus au nord, en accord avec les communes voisines et le canton de Vaud. La création des *Discovery Learning Laboratories (DLL)* permet d'ac-

cueillir des travaux pratiques par thématique et favorisent la collaboration interdisciplinaire.

Le PARK INNOVAARE, qui jouxte le **PSI** et qui est financé par des investisseurs privés, prend forme. Le **PSI** louera dans le parc des surfaces qui permettront le regroupement physique de certains secteurs, des réaffectations et des rénovations, y compris énergétiques, de bâtiments situés sur le site d'origine. Ces réflexions ont alimenté le plan directeur **PSI Campus 2030**. Par des constructions à neuf de remplacement, le **WSL** crée des surfaces supplémentaires, comme à Davos pour le nouveau *Climate Change Extremes, and Natural Hazards in Alpine Regions Research Center* (CERC) ou à Birmensdorf avec le remplacement prévu des ateliers. L'**Empa** et l'**Eawag** manquent toujours de surfaces de bureaux et de laboratoires sur le site commun de Dübendorf. Le projet de construction commun «Plan directeur campus de recherche Empa Eawag» poursuit la transformation des bâtiments en institut de recherche.

En 2020, le Conseil des EPF a procédé à plusieurs transactions immobilières pour la mise en œuvre de ses stratégies et plans sur le long terme. L'ETH Zurich a procédé à un échange pour acquérir un hôtel qui hébergera des étudiants en mobilité dans les années à venir. Le terrain se situe dans le périmètre de développement du quartier universitaire de Zurich Centre (HGZZ). Il s'agit d'une réserve stratégique importante pour la création d'espaces d'enseignement et de recherche supplémentaires.

La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2020, à 8,11 mia CHF, soit environ un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'environ 4,13 mia CHF. Le Domaine des EPF exploite environ 400 bâtiments sur 125 parcelles. Fin 2020, la surface utile principale (SUP) de 1 003 000 m² était en hausse de 1,7% par rapport à 2019.

Le mix de surfaces (cf. fig. 26, p. 100) entre les bâtiments de la Confédération, en usage propre ou tiers, et les bâtiments loués à des tiers (en m² de la SUP depuis 2011) révèle que, ces dernières années, une partie de la croissance n'a pu être couverte que par la location de surfaces supplémentaires. La hausse des surfaces louées résulte d'une modification du traitement statistique des surfaces après 2013. Sans cet effet, une diminution constante de l'espace loué serait observée.

Projets en cours et réalisés en 2020

En raison de l'augmentation du nombre de chaires au sein des deux EPF et du besoin en locaux modernes en 2020, la demande en constructions, agrandissements et réfections reste élevée. De nombreux nouveaux projets importants ont été initiés en 2020 pour le maintien de la valeur et de la fonction.

Des mesures de réhabilitation vont notamment améliorer l'usage, les coûts d'exploitation, le bilan énergétique, l'adaptation aux personnes à mobilité réduite et la sécurité sismique.

Grâce aux nouvelles dispositions de construction spéciales pour le campus Höggerberg, l'ETH Zurich peut optimiser l'utilisation des parcelles. Les travaux de rénovation complète et d'agrandissement du bâtiment HIF (D-BAUG) s'y sont poursuivis, tandis que le nouveau bâtiment de physique HPQ prend forme et a bénéficié de fonds de tiers. Dans le centre, l'école polytechnique a pu terminer l'enveloppe du nouveau bâtiment de recherche GLC, qui comprend des laboratoires et des espaces de bureaux à la Gloriamstrasse destinés aux départements D-HEST et D-ITET. L'aménagement intérieur avance. La rénovation du bâtiment principal HG ainsi que la rénovation et l'agrandissement du laboratoire des machines ML/FHK ont progressé, comme prévu. Concernant le projet de construction BSS à Bâle (photo), le gros œuvre s'est terminé au deuxième trimestre 2020. L'EPFL a poursuivi les travaux de modernisation de sa centrale de chauffage CCT avec centre de calcul surélevé et agrandi la station de pompage d'eau du lac. Elle a également inauguré le bâtiment DLL EL Engineering.

Dans le cadre de l'agrandissement au SwissFEL, le **PSI** a pu préparer les surfaces pour les trois stations d'expérimentation prévues sur les faisceaux ARAMIS et ATHOS. Par ailleurs, le projet concernant un nouveau laboratoire a pu commencer avec préqualification dans le cadre de la mise en concurrence pour le choix d'un mandataire. Une étude de faisabilité a été élaborée pour la construction à neuf de remplacement de la structure d'accueil collectif de jour. A Davos, au **WSL**, les travaux de construction à neuf de remplacement ont commencé. Concernant le site de Dübendorf, l'**Empa** et l'**Eawag** ont soumis la demande de permis de construire relatif au plan directeur campus de recherche au mois de juin; le permis de construire est attendu pour janvier 2021. La pompe à chaleur du nouveau réseau de chauffage urbain moyenne température, achevé en 2019, est entrée en service en 2020. Elle sera complétée par une centrale à énergie totale équipée en 2021. Sur le site de Dübendorf, la construction du bâtiment de laboratoires Flux de l'**Eawag** s'est achevée en décembre et la mise en service a commencé. La livraison au maître d'ouvrage est prévue pour le deuxième trimestre 2021. Sur le site de Kastanienbaum, un projet porte sur le remplacement de la grange actuelle par un nouveau bâtiment avec des bureaux, des laboratoires et des espaces de stockage (projet Limnion). La demande de permis de construire a été déposée fin 2020.

Investissements et origine des fonds en 2020

Après un transfert de crédit dans la contribution financière de 36,0 mio CHF (20%), un supplément de 24,0 mio CHF (supplément IIb message coronavirus; 13,3%)

BSS à Bâle: un chantier complexe en milieu urbain

Le nouveau bâtiment s'inspire de l'UKBB voisin, dans une volonté d'urbanisme durable, et se compose d'un bâtiment à atrium de six étages pour l'échange ouvert, interdisciplinaire et universitaire.
 > Photo: Erich Meyer



et la dissolution de la réserve liée à hauteur de 30 mio CHF pour le projet de construction BSS de Bâle, le crédit d'investissement 2020 pour les constructions dans le Domaine des EPF s'est monté à 271,03 mio CHF, en forte hausse par rapport à 2019 (218,6 mio CHF). Cette augmentation s'explique par l'avancement rapide des travaux de grands projets, par les rénovations effectuées dans des bureaux et laboratoires vides de leurs occupants, partis en télétravail (en raison de la pandémie de coronavirus), et par des capacités supplémentaires disponibles auprès d'entreprises.

Les investissements concernaient, pour 50,6%, des constructions neuves et, pour 49,4%, le maintien de la valeur et de la fonction. Les fonds de tiers pour l'immobilier de la Confédération n'ont pas été utilisés (co-financement). Des investissements à hauteur de 125,1 mio CHF, issus des fonds de la contribution financière, ont été consacrés à des équipements à usage spécifique sur des biens des institutions. Ces investissements ont été complétés par un financement de tiers de 12,6 mio CHF. Le volume total des constructions initié par le Domaine des EPF en 2020 s'est élevé à 408,8 mio CHF (cf. fig. 28, p. 101). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2020 d'un crédit de loyer de 244,4 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyer relatives aux immeubles de la Confédération. Le graphique «Origine des fonds» (cf. fig. 23, p. 99) montre la provenance des fonds employés pour les constructions du Domaine des EPF depuis 2011. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de l'étendue des projets de construction actuels.

Programme de construction 2020: les grands projets du Domaine des EPF

Avec son programme annuel de construction, le Domaine des EPF a sollicité les crédits d'engagement nécessaires pour les nouveaux projets prévus dans le

cadre de constructions neuves, constructions annexes ou rénovations. Le programme de construction 2021, d'un total de 298,5 mio CHF (crédit total), qui a été approuvé le 16 décembre 2020 par les Chambres fédérales, prévoit les quatre grands projets suivants: Un crédit d'engagement de 73,5 mio CHF a été sollicité pour la réalisation des premières constructions neuves selon le «Plan directeur campus de recherche Empa Eawag». Cette somme couvrira les exigences croissantes vis-à-vis du site utilisé conjointement en matière de surface de laboratoire, d'infrastructure technique, d'aménagement extérieur, de concept de circulation et de logistique. La rénovation et la transformation du bâtiment de bureaux, de laboratoires et d'ateliers HPT de l'ETH Zurich (campus Höggerberg) sont un autre grand projet, à hauteur de 18,1 mio CHF. L'ETH Zurich a également demandé un crédit d'engagement de 11,1 mio CHF pour la rénovation du parking souterrain et de l'esplanade du bâtiment principal HG (centre de Zurich). Le PSI a demandé 14,6 mio CHF pour le dépôt intermédiaire BZL 2 ORAB. Le crédit-cadre sollicité en 2021 se monte à 181,2 mio CHF. Les crédits-cadres autorisent des projets de construction allant jusqu'à 10 mio CHF et des planifications de projets de plus de 10 mio CHF.

Maintien de la valeur et de la fonction

La préservation de la valeur et de la fonction des biens immobiliers du Domaine des EPF est une mission légale du Conseil des EPF. Elle est dans l'intérêt de la Confédération, qui en est la propriétaire, et du Domaine des EPF, qui en est l'utilisateur. 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 82% de la valeur à neuf,

telle que calculée en 2020, reste à un niveau élevé (cf. fig. 24, p. 99). Les charges de rénovation des bâtiments historiques sont parfois considérables et entraînent des travaux importants. Le plan d'investissement immobilier 2021–2024 comprend des projets de rénovation de plus de 561 mio CHF et a généré des investissements d'env. 134 mio CHF en 2020. Les travaux d'entretien courant ont par ailleurs absorbé quelque 50 mio CHF du crédit de financement. Le Domaine des EPF prouve ainsi qu'il s'est appliqué à gérer de façon responsable et durable le patrimoine construit mis à sa disposition par la Confédération.

Coordination

En 2020, le service immobilier du Conseil des EPF a assuré la coordination entre les requêtes des offices fédéraux et celles des institutions du Domaine des EPF, dans le développement de normes, de standards et de directives concernant la planification, la réalisation et l'exploitation de l'immobilier. Les institutions sont intervenues, notamment sur les thèmes des réformes structurelles, comme l'élaboration d'un concept de postes de travail partagés (*Desksharing*), d'une stratégie de numérisation dans la construction (méthode du BIM) et d'un système de pilotage pour une utilisation rentable des surfaces. L'accent a aussi été mis sur la préparation à l'entrée en vigueur du droit révisé sur les marchés publics et de la nouvelle culture en matière d'adjudication. Dans le domaine du développement durable, le service immobilier est intervenu dans différents groupes de travail sur la culture du bâti, les coûts du cycle de vie, l'énergie et l'environnement (Exemplarité Energie et Climat, EEC) pour coordonner, mais aussi pour donner forme. Le Conseil des EPF est également membre du Bureau des constructions des hautes écoles (BCHE) du Conseil des hautes écoles de la Conférence suisse des hautes écoles. Celui-ci participe aux décisions sur les contributions aux investissements et la participation aux frais locatifs de la Confédération.

Gouvernance

En décembre 2020, le Conseil des EPF a arrêté des standards minimaux applicables à la gestion des projets de construction du Domaine des EPF. Il a ainsi transposé des recommandations et des propositions d'amélioration

du Contrôle fédéral des finances (CDF), concernant par exemple les grands projets BSS Bâle de l'ETH Zurich et la centrale de chauffage/centre de calcul de l'EPFL. Un processus standard relatif aux projets immobiliers ainsi que l'harmonisation des instruments de pilotage et des procédures d'approbation et de rapport vont améliorer la qualité des projets de construction et faciliter la coopération.

En 2020, l'état-major du Conseil des EPF et les six institutions ont rédigé les rapports périodiques sur la gestion des risques et le système de contrôle interne (SCI) en matière de gestion de l'immobilier. Les premiers enseignements tirés de la pandémie de coronavirus ont été pris en compte. Le processus d'amélioration qui y est associé et les mesures engagées témoignent du soin accordé aux biens immobiliers confiés par la Confédération.

Après d'intenses discussions, le Conseil des EPF a terminé l'étude mandatée par le Conseil fédéral sur la pertinence d'un transfert de propriété de biens immobiliers de la Confédération au Domaine des EPF. Sur la base de plusieurs avis d'experts et de l'attitude négative des institutions, il a informé le propriétaire que, de son point de vue, aucun avantage significatif ne pouvait être obtenu avec un transfert de propriété.

Du fait de l'annulation de grandes manifestations en raison de la pandémie, le résultat du *Swiss Tech Convention Center* (STCC) s'est encore dégradé en 2020. Sur mandat du Conseil des EPF, l'EPFL et l'investisseur sont en quête de solutions pour améliorer durablement les perspectives financières. Les conclusions devraient être présentées d'ici fin 2021.

Environnement et énergie

Dans le contexte du développement durable

Le train de mesures sur le climat qu'a adopté le Conseil fédéral en 2019 vise la neutralité climatique d'ici à 2030 à l'échelle de l'administration fédérale. La Confédération entend ainsi assumer son rôle d'exemple dans la gestion durable et efficace de l'énergie. En tant que service de la construction et des immeubles (SCI), le

Gestion immobilière stratégique du Domaine des EPF

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

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

Conseil des EPF, en concertation avec les institutions du Domaine des EPF, l'OFCL, armasuisse Immobilier et ASTRA, a défini en 2020 les mesures qu'il compte appliquer à son portefeuille immobilier afin d'atteindre les objectifs du Conseil fédéral.

D'ici à 2030, l'administration fédérale centrale et décentralisée, et donc le Domaine des EPF, est tenue de réduire ses émissions annuelles de gaz à effet de serre de moitié par rapport à 2006. Les émissions de gaz à effet de serre restantes doivent être intégralement compensées par des certificats de réduction des émissions. La concrétisation du mandat attribué par le Conseil fédéral prévoit le développement actif de la production d'électricité solaire sur les surfaces adaptées lors des travaux de construction neuve et de rénovation de bâtiments. Les installations techniques du bâtiment viseront une utilisation efficace de l'énergie dans le cadre d'une optimisation de leur fonctionnement. La nouveauté est le remplacement accéléré des sources d'énergie fossiles par des installations utilisant des sources d'énergie renouvelables, ce qui diminuera les émissions de CO₂. Enfin, dans le cadre de la gestion de la mobilité, il faudra développer l'infrastructure de recharge des véhicules électriques sur les sites des institutions pour multiplier ces derniers au sein de la flotte de véhicules interne et inciter le personnel à opter pour l'électrique. Le Conseil fédéral a donné mandat pour la mise en œuvre le 3 septembre 2020.

Le train de mesures pour le climat met l'accent sur différentes mesures de l'initiative de la Confédération «Exemplarité Energie et Climat» (EEC), par laquelle le Domaine des EPF prouve son engagement d'acteur de la mise en œuvre de la stratégie énergétique 2050 depuis 2014. Le Domaine des EPF a amélioré son efficacité de 31,4% par rapport à 2006 et dépassé l'objectif de 25% fixé par l'initiative. Dans le même temps, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie finale a progressé de 44% à 75%.

La pandémie aura impacté l'année 2020, y compris au niveau environnemental. Toutes les dimensions du développement durable auront été touchées. La consommation d'énergie et l'impact sur l'environnement du Domaine des EPF s'en sont ressentis. La pandémie a entraîné une forte baisse des déplacements aériens, l'arrêt partiel des grandes installations de recherche et l'augmentation du travail à distance. Les multiples expériences faites avec le télétravail et les nombreux enseignements tirés des formes de travail mobiles et flexibles ont influencé l'élaboration du concept d'introduction de postes de travail partagés ainsi que l'encouragement à des formes de travail mobiles et flexibles. En conséquence, le Conseil fédéral a chargé en décembre l'administration fédérale et le Domaine des EPF d'introduire le Desksharing aux postes de travail dans les bureaux.

Avec la numérisation croissante du travail, cela va accélérer la mise en place de solutions d'utilisation efficace des surfaces de bureau disponibles. Malgré des conditions plus contraignantes, des projets importants des institutions dans la construction durable ont pu avancer.

Depuis le semestre hivernal 2019/2020, le WSL chauffe le siège du SLF de Davos au moyen d'une pompe à chaleur eau souterraine. Grâce à l'énergie hydraulique locale, toute la chaleur est issue de sources renouvelables. Par ailleurs, le Domaine des EPF vise la certification Or de sa première réalisation construite en vertu du standard Construction durable Suisse (SNBS). Durant l'année sous revue, l'Office fédéral de l'énergie (OFEN) a décerné le Watt d'Or, prix suisse de l'énergie, à l'ETH Zurich pour la poursuite du projet innovant «réseau d'anergie Höggerberg» (cf. p. 17). Avec l'inventaire matériel d'un premier bâtiment, l'école polytechnique teste également le potentiel d'optimisation des cycles des matériaux et assume un rôle de pionnier dans l'important champ d'action de l'économie circulaire. Cette dernière est un sujet sur laquelle l'unité UMAR (*Urban Mining And Recycling*) mène des recherches dans le bâtiment modulaire de recherche et d'innovation NEST à Dübendorf. Grâce à l'installation d'un nouveau refroidisseur pour le chauffage à distance au SwissFEL, le PSI a pu se passer du deuxième puits d'eau souterraine prévu. Cela permet d'économiser 175 000 m³ d'eau souterraine par an. La modernisation de la centrale de chauffage et de réfrigération, avec une pompe à chaleur de l'EPFL qui utilise l'eau du lac, est sur le point d'être mise en service. La construction d'un centre de calcul directement au-dessus de celle-ci garantira une utilisation efficace de l'énergie. Refroidi à l'eau de mer froide, ce centre restituera à l'avenir à la centrale énergétique la chaleur résiduelle produite par les serveurs, pour récupération. Outre l'utilisation de la chaleur contenue dans le réservoir de stockage saisonnier par une pompe à chaleur sur le site de l'Empa/Eawag à Dübendorf, une grande installation photovoltaïque sur le toit du bâtiment du laboratoire a permis d'augmenter de 80% la production propre d'énergie renouvelable de l'entreprise, qui s'élève désormais à 356 000 kWh par an.

L'année 2020 a également été marquée par les travaux préparatoires à l'application du droit révisé sur les marchés publics à partir du 1^{er} janvier 2021 et de la nouvelle culture en matière d'adjudication qui y est associée, avec plus de concurrence de qualité, de durabilité et d'innovation. L'accent mis sur les coûts du cycle de vie dans l'acquisition de biens, de services et de constructions, qui est maintenant exigé par la loi, rend également les questions environnementales et énergétiques plus pertinentes dans les processus d'acquisition du Domaine des EPF.

Objectif stratégique

CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELÈVE SCIENTIFIQUE

En 2020, culture managériale, conseil et diversité ont marqué la politique du personnel. Toutes les institutions ont pris des mesures pour promouvoir l'égalité des chances et, notamment durant la fermeture généralisée, concilier la vie familiale et professionnelle. La culture du respect est restée une priorité. Le Domaine des EPF ne saurait tolérer le *mobbing*, le harcèlement, la discrimination, les menaces et la violence.

Thèmes centraux de la politique du personnel en 2020: culture managériale, conseil et diversité

Toutes les institutions du Domaine des EPF vivent une politique du personnel durable, développée au fil des ans, et continuent de l'optimiser. La série consacrée au *leadership* de l'ETH Zurich soutient le développement managérial du corps professoral et l'amélioration des offres de coaching et de conseil pour l'ensemble des cadres. Un règlement a été rédigé au sujet des comportements inappropriés, et l'offre en services de conseil a été élargie. L'EPFL a aménagé sa politique des ressources humaines et travaillé sur la numérisation. La promotion, la protection et l'accompagnement des collaborateurs ainsi que le développement de leurs compétences managériales font partie des autres grands thèmes traités par les deux EPF.

De son côté, le PSI a instauré le *People Performance & Development Process* (PPDR), qui définit les personnes clés et la planification de la relève, et instaure un processus de *Management by Objectives* (MbO) aux critères

homogènes ainsi que la base d'un développement du personnel ciblé. Pour sa part, le WSL a organisé des ateliers sur les *Unconscious Biases* destinés à ses cadres et proposé aux doctorants et postdoctorants le projet pilote *Job Application Workshop*. La virtualisation de la collaboration stimule l'autonomie ainsi que l'esprit et l'action d'entreprise à tous les échelons et renforce la confiance mutuelle. L'Empa a qualifié d'inédit ce défi relevé avec succès par toutes les institutions. L'Eawag a étoffé son offre de formations continues et proposé à ses cadres l'approfondissement de certains sujets. Elle a également analysé le processus d'entretien d'évaluation.

Révision partielle de l'OPers et analyse de l'égalité salariale

La révision partielle de l'Ordonnance sur le personnel du Domaine des EPF (OPers-EPF), adoptée par le Conseil fédéral, est entrée en vigueur le 1^{er} octobre 2020. Toutes les institutions s'attachent à mettre en œuvre les ajustements qu'elle exige. Le Domaine des EPF a confié l'analyse de l'égalité salariale à une entreprise de conseil externe. Il s'est ainsi conformé à la Loi sur l'égalité et à la Charte pour l'égalité salariale dans le secteur public. Les résultats de cette analyse, disponibles le 31 décembre 2020, seront publiés en interne dans le Domaine des EPF.

Promotion des cadres et évolution du management

Le corps professoral et les cadres technico-administratifs de l'ETH Zurich ont pu bénéficier d'offres de formations, nouvelles ou actualisées, aux compétences managériales. L'ETH Zurich a notamment développé pour son personnel technico-administratif le séminaire de préparation à un nouveau poste de management intitulé *Fit für meine neue Führungsfunktion*. Dans le cadre de la promotion de la culture managériale, l'EPFL a mis en place un programme de formation spécifique au management destiné aux profes-

seurs assistants avec tenure track. Ce programme couvre les compétences fondamentales nécessaires à la direction d'un laboratoire au quotidien.

Pour le développement des cadres et de la stratégie, le PSI a tenu cet été un séminaire de deux jours réservé aux échelons de management supérieurs. Les initiatives stratégiques qui en découlent contribuent à faire du PSI un employeur et un cadre de recherche de premier choix. Le développement de la formation de tous les cadres et spécialistes s'y effectue en co-entreprise avec la Haute Ecole Spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) et les établissements de recherche Empa, Eawag et WSL. Pour leur part, l'Empa et l'Eawag proposent également à leurs cadres des séminaires sur les principes de management, la communication et les processus RH. Tous les collaborateurs des quatre établissements de recherche disposent en outre de nombreuses possibilités internes et externes de perfectionnement de leurs compétences. En plus du CAS Leadership in Science de la FHNW, l'Eawag a lancé des cours de remise à niveau pour la conduite des entretiens d'évaluation ainsi que des formations aux «biais inconscients».

Carrières scientifiques et parentalité

La promotion et l'évolution de la carrière des postdoctorants et des maîtres-assistants font l'objet d'une vaste discussion avec consultation à l'ETH Zurich. Sont notamment débattues les conditions-cadres permettant à de jeunes scientifiques, mères et pères, de continuer à travailler et de poursuivre une carrière scientifique au sein du Domaine des EPF après le congé parental. La prolongation des rapports de travail (pour les professeurs assistants) et l'assouplissement du taux d'occupation sont à l'étude. L'EPFL et l'Eawag (programme *Tailwind*) proposent déjà des solutions avancées pour les parents. L'Empa aussi favorise le retour dans le monde du travail après le congé parental par le biais du Restart Support. Au PSI, le programme Career Return existe depuis plus de dix ans et est complété par des offres de temps partiel destinées aux parents.

Encouragement de la relève scientifique

Les *Career Weeks* permettent aux doctorants de l'ETH Zurich de s'informer sur les options de carrière et de se constituer un réseau. L'ETH Zurich et l'EPFL ont autorisé la prolongation des contrats avec les doctorants et les postdoctorants si la pandémie de coronavirus devait empêcher l'entrée en fonction prévue. De son côté, l'Eawag a examiné des prolongements d'embauche pour les collaborateurs privés de solution de transition par la pandémie.

Le PSI a participé à l'initiative *Work Life Aargau* sur le thème de la pénurie de main-d'œuvre qualifiée et au lancement d'une plate-forme web interactive en association avec la FHNW et CH Media. Celle-ci présente aux personnes à la recherche d'un emploi des informations complètes sur les entreprises partenaires

et sur les spécificités du canton d'Argovie. Le WSL a organisé avec quatre organisations partenaires un atelier de trois jours pour favoriser le réseautage et la collaboration de la relève scientifique pour des doctorants de onze institutions suisses. Aussi en 2020, l'Empa a organisé des séminaires pour doctorants afin de faciliter les carrières dans le monde de l'industrie.

Opportunités de carrière pour tous les groupes de fonction

Le renforcement du mentorat, l'élargissement du développement des compétences et la clarification des attentes réciproques jouent un rôle essentiel pour les évolutions de carrière au sein et à l'extérieur du Domaine des EPF. L'ETH Zurich et l'EPFL présentent les perspectives de carrière dans les sciences et en dehors. Le PSI a évalué les deux programmes *Expert Development Programme* et *Professional Development Support Programme*. Le WSL a publié des instructions sur la formation initiale et continue. Le sondage 2020 réalisé par l'Empa auprès de son personnel a confirmé le haut niveau de satisfaction concernant l'éventail des possibilités de développement existantes. L'Eawag a procédé à une évaluation systématique des besoins et souhaits de formation continue de son personnel à l'occasion des entretiens et a adapté son offre pour préserver l'employabilité.

Encadrement des doctorants et postdoctorants

Dans plusieurs départements de l'ETH Zurich, des postdoctorants et des maîtres-assistants sont épaulés par un mentor, en plus d'un supérieur hiérarchique. Les plates-formes *Postdocs welcome-event*, *Intra- and interpersonal competencies*, *Design your (academic) Career*, *Essential Skills for a Successful Industry Career* et *Lateral Leadership* ont été très appréciées. L'EPFL aussi distingue la «carrière universitaire» visant une chaire de la «carrière avec projet scientifique», très importante pour de nombreux domaines spécialisés.

Le PSI a organisé le *Transferable Skills Programme* à destination des doctorants et postdoctorants. Le cours *Research Integrity Information for PhD students and postdocs* y est obligatoire pour tous les doctorants et postdoctorants. Avec l'élaboration d'un guide destiné aux doctorants et aux personnes qui les encadrent, le WSL se prononce en faveur d'aspects qualitatifs à caractère général pour un doctorat réussi. Il a également lancé un *Job Application Workshop* pour doctorants et postdoctorants. Quant à l'Empa, il a révisé les conditions-cadres d'encadrement et d'encouragement des doctorants et postdoctorants. L'Eawag a proposé des cours sur la santé mentale, des ateliers de présentation, des *fellowships* et des programmes de planification de carrière.

Potentiel de main-d'œuvre suisse

Pour donner la priorité voulue aux personnes travaillant en Suisse, le Domaine des EPF prend des mesures appropriées, comme la publication des postes à pour-

voir sur des plates-formes d'emploi suisses. Les obligations et recommandations légales correspondantes sont prises en compte lors des recrutements.

Intégration professionnelle

Depuis de nombreuses années, le Domaine des EPF embauche des personnes aux capacités restreintes. L'ETH Zurich a complété son case management. Celui-ci prévoit un accompagnement de processus actif systématique pour les collaborateurs et leurs supérieurs hiérarchiques en cas d'incapacité de travail existante ou prévisible due à l'état de santé. Le PSI a participé activement à la rédaction d'un guide pour l'élaboration et l'adaptation de directives de diversité et d'inclusion axées sur la déficience auditive de la Fédération suisse des sourds. Le WSL a approuvé diverses demandes d'essais de travail dans le cadre des mesures de réinsertion prévues par l'AI et vérifie l'accessibilité de ses infrastructures. L'Empa et l'Eawag aussi ont travaillé avec des organismes privés et publics externes et créé, grâce à des mesures individuelles, des possibilités de poste et des emplois supplémentaires.

Mise en œuvre de l'égalité des chances

La commission de conciliation selon la Loi sur l'égalité est entrée en fonction le 1^{er} mars 2020 au sein du Domaine des EPF. L'origine ethnique, la religion, la mobilité sociale, l'orientation ou l'identité sexuelle sont des thématiques de plus en plus présentes. En 2020, l'ETH Zurich a renforcé sa direction en nommant deux nouvelles vice-présidentes, l'une en charge du développement du personnel et du leadership, l'autre du transfert de savoir et des relations économiques. De son côté, l'EPFL a rédigé un rapport sur les moyens d'accroître la part des femmes aux postes de direction

et dans les instances de décision, qui servira à la composition de la future direction. Dans une campagne d'affichage pour la Journée internationale des femmes, le 8 mars, le PSI a mis en avant des femmes qui exercent des métiers traditionnellement masculins. Le WSL a instauré des comités de recrutement paritaires, conformément à sa stratégie d'intégration de la dimension de genre. L'Empa et l'Eawag aussi ont pu nommer plus de femmes à des postes de direction. Au 1^{er} janvier 2020, le pourcentage de femmes à l'Eawag était pour la première fois supérieur à celui des hommes, une situation inédite au sein du Domaine des EPF.

Equilibre entre vie professionnelle et vie privée

En plus des conditions de travail favorables aux familles du Domaine des EPF, les départements et les chaires de l'ETH Zurich et de l'EPFL s'engagent à promouvoir l'équilibre entre famille et travail pour les mères et les pères. La remise annuelle de l'ALEA Award à l'ETH Zurich donne de la visibilité à cette thématique.

Pour soulager les parents, l'EPFL a augmenté le nombre de places d'accueil disponibles pendant les vacances et a créé une offre spéciale de garde d'enfant pendant les vacances scolaires. Le PSI a mis en ligne une page web proposant des outils utiles aux familles qui souhaitent concilier garde des enfants et télétravail. Le WSL a introduit la «règle des 120%» destinée aux post-doctorants, grâce à laquelle les pères et les mères qui consacrent plus de temps à leurs enfants peuvent réduire leur taux d'occupation et nommer une personne de remplacement. Un équivalent plein temps peut ainsi être augmenté jusqu'à 120% sur une base intérimaire. L'équilibre entre vie professionnelle et vie privée est solidement ancré à l'Empa, récompensé à

Deviens une scientifique!

Dans une campagne d'affichage pour la Journée internationale des femmes, le 8 mars 2020, le PSI a mis en avant des femmes qui exercent des métiers traditionnellement masculins (la campagne n'a été réalisée qu'en allemand).

> PSI



plusieurs reprises à cet égard. De son côté, l'Eawag a introduit une règle de conduite sur le télétravail (*Mobiles Arbeiten*). Le WSL a mis en place une nouvelle règle sur le télétravail, qui autorise celui-ci jusqu'à deux jours par semaine, après accord entre le supérieur hiérarchique et le collaborateur.

Promotion de la diversité

Au Domaine des EPF, des entretiens ont lieu régulièrement avec des groupes LGBTQIA+ et avec EQUAL, qui œuvrent pour l'égalité des chances et la diversité. Des premières mesures concrètes comme des toilettes non genrées ont vu le jour à l'ETH Zurich. La haute école a évoqué le mouvement *Black Lives Matter* au cours de plusieurs manifestations en 2020. En place depuis début 2019, le service de consultation et de conciliation *Respekt* intervient sur les questions de *mobbing*, harcèlement (sexuel) et discrimination. Un service de consultation externe indépendant nouvellement créé veille à la mise en œuvre systématique du code de conduite *Respekt*.

Une commission de l'EPFL a évalué la situation des professeures et l'accroissement continu du pourcentage de femmes à des postes de direction. Des cadres du WSL doivent participer à des ateliers sur les «biais inconscients». Des chercheuses de toutes les institutions participent à *Fix the leaky pipeline!* et à *CONNECT (Connecting Women's Careers in Academia and Industry)*. L'ensemble du Domaine des EPF propose des ateliers d'amélioration des compétences interpersonnelles. En 2020, l'Empa et l'Eawag ont coorganisé la série de manifestations *Women in Science*.

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

Le Domaine des EPF a pris plusieurs mesures pour protéger tous ses membres durant la pandémie de coronavirus. L'ETH Zurich promeut l'instauration d'une culture respectueuse où *mobbing*, discrimination, harcèlement, menaces et violence n'ont pas leur place. A ce sujet, elle a adopté le règlement sur le signalement de comportements inappropriés et élargi son offre de médiation et de consultation. L'EPFL, le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag proposent eux aussi les services d'un vaste réseau de consultation à différents niveaux. Le PSI a poursuivi et étendu les mesures initiées par le projet *Safe@Work* et la réalisation périodique de campagnes de sensibilisation.

Durant la pandémie, l'ensemble du personnel du Domaine des EPF a bénéficié de forums en ligne, de campagnes d'information et d'offres de conseil, comme le forum d'échange en ligne pour les cadres ou les cours en ligne du WSL sur la régulation du stress et des émotions.

L'Eawag a fait vérifier ses postes de travail par la Suva, rédigé des documents en vue de la labellisation GSE

Friendly Workplace et organisé diverses manifestations et formations.

Formation des apprenants

Dans toutes les institutions, des offres d'encadrement individuelles permettent à des jeunes aux besoins particuliers d'obtenir leur certificat de fin d'apprentissage et apportent un vrai plus en matière de diversité. L'ETH Zurich, qui propose 170 places d'apprentissage dans 15 métiers, a actualisé sa présentation lors de salons des métiers et a accueilli 180 jeunes pour un stage d'orientation/découverte à différents métiers. Sur la nouvelle plate-forme de formation *Lern mit mir*, des apprenants et des formateurs ont proposé des séances d'information en ligne.

Au printemps, l'EPFL et la *Task Force* «Perspectives Apprentissage 2020» ont organisé une campagne pour la création de places d'apprentissage supplémentaires. La campagne s'adressait aux apprenants qui avaient perdu leur place d'apprentissage à cause de la pandémie ou n'en avaient pas encore trouvé. Elle a porté ses fruits (5% de places créées). Le PSI forme actuellement plus d'une centaine d'apprenants à 15 métiers. Ceux-ci sont régulièrement récompensés par des prix régionaux et nationaux. En octobre, un collaborateur du PSI a remporté la médaille d'or de meilleur électronicien de Suisse lors des *SwissSkills Championships*. Il participera ainsi aux prochains *WorldSkills* à Shanghai. C'est un deuxième apprenant du PSI qui a gagné la médaille de bronze dans ce même groupe de professions. Le WSL forme quant à lui 14 apprenants à 8 métiers, à Birmensdorf et à Davos. L'Empa a une nouvelle fois été distingué comme l'une des meilleures entreprises de formation de Suisse. Il offre une solide formation professionnelle à plus de 40 apprenants dans dix métiers. L'Eawag a créé une deuxième place d'apprentissage en informatique et forme 27 apprenants à quatre métiers.

Synthèse, perspectives et objectifs

Les institutions du Domaine des EPF s'investissent dans l'encadrement et le management du personnel sur l'ensemble du territoire, le renforcement de la conduite stratégique et opérationnelle à tous les échelons, la culture des valeurs et le développement des compétences de tous ses membres. Le haut degré d'efficacité des services du personnel apporte un vrai plus dans la course mondiale aux meilleurs talents. Le Domaine des EPF prend au sérieux les questions de respect, genre, inclusion et diversité. Les déroulements, droits et devoirs ont été clairement définis pour mieux ancrer la culture du respect, avec une tolérance zéro vis-à-vis du *mobbing*, harcèlement, discrimination, menaces et violence. Les deux hautes écoles et les établissements de recherche appliquent les principes du dialogue, de la transparence et de la protection de tout un chacun.

Chiffres-clés du personnel en 2020

Au 31 décembre 2020, le Domaine des EPF comptait 23 472 contrats de travail (CT), soit 20 117,0 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 16, p. 96). Avec 873 CT supplémentaires (+ 3,9%), soit 676,8 EPT, la croissance du personnel est plus élevée qu'en 2019. Elle est aussi bien supérieure aux 2 à 3% habituels. Les deux hautes écoles, l'ETH Zurich et l'EPFL, où l'augmentation du personnel scientifique a entraîné des changements dans toutes les catégories de personnel, sont à l'origine de la plus grande part de la croissance du personnel.

Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorants, reste de loin, avec 14 177 CT (11 994,6 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (60,4% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 16, p. 96), suivi par les collaborateurs techniques qui, avec 4 045 CT (3 676,3 EPT), représentent 17,2% des effectifs. 16,4% des membres du personnel, soit 3 890 CT (3 118,9 EPT), sont des collaborateurs administratifs et 2,0% des apprenants. Avec 887 CT (854,6 EPT), le corps professoral représente quant à lui 3,8% de l'ensemble du personnel.

Corps professoral

En 2020, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL se composait de 701 professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), de 134 professeurs assistants avec tenure track (TT) et de 52 professeurs assistants sans TT (cf. fig. 17, p. 96).

Le pourcentage de femmes dans les trois catégories est passé de 17,2% à 18,5% en 2020. Il était de 15,3% pour les professeurs o. et a., de 30,6% pour les professeurs assistantes avec TT et de 30,8% pour les professeurs assistantes sans TT.

En 2020, 66,9% des 887 professeurs venaient de l'étranger (2019: 66,6%). 48,0% (2019: 52,4%) étaient originaires de l'espace européen et 18,9% d'autres pays (2019: 14,2%) (cf. fig. 18, p. 97).

Financement du corps professoral

Sur les 545 professeurs (524,7 EPT) employés à l'ETH Zurich au 31 décembre 2020, 469,2 EPT (89,4%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 21,4 EPT (4,1%) ont été financés par le FNS, 9,2 EPT (1,8%) par des programmes de recherche européens et 24,4 EPT (4,7%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Sur les 342 professeurs (329,9 EPT) employés à l'EPFL au 31 décembre 2020, 315,4 EPT (95,6%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 3,1 EPT ont été financés par le FNS et par Innosuisse (0,9%), 1,4 EPT (0,4%) par la recherche sectorielle et par des programmes de recherche européens et 10,0 EPT (3,1%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Part de femmes

La proportion de femmes au sein du Domaine des EPF est en constante augmentation. Au cours de la période FRI 2017-2020, elle a augmenté de 1,4% et s'élevait à 35,4% à la fin 2020. La proportion de femmes dans les postes de cadres (à partir de l'échelon fonctionnel EF 10) s'est accrue. Ce chiffre a augmenté de 1,9% au cours de la même période, pour atteindre 21,6%. La proportion de femmes a notamment augmenté dans les deux écoles polytechniques et au WSL. La proportion varie selon le groupe fonctionnel, le domaine d'étude et l'institution. La proportion de femmes est la plus faible au PSI et à l'Empa, et la plus élevée à l'Eawag (cf. fig. 21, p. 98).

Apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 473 jeunes des places de formation professionnelle à plus de 20 métiers au cours de l'exercice sous revue. En 2020, la part de femmes parmi les apprenants était de 32,3%.

CHIFFRES-CLÉS

Tableau de monitoring	86
Rapport sur les prestations académiques	88
Transfert de savoir et de technologie	93
Classement des hautes écoles	95
Personnel	96
Immobilier	99
Environnement et énergie	102

Tableau de monitoring sur les objectifs stratégiques du Conseil fédéral

Fig. 3: Tableau de monitoring sur les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF pour les années 2017–2020

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitoring			
	2008	2013	2016	2017	2018	2019	2020
ENSEIGNEMENT							
Etudiants et doctorants ETH Zurich et EPFL (headcount)							
Nouvelles inscriptions							
Au niveau bachelor	4 052	5 255	5 531	4 756	4 827	4 966	5 245
Etudiants	16 233	22 099	24 217	25 059	26 140	27 275	28 637
Proportion de femmes (%)	29,3	29,1	29,7	30,6	31,2	31,5	31,7
Proportion d'étrangers (%)	27,3	35,5	37,4	38,4	39,3	40,7	40,7
Au niveau bachelor	10 138	13 995	14 727	14 385	14 792	15 243	15 983
Proportion de femmes (%)	28,8	28,6	30,0	30,6	31,6	31,9	32,0
Proportion d'étrangers (%)	23,8	30,9	31,6	29,4	30,4	31,9	32,6
Au niveau master	4 649	7 241	8 662	8 895	9 517	10 163	11 143
Proportion de femmes (%)	28,0	29,4	28,5	29,4	29,6	29,8	30,3
Proportion d'étrangers (%)	34,4	43,1	46,1	45,4	46,3	47,6	48,4
Au niveau diplôme	751	0	0	0	0	0	0
En programme MAS / MBA	695	863	828	840	827	809	816
Proportion de femmes (%)	34,2	34,6	37,9	38,8	40,6	40,3	42,6
Proportion d'étrangers (%)	48,1	45,7	50,2	51,5	50,1	46,7	47,7
De mobilité ¹	–	–	–	939	1 004	1 060	695
Proportion de femmes (%)	–	–	–	35,5	32,9	34,9	33,7
Proportion d'étrangers (%)	–	–	–	96,5	96,6	96,0	95,0
Taux d'encadrement							
Etudiants (bachelor et master) par professeur	25,1	27,7	29,2	28,3	29,7	30,6	31,7
Doctorants	4 823	5 947	6 134	6 234	6 391	6 367	6 598
Proportion de femmes (%)	28,6	30,4	31,0	30,8	31,4	32,8	33,6
Proportion d'étrangers (%)	62,7	72,6	74,3	75,0	76,3	76,9	78,1
Taux d'encadrement							
Doctorants par professeur	7,8	7,7	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7
Etudiants et doctorants	21 056	28 046	30 351	31 293	32 531	33 642	35 235
Proportion de femmes (%)	29,1	29,4	30,0	30,6	31,3	31,7	32,0
Proportion d'étrangers (%)	35,4	43,3	44,9	45,7	46,6	47,5	47,7
Taux d'encadrement							
Etudiants et doctorants par professeur	34,0	36,5	37,9	38,0	39,8	40,5	41,2
Diplômes							
Bachelor	1 656	2 249	2 500	2 602	2 686	2 876	3 007
Diplôme, master	1 978	2 663	2 989	3 065	3 240	3 368	3 344
MAS / MBA	336	346	303	394	343	324	249
Doctorat	832	993	1 256	1 258	1 209	1 290	1 171
Enseignement et encadrement par les établissements de recherche							
Heures d'enseignement	15 569	15 670	18 023	17 992	18 659	18 717	18 553
Travaux de bachelor, master et diplôme	391	532	575	602	623	639	608
Doctorants	700	797	783	807	854	837	842
Proportion de femmes (%)	36,1	36,3	39,8	39,0	38,4	38,2	39,9
Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%)	66,1	67,9	67,4	67,7	68,6	67,9	70,3
Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%)	17,3	13,4	11,7	10,3	8,8	9,8	9,1

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitoring			
	2008	2013	2016	2017	2018	2019	2020
RECHERCHE							
Publications²	-	-	-	-	-	-	-
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques (en mio CHF)	-	-	772,7	743,2	755,2	779,1	774,1
dont Fonds national suisse (FNS)	141,6	209,0	257,4	260,3	254,7	259,7	262,6
dont Innosuisse	26,1	36,8	50,6	62,6	55,5	49,3	50,6
dont programmes-cadres de recherche de l'UE (UE-PCRD)	97,7	135,2	142,1	139,2	141,8	151,6	146,4
TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE (TST)							
Déclarations d'inventions ³	-	-	-	343	358	329	310
Déclarations de logiciels ³	-	-	-	26	36	40	32
Brevets	125	193	230	206	230	224	217
Licences	178	223	353	377	341	324	338
Spin-off	46	43	50	48	55	59	66
PERSONNEL (EPT)							
Professeurs	619,4	767,7	800,8	823,8	818,3	830,5	854,6
Proportion de femmes (%)	10,7	12,4	13,9	14,8	15,4	17,2	18,6
Proportion d'étrangers (%)	61,8	67,1	68,0	67,2	67,3	66,8	67,3
Personnel scientifique	7 956,5	9 927,3	11 053,9	11 204,4	11 542,3	11 608,0	11 994,6
Personnel technique	2 957,6	3 157,3	3 355,1	3 439,8	3 494,0	3 591,8	3 676,3
Personnel administratif	1 771,2	2 279,0	2 577,8	2 690,0	2 804,7	2 952,3	3 118,9
Apprentis	386,0	435,0	463,7	473,6	461,1	457,6	472,6
FINANCES / IMMOBILIER							
Financement fédéral (point de vue du plafond de dépenses) (en mio CHF)	1 949,4	2 271,4	2 453,8	2 530,8	2 530,9	2 581,2	2 596,1
dont contribution financière de la Confédération	1 778,4	2 073,9	2 288,7	2 377,9	2 356,7	2 372,6	2 355,1
dont crédit d'investissement dans les constructions du Domaine des EPF ⁴	170,9	197,5	165,1	152,9	174,2	208,6	241,0

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

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

³ Indicateurs TST supplémentaires introduits en 2017

⁴ Les valeurs pour les années 2018, 2019 et 2020 diffèrent de celles du compte d'Etat (cf. la note en marge p. 104).

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

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

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

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

Rapport sur les prestations académiques

Fig. 4: Etudiants et doctorants par discipline

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 2019 / 2020	
												en %
Architecture	3 098	3 177	3 097	3 066	3 060	3 030	3 047	3 041	3 090	3 035	- 55	- 1,8
ETH Zurich	1 900	1 950	1 852	1 783	1 805	1 771	1 823	1 855	1 904	1 923	19	1,0
EPFL	1 198	1 227	1 245	1 283	1 255	1 259	1 224	1 186	1 186	1 112	- 74	- 6,2
Construction et géomatique	2 727	2 900	3 074	2 946	2 882	2 860	2 791	2 777	2 716	2 700	- 16	- 0,6
ETH Zurich	1 576	1 629	1 740	1 731	1 716	1 701	1 688	1 667	1 614	1 646	32	2,0
EPFL	1 151	1 271	1 334	1 215	1 166	1 159	1 103	1 110	1 102	1 054	- 48	- 4,4
Sciences de l'ingénieur	6 391	6 816	7 245	7 502	7 903	8 069	8 398	8 699	9 081	9 577	496	5,5
ETH Zurich	4 167	4 341	4 549	4 729	4 930	4 993	5 135	5 224	5 467	5 851	384	7,0
EPFL	2 224	2 475	2 696	2 773	2 973	3 076	3 263	3 475	3 614	3 726	112	3,1
Informatique et technologie de la communication	2 253	2 367	2 536	2 665	2 809	3 033	3 261	3 648	4 031	4 529	498	12,4
ETH Zurich	1 082	1 083	1 158	1 247	1 405	1 536	1 753	1 991	2 246	2 560	314	14,0
EPFL	1 171	1 284	1 378	1 418	1 404	1 497	1 508	1 657	1 785	1 969	184	10,3
Sciences exactes et sciences naturelles	4 476	4 780	4 883	4 944	5 145	5 442	5 595	5 810	5 940	6 290	350	5,9
ETH Zurich	2 790	2 903	2 972	3 024	3 157	3 352	3 505	3 691	3 794	4 039	245	6,5
EPFL	1 686	1 877	1 911	1 920	1 988	2 090	2 090	2 119	2 146	2 251	105	4,9
Médecine humaine¹	-	-	-	-	-	-	99	192	286	296	10	3,5
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	99	192	286	296	10	3,5
Sciences de la vie	3 314	3 708	3 879	3 990	4 051	4 216	4 312	4 500	4 624	4 859	235	5,1
ETH Zurich	2 551	2 823	2 923	3 012	3 044	3 162	3 218	3 326	3 433	3 566	133	3,9
EPFL	763	885	956	978	1 007	1 054	1 094	1 174	1 191	1 293	102	8,6
Sciences naturelles orientées système	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	2 569	31	1,2
ETH Zurich	2 261	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	2 569	31	1,2
Management, technologie, économie	833	870	897	913	913	972	973	966	954	937	- 17	- 1,8
ETH Zurich	584	583	549	579	582	571	583	573	560	566	6	1,1
EPFL	249	287	348	334	331	401	390	393	394	371	- 23	- 5,8
Sciences humaines, sociales et politiques²	276	268	276	300	310	318	380	378	382	443	61	16,0
ETH Zurich	276	268	276	300	310	318	366	358	351	406	55	15,7
EPFL	-	-	-	-	-	-	14	20	31	37	6	19,4
Total d'étudiants et de doctorants	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	35 235	1 593	4,7
ETH Zurich	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	1 229	5,5
EPFL	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	364	3,2
dont femmes	7 585	7 973	8 238	8 414	8 677	9 091	9 587	10 167	10 675	11 280	605	5,7
ETH Zurich	5 292	5 445	5 560	5 701	5 873	6 164	6 563	6 917	7 304	7 768	464	6,4
EPFL	2 293	2 528	2 678	2 713	2 804	2 927	3 024	3 250	3 371	3 512	141	4,2
dont étrangers	10 456	11 437	12 152	12 354	12 804	13 615	14 290	15 160	15 993	16 799	806	5,0
ETH Zurich	6 205	6 559	6 751	6 949	7 226	7 563	7 972	8 433	8 876	9 438	562	6,3
EPFL	4 251	4 878	5 401	5 405	5 578	6 052	6 318	6 727	7 117	7 361	244	3,4

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. 5: Etudiants et doctorants par niveau d'études

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 2019 / 2020	
												en %
Etudes de bachelor	12 600	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	14 792	15 243	15 983	740	4,9
ETH Zurich	8 236	8 468	8 817	8 820	9 087	9 309	9 262	9 517	9 895	10 355	460	4,6
EPFL	4 364	4 891	5 178	5 124	5 205	5 418	5 123	5 275	5 348	5 628	280	5,2
Etudes de master	6 568	6 981	7 241	7 781	8 126	8 662	8 895	9 517	10 163	11 143	980	9,6
ETH Zurich	4 607	4 755	4 811	5 187	5 480	5 861	6 158	6 590	7 037	7 790	753	10,7
EPFL	1 961	2 226	2 430	2 594	2 646	2 801	2 737	2 927	3 126	3 353	227	7,3
MAS / MBA	801	911	863	805	836	828	840	827	809	816	7	0,9
ETH Zurich	659	763	661	634	640	635	646	635	626	644	18	2,9
EPFL	142	148	202	171	196	193	194	192	183	172	-11	-6,0
Etudiants de mobilité¹	-	-	-	-	-	-	939	1 004	1 060	695	-365	-34,4
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	449	480	467	317	-150	-32,1
EPFL	-	-	-	-	-	-	490	524	593	378	-215	-36,3
Total d'étudiants	19 969	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	26 140	27 275	28 637	1 362	5,0
ETH Zurich	13 502	13 986	14 289	14 641	15 207	15 805	16 515	17 222	18 025	19 106	1 081	6,0
EPFL	6 467	7 265	7 810	7 889	8 047	8 412	8 544	8 918	9 250	9 531	281	3,0
Etudes de doctorat	5 660	5 836	5 947	6 007	6 103	6 134	6 234	6 391	6 367	6 598	231	3,6
ETH Zurich	3 685	3 795	3 889	3 975	4 026	4 010	4 092	4 175	4 168	4 316	148	3,6
EPFL	1 975	2 041	2 058	2 032	2 077	2 124	2 142	2 216	2 199	2 282	83	3,8
Total d'étudiants et de doctorants	25 629	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	35 235	1 593	4,7
ETH Zurich	17 187	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	1 229	5,5
EPFL	8 442	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	364	3,2

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

Différences entre les modes de comptage entre le Conseil du EPF et l'OFs

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

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

Fig. 6: Nouvelles inscriptions au niveau bachelor à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 2019 / 2020	
												en %
Architecture	646	599	604	564	573	569	437	450	468	498	30	6,4
Construction et géomatique	638	620	613	486	493	488	366	370	383	403	20	5,2
Sciences de l'ingénieur	1240	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	1353	1327	-26	-1,9
Informatique et technologie de la communication	448	465	547	595	596	679	582	662	708	780	72	10,2
Sciences exactes et sciences naturelles	954	986	969	952	1001	1108	985	928	952	1074	122	12,8
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	-	100	100	100	100	0	0,0
Sciences de la vie	578	700	744	721	695	778	635	696	725	719	-6	-0,8
Sciences naturelles orientées système	321	336	335	316	366	372	288	307	259	326	67	25,9
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	13	12	14	14	16	19	13	11	18	18	0	0,0
Total	4 838	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756	4 827	4 966	5 245	279	5,6

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

Fig. 7: Proportion de femmes parmi les étudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
% au niveau bachelor	29,4	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6	31,9	32,0
% au niveau master	29,2	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6	29,8	30,3
% en programme MAS/MBA	37,1	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6	40,3	42,6
% des étudiants de mobilité	-	-	-	-	-	-	35,5	32,9	34,9	33,7
% au niveau doctorat	29,4	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4	32,8	33,6

Fig. 8: Proportion d'étrangers parmi les étudiants et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL

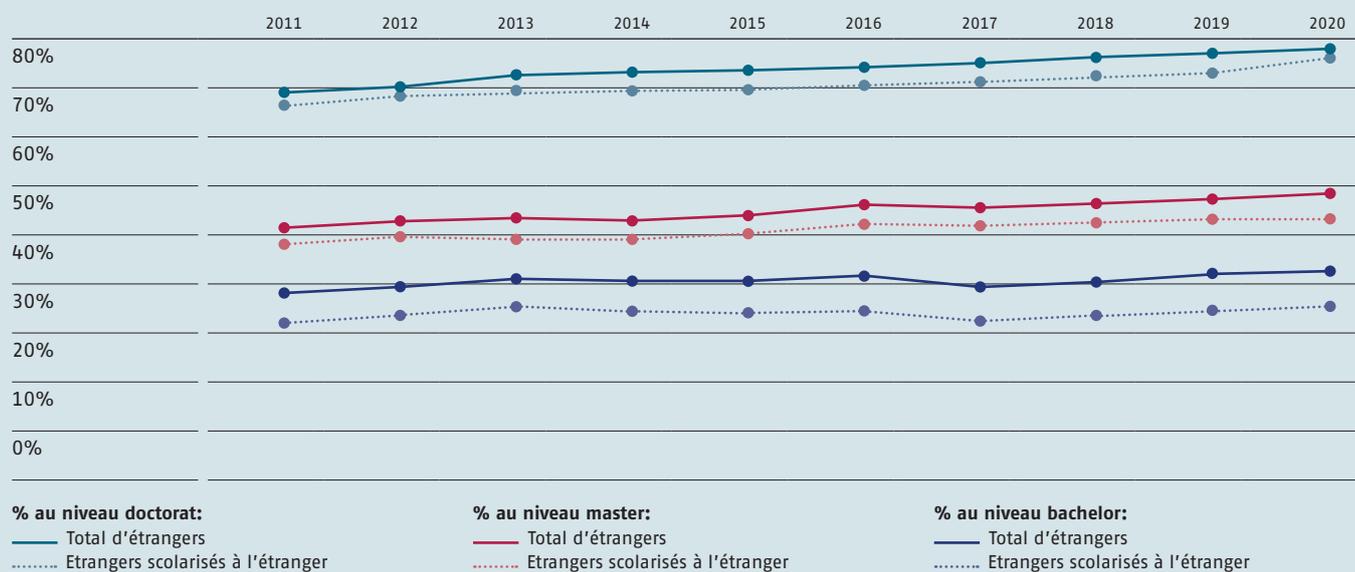


Fig. 9: Taux d'encadrement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Taux d'encadrement	35,8	36,4	36,5	36,8	37,4	37,9	38,0	39,8	40,5	41,2
Niveau bachelor/master	26,8	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7	30,6	31,7
Niveau doctorat	7,9	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7
Taux d'encadrement élargi	23,7	24,5	24,7	24,7	25,3	25,7	25,8	26,8	27,4	27,9
Niveau bachelor/master	17,8	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0	20,7	21,5
Niveau doctorat	5,2	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2	5,2

Fig.10: Titres obtenus par niveau d'études

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	Δ 2019 / 2020	
												en %
Bachelor	1988	2216	2249	2538	2528	2500	2602	2686	2876	3007	131	4,6
ETH Zurich	1304	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	1758	1843	85	4,8
EPFL	684	769	802	959	964	929	996	1008	1118	1164	46	4,1
Master	2159	2320	2663	2711	2821	2989	3065	3240	3368	3344	-24	-0,7
ETH Zurich	1506	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	2335	2260	-75	-3,2
EPFL	653	670	816	872	942	974	993	1044	1033	1084	51	4,9
MAS / MBA	301	256	346	260	254	303	394	343	324	249	-75	-23,1
ETH Zurich	203	184	228	205	175	203	272	232	245	160	-85	-34,7
EPFL	98	72	118	55	79	100	122	111	79	89	10	12,7
Doctorat	1027	1095	993	1197	1109	1256	1258	1209	1290	1171	-119	-9,2
ETH Zurich	696	747	579	769	718	851	827	802	866	781	-85	-9,8
EPFL	331	348	414	428	391	405	431	407	424	390	-34	-8,0

Fig. 11: Enseignement et encadrement par les établissements de recherche



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

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

- Nombre de doctorats encadrés
- Nombre de travaux de bachelor, de master et de diplôme encadrés
- Nombre d'heures d'enseignements par année

Transfert de savoir et de technologie

Fig. 12: Transfert de savoir et de technologie dans le Domaine des EPF

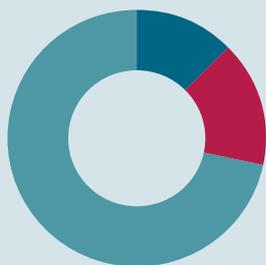
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Déclarations d'inventions¹	-	-	-	-	-	-	343	358	329	310
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	171	205	159	165
EPFL	-	-	-	-	-	-	134	119	132	107
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	38	34	38	38
Déclarations de logiciels^{1,2}	-	-	-	-	-	-	26	36	40	32
ETH Zurich	-	-	-	-	-	-	20	19	26	18
EPFL	-	-	-	-	-	-	6	13	13	14
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	-	0	4	1	0
Brevets	147	195	193	211	219	230	206	230	224	217
ETH Zurich	72	87	103	82	98	109	84	109	102	115
EPFL	52	75	66	99	88	100	95	95	98	75
Etablissements de recherche	23	33	24	30	33	21	27	26	24	27
Licences	194	230	223	270	311	353	377	341	324	338
ETH Zurich	45	35	38	35	50	78	82	87	62	43
EPFL	50	31	41	46	48	58	50	39	50	53
Etablissements de recherche	99	164	144	189	213	217	245	215	212	242
Spin-off	40	38	43	49	48	50	48	55	59	66
ETH Zurich	22	22	24	22	25	25	25	27	30	34
EPFL	15	12	12	24	18	20	15	25	23	25
Etablissements de recherche	3	4	7	3	5	5	8	3	6	7

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

² Logiciels *Open Source* non compris

Licences

338



ETH Zurich	43
EPFL	53
Etablissements de recherche	242

Déclarations d'inventions

310

Déclarations de logiciels

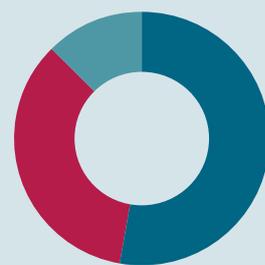
32

Spin-off

66

Brevets

217



ETH Zurich	115
EPFL	75
Etablissements de recherche	27

Fig. 13: Collaboration avec l'économie privée et le secteur public

	2017	2018	2019	2020
Contrats de collaboration avec l'économie privée	507	594	570	610
dont financement par l'économie privée	316	415	404	388
ETH Zurich	122	149	163	143
EPFL	99	120	125	95
Etablissements de recherche	95	146	116	150
dont financement par Innosuisse et les UE-PCRD*	191	179	166	222
ETH Zurich	57	74	55	72
EPFL	66	49	61	56
Etablissements de recherche	68	56	50	94
Contrats de collaboration avec le secteur public suisse	285	261	278	262
ETH Zurich	88	100	88	92
EPFL	54	43	51	47
Etablissements de recherche	143	118	139	123

Nombre de nouveaux contrats de collaboration (mandats de recherche et prestations de services scientifiques) établis avec l'économie privée ou le secteur public suisse d'un montant total de minimum 50 000 CHF par contrat. Ces indicateurs sont pris en compte depuis 2017.

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

Indicateurs TST et mode de comptage

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

Seuls les contrats de collaboration nouvellement conclus sont comptabilisés pour représenter la collaboration des institutions avec l'écono-

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

Classements mondialement réputés (cf. fig. 14 et 15)

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 dans les classements CWTS Leiden World et européens (cf. fig. 14) reposent sur cet indicateur.

Personnel

Fig. 16: Effectifs et taux d'occupation selon les groupes de fonction

2020	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %
Professeurs (o. / a.)	594	567,6	95,6	107	103,1	94,6	701	670,7	95,7
Professeurs avec tenure track	93	93,0	100,0	41	41,0	100,0	134	134,0	100,0
Professeurs sans tenure track	36	34,7	96,4	16	15,2	95,0	52	49,9	96,0
Personnel scientifique	9 686	8 312,2	85,8	4 491	3 682,4	82,0	14 177	11 994,6	84,6
dont senior scientists et MER	689	660,4	95,8	117	106,9	91,4	806	767,3	95,2
Personnel technique	3 123	2 942,4	94,2	922	733,9	79,6	4 045	3 676,3	90,9
Personnel administratif	1 315	1 163,0	88,4	2 575	1 955,9	76,0	3 890	3 118,9	80,2
Apprenants	320	320,0	100,0	153	152,6	99,7	473	472,6	99,9
Total	15 167	13 423,9	88,6	8 305	6 684,1	80,5	23 472	20 117,0	85,7

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 6598 doctorants inscrits. Lorsqu'ils disposent d'un engagement au Domaine des EPF, ils sont comptés avec le personnel scientifique.

Fig. 17: Evolution du nombre de professeures et de professeurs

2020	2020			2019			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeurs (o. / a.)	594	107	701	589	102	691	0,8	4,9	1,4
Professeurs avec tenure track	93	41	134	90	32	122	3,3	28,1	9,8
Professeurs sans tenure track	36	16	52	35	14	49	2,9	14,3	6,1
Total professeurs	723	164	887	714	148	862	1,3	10,8	2,9

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

Catégories de professeurs

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

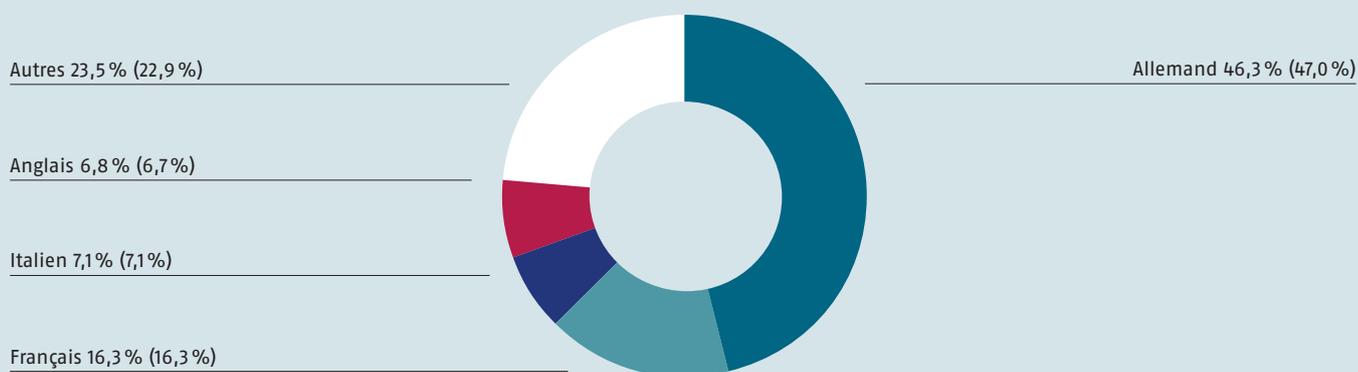
Le 1^{er} mars 2017, un nouvel article est entré en vigueur dans l'Ordonnance sur le corps professoral des EPF. Il élargit la catégorie des professeurs ordinaires et définit les conditions-cadres pour l'engagement des «professeurs affiliés». L'ancrage des conditions-cadres permet aux deux EPF de mieux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

Fig. 18: Origine du corps professoral

2020	Suisse			UE			Autres		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Professeurs (o. / a.)	228	32	260	283	56	339	83	19	102
Professeurs avec tenure track	12	5	17	47	20	67	34	16	50
Professeurs sans tenure track	13	4	17	11	9	20	12	3	15
Total professeurs	253	41	294	341	85	426	129	38	167

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

Fig. 19: Langue maternelle des collaborateurs



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

Fig. 20: 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. 21: Evolution de la part de femmes selon les institutions



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

Fig. 22: Provenance des fonds selon les groupes de fonctions

Groupe de fonctions		Corps professoral (total)	Personnel scientifique	Personnel technique	Personnel administratif	Total EPT
Origine des fonds						
Financement fédéral Contribution financière de la Confédération	2019	767,8	5 859,0	2 951,4	2 660,2	12 238,4
	2020	784,6	6 041,1	3 004,7	2 776,3	12 606,7
	Δ 2019 / 2020	16,8	182,1	53,3	116,1	368,3
Fonds de tiers Promotion de la recherche (FNS, Innosuisse, autre), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE	2019	30,0	4 155,3	243,2	104,4	4 532,9
	2020	35,6	4 360,5	273,8	106,3	4 776,2
	Δ 2019 / 2020	5,6	205,2	30,6	1,9	243,3
Recherche axée sur l'économie, dons / legs	2019	32,5	1 596,3	395,3	187,2	2 211,3
	2020	34,4	1 593,3	397,5	236,3	2 261,5
	Δ 2019 / 2020	1,9	-3,0	2,2	49,1	50,2
Total	2019	830,3	11 610,6	3 589,9	2 951,8	18 982,6
	2020	854,6	11 994,9	3 676,0	3 118,9	19 644,4
	Δ 2019 / 2020	24,3	384,3	86,1	167,1	661,8

Origine des fonds par groupe de fonctions (en EPT) en 2020 et par rapport à 2019; Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (472,6 EPT) et les stagiaires.

Immobilier

Fig. 23: Origine des fonds des constructions du Domaine des EPF (en mio CHF)

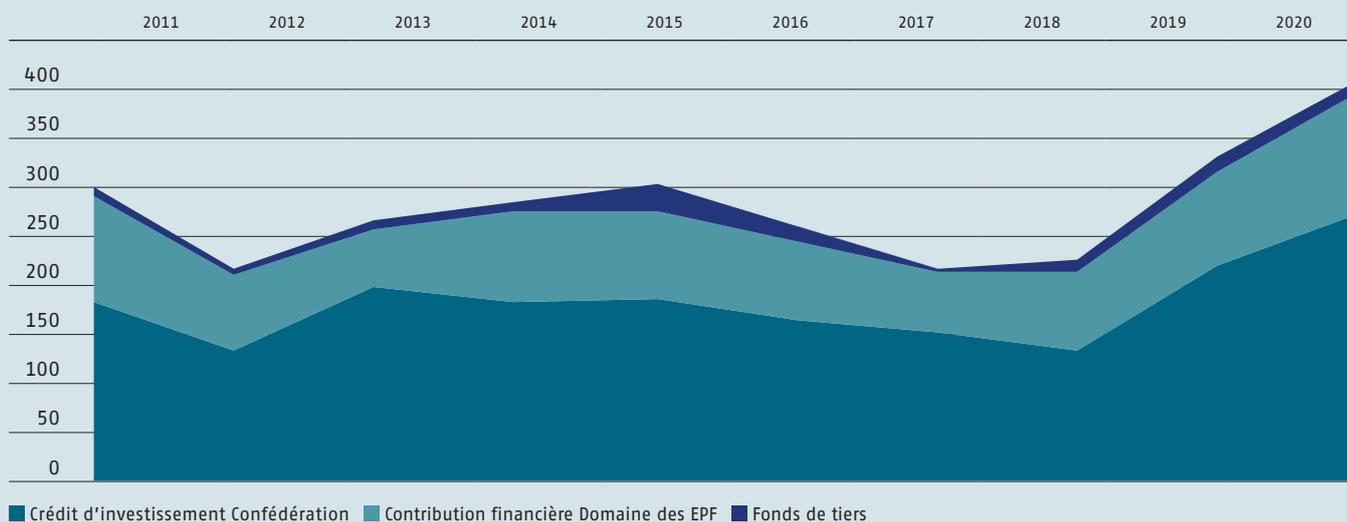
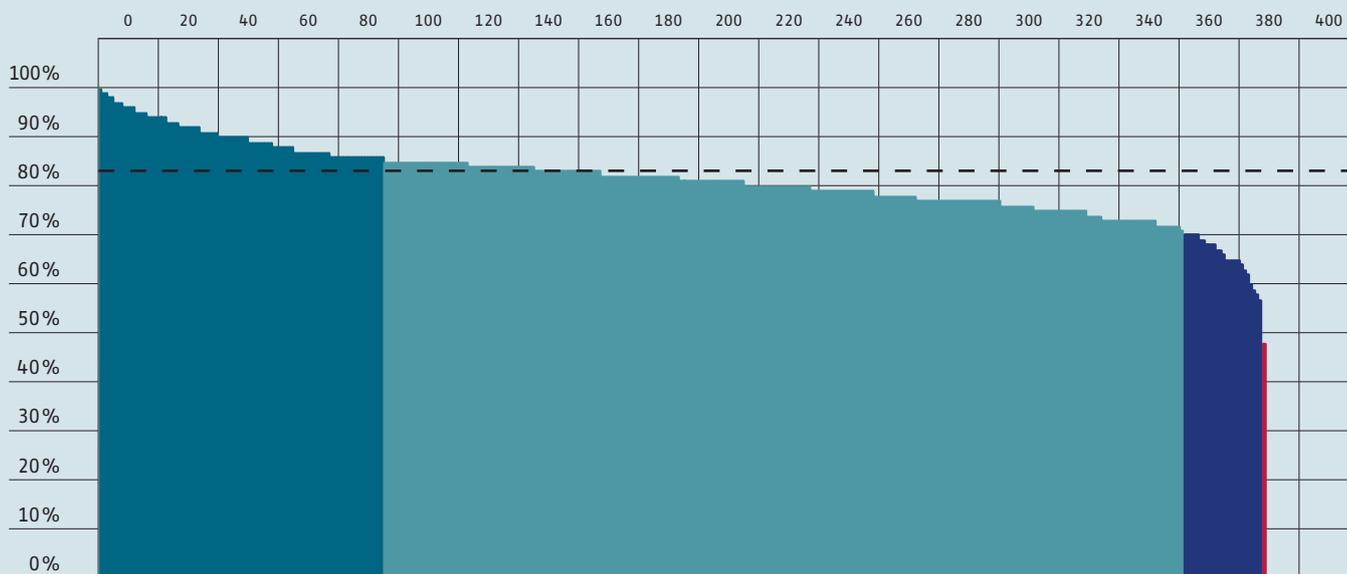


Fig. 24: Valeurs d'état au 31 décembre 2020



Nombre d'objets saisis: 388

- Très bon état, état neuf
 - Bon état, aucune mesure nécessaire
 - Etat moyen, planifier / mettre en application des mesures
 - En mauvais état, mesures nécessaires
- Valeur vénale moyenne de tous les objets: 82%

Fig. 25: Evolution de la surface utile principale par institution en %

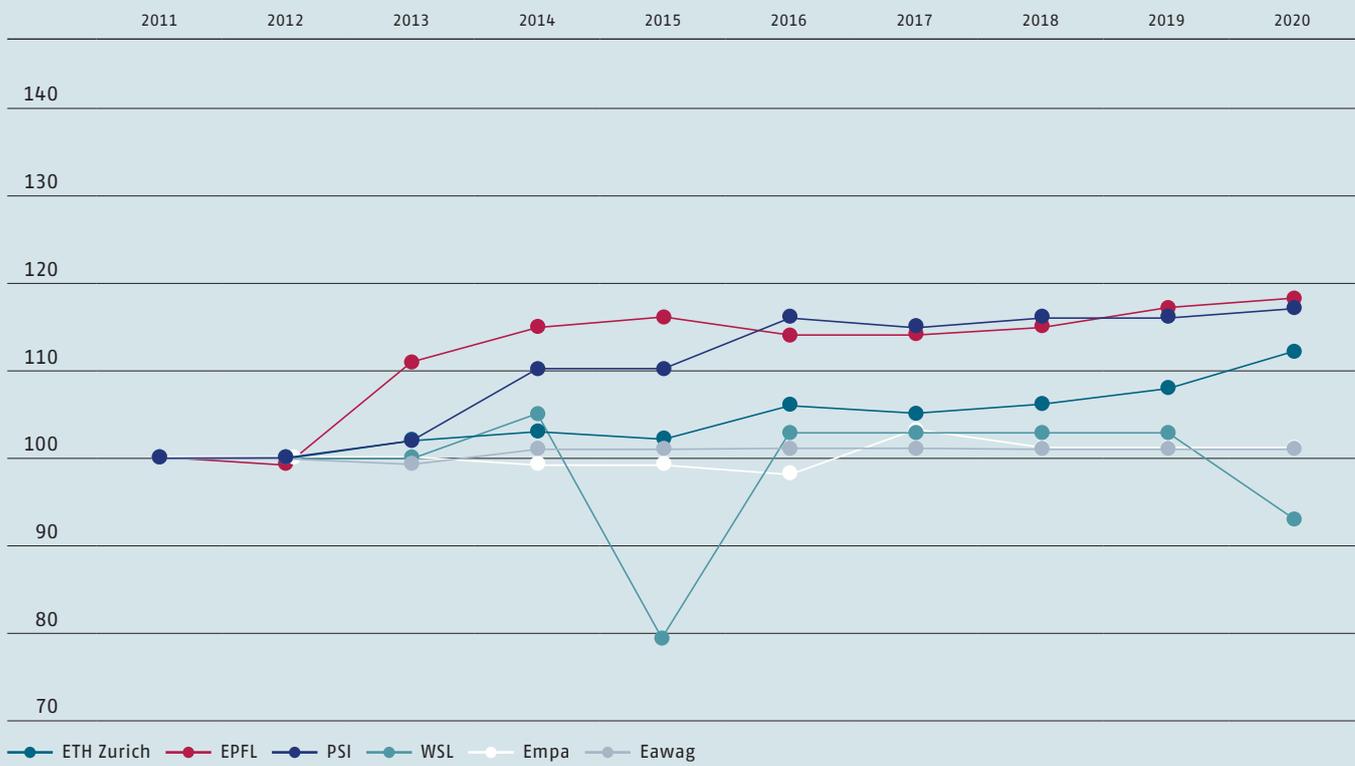


Fig. 26: Mix de surfaces (en 1000 m²)

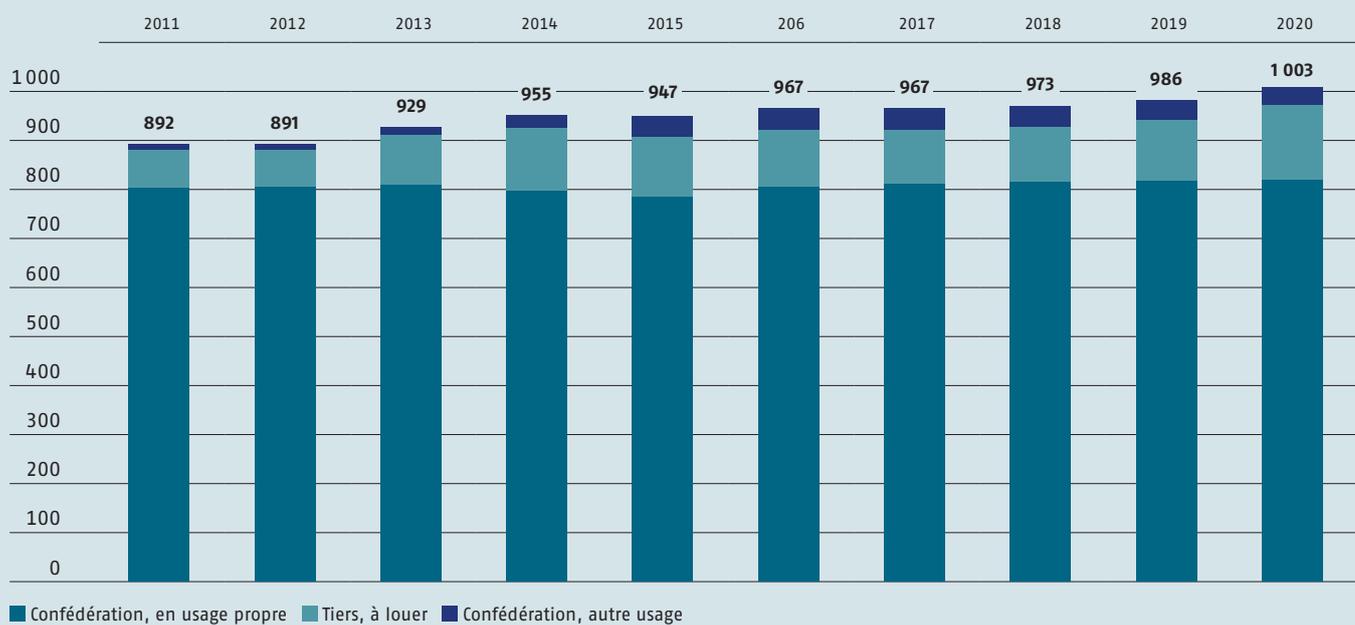


Fig. 27: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

Mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Bâtiments / installations							
Nombre	161	86	138	23	28	13	449
Valeur d'acquisition	3 612	1 657	634	102	368	102	6 476
Valeur comptable	1 258	831	222	43	90	46	2 490
Parcelles							
Nombre	68	20	14	15	4	4	125
Valeur comptable	693	243	30	24	63	10	1 064
Valeur comptable constructions en cours	438	88	13	2	8	24	574
Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives)							0
Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)	2 389	1 162	265	68	162	81	4 128
Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs)							270

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

Fig. 28: Investissements

1000 CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Crédit d'investissement Confédération	194 270	45 700	13 590	14 300	5 640	10 400	271 030
pour construction neuve ou remplacement	98 349	14 420	8 709	583	4 883	10 201	137 145
pour maintien de la valeur et de la fonction	95 921	31 280	4 881	847	757	199	133 885
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur)	86 796	25 824	6 670	126	3 381	2 336	125 133
Fonds de tiers	11 390	0	0	0	1 228	0	12 618
Dépenses en construction des institutions	292 456	71 524	20 260	1 556	10 249	12 736	408 780
Surface utile principale SUP (en m ²)	504 220	290 560	113 010	18 230	59 720	17 380	1 003 120
Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²)	580	246	179	85	172	733	408

Investissements 2020 dans le portefeuille immobilier du Domaine des EPF par rapport à la surface utile principale (SUP, m²). Celle-ci correspond à la surface utile (SU) directement associée à la tâche principale d'enseignement et de recherche. Comme les instituts de recherche ne dispensent pas eux-mêmes d'enseignement, un ratio d'ensemble en surfaces – par exemple sur la base du nombre d'étudiants – serait peu significatif.

Environnement et énergie

Fig. 29: Données énergétiques et environnementales

		Domaine des EPF 2018	Domaine des EPF 2019	ETH Zurich Total	EPFL Total	PSI Total	WSL Total	Empa Total	Eawag Total	Domaine des EPF Tendence 2020 ¹
DONNÉES DE BASE										
Surface de référence énergétique SRE ²	m ²	1470 019	1461445	692 616	426 673	169 650	20 964	123 442	28 100	1466 089
Equivalent plein temps ³	EPT	37 532	38 453	22183	11765	2 053	724	1042	686	
ENERGIE⁴										
Energie finale nette⁷	kWh / a	435 890 829	433 298 723	184 193 800	99 418 680	125 728 700	4 713 270	15 133 308	4 110 965	438 432 862
Electricité nette (sans autoprod.)	kWh / a	346 882 764	338 918 497	130 235 000	72 680 000	119 033 700	3 068 186	10 498 570	3 403 041	
Achat d'électricité non certifiée	kWh / a	43 870 141	40 823 700	1790 000		39 033 700	0	0	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh / a	303 012 623	298 094 797	128 445 000	72 680 000	80 000 000	3 068 186	10 498 570	3 403 041	
Electricité (sans naturemade star)	kWh / a	293 836 779	289 168 394	124 445 000	70 865 000	80 000 000	886 636	12 971 758		
Photovoltaïque naturemade star	kWh / a	2 085 290	2 085 076		2 000 000				85 076	
Hydraulique naturemade star	kWh / a	13 954 314	13 902 965	4 000 000	4 585 000		2 000 000		3 317 965	
Eolienne naturemade star	kWh / a	100 000	181 550				181 550			
Vente d'électricité	kWh / a	- 6 963 760	- 7 243 188		- 4 770 000			- 2 473 188		
Energie thermique	kWh / a	87 509 035	93 583 133	53 958 800	26 537 400	6 527 000	1 217 271	4 634 738	707 924	
Mazout	kWh / a	8 613 209	6 468 680	350 000	5 501 000	498 000	117 981	0	1 699	
Gaz naturel	kWh / a	50 769 631	61 567 793	36 103 000	20 823 000	0	0	4 641 793		
Chaleur à distance	kWh / a	51 884 009	51 263 195	43 295 800	533 000	6 029 000	0	699 170	706 225	
Copeaux de bois	kWh / a	1136 016	1 099 290	0	0	0	1 099 290	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh / a	- 24 893 830	- 26 815 825	- 25 790 000	- 319 600	0	0	- 706 225	0	
Carburants (propres véhicules)	kWh / a	1 499 030	1 598 376	801 283	201 280	168 000	427 813	0	0	
Informations supplémentaires Energie										
Frais d'électricité et de production de chaleur ⁵	CHF / a	48 131 104	51 282 272	26 970 679	10 923 378	10 576 567	4 922 218	1 828 601	4 90 829	49 415 678
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh / a	2 718 349	2 820 765	246 471	2 000 000	0	49 520	355 650	169 124	
Total vente à des tiers	kWh / a	- 31 857 590	- 34 059 013	- 25 790 000	- 5 089 600	0	0	- 3 179 413	0	
EAU (POTABLE)	M³	680 576	696 654	366 357	181 907	113 779	7 737	22 023	4 851	524 748
MATIÈRES										
Papier	kg	284 909	234 464	141 500	51 549	22 284	5 961	8 566	4 604	203 182
Papier de fibres nouvelles	kg	82 817	70 921	21 500	34 776	9 111	806	125	4 603	41 409
Papier recyclé	kg	202 092	163 543	120 000	16 773	13 173	5 155	8 441	1	161 773
INDICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT										
Energie primaire⁶	kWh / a	587 599 808	578 932 282	208 671 648	120 229 909	219 239 419	7 244 746	18 253 599	5 292 961	
Dont énergies renouvelables	%	65	66	59	59	76	58	68	77	
Emissions de t CO₂	t CO₂ / a	36 630	37 279	16 512	9 511	9 225	366	1 366	299	

1 Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2021.

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

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

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

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

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

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

FINANCES

Aperçu financier global	104
Comptes annuels consolidés*	108
Compte de résultat consolidé*	108
Bilan consolidé*	109

* Extrait du rapport financier 2020

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2020

Aperçu financier global

La pandémie de coronavirus aura confronté le Domaine des EPF à de multiples défis en 2020. Les institutions ont su réagir de façon appropriée durant l'état d'urgence et sont restées des partenaires fiables. La base de financement stable du Domaine des EPF y a largement contribué. Les activités de construction, qui ont pu se poursuivre, ont entraîné de fortes dépenses en 2020.

Plafond de dépenses 2017-2020

Le plafond de dépenses pour le Domaine des EPF durant la période FRI 2017-2020 était de 10 337,8 mio CHF. Le Parlement fédéral l'a approuvé le 16 septembre 2016 par l'AF 4. 10 239,0 mio CHF de crédits au total ont été autorisés pour 2017-2020. A la fin de la période de prestations, 99% du plafond avaient donc été utilisés, soit une croissance annuelle moyenne de 1,4% (calculée sur la base du budget 2016). Cette croissance était légèrement inférieure à l'objectif de croissance de 1,9% selon le message FRI 2017-2020, en raison de la correction de l'inflation et de la planification des dérogations.

La figure 30 récapitule le plafond de dépenses et les crédits pour le Domaine des EPF durant la période FRI 2017-2020.

Crédits autorisés en 2020

Le financement fédéral alloué annuellement au Domaine des EPF se compose du crédit de charges (A231.0181: contribution financière de la Confédération) et du crédit d'investissement (A202.0134: crédit d'in-

vestissement Constructions du Domaine des EPF). Avec l'AF la sur le budget 2020, les Chambres fédérales ont approuvé 2596,1 mio CHF pour les deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses. L'augmentation par rapport à 2019 (2581,2 mio CHF) se chiffre donc à 15,0 mio CHF (+ 0,6%). Elle comprend également la hausse de budget de 29,97 mio CHF (par rapport à la proposition des Chambres fédérales dans le cadre de l'ACF, août 2019). En 2020, un transfert de crédit (60 mio CHF) a été opéré au débit du crédit Contribution financière de la Confédération.

Aperçu financier global du Domaine des EPF

Les précédents paragraphes portent sur le financement fédéral sur la base des crédits autorisés. Les paragraphes suivants s'intéressent au financement fédéral qui a une incidence sur les recettes, c.-à-d. sur la base des fonds attribués au Domaine des EPF complétés par les recettes des fonds de tiers.

D'une part, le financement fédéral couvre la dotation de base pour l'enseignement et la recherche et, d'autre part, il finance les investissements dans les biens immobiliers qu'utilise le Domaine des EPF et qui appartiennent majoritairement à la Confédération. La Confédération a transféré au Domaine des EPF la gestion des biens immobiliers fédéraux qu'il utilise. Les investissements engagés et surveillés par le Domaine des EPF dans ces biens immobiliers sont présentés dans le rapport de gestion, à partir de la page 75. Seule la prise en compte du crédit d'investissement (apport de fonds) qui relève de l'OFCL (VE 620 administration générale) et des dépenses d'investissements pour les biens immobiliers de la Confédération permet un aperçu financier global sur les fonds attribués au Domaine des EPF et sur leur utilisation. L'aperçu financier global rend ainsi compte du pilotage politique de la Confédération dans son ensemble, indépendamment des rapports de propriété des biens immobiliers.

Le *monitoring* contient les crédits autorisés pour le budget conformément à l'AF Ia. En revanche, le compte d'Etat (volume 2 B) et ce chapitre à partir d'Origine et affectation des fonds présentent les dépenses. De ce fait, les valeurs du crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF (crédit A202.0134) n'étaient pas les mêmes dans le rapport de gestion du Conseil des EPF pour le Domaine des EPF et les comptes d'Etat de 2018 à 2020.

En revanche, les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF (cf. rapport financier www.cepf.ch/rapportfinancier2020) intègrent la contribution fédérale aux loyers (A231.0182: contribution aux loyers du Domaine des EPF), qui équivaut à un crédit pour l'utilisation des biens immobiliers appartenant à la Confédération.

La figure 31 montre l'aperçu financier global du Domaine des EPF pour 2020. Les sources et les utilisations des fonds pour l'année de référence sont expliquées dans les sections suivantes.

Origine des fonds (recettes) en 2020

En 2020, le Domaine des EPF a perçu des crédits à hauteur de 2596 mio CHF. La contribution financière s'est élevée à 2355 mio CHF et le crédit d'investissement à 241 mio CHF. S'y sont ajoutées des réserves affectées dissoutes¹ à hauteur de 30 mio CHF, mises à la disposition du Domaine des EPF pour des investissements affectés dans des biens immobiliers fédéraux. L'Administration fédérale des finances (AFF) a approuvé la dissolution durant l'exercice sous revue.

Le Domaine des EPF a ainsi reçu 2626 mio CHF de fonds du financement fédéral, soit 71% du financement total.

Les recettes consolidées de fonds de tiers se sont élevées à 1093 mio CHF. Elles proviennent de contributions à la recherche axées sur des projets, de donations, de taxes d'études et d'autres recettes.

En 2020, le Domaine des EPF a fait état de 3719 mio CHF de recettes au total (financement fédéral 2626 mio CHF et recettes de fonds de tiers 1093 mio CHF).

La figure 32 donne un aperçu de la répartition des recettes globales d'après l'origine des fonds.

Les produits de fonds de tiers de 2020 qui, à la différence des recettes, sont régularisés par période sont détaillés dans l'objectif 8 et commentés dans le rapport financier (cf. p. 71 ss et www.cepf.ch/rapportfinancier2020).

Affectation des fonds (dépenses) en 2020

Les fonds financent d'une part les charges de personnel dans l'enseignement, la recherche et l'administration et d'autre part les charges de biens et services ainsi que les investissements dans les immobilisations incorporelles et les immobilisations corporelles meubles et immeubles. En 2020, les dépenses se sont élevées à 3653 mio CHF au total, soit 100 mio CHF de plus que l'année précédente (3553 mio CHF).

La figure 33 récapitule la répartition des dépenses globales en fonction de l'affectation des fonds pour l'année 2020.

La majeure partie des fonds, autour de 65% du volume total des dépenses, est allouée au personnel, comme en 2019. Les investissements ont augmenté et représentent environ 16 % des dépenses totales (2019: 13%). La hausse des dépenses s'explique donc par la hausse des charges de personnel et par celle des investissements. Le montant des charges de biens et services et autres charges (2020: 19%, 2019: 22%) pour l'infrastructure et pour des projets dans l'enseignement et la recherche dépend de nombreux facteurs (cf. le rapport financier sur le site www.cepf.ch/rapportfinancier2020). En 2020, l'impact de la pandémie de coronavirus est apparu comme le facteur le plus important contribuant à la baisse de cette catégorie de dépenses.

Fig. 30: Plafond de dépenses et crédits du Domaine des EPF pour la période FRI 2017–2020

Mio CHF

	Plafond de dépenses et crédits du Domaine des EPF, AF4 du 16 septembre 2016	10 337,8
2017	2 377,9 152,9	2 530,8
2018	2 356,7 174,2	2 530,9
2019	2 372,6 208,5	2 581,2
2020	2 355,1 241	2 596,1
Non sollicité*		98,8

* Le plafond de dépenses (10337,8 mio CHF) a été utilisé à 99%: 10239,0 mio CHF de crédits ont été sollicités.

■ A231.0181 Contribution financière de la Confédération
■ A202.0134 Crédit d'investissement Constructions du Domaine des EPF

¹ Sur les réserves d'un montant de 40 mio CHF (cf. compte d'Etat 2018) constituées dans l'administration générale conformément à l'art. 32a LFC, 30 mio CHF ont été utilisés selon l'art. 35 LFC. Dans le compte d'Etat 2020, cette utilisation est comptabilisée comme dissolution à l'aide d'un dépassement de crédit à l'OFCL (VE 620) dans le crédit A202.0134 Constructions du Domaine des EPF.

Charges de personnel en 2020

Totalisant 2390 mio CHF, ces charges sont de 84 mio CHF supérieures à celles de l'année précédente (2019: 2306 mio CHF). En 2020, 19 644 équivalents plein temps (EPT; valeurs au jour de référence) ont été financés, répartis sur 22 999 contrats de travail (CT) (2019: 18 983 EPT). L'augmentation des charges de personnel est essentiellement due au financement de postes supplémentaires (+ 662 EPT, + 4%). Une partie des charges de personnel supplémentaires a été utilisée pour compenser l'inflation, gérer le système salarial et financer la hausse des cotisations de l'employeur au régime de pension.

Le financement fédéral finance la majeure partie des EPT (2020: 12 607 EPT), pour lesquels près de 1700 mio CHF ont été dépensés en 2020 selon le recensement statistique et imputés au financement fédéral (Contribution financière de la Confédération). Le financement fédéral a financé 368 EPT de plus qu'en 2019. Les contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE-PCRD ont financé 4776 EPT. Les fonds issus de la coopération avec le secteur privé et de dons/legs ont alimenté 2262 EPT. Par rapport à 2019, les équivalents plein temps financés par des contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE ont particulièrement augmenté (+ 243 EPT, soit + 5%).

Les cotisations de l'employeur en pourcentage de la rétribution du personnel (sans tenir compte d'IPSAS 39) sont restées stables à 20,5% en 2020 par rapport à 2019. Le budget 2020 repose sur un taux forfaitaire de cotisations de l'employeur de 21,4%, comme pour la Confédération (Office fédéral du personnel OFPER). Le taux

effectif de cotisations de 2020 est donc inférieur au taux de cotisations utilisé pour le calcul.

Investissements

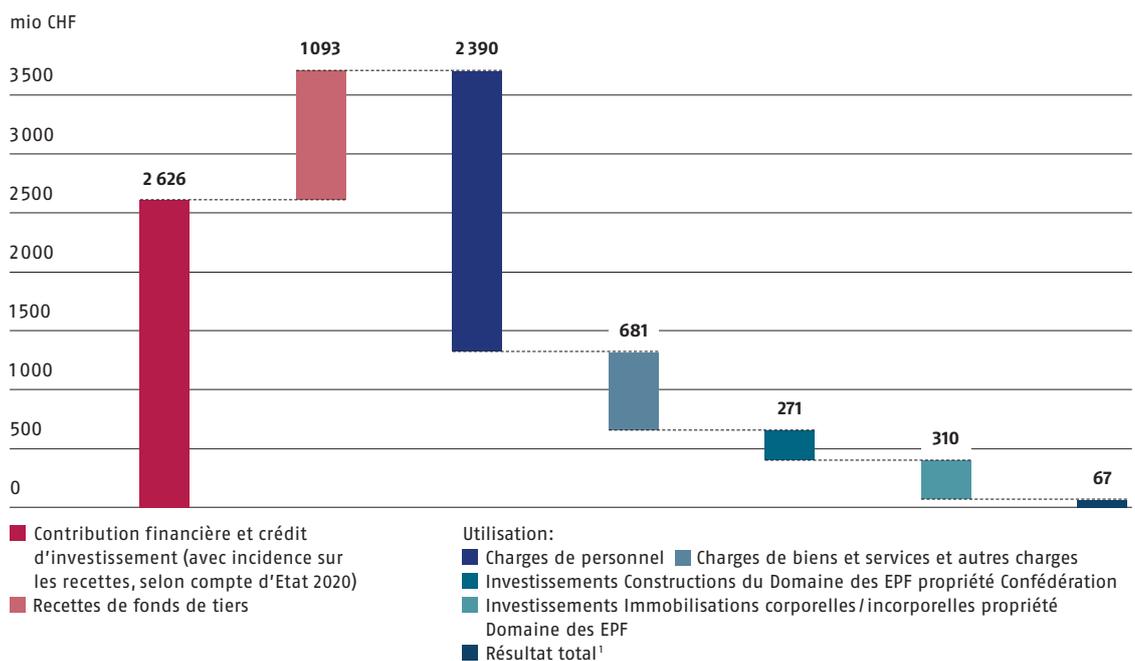
La présentation des investissements totaux fait état de tous les investissements, indépendamment de la question de la propriété et du financement, c'est-à-dire qu'il s'agit d'investissements dans la substance utilisée par le Domaine des EPF.

Les investissements de 2020 ont été nettement supérieurs à ceux de 2019 (2020: 581 mio CHF, 2019: 474 mio CHF). La figure 34 représente l'évolution des investissements totaux.

Les dépenses d'investissement ont augmenté deux années de suite. L'augmentation des dépenses (+107 mio CHF) par rapport à 2019 est due uniquement à l'activité de construction soutenue durant l'exercice sous revue, qui a pu se poursuivre durant la pandémie de coronavirus. Les autres investissements significatifs concernent les dépenses d'investissement généralement élevées consacrées aux aménagements de locaux pour adaptation aux besoins des locataires – surtout à l'ETH Zurich – et, comme l'an passé, les investissements dans le faisceau ATHOS du PSI.

La part du volume total des investissements, par rapport au volume total des dépenses, est de 16% et donc supérieure à la moyenne à long terme (env. 12%), mais elle s'inscrit dans la fourchette habituelle si on la compare p. ex. à l'Administration fédérale centrale (part de 12-15% du volume total de dépenses).

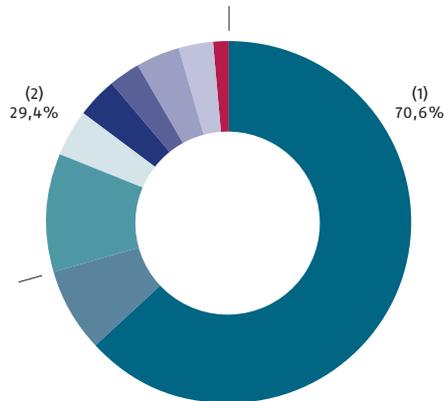
Fig. 31: Les recettes (3 719 mio CHF) et leur utilisation



¹ Le résultat total (67 mio CHF consolidés) est supérieur de 26 mio CHF au résultat de l'exercice consolidé selon IPSAS (41 mio CHF), du fait des répercussions de diverses consignes de présentation des comptes (notamment régularisations par période, engagements nets de prévoyance et résultat des entités associées)

Fig. 32: Origine des fonds
Structure des recettes en %

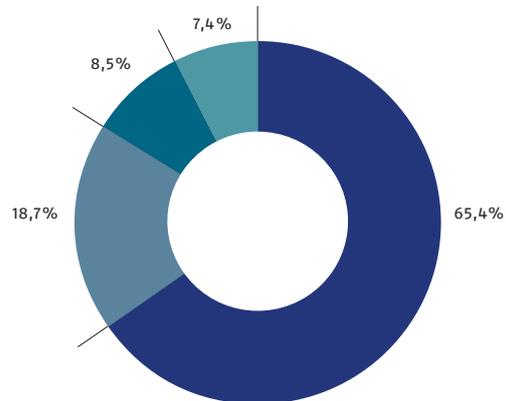
Financement fédéral et fonds de tiers: 3 719 mio CHF
(avec incidence sur les recettes)



(1) Financement fédéral (avec incidence sur les recettes)		70,6 %
■ Contribution financière de la Confédération		63,3 %
■ Crédit d'investissement pour des constructions du Domaine des EPF		7,3 %
(2) Fonds de tiers		29,4 %
■ Contributions à la recherche de la Confédération:		10,7 %
Fonds national suisse (FNS)		7,1 %
Innosuisse		1,4 %
Recherche sectorielle		2,2 %
■ Contributions à la recherche de l'UE-PCRD		4,0 %
■ Contributions à la recherche issues de la coopération avec l'économie		3,7 %
■ Contributions à la recherche, autres coopérations sur des projets (cantons, universités, org. internationales, etc.)		2,7 %
■ Dons et legs		3,9 %
■ Autres recettes		3,1 %
■ Taxes d'études, formation continue		1,3 %

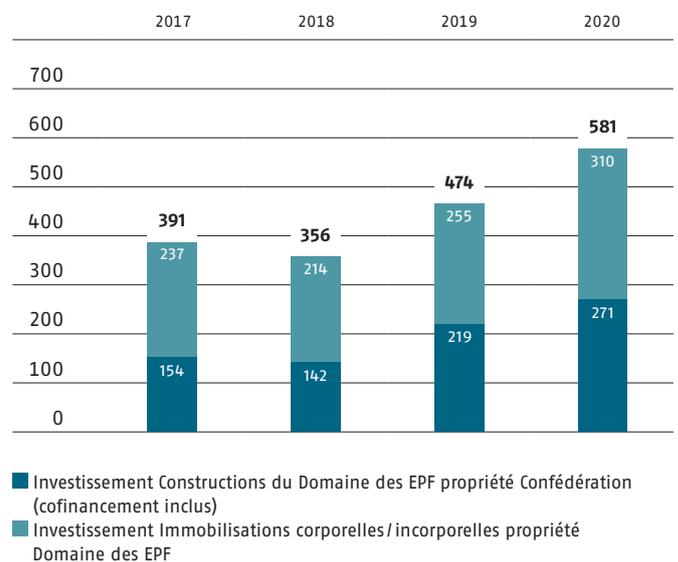
Fig. 33: Affectation des fonds
Structure des dépenses en %

Total des dépenses: 3 653 mio CHF



■ Charges de personnel	65,4 %
■ Charges de biens et services et autres charges	18,7 %
■ Investissements propriété Domaine des EPF	8,5 %
■ Investissements propriété Confédération	7,4 %

Fig. 34: Evolution du volume total des investissements
(en mio CHF)



Comptes annuels consolidés

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

mio CHF	Annexe	Budget 2020	Réalisé 2020	Réalisé 2019	Ecart Réalisé absolu
Contribution financière de la Confédération		2355	2355	2373	-17
Contribution aux loyers		244	244	244	1
Financement fédéral	7	2600	2600	2616	-17
Taxes d'études, formation continue	8	48	50	48	2
Fonds National Suisse (FNS)		271	263	260	3
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse)		57	51	49	1
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle)		79	80	82	-2
Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRD)		153	146	152	-5
Recherche axée sur l'économie (secteur privé)		140	136	146	-10
Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales)		74	98	90	8
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques	9	773	774	779	-5
Dons et legs	10	100	142	92	50
Autres produits	11	122	114	140	-26
Produits d'exploitation		3643	3680	3676	4
Charges de personnel	12, 28	2445	2490	2386	104
Charges de biens et services	13	1008	885	935	-50
Amortissements	21, 23	234	255	267	-11
Charges de transfert	14	73	51	49	2
Charges d'exploitation		3759	3682	3637	45
RÉSULTAT D'EXPLOITATION		-116	-3	39	-41
RÉSULTAT FINANCIER	15	3	11	28	-16
Résultat des entités associées et co-entreprises	20	-	32	74	-42
RÉSULTAT DE L'EXERCICE		-113	41	140	-100

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	31.12.2020	31.12.2019	Ecart absolu
ACTIF CIRCULANT				
Liquidités et placements à court terme	16	1968	950	1018
Créances à court terme sur transactions sans contrepartie	17	616	612	4
Créances à court terme sur transactions avec contrepartie	17	60	48	12
Placements financiers et prêts à court terme	22	464	1430	-967
Stocks	18	10	10	-
Actifs de régularisation	19	63	49	14
Total de l'actif circulant		3181	3099	81
ACTIF IMMOBILISÉ				
Immobilisations corporelles	21	1967	1898	69
Immobilisations incorporelles	21	62	63	-1
Créances à long terme sur transactions sans contrepartie	17	971	939	32
Créances à long terme sur transactions avec contrepartie	17	-	-	-
Participations dans des entités associées et co-entreprises	20	242	208	34
Placements financiers et prêts à long terme	22	52	42	11
Cofinancements	23	118	123	-5
Total de l'actif immobilisé		3412	3272	140
TOTAL DE L'ACTIF		6592	6371	221
CAPITAUX DE TIERS				
Engagements courants	24	189	154	35
Engagements financiers à court terme	25	19	15	4
Passifs de régularisation	26	151	150	1
Provisions à court terme	27	108	102	6
Capitaux de tiers à court terme		467	421	46
Fonds de tiers affectés	29	1608	1555	53
Engagements financiers à long terme	25	335	350	-15
Engagements nets de prévoyance	28	1087	2423	-1336
Provisions à long terme	27	610	621	-12
Capitaux de tiers à long terme		3640	4950	-1310
Total des capitaux de tiers		4106	5370	-1264
CAPITAUX PROPRES				
Réserves de réévaluation		-27	-1470	1442
Réserves affectées		1468	1365	103
Réserves libres		778	856	-78
Cofinancements	23	118	123	-5
Réserves d'entités associées	20	242	208	34
Excédent (+)/déficit (-) au bilan		-93	-82	-11
Total des capitaux propres		2486	1001	1485
TOTAL DU PASSIF		6592	6371	221

Mentions légales

Editeur: Conseil des EPF, Haldeliweg 15, 8092 Zurich /
Hirschengraben, 3011 Berne, Suisse; kommunikation@ethrat.ch
Direction du projet / rédaction:
Communication du Conseil des EPF, Zurich
Conception graphique / mise en page: Hej GmbH, Zurich
Reportages: Ori Schipper, Berne, Lüchinger Publishing, Zurich,
et les institutions du Domaine des EPF
Photographie: Kellenberger Kaminski Photographie, Uster,
ou selon crédit photo
Traductions, relecture: Apostroph Zürich AG, Zurich
Système de publication: ns.publish, mms solutions AG, Zurich
Impression: Urs Zuber AG, Reinach
Clôture de la rédaction: 4 mars 2021

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/rapportdegestion2020.

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

Toutes les photos qui illustrent les reportages du chapitre La science en marche (p. 14–36) ont été prises en respectant strictement les mesures de distanciation sociale et de port du masque, en présence d'un minimum de personnes.

Nous remercions tout particulièrement pour leurs contributions:

- tous les scientifiques des institutions du Domaine des EPF qui ont participé à la réalisation des reportages,
- les membres du Groupe ISP du Domaine des EPF (*Implementierung Strategische Planung*),
- les membres du ComTeam du Domaine des EPF (responsables de la communication et leurs collaborateurs),
- les responsables et collaborateurs de l'état-major du Conseil des EPF et des institutions du Domaine des EPF ainsi que
- la scierie, raboterie et établissement de production de lamel lé-collé Konrad Keller AG de Stammheim, qui nous ont permis de prendre des photos dans leurs locaux (p. 26).

© Conseil des EPF, mars 2021



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

www.cepf.ch

Les institutions du Domaine des EPF:

ETH zürich

ETH Zurich

A l'ETH Zurich, près de 500 professeurs forment environ 23400 étudiants et doctorants originaires de plus de 120 pays. Ensemble, ils effectuent des recherches dans les domaines suivants: ingénierie, sciences naturelles, architecture, mathématiques, sciences orientées système, sciences sociales et du management. Ce savoir-faire alimente les branches d'avenir que sont p. ex. la *cleantech*, *medtech*, cybersécurité et constitue la base des plus de deux douzaines de spin-off de l'ETH Zurich qui voient le jour chaque année. Le savoir acquis à l'ETH Zurich par les élèves lors des cycles d'études et de formation continue aide les entreprises suisses à s'imposer à l'échelle mondiale. www.ethz.ch



PSI

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



EMPA

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

EPFL

EPFL

L'EPFL est l'une des universités techniques européennes les plus internationales: elle accueille plus de 11800 étudiants et doctorants de plus de 120 pays. Plus de 370 laboratoires mènent des recherches de pointe dans des domaines tels que les énergies renouvelables, les technologies médicales, les neurotechnologies, les sciences des matériaux ou l'informatique. L'EPFL travaille avec un important réseau de partenaires, composé notamment de hautes écoles, acteurs industriels, économiques, politiques, et du grand public afin d'exercer une vraie influence sur la société. En 2020, l'EPFL a donné naissance à 25 spin-off, soit environ deux par mois. www.epfl.ch



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

WSL

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



Eawag

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

Page de titre

L'énergie dans la ville de demain – l'architecte Kristina Orehounig, qui a écrit sa thèse sur la simulation des bâtiments, dirige le laboratoire *Urban Energy Systems* de l'Empa depuis deux ans.

Page de titre «La science en marche», page 11

Durant l'état d'urgence, Kristina Shea, professeure à l'ETH Zurich, et son équipe ont développé un nouveau respirateur peu coûteux destiné aux pays pauvres.

› Nicola Pitaro / ETH Zurich

Verso

Professeur d'écologie des systèmes microbiens à l'ETH Zurich et chef du département Microbiologie de l'environnement de l'Eawag, Martin Ackermann dirige la *Swiss National COVID-19 Science Task Force* avec une grande motivation depuis le 1^{er} août 2020.



Conseil des EPF
Conseil des écoles
polytechniques fédérales

Zürich:
Händeliweg 15
8092 Zurich
Suisse

Berne:
Hirschengraben 3
3011 Berne
Suisse

www.cepf.ch