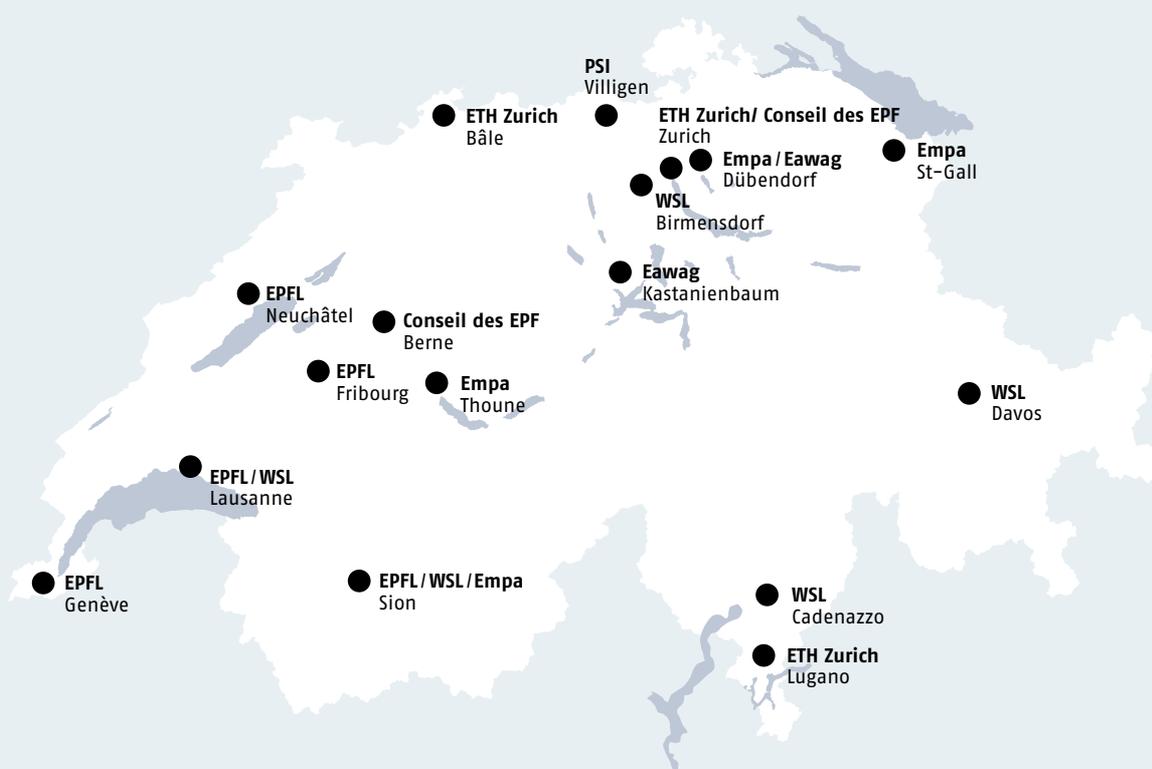


RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2021



MISSION

Le Domaine des EPF se tient au service de la société. Il aspire au savoir et à l'application bénéfique de sa science. Les institutions du Domaine des EPF se partagent la responsabilité de la formation, de la recherche et du transfert de savoir et de technologie. Les écoles polytechniques ETH Zurich et EPFL jouent un rôle phare au sein du système éducatif suisse et délivrent des diplômes reconnus. Les établissements de recherche thématiques PSI, WSL, Empa et Eawag les soutiennent et assurent la continuité du transfert de savoir et de technologie.



Le Domaine des EPF et ses institutions

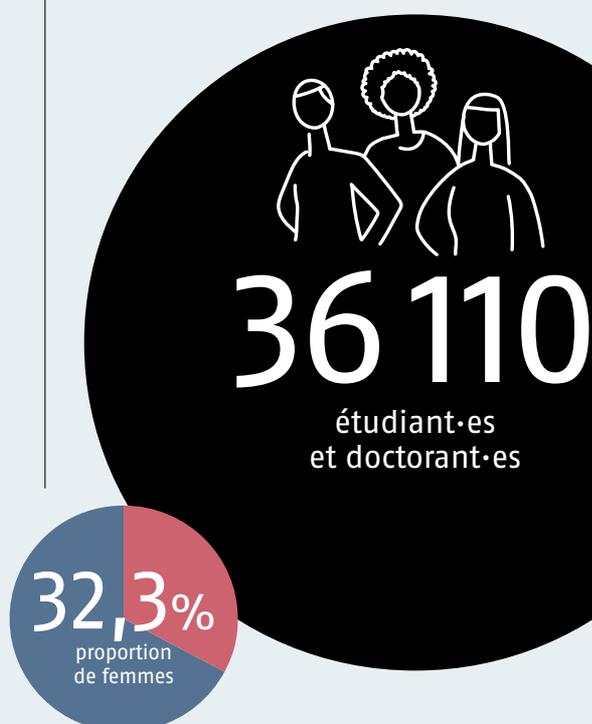
Enseignement, recherche et innovation au plus haut niveau: le Domaine des EPF les fournit avec plus de 24 000 collaboratrices et collaborateurs, plus de 36 000 étudiantes et étudiants ainsi que doctorantes et doctorants et un corps professoral de quelque 880 personnes.

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 & CHIFFRES 2021

Corps étudiantin et doctoral



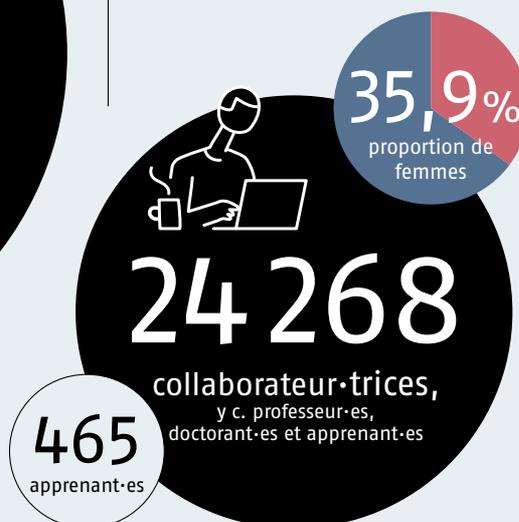
Personnel

en contrat de travail (CT)

14 789 personnel
scientifique

4 102 personnel
techniques

4 025 personnel
administratif



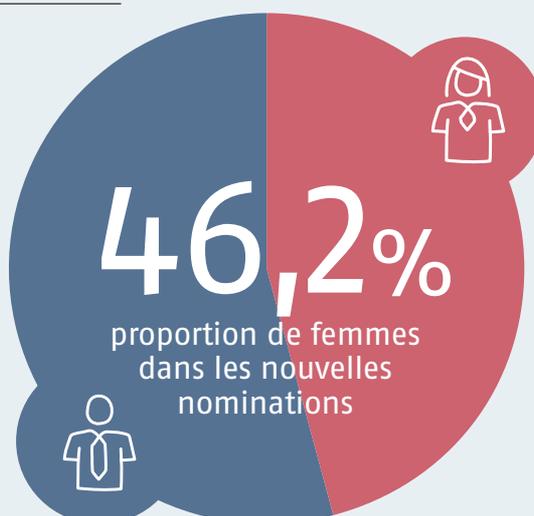
Corps professoral

887

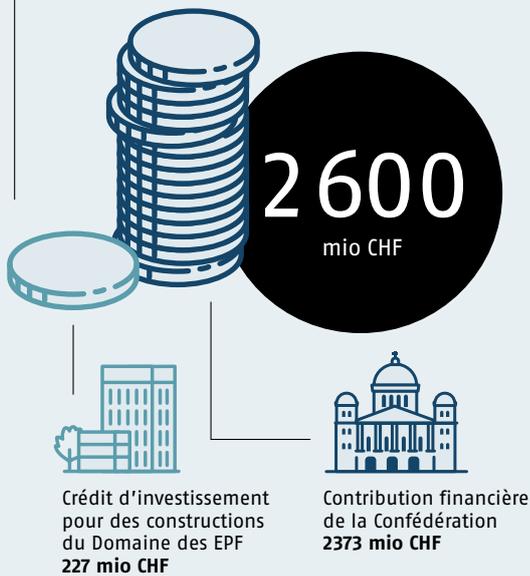
85 nominations,
dont

52 personnes nouvellement
nommées

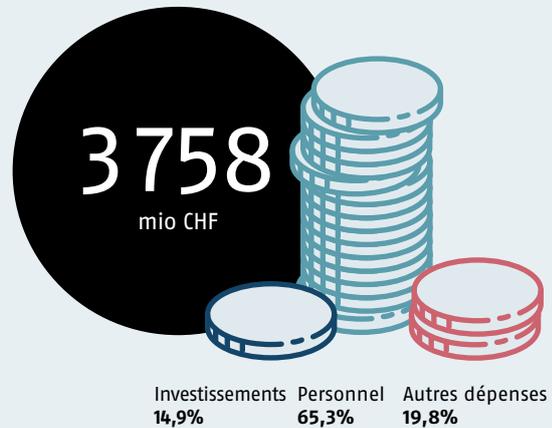
33 promotions



Financement fédéral¹



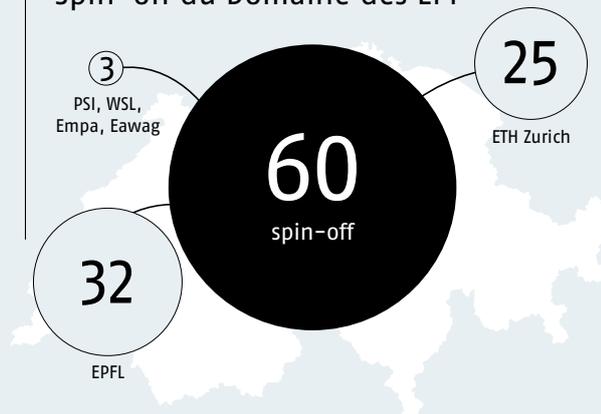
Dépenses



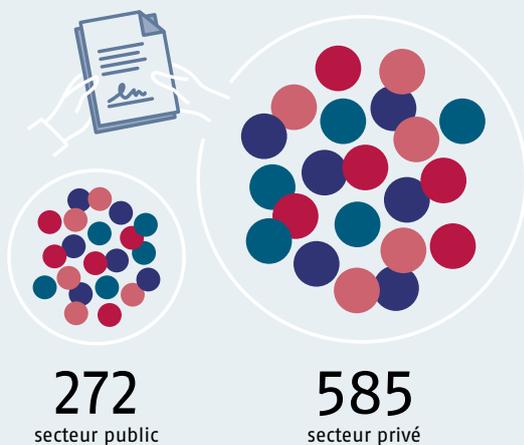
Transfert de savoir et de technologie²



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. 97

³ D'un volume d'au moins 50 000 CHF

Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2021

Avant-propos du président	6
Rétrospective de l'année	8
La science en marche	11
Gouvernance	35
Objectifs stratégiques	49
Chiffres-clés	89
Finances	107
Mentions légales	114

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2021

Table des matières



Domaine des EPF: faire dialoguer science et politique

«Davantage de discussions directes et personnelles entre la science et la politique»

Science et politique doivent apprendre à mieux se comprendre et à collaborer davantage. Pas seulement en temps de crise. Telle est la conclusion de l'entretien entre le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr (à d.) et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner.

8

Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

Un début agité pour la nouvelle période FRI

En 2021 aussi, la pandémie de coronavirus aura exigé une grande flexibilité des activités d'enseignement et de recherche du Domaine des EPF. La reprise des cours en présentiel au semestre d'automne a été une étape majeure vers un retour à la normale. L'année a été assombrie par la décision de l'UE de n'associer la Suisse provisoirement qu'à titre de pays tiers au sein du programme-cadre de recherche *Horizon Europe*.



ETH Zurich: science quantique

Bond en avant dans les sciences quantiques

La physique quantique est une science bien ancrée à l'ETH Zurich. Son enseignement s'y développe, de même que la recherche. La nouvelle filière de master *Quantum Engineering* compte près de 150 étudiantes et étudiants. Un *Quantum Center* a été créé, et l'*ETHZ-PSI Quantum Computing Hub* va construire des ordinateurs quantiques.

EPFL: portrait d'Anna Kiesenhofer

Mathématicienne talentueuse et cycliste sensationnelle

Docteure en mathématiques, Anna Kiesenhofer travaillait sur les équations différentielles partielles comme postdoctorante à l'EPFL quand elle a décroché l'or en cyclisme sur route à Tokyo. Pour elle, les parallèles entre mathématiques et cyclisme expliquent sa réussite. > Anna Kiesenhofer





PSI: énergie

«Le CO₂ peut devenir une précieuse ressource.»

Le système énergétique suisse doit atteindre la neutralité climatique d'ici 2050. La science peut apporter la solution. Transformé par électrolyse, le CO₂ peut servir à fabriquer des produits chimiques ou des carburants synthétiques.



Empa: électronique imprimée

Des composants électroniques fraîchement imprimés

Domaine scientifique en plein essor, l'«électronique imprimée» consiste à imprimer un trou de serrure invisible, des transistors et d'autres composants électroniques sur différents substrats. L'Empa est devenue une référence en la matière. Son *Coating Competence Center* (CCC) teste des nouvelles techniques d'impression.



WSL: recherche sur les isotopes

Ce que les isotopes révèlent sur le changement climatique

Physicien, Matthias Saurer dirige le laboratoire d'isotopes du WSL. Par des méthodes complexes, il mesure les rapports isotopiques des végétaux. Ces calculs renseignent notamment sur le régime hydrique et nutritif des forêts et fournissent des données essentielles pour la recherche sur l'environnement et le climat.

Eawag: toxines naturelles

L'arsenal d'une bactérie

Les cyanobactéries sont des organismes très anciens. Il s'agit d'enveloppes sans noyau d'espèces très variées. Par forte densité dans des eaux chaudes, elles peuvent libérer des substances complexes et des toxines. Elisabeth Janssen (au milieu) traque ces toxines naturelles.



PRÉFACE



Président du Conseil des EPF:
Michael O. Hengartner

Chères lectrices,
chers lecteurs,

La pandémie de coronavirus aura encore marqué notre quotidien en 2021. Après plusieurs semestres d'enseignement à distance, les étudiantes et étudiants munis d'un certificat COVID ont repris le chemin des salles de cours au semestre d'automne. C'était indispensable. La pandémie avait mis à rude épreuve leur motivation et leur équilibre, par manque de contacts humains avec leurs enseignantes et enseignants et entre condisciples. Elles et ils peuvent à nouveau échanger sur place avec leurs pairs et le personnel enseignant, organiser des groupes d'apprentissage et poursuivre leurs projets. Le personnel du Domaine des EPF travaille davantage depuis les bureaux, laboratoires et ateliers et moins à domicile.

En 2021, la *Swiss National COVID-19 Science Task Force* a assis sa légitimité de comité consultatif scientifique majeur. Tanja Stadler, professeure à l'ETH Zurich, la préside depuis août 2021. Elle a pris le relais de Martin Ackermann, responsable du Département de microbiologie de l'environnement à l'Eawag et également professeur à l'ETH Zurich. L'action de la *Task Force* a été l'occasion de repenser la collaboration entre la science, les autorités et la politique. Le Parlement souhaite davantage associer la science à la gestion des crises et permettre aux autorités d'accéder plus facilement aux connaissances. Par ailleurs,

le dialogue entre science, politique et administration gagnera à se renforcer.

Le Domaine des EPF a pour vocation de servir le mieux possible les intérêts de l'économie et de la société suisses. Nous sommes heureux de mettre notre savoir et notre expertise à disposition et prêts à intensifier les échanges mutuels. Les sujets et actions à mener sont en nombre suffisant: que ce soit dans le domaine du climat, de l'environnement et de l'énergie, de la numérisation et de la cybersécurité ou de la santé.

La relation entre la Suisse et l'UE reste un problème d'autant plus inquiétant qu'il perdure. Pour la formation, la recherche et l'innovation, la participation au programme-cadre européen pour la recherche et l'innovation est d'une importance capitale. L'absence actuelle de participation à Horizon Europe ne peut être compensée ni par des mesures nationales, ni par un renforcement de la coopération avec d'autres pays. Le réseau international ainsi que la compétitivité, l'attractivité et la réputation de la Suisse en tant que pôle de recherche et d'innovation en pâtiront, et ce d'autant plus que le temps passe.

Nous devons nous attendre au départ de scientifiques pour l'étranger, voire à leur désintérêt pour notre pays. La recherche

suisse s'en trouvera profondément affaiblie, et notre pays risque de perdre progressivement sa position de leader sur la scène internationale.

Les conséquences seraient lourdes pour les hautes écoles, les instituts de recherche publics et l'industrie de la recherche. Optimiste pragmatique, j'espère une pleine association de la Suisse à *Horizon Europe* dans les plus brefs délais. Je vous remercie toutes et tous pour votre engagement et pour votre soutien au Domaine des EPF et au pôle industriel et scientifique suisse.

Zurich / Berne, janvier 2022



Michael O. Hengartner,
président du Conseil des EPF

Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

UN DÉBUT AGITÉ POUR LA NOUVELLE PÉRIODE FRI

En 2021 aussi, la pandémie de coronavirus aura exigé une grande flexibilité des activités d'enseignement et de recherche du Domaine des EPF. La reprise des cours en présentiel au semestre d'automne a été une étape majeure vers un retour à la normale. L'année a été assombrie par la décision de l'Union européenne de n'associer la Suisse provisoirement qu'à titre de pays tiers au sein du programme-cadre de recherche Horizon Europe. Pour le Domaine des EPF, le renouvellement rapide de la pleine association est essentiel à la poursuite des travaux de recherche et à l'innovation.

Durant la session d'hiver 2020, lorsqu'il a adopté le Message FRI (Message relatif à l'encouragement de la formation, de la recherche et de l'innovation) pour les années 2021 à 2024, le Parlement a rappelé la grande importance de la formation, de la recherche et de l'innovation en Suisse. Le Domaine des EPF a abordé la nouvelle période FRI avec confiance, fort des neuf objectifs stratégiques que le Conseil fédéral a confiés à ses six institutions. La continuité se lit dans le contenu de ces objectifs, axés sur la qualité de l'enseignement, la position de leader dans la recherche et le renforcement de la capacité d'innovation de la Suisse, comme pour les périodes précédentes. Avec cette ligne de mire, le Domaine des EPF veut œuvrer dans l'intérêt de la science, de l'économie et de la société et conforter le développement durable.

Enseignement: retour aux cours en présentiel

Jusqu'à l'été 2021, les institutions du Domaine des EPF ont assuré trois semestres de cours essentiellement en ligne. Le passage à l'enseignement numérique s'est effectué très rapidement et sans encombre. L'encouragement, depuis plusieurs années, des méthodes numériques d'enseignement a porté ses fruits. Néanmoins, les responsables des deux EPF avaient clairement comme priorité le retour à l'enseignement en présentiel, moyennant la présentation d'un certificat

COVID. Privés de véritables interactions, des étudiantes et étudiants en premiers semestres n'ont pas vraiment pu prendre pied, et leur santé psychologique en a souffert. Au semestre automnal 2021, les deux EPF ont donc tenu un maximum de cours en présentiel. Les étudiantes et étudiants ont à nouveau pu rencontrer leurs pairs régulièrement et former des groupes d'apprentissage.

Recherche: COVID-19, climat et numérisation

Durant la pandémie de coronavirus, le grand public et les médias ont suivi avec intérêt, comme l'année précédente, les travaux de recherche du Domaine des EPF sur le SARS-CoV-2. Mais d'autres thèmes de recherche centraux, comme le climat et la numérisation, sont revenus progressivement sur le devant de la scène. Ces deux thématiques sont bien ancrées dans les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF et sont en corrélation étroite avec l'actualité et les débats socio-politiques. Concernant la politique climatique, par exemple, le Conseil fédéral a mis en consultation fin 2021 un nouveau projet par lequel la Suisse réduise de moitié ses émissions de CO₂ d'ici à 2030, par rapport à 1990. Il compte sur un panachage de mesures et sur des progrès scientifiques et technologiques pour y parvenir. Avec leurs activités de recherche dans

Science et politique doivent apprendre à mieux se comprendre. C'est la conclusion de l'entretien entre le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr (à d.) et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner (cf. p. 12).



le domaine de l'énergie, de la mobilité et du bâtiment, les institutions du Domaine des EPF contribuent significativement à la transformation durable du système énergétique suisse. Le *Catalysis Hub* a notamment débuté ses activités durant cette nouvelle période FRI (cf. p. 60 ss pour ces infrastructures de recherche et autres). Partagée par plusieurs institutions du Domaine des EPF et mise à la disposition de toute la communauté scientifique suisse, cette infrastructure de recherche doit participer à la production de nouvelles matières premières par des procédés catalytiques et l'emploi d'énergies renouvelables. La technologie quantique, la biodiversité et une multitude d'autres thèmes sont des priorités de l'activité de recherche du Domaine des EPF (cf. chapitre La science en marche Domaine des EPF, p. 11–34 ainsi que le compte rendu sur les Objectifs stratégiques, p. 49–88). Les excellentes places qu'occupent les deux EPF dans les classements universitaires témoignent en 2021 du succès des institutions du Domaine des EPF dans leurs secteurs phares de la recherche et de l'enseignement (cf. p. 99).

Politique de recherche: pays tiers d'Horizon Europe

En dépit d'avancées dans la recherche et d'un positionnement international remarquable, le début de la nouvelle période FRI pour le Domaine des EPF a été assombri par la position délicate de la Suisse au sein

du programme-cadre de recherche européen *Horizon Europe*. Son statut actuel de pays tiers non associé a empêché les scientifiques du Domaine des EPF de participer à de prestigieux programmes d'aide comme les ERC Grants. Ils ne peuvent pas non plus diriger de projets de l'UE. La Suisse n'est donc plus associée au développement de l'espace européen de la recherche et de l'innovation ni à la définition des priorités. Le Parlement avait adopté le crédit pour le paquet Horizon 2021–2027 en prévision de la participation aux programmes ITER, Euratom et Europe numérique. Le statut de pays tiers de la Suisse ne permet pas la coordination de projets liés à Euratom ni la participation aux Actions de coordination et de soutien, par exemple. Le Conseil des EPF salue les mesures initiées par le Conseil fédéral pour atténuer le préjudice. Néanmoins, le retour à une pleine association dans les plus brefs délais est crucial. Les hautes écoles, instituts de recherche et entreprises de l'UE sont les partenaires internationaux les plus importants du Domaine des EPF. Cette collaboration ne peut pas être compensée par une augmentation des coopérations avec des partenaires non européens. Plus de la moitié des coopérations internationales engagent les deux EPF avec nos voisins géographiques. Certains établissements de recherche ont 90% de leurs partenaires contractuels internationaux dans l'UE.

**Transfert de savoir et de technologie:
renforcement de la capacité d'innovation suisse**

Indépendamment de la collaboration avec l'Europe, l'actuelle période FRI a parmi ses priorités la prise de mesures de renforcement du transfert de savoir et de technologie (TST) et de la capacité d'innovation suisse. Dès décembre 2020, le Conseil fédéral avait lancé une analyse des facteurs décisifs pour un écosystème de start-up performant. Sont en cours d'examen des possibilités d'optimisation pour le TST, l'encouragement de l'internationalisation et de l'accès à du personnel qualifié ainsi qu'un fonds suisse d'innovation pour améliorer les chances de croissance des entreprises innovantes. Pour le Conseil des EPF, ces efforts revêtent une importance majeure et s'inscrivent dans la lignée de l'engagement du Domaine des EPF pour renforcer le site de start-up et d'innovation suisse. Exploiter le potentiel d'innovation issu de la recherche est dans l'intérêt véritable des institutions FRI et contribue directement à la création de nouveaux emplois. Une récente étude de *BAK Economics* sur l'agglomération zurichoise a révélé que, grâce en partie aux hautes écoles, la région était perçue comme plus dynamique que la moyenne, notamment dans les domaines de l'informatique et des sciences de la vie. Les chiffres sur les brevets, les contrats de collaboration et les créations de spin-off des institutions du Domaine des EPF confirment une fois de plus cette force en 2021 (cf. p. 97 s.).

Science et politique

Outre le transfert de technologie, le dialogue entre la science et la politique est un champ d'action important du Domaine des EPF. La *Swiss National COVID-19 Science Task Force*, qui a aidé les autorités politiques à prendre des décisions en leur soumettant les points de vue des hautes écoles et de la recherche, est un bon exemple. Après l'entrée dans la phase de normalisation en août 2021, c'est à nouveau une éminente spécialiste du Domaine des EPF, Tanja Stadler, professeure du département *Biosystems Science and Engineering* de l'ETH Zurich, qui préside la *Task Force*. Suite à l'adoption d'un postulat en ce sens par le Conseil des Etats, des études sont en cours sur l'apport possible d'un réseau scientifique interdisciplinaire en vue d'améliorer la collaboration avec la science et la politique, dans la perspective de futures situations de crise (cf. entretien, p. 12 ss).

Bénéficiant d'une double autonomie, le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF sont amenés à négocier constamment pour préserver leurs marges de manœuvre, d'une part au sein du Domaine des EPF, entre le Conseil des EPF et les institutions, d'autre part entre le Conseil des EPF, la politique et l'administration fédérale. Mais c'est justement cet échange délicat aux décisions mûrement réfléchies et largement étayées qui contribue à la stabilité des conditions-cadres pour l'enseignement, la recherche et l'innovation. C'est aussi la conclusion de l'historien Urs Hafner qui, dans la brochure publiée fin 2021 «Composer avec l'inattendu – Du conseil d'école au Conseil des EPF», explique que «le Conseil des EPF est une structure complexe qui fait partie d'un modèle fédéral à l'équilibre subtil et est influencé par lui. Il en va de même pour le Domaine des EPF». L'analyse de l'historien, commandée par le Conseil des EPF mais au contenu indépendant, a été rendue possible par la progression rapide du projet d'accès aux fonds de l'ETH Zurich et du Conseil des EPF, confié aux archives de l'ETH Zurich. Il a permis d'accéder à des actes administratifs physiques des dernières décennies, notamment du Conseil des EPF, pour leur exploitation dans la mesure autorisée par la législation.

LA SCIENCE EN MARCHÉ

Entretien avec le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner <small>Domaine des EPF</small>	12
Bond en avant dans les sciences quantiques <small>ETH Zurich</small>	15
Mathématicienne talentueuse et cycliste sensationnelle <small>EPFL</small>	19
«Le CO ₂ peut devenir une précieuse ressource.» <small>PSI</small>	23
Ce que les isotopes révèlent sur le changement climatique <small>WSL</small>	26
Des transistors fraîchement imprimés <small>Empa</small>	29
Toxines naturelles: l'arsenal d'une bactérie <small>Eawag</small>	32

Domaine des EPF

«**DAVANTAGE DE DISCUSSIONS DIRECTES ET PERSONNELLES ENTRE LA SCIENCE ET LA POLITIQUE**»

Science et politique doivent apprendre à mieux se comprendre et à collaborer davantage. Et pas seulement en temps de crise. Telle est la conclusion de l'entretien entre le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner.

Le vénérable salon de la présidence du Palais fédéral accueille le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner pour un entretien sur les rapports entre science et politique qui, durant la pandémie, semblent avoir souffert. Mais commençons par le commencement: comment la Swiss National COVID-19 Science Task Force est-elle née?

Michael Hengartner: Nous avons rapidement pris conscience des problèmes qu'allait poser la propagation du nouveau virus. Pour y faire face, nous avons décidé de faire appel à des expertes et experts de nos hautes écoles et établissements de recherche. En l'espace de trois jours, nous avons recruté des volontaires parmi les six institutions du Domaine des EPF. D'autres expertes et experts issus d'universités cantonales et d'hôpitaux universitaires les ont rejoints rapidement. Le groupe de travail est né en moins de deux

semaines, un exploit rendu possible uniquement par l'envie de beaucoup de contribuer de leur propre chef.

La politique avait-elle compté sur cette mobilisation rapide des scientifiques?

Walter Thurnherr: L'administration fédérale a déjà évoqué la possibilité d'une pandémie il y a vingt ans. Un grand exercice sur le sujet a eu lieu en 2005. Mais, à mon avis, les expériences de la grippe aviaire et de l'épidémie de MERS et de SARS ont contribué à ce que le nouveau virus ne soit pas pris suffisamment au sérieux à Berne au début. Fin février 2020, on disait encore en interne que la propagation incontrôlée du virus n'était pas exclue. Au même moment, Taïwan avait déjà placé 250 000 personnes en quarantaine. Nous n'avons commencé à limiter les rassemblements à 1000 personnes au maximum que fin février, début mars. Et le mandat confié par le Conseil fédéral à la *Task Force* a été signé le 30 mars

2020, c'est-à-dire peu de temps avant que la première vague entame son reflux en avril. Selon moi, notre réaction a été trop tardive. Mais il en va de la pandémie comme des autres risques: on en parle souvent, et quand ils se produisent, on est quand même surpris.

Quel est le rôle des spécialistes dans la gestion d'une pandémie?

W. Thurnherr: L'Office fédéral de la santé publique a toujours été en contact avec des épidémiologistes, mais avec la *Science Task Force*, nous avons eu accès à un réseau à la diversité inédite. La comparaison avec le domaine vétérinaire ou les épizooties est intéressante. Là, nous avons dû tirer les leçons de l'expérience de l'ESB il y a 20 ans déjà et mettre en place un réseau adéquat, qui nous a ensuite aidés pour d'autres épizooties, comme la grippe aviaire et la fièvre catarrhale du mouton. Aujourd'hui, nous savons d'où vient chacun des 1,3 million de porcs



Ils sont du même avis: le renforcement de la collaboration profite à tous. Le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr (à g.) et le président du Conseil des EPF Michael Hengartner dans le salon de la présidence du Palais fédéral à Berne.

vivant en Suisse et où ils se trouvaient il y a trois mois. Des efforts considérables ont été déployés afin de disposer le plus rapidement possible d'une vue d'ensemble des données à l'aide d'outils numériques en cas d'apparition d'une épidémie. Dans le cas de la pandémie de coronavirus, nous avons encore aujourd'hui des lacunes importantes dans l'agrégation des données. Au début, nous ne pouvions même pas compter le nombre de patientes et patients COVID en temps réel.

Les objectifs de la Task Force ont-ils évolué avec le temps?

M. Hengartner: Oui, et c'était aussi l'un des grands défis. Dans un premier temps, il s'agissait souvent de mettre au point des solutions concrètes, comme développer des tests de diagnostic et identifier les réactifs nécessaires. Mais la fonction du groupe a évolué avec le mandat: le groupe d'intervention est devenu un comité consultatif chargé de donner au Conseil fédéral des informations de fond et des bases pour la prise de décision. Ce changement de rôle s'est opéré dans les esprits progressivement, et plus ou moins vite.

Avec du recul, je dois faire un aveu: en tant qu'organisation responsable, nous

aurions dû offrir un meilleur accompagnement aux membres de la *Task Force* pour faciliter la compréhension des processus politiques.

L'équipe d'expertes et d'experts avait pour mission de répondre aux questions de l'administration ou de la politique, de développer des scénarios, de représenter l'état des connaissances et de générer des options pour les décideurs. Mais prendre des décisions ne faisait clairement pas partie de sa mission, c'est une tâche centrale ne pouvant être déléguée de la politique.

Mais en cas de croissance exponentielle, le facteur temps joue un rôle critique. Je ne suis donc pas surpris que certaines représentantes et certains représentants de la science aient parfois perdu patience. Le fait que leur mécontentement ait été si visible dans les médias est certainement lié au fait que nous, scientifiques, avons tendance à nous affirmer. Etre visibles fait partie de notre métier. Mais si la politique attribue un mandat de conseil, elle ne veut pas ensuite être critiquée en public par les personnes qui l'ont conseillée. Je peux le comprendre. Bien entendu, la Suisse a besoin de scientifiques indépendants qui font connaître leur opinion au public. Mais elle a aussi besoin de con-

seillers et conseillers avec qui l'on peut discuter franchement à huis clos.

W. Thurnherr: Il n'existe pas de définition claire de ce que l'on entend exactement par «conseil» et les idées divergeaient donc à ce sujet. Ce n'est effectivement pas la même chose de dire «Les incidences évoluent de telle façon que le nouveau variant dominera probablement d'ici trois à quatre semaines» ou «Selon nous, le Conseil fédéral devrait introduire désormais la règle des 2G pour éviter le pire». Cela a donné lieu à quelques commentaires acerbes, surtout au début.

D'autant plus que les parlementaires ont été renvoyés à leur domicile durant les premières semaines de la pandémie. Et par la suite, des personnes que l'on n'avait jamais vues auparavant et que personne ne connaissait sont apparues lors de conférences de presse. Cela a bien sûr déclenché chez les politiciens, qui tiraient de leur mandat démocratique le droit d'occuper la scène publique et qui devaient maintenant suivre de chez eux la manière dont la crise était gérée, le réflexe de se demander pourquoi telle ou telle experte ou tel ou tel expert devait avoir plus d'influence sur les événements qu'eux. Certains ne comprenaient pas non plus pourquoi les scientifiques

n'étaient parfois pas d'accord entre eux. D'autres voulaient même imposer une loi du silence en public aux expertes et experts.

Heureusement, ce n'était pas la majorité.

W. Thurnherr: Non. Mais une tendance est déjà visible, l'expertise occupe aujourd'hui une position moins enviable qu'il y a 20 ans. Sur les réseaux sociaux, d'absurdes théories du complot se répandent plus vite et plus facilement que des thèses scientifiquement nuancées. Bien entendu, des spécialistes se trompent parfois. J'ai lu récemment qu'en 1958, une commission avait conclu que les guerres en Europe n'étaient plus concevables sans l'utilisation de bombes atomiques, ce qui avait amené le Conseil fédéral à rendre publique son intention de doter notre pays de l'arme nucléaire. Mais ce n'est pas parce que les expertes et experts peuvent se tromper qu'il faut renoncer à faire appel à leur expertise. Sur de nombreux sujets, nous avons au contraire besoin de plus d'expertise, et non de moins. Qu'il s'agisse de génétique, de cybersécurité ou d'intelligence artificielle, nous avons besoin de scientifiques qui comprennent bien les faits et peuvent les expliquer de manière à ce que les femmes et les hommes politiques les comprennent également. Et qui sont conscients que les décisions politiques s'appuient à la fois sur des facteurs scientifiques et de nature autre.

Le travail de conseil scientifique aux politiques varie-t-il selon les thèmes?

W. Thurnherr: Certains éléments s'appliquent à tous les thèmes. Il faut selon moi par exemple davantage de discussions personnelles et directes entre la science et la politique. Les deux parties en profitent.

M. Hengartner: je suis du même avis. Le succès d'une collaboration dépend fortement du type d'interaction et de la bonne compréhension du fonctionnement du

système. De plus, la politique doit savoir que la science est un processus chaotique lors duquel des opinions contradictoires s'affrontent pour la souveraineté d'interprétation.

W. Thurnherr: Oui, c'est un point important. Tout cela est un processus. Wolfgang Pauli, autrefois à l'ETH Zurich, a dit un jour que ce que l'on pouvait obtenir dans le meilleur des cas en physique, c'était de pouvoir mal comprendre les choses de manière un peu plus approfondie avec le temps. Des voix venues des milieux politiques ont demandé à plusieurs reprises à la science de parler d'une même voix. Alors qu'il faudrait justement que ce soit l'inverse. Le gouvernement doit parler d'une seule voix, pas la science.

Qu'est-ce que la politique et la science ont appris l'une de l'autre durant la crise?

W. Thurnherr: La politique et la science se sont quelque peu éloignées par le passé. Au XIX^e siècle, quand l'administration était plus petite, la Suisse utilisait le savoir des grandes écoles plus directement et envoyait parfois aussi des professeures et professeurs des hautes écoles comme ambassadeurs lors de négociations internationales. A l'avenir, nous devrions exploiter davantage le savoir-faire disponible en invitant plus souvent des scientifiques à des consultations ou à des séances de commissions parlementaires. Je conclus notamment de l'évaluation de crise qu'il faut améliorer les relations institutionnelles et informelles entre politique et science et pas uniquement en temps de crise.

M. Hengartner: Je crois que la science doit apprendre à faire preuve de plus d'humilité. Ce n'est pas parce que je suis une experte ou un expert que j'ai toujours la bonne réponse. En tant que scientifique, je ne suis pour tout le monde crédible que si je reste mesuré – et que je ne place pas mon propre système de valeurs au-dessus de celui des autres. Car la mul-

tiplication des échanges offre une chance à la science d'instaurer la confiance. Mais les activités de conseil, qui mobilisent des ressources, doivent aussi être valorisées au sein de l'environnement universitaire. Les scientifiques qui s'engagent ne doivent pas s'entendre dire qu'ils peuvent faire du conseil politique durant leur temps libre, mais que, pour des promotions, seules les publications scientifiques comptent.

A votre avis, que faut-il pour atténuer les points de friction?

W. Thurnherr: En politique, on a tendance à renvoyer à la science surtout quand les résultats confirment un point de vue personnel. Mais la contradiction peut aussi être bénéfique et, le cas échéant, on n'a pas toujours raison dès le départ. Il est de la responsabilité des hommes et des femmes politiques de se pencher sur la question avant de prendre une décision. Dans de nombreux domaines, c'est tout sauf simple. Car souvent, on se rend vite compte que la chose est plus compliquée que ce que l'on pensait. Et comme je l'ai dit, les scientifiques doivent savoir que la politique fonctionne différemment et que beaucoup de choses doivent être pondérées en même temps.

M. Hengartner: Pour reprendre un «bon mot», disons que plus on en sait sur des sujets scientifiques complexes, moins on a un avis catégorique. Toutefois, je dois tresser une couronne de lauriers à l'exécutif, car la politique a su maintenir le dialogue même par temps difficile. C'est un grand honneur de pouvoir soutenir si près des décisions, c'est rare pour des scientifiques.

W. Thurnherr: En Suisse, nous mettons toujours un peu notre lampe sous le boisseau. Prenez les recherches des deux EPF ou de Tanja Stadler, elle et son équipe calculent le taux de reproduction effectif pour la moitié de la planète. C'est une performance incroyable que nous, petit pays, ayons autant de compétences à disposition. Nous ne devrions pas l'oublier: jusqu'à présent, nous avons relativement bien traversé la crise. C'est surtout grâce à notre capacité à rectifier le cap.

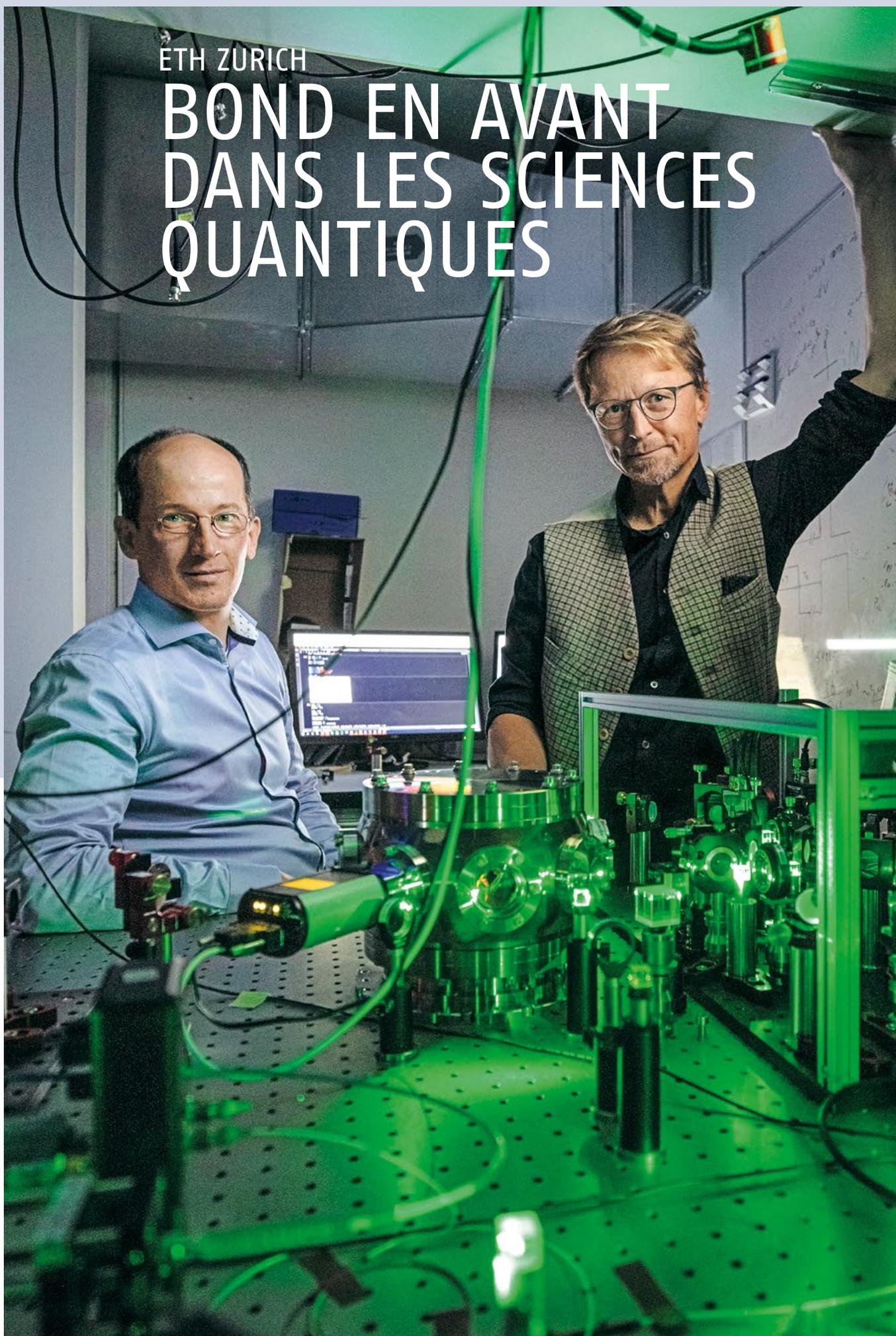
«Il faut plus de compréhension des deux rôles, et nous devons mieux utiliser les compétences existantes.»

– Le chancelier de la Confédération Walter Thurnherr

L'entretien s'est déroulé le 15 décembre 2021.

ETH ZÜRICH

BOND EN AVANT DANS LES SCIENCES QUANTIQUES



La physique quantique est une science bien ancrée à l'ETH Zurich. Son enseignement s'y développe, de même que la recherche. La nouvelle filière de master Quantum Engineering compte près de 150 étudiantes et étudiants. Un Quantum Center a été créé, et l'ETHZ-PSI Quantum Computing Hub va construire des ordinateurs quantiques.

Professeurs à l'ETH Zurich, Lukas Novotny (à d.) et Andreas Wallraff développent l'offre en enseignement et en recherche dans les sciences quantiques aux côtés de nombreux professeures et professeurs qui travaillent sur la physique et les technologies quantiques.

Qu'ont en commun la physique quantique et les sciences de l'ingénieur? Au premier coup d'œil, pas grand-chose. L'une cherche à comprendre des phénomènes naturels, l'autre à trouver des applications pratiques. L'ETH Zurich démontre qu'associer les deux peut faire progresser les connaissances et les applications. Le lancement de la nouvelle filière de master *Quantum Engineering* à l'automne 2019 a été suivi par celui du *Quantum Center*. De ce fait, les différentes activités en recherche quantique se complètent et gagnent en visibilité. Un nombre important de chaires a aussi été créé en lien avec la physique et les technologies quantiques. Puis, en mai 2021 a été fondé l'*ETHZ-PSI Quantum Computing Hub*, dédié au développement des ordinateurs quantiques.

L'interconnexion entre sciences de l'ingénieur et sciences quantiques à l'ETH Zurich et le renforcement de ces dernières ont été confiés à deux professeurs: à Lukas Novotny, professeur au Département des technologies de l'information et d'électrotechnique et directeur du programme de la toute nouvelle filière de master *Quantum Engineering*, et à Andreas Wallraff, professeur en physique des solides, directeur et fondateur du *Quantum Center* et coresponsable scientifique de l'*ETHZ-PSI Quantum Computing Hub*. Donc à un ingénieur et à un physicien. Ce n'est pas un hasard si le développement des sciences quantiques s'accélère en ce moment à l'ETH Zurich. La physique quantique existe depuis plus d'un siècle. A l'origine, il s'agissait de comprendre des éléments naturels de taille microscopique, comme les atomes. La physique quantique a été fondée comme domaine scientifique par des physiciens de la première génération tels que Max Planck ou Niels Bohr. Des applications qui n'auraient pas vu le jour sans la physique quantique sont apparues plus tard, comme les transistors, le laser ou l'imagerie par résonance magnétique (IRM) – la première révolution quantique. Dans les années 1980, l'idée d'utiliser la physique quantique dans les technologies de l'information, pour des ordinateurs, pour la communication ou pour améliorer des capteurs a commencé à germer – soit la deuxième révolution quantique. «L'ETH Zurich s'est toujours illustrée dans ces domaines, mais aussi dans

les fondements et les applications de la physique quantique», affirme A. Wallraff. «Grâce à l'association de la physique quantique avec ces domaines, nous sommes aux portes de nouvelles applications», poursuit L. Novotny.

La nouvelle filière de master *Quantum Engineering*, la première de ce type, a été conçue dans cet esprit. «Nous avons pris conscience que, pour développer ce domaine en direction des applications, il fallait mettre les sciences quantiques sur la table des ingénieurs, car le physicien qui veut toujours comprendre le pourquoi et le comment n'a pas forcément une application pratique en tête. L'ingénieur, lui, se demande toujours ce qu'il peut faire avec tel et tel élément.» A l'ETH Zurich, où la physique quantique et les sciences de l'ingénieur sont très importantes, l'heure était donc venue de concevoir une nouvelle filière de master qui s'adosse au bachelor de ces deux branches d'études. De l'idée à la réception des premiers dossiers de candidatures d'étudiantes et d'étudiants, il ne se sera écoulé que quelques mois, le rectorat de l'ETH Zurich voyant ce projet d'un bon œil. Les premières diplômées et premiers diplômés en *Quantum Engineering* seront très demandés. «Je pense que 80% d'entre eux intégreront le secteur privé», avance L. Novotny. Pourquoi? Parce que les nouveaux appareils doivent être toujours plus pratiques, rapides et sensibles. En extrapolant, ceci signifie que les développements évoluent jusqu'aux limites de l'actuellement faisable, «là où la mécanique quantique prendra ensuite le relais», affirme l'ingénieur.

Il faudra encore compter un certain temps d'ici à un bond en avant se traduisant par de nouvelles applications révolutionnaires. C'est le cas des ordinateurs quantiques supraconducteurs qui seront développés à l'*ETHZ-PSI Quantum Computing Hub*. Ces nouveaux processeurs travaillent sur la base des bits quantiques (*qubits*), contrairement aux actuels ordinateurs. «Les *qubits* élargissent le champ des possibles et repoussent les limites toujours plus haut, hors de la portée des ordinateurs conventionnels», explique A. Wallraff. Mais construire des ordinateurs quantiques est une tâche complexe, ils sont souvent sujets aux bogues. Actuellement, les ordinateurs quantiques des scientifiques de l'ETH Zurich atteignent les 17 *qubits*. Pour le prochain échelon de développement, un bâtiment sur le site du PSI a été transformé pour être dédié à la recherche sur les ordinateurs quantiques, en tirant parti du savoir-faire de l'établissement de recherche en matière d'étude et de gestion de grandes installations. L'objectif à moyen terme est de construire des ordinateurs quantiques de 50 ou même de 100 *qubits*. Mais pour exploiter le potentiel, des milliers, voire des centaines de milliers de *qubits* seront nécessaires. Ce n'est donc pas encore pour demain? «Personne ne sait ce qui sera réalisable avec les ordinateurs quantiques. Mais de nombreuses entreprises et équipes de recherche sont très optimistes, et les questions scientifiques en suspens sont légion», conclut A. Wallraff.

«La physique quantique et les sciences de l'ingénieur ont une grande importance à l'ETH Zurich. C'était le bon moment pour adosser une nouvelle filière de master aux deux branches d'études.»

> Lukas Novotny, professeur de photonique

Un prix Nobel rejoint l'ETH Zurich

Le prix Nobel de physique Didier Queloz va diriger un nouveau centre de recherche à l'ETH Zurich.

> Keystone

En 1995, le jeune astronome genevois Didier Queloz découvre avec son directeur de thèse Michel Mayor la première planète orbitant autour d'une étoile semblable au Soleil en dehors de notre système solaire. Cette découverte leur vaudra le prix Nobel de physique en 2019. D. Queloz (55 ans) vient d'être nommé premier directeur du nouveau *ETH Center for the Origin and Prevalence of Life*. Ce centre réunit des scientifiques issus de différentes disciplines, qui travaillent sur l'origine de la vie. Ces dernières années, des progrès importants ont été accomplis en astronomie, en biochimie et en biologie moléculaire. Ceux-ci devraient aider à percer le mystère des origines de la vie.



150 ans de sciences agronomiques



En savoir plus

Fondée en 1871 à l'ETH Zurich, la Division de l'agriculture démarre avec trois professeurs et cinq étudiants. Son développement rapide nécessitera quelques adaptations structurelles. En 2012, les sciences agronomiques sont intégrées au nouveau Département des sciences des systèmes environnementaux – une étape importante vers la reconnaissance de la matière comme science systémique. «Aujourd'hui, les sciences agronomiques rassemblent une multitude de disciplines», explique Emmanuel Frossard, professeur en nutrition végétale à l'ETH Zurich depuis 1994. «Autrefois, l'objectif était d'atteindre une production suffisante. Aujourd'hui, nous voulons une agriculture multifonctions qui préserve l'environnement.»



La recherche agronomique mise toujours plus sur la robotique et l'intelligence artificielle, comme ici avec le robot désherbeur *Rowesys*, développé par des étudiants et étudiants en génie mécanique.

> obs / AWK Group AG / Immanuel Denker

Au sein de la Genève internationale: l'ETH Zurich et l'Université de Genève ont fondé le Laboratoire pour la diplomatie scientifique.

> UNIGE/Marco Cattaneo

Les technologies au service de la diplomatie

Développer de nouvelles technologies et les utiliser au mieux dans le domaine de la diplomatie. C'est l'objectif du Laboratoire pour la diplomatie scientifique (SiDLab) créé à Genève par l'ETH Zurich et l'Université de Genève en octobre 2021. Ce pôle interdisciplinaire réunit sous un même toit l'ingénierie de la négociation et la diplomatie computationnelle, pour mettre les résultats et méthodes scientifiques au service de la résolution diplomatique de conflits internationaux et répondre aux défis globaux. Le SiDLab va renforcer la position de la Suisse comme pôle d'excellence scientifique et le rôle de Genève comme centre du multilatéralisme.



Le recul des glaciers s'accélère

Le recul des glaciers est un indicateur du changement climatique facile à observer. Mais son ampleur n'avait pas encore été pleinement mesurée. Une équipe de recherche internationale dirigée par l'ETH Zurich et l'Université de Toulouse a rédigé la première étude exhaustive sur la fonte mondiale des glaciers, qui a été publiée en ligne le 28 avril 2021 dans la revue *Nature*. L'équipe réunie autour de Romain Hugonnet, auteur principal, a étudié des images satellites des quelque 220 000 glaciers de la planète. Bilan: entre 2000 et 2019, les glaciers ont perdu en moyenne 267 gigatonnes de glace par an. A titre de comparaison, ce volume suffirait à noyer la Suisse sous six mètres d'eau. La fonte des glaciers peut contribuer pour 21% à l'élévation du niveau des mers mesurée chaque année, et le processus s'accélère rapidement. Entre 2000 et 2004, les glaciers ont perdu 227 gigatonnes de glace par an; entre 2015 et 2019, 298 gigatonnes.



La langue glaciaire du glacier de Corbassière passait encore sous cette passerelle valaisane en 2014. En septembre 2021, il ne reste plus que des graviers et des pierres.

› Peter Rüegg/ETH Zurich

Anne Lacaton reçoit le prix Pritzker

Le 16 mars 2021, Anne Lacaton, professeure honoraire à l'ETH Zurich, et son partenaire Jean-Philippe Vassal ont reçu le plus prestigieux des prix d'architecture, le prix Pritzker. Le jury a salué le travail du duo français d'architectes «qui répond aux urgences climatiques et écologiques de notre temps autant qu'à ses urgences sociales». A. Lacaton et J.-P. Vassal sont des pionniers de l'architecture durable: à la démolition de l'ancien, ils préfèrent le travail avec le bâti existant. Leur agence, fondée en 1987, a déjà réalisé plus de 30 projets, l'un des plus connus étant l'extension et la transformation du Palais de Tokyo à Paris.



Ouverture de la Student Project House

Une canne blanche intelligente ou une maison qui se gère seule grâce à la blockchain: voici deux des idées que concrétisent des étudiantes et étudiants dans la nouvelle *Student Project House*, située à côté du bâtiment principal de l'ETH Zurich. C'est le deuxième laboratoire d'idées, après le projet pilote sur le campus Hönggerberg, en 2016. Les locaux, récemment rénovés, occupent les cinq étages de l'ancienne centrale de chauffage urbain, sur 1200 mètres carrés. Les étudiantes et étudiants peuvent y donner forme à leurs idées sans la pression des notes. Un atelier est à disposition, en plus d'espaces de *co-working* et de salles communes, pour favoriser les échanges créatifs. Les étudiantes et étudiants bénéficient également d'offres de coaching et d'ateliers.



Découvrir ici la vidéo YouTube.

La *Student Project House* offre aux étudiantes et étudiants pléthore d'espaces et d'équipements techniques pour la concrétisation de leurs idées.

› Jasmin Frei/ETH Zurich

Anne Lacaton, professeure honoraire à l'ETH Zurich, a reçu le prix Pritzker, l'équivalent du prix Nobel en architecture.

› Laurent Chalet/Philippe Ruault

EPFL
**MATHÉMATICIENNE
TALENTUEUSE
ET CYCLISTE
SENSATIONNELLE**



Comité olympique autrichien - utilisation rédactionnelle gratuite

Docteure en mathématiques, Anna Kiesenhofer travaillait sur les équations différentielles partielles comme postdoctorante à l'EPFL quand elle s'est qualifiée pour l'épreuve de cyclisme sur route pour les Jeux olympiques de Tokyo. A la surprise générale, elle y a décroché la médaille d'or. Pour elle, les parallèles entre mathématiques et cyclisme expliquent sa réussite.

«Un génie des maths qui a déclenché l'un des chocs majeurs de l'histoire olympique.» CNN à propos d'Anna Kiesenhofer, mathématicienne et médaillée d'or aux JO de Tokyo 2021.



Regarder les derniers mètres de la course.

La première passion d'Anna Kiesenhofer, ce sont les mathématiques. Sur sa page Internet, on voit un dessin: à l'arrière-plan, des formules mathématiques, au premier plan, elle, assise droite sur son vélo de course, savourant sa victoire. Sa deuxième passion, le cyclisme sur route, l'a amenée aux Jeux olympiques de Tokyo en 2021. Elle-même se décrit comme «mathématicienne et cycliste. Est née et a grandi en Autriche. Vit à Lausanne depuis 2017. Minimaliste, introvertie, attirée par l'insolite. Médaille d'or 2021 à Tokyo». Sa devise: «ose être différente.» Différente pour réussir l'insolite – ce pourrait être le résumé des trente premières années d'Anna Kiesenhofer.

Ces premières années furent d'abord placées sous le signe de sa première passion, les mathématiques. Pourquoi cette matière? «Parce qu'elles sont plus exactes que la physique». A. Kiesenhofer passe son bachelors à la *Technische Universität* de Vienne, puis obtient un master en mathématiques pures à l'Université de Cambridge. A cette époque, elle pratique le triathlon. En 2016, science et sport se rapprochent. A. Kiesenhofer décroche son doctorat à l'*Universitat Politècnica de Catalunya* de Barcelone, avec une thèse sur les «Systèmes intégrables sur des variétés b-symplectiques» qui lui vaut la meilleure mention *excellent cum laude*. Elle travaille alors sur des «systèmes mécaniques abstraits qui peuvent se décrire dans des espaces mathématiques» et «veut poursuivre dans le milieu universitaire». Après une blessure, elle reporte ses ambitions sportives sur le vélo et gagne sa première course élite nationale, l'année de son doctorat, en Espagne. Le sport entre de plus en plus dans sa vie. Elle finit par signer un contrat avec une équipe de cyclisme, mais se rend vite compte que la vie de cycliste professionnelle ne lui convient pas. Elle poursuit son parcours universitaire qui semble tout tracé. Elle entre à l'EPFL comme collaboratrice scientifique, une école où elle peut

continuer à travailler sur son domaine de recherche, les équations différentielles partielles, et enseigner comme postdoctorante dans différentes filières de bachelors. Un pas de plus sur le chemin d'une carrière universitaire.

L'année 2021 marque un tournant. Suite à un changement en interne, elle décroche son ticket pour l'épreuve de cyclisme olympique. L'amatrice est la seule à défendre les couleurs de l'Autriche face à des nations qui alignent des équipes professionnelles et une bonne demi-douzaine de concurrentes au départ. A. Kiesenhofer se présente en solitaire: sans entraîneur, sans équipe, ne faisant confiance qu'à ses forces et à ses propres programmes d'entraînement qu'elle suit avec discipline, volonté et une méticulosité de scientifique. Mais elle connaît surtout son endurance phénoménale. Dans cet état d'esprit, elle s'engage dans la course de 137 kilomètres qu'elle dominera du début à la fin. «Trois facteurs auront été déterminants pour ma victoire: j'ai attaqué de suite et mes adversaires m'ont sous-estimée, pensant qu'elles me rattraperaient et dépasseraient plus tard», analyse A. Kiesenhofer, en toute modestie. «Mais je n'ai pas ralenti et j'ai exploité pleinement mon endurance». Et pour finir, elle a eu la chance de son côté. Le monde du cyclisme est chamboulé. La chaîne de télévision américaine CNN s'enflamme: «Un génie des maths qui a déclenché l'un des chocs majeurs de l'histoire olympique.» Les ondes de choc se propagent jusqu'au *Times of India*, *Arab Times* ou *China Daily Global*. En Autriche, elle est nommée «sportive de l'année».

L'or olympique va tout changer. Elle reçoit désormais les aides financières publiques auxquelles elle ne pouvait pas prétendre avant Tokyo. Et elle peut dire ce qu'elle n'aurait jamais osé dire auparavant: «Je suis une sportive professionnelle.» D'autant plus que son poste de postdoctorante est arrivé à son terme à l'EPFL, qui est devenue son point d'attache à titre privé. Le sport professionnel prend le dessus. Mais elle ne tire pas un trait sur sa carrière universitaire. Les parallèles entre science et sport sont trop évidents pour elle: les deux exigent passion, détermination, précision et discipline. Et dans le cyclisme, les mathématiques sont omniprésentes. Il est question d'aérodynamisme, de développements techniques. De potentiels individuels de performance qui peuvent s'améliorer par la modélisation. La une de CNN a du vrai: le fait qu'une mathématicienne soit devenue championne olympique sur route n'est pas que le résultat d'une robustesse physique hors norme. A. Kiesenhofer a une idée derrière la tête pour la suite, une fois sa carrière de sportive terminée: se lancer dans la science du sport. Elle imagine qu'elle sera contente de faire travailler ses neurones et reste ainsi fidèle à sa devise: «ose être différente.»

«Dans le cyclisme, les mathématiques sont omniprésentes. Il est question d'aérodynamisme, de développements techniques. De potentiels individuels de performance qui peuvent s'améliorer par la modélisation.»

› Anna Kiesenhofer

Explorer l'univers en réalité virtuelle

Un film de 20 minutes intitulé *Archeology of Light* est à voir sur *YouTube* et, à partir du 21 avril 2022, aux pavillons de l'EPFL.

> Hadrien Gurnell/eM+



Envie de voyager aux confins de l'espace? C'est désormais possible sans quitter la Terre grâce au puissant logiciel bêta *open source* VIRUP (pour *Virtual Reality Universe Project*) qui recrée en temps réel un univers virtuel très détaillé à partir des données cosmologiques et astrophysiques les plus récentes. Vous flottez dans l'espace, juste au-dessus de la Terre. La Station spatiale internationale est à portée de main. Quand vous tournez la tête, vous voyez la Lune, un petit cercle perdu dans le lointain. C'est probablement ce qu'un astronaute verrait au cours d'une sortie extravéhiculaire. C'est le début d'un voyage dans l'univers, ou plutôt dans un environnement virtuel développé pour la première fois par des chercheuses et chercheurs de l'EPFL. Vous plongez dans cet univers virtuel très complet grâce à ce puissant logiciel *open source* conçu par le Laboratoire d'astrophysique (LASTRO) de l'EPFL. Une première version bêta est sortie le 1^{er} novembre 2021. VIRUP peut aussi générer des univers virtuels dans



d'autres environnements, dans le dôme d'un planétarium ou d'une cave, par exemple. De l'expérience plutôt personnelle et solitaire des casques de réalité virtuelle, jusqu'à celle plus collective et théâtrale des dômes et des caves, la transition est le fruit d'une collaboration entre les laboratoires LASTRO et eM+ (Laboratoire de muséologie expérimentale) de l'EPFL.

Construire en béton – sans couler de béton

Des chercheuses et chercheurs de l'EPFL ont construit un prototype de passerelle piétonne réalisé à partir de murs d'un bâtiment en rénovation. Les blocs en béton armé ont été sciés un à un sur place avant d'être réassemblés en un arc précontraint. Ce projet de réemploi du béton, inédit sous cette forme, s'inscrit dans une initiative de recherche qui vise à réduire drastiquement l'empreinte carbone de l'industrie de la construction en appliquant les principes de l'économie circulaire. Le vernissage de la passerelle s'était tenu le 11 octobre 2021 au *Smart Living Lab* de Fribourg.



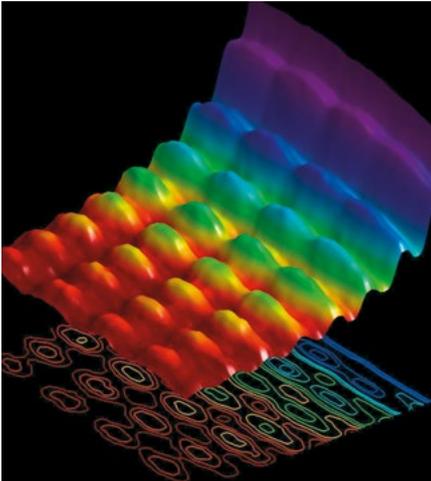
Le prototype de la passerelle piétonne – également sur *YouTube*.

> EPFL

Découverte d'un anticorps neutralisant très puissant contre le SARS-CoV-2

Le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et l'EPFL ont découvert un anticorps monoclonal très puissant ciblant la protéine Spike du SARS-CoV-2. Celui-ci neutralise largement toutes les formes du virus, y compris le variant Delta. Ces travaux ont été publiés dans la prestigieuse revue *Cell Reports*. L'anticorps nouvellement découvert a été isolé à partir des lymphocytes d'un patient contaminé par le COVID-19 dans le cadre de l'étude ImmunoCoV réalisée par le Service d'immunologie et d'allergologie du CHUV. L'anticorps est l'un des plus puissants identifiés à ce jour contre le virus SARS-CoV-2. Sur la base de ces résultats prometteurs, le CHUV et l'EPFL – dans le cadre d'accords de collaboration et de propriété intellectuelle – travaillent avec une start-up qui aura pour mission d'assurer la production et le développement clinique des anticorps nouvellement découverts. Les essais cliniques doivent démarrer fin 2022.

Le premier cliché montrant la lumière sous forme d'onde et particule



La mécanique quantique enseigne que la lumière se comporte à la fois comme une particule et une onde. Depuis Einstein, des scientifiques tentent d'observer ces deux aspects simultanément. Mais jusque-là, jamais une expérience n'avait permis de montrer les deux natures de la lumière en même temps. On pouvait voir une onde ou une particule, mais à des moments différents. En repensant l'approche expérimentale, des scientifiques de l'EPFL, conduits par le professeur Fabrizio Carbone, ont pu prendre le premier instantané jamais réalisé de la lumière se comportant à la fois comme une onde et comme une particule. Cette avancée révolutionnaire a été publiée dans *Nature Communications*.

Lumière montrant simultanément l'interférence spatiale et la quantification d'énergie.

› Fabrizio Carbone/EPFL

Manipulation à grande échelle des tendances Twitter

Les réseaux sociaux sont devenus omniprésents dans notre vie quotidienne moderne. Ils nous ont apporté de nouveaux modes d'interaction, qui auraient été auparavant inconcevables. Alors que, à leurs débuts, nos interactions sociales se résumaient à un petit cercle de connaissances, aujourd'hui, la plupart d'entre nous font partie de communautés beaucoup plus larges qui peuvent influencer nos lectures, nos opinions et nos actes. Les tendances Twitter, par exemple, sont un mécanisme d'influence. La plateforme utilise un algorithme pour déterminer les sujets avec *hashtag* qui sont populaires à l'instant T. Elle alerte les utilisatrices et utilisateurs de Twitter des mots, phrases, sujets et *hashtags* les plus répandus mondialement et localement. Des scientifiques de l'EPFL ont découvert qu'en Turquie, près de la moitié des sujets tendance locaux publiés sur Twitter étaient faux. C'est aussi la première fois qu'il est prouvé que de nombreuses tendances sont créées de toutes pièces par des robots, du fait d'une faille dans l'algorithme qui décide des sujets tendance sur Twitter et qui ne prend pas en compte les suppressions. Les *hackers* peuvent ainsi poster des *tweets* contenant un mot-clé qui sera indexé dans les tendances, puis supprimer immédiatement leurs *tweets*.

L'EPFL construit un Hyperloop expérimental

L'EPFL et sa start-up Swisspod construisent un banc d'essai sur le campus d'Ecublens pour tester la technologie de transport ultrarapide sous vide. Il permettra notamment de tester un moteur linéaire. Le projet est soutenu par une bourse Innosuisse. Présenté comme un cinquième mode de transport, plus propre que l'avion et plus rapide que le train, le système *Hyperloop* pourrait révolutionner la mobilité longue distance. Du désert du Nevada au port de Hambourg en passant par Toulouse, le Proche-Orient et la Chine, les projets se multiplient à travers le monde. Le banc d'essai d'Ecublens est le premier opérationnel en Europe. Il se présente sous la forme d'un anneau en fonte d'aluminium de 40 mètres de diamètre et de 120 mètres de longueur, bourré de capteurs. C'est une première en Europe. Conçu et géré par le Laboratoire des systèmes électriques distribués (DESL) de l'EPFL, il permettra de simuler une piste *Hyperloop* infinie.



L'infrastructure a la forme d'un anneau en fonte d'aluminium de 40 mètres de diamètre et 120 mètres de longueur.

› Murielle Gerber/EPFL



Le système énergétique suisse doit atteindre la neutralité climatique d'ici 2050. Pour y parvenir, la science apporte des solutions: transformé par électrolyse, le CO₂ peut servir à fabriquer des produits chimiques ou des carburants synthétiques. La modélisation permet de calculer les coûts d'un système énergétique non fossile.

«Utiliser le CO₂ comme matière première peut aider à la protection du climat et à la transition énergétique.»

› Thomas Justus Schmidt, chef de la division de recherche Énergie et environnement (à g.), ici avec Tom Kober, responsable du groupe Économie énergétique du Laboratoire d'analyses des systèmes énergétiques.

Docteur en chimie, Thomas Justus Schmidt est professeur d'électrochimie à l'ETH Zurich et chef de la division de recherche Énergie et environnement au PSI, qui comprend le groupe Économie énergétique. Tom Kober, ingénieur de gestion et titulaire d'un doctorat en économie de l'énergie, dirige le groupe et s'intéresse autant à la technique qu'à l'économie. Tous deux travaillent sur la décarbonisation et la transformation du système énergétique suisse pour que le pays atteigne la neutralité climatique conformément à la Stratégie énergétique 2050. La chimie et la technique seront indispensables à la substitution concrète des sources d'énergie fossiles et au stockage prolongé d'électricité issue des énergies renouvelables. L'économie permet de mettre en évidence les coûts qui y sont liés.

L'élément dont il est ici question est le dioxyde de carbone ou CO₂. Il est naturellement présent dans l'atmosphère terrestre, mais il est aussi généré par la combustion de bois, de charbon, de pétrole ou de gaz ainsi que par des processus industriels. Une fois libéré, le CO₂ ne se décompose pas de lui-même: soit il est absorbé par l'eau, soit il est éliminé par les plantes vertes au cours de la photosynthèse. Depuis les années 1950, la quantité de CO₂ émise à travers le monde a quadruplé. Les puits de carbone naturels ne peuvent pas suivre ce rythme, et l'effet de serre s'accroît.

«Le CO₂ peut devenir une précieuse ressource»: voici le titre surprenant d'un communiqué du PSI publié en 2021. Le dioxyde de carbone qui nuit au climat serait-il tout à coup devenu une matière première recherchée? Ce n'est pas de la sorcellerie mais de la chimie. Le procédé consiste à capter le CO₂ dans l'atmosphère ou là où il se forme. De la même manière qu'une combustion produit du CO₂, «il est possible d'inverser le processus et d'obtenir des matières premières qui serviront à fabriquer des produits chimiques ou des carburants de synthèse», explique T. J. Schmidt. Lors de l'électrolyse, le courant électrique déclenche un processus qui transforme le CO₂ et l'eau en produits chimiques de valeur. «Utiliser le

CO₂ comme matière première peut contribuer à la protection du climat et à la transition énergétique», affirme le chimiste. Mais l'électrolyse doit consommer peu d'énergie et l'électricité provenir de sources renouvelables. Au final, l'opération doit capturer plus de CO₂ qu'en dégager. Une cellule d'électrolyse développée au PSI montre que, même avec le mix de courant suisse actuel, il est possible de fabriquer du CO, un produit de départ important pour la fabrication de carburants de synthèse, «qui présente le potentiel d'un puits de CO₂.» Des processus qui fonctionnent de façon fiable en laboratoire sont sur le point d'être testés à plus grande échelle. Le potentiel est très élevé au niveau de la fabrication de carburants de synthèse pour l'aviation, là où la décarbonisation est complexe. La recherche interdisciplinaire de l'initiative SynFuels du PSI et de l'Empa a déjà permis de produire en laboratoire de petites quantités de carburant synthétique.

L'électricité est la clé d'un avenir énergétique non fossile. Dans un contexte de hausse de la consommation électrique, les technologies de stockage joueront un rôle majeur. «Stocker directement de l'électricité sur de longues périodes n'est pas rentable», explique T. J. Schmidt. «Le stockage sur le long terme passe par le stockage du courant dans des liaisons chimiques de molécules, comme l'hydrogène, le gaz naturel de synthèse et d'autres carburants ou le méthanol.» Les produits chimiques serviraient d'accumulateurs de courant sur le long terme. La production pourrait se décentraliser, la taille des installations diminuer. Les technologies correspondantes sont d'ores et déjà disponibles à l'échelle de laboratoire. Reste à les traduire en modèles commerciaux économiques viables.

Combien la transformation vers le zéro émission nette coûtera-t-elle à la Suisse? Les modèles de T. Kober montrent que le surcoût avoisinera les 300 francs par an et par personne. «Il s'agit des surcoûts liés à l'énergie, qui s'ajoutent à ceux d'un développement de référence où la protection du climat joue un rôle relativement secondaire. Les coûts sont ceux du système énergétique complet, pour la mobilité, le bâtiment et l'industrie», précise l'ingénieur. Cette approche globale montre l'ampleur d'une telle transformation du système énergétique pour la Suisse. La capacité des systèmes photovoltaïques va devoir doubler tous les dix ans jusqu'en 2050, la production électrique des centrales nucléaires et des installations de stockage augmenter d'au moins un cinquième, ceci dans l'hypothèse que toutes les centrales nucléaires seront mises à l'arrêt d'ici 2045. Chacune et chacun est concerné: d'ici à 2030, une nouvelle voiture immatriculée sur trois sera électrique et, d'ici à 2050, les véhicules électriques couvriront plus ou moins l'ensemble du territoire. La production de chaleur ambiante doit elle aussi passer des actuelles sources d'énergie fossiles aux pompes à chaleur électriques et exploiter tous les potentiels d'économie possibles.

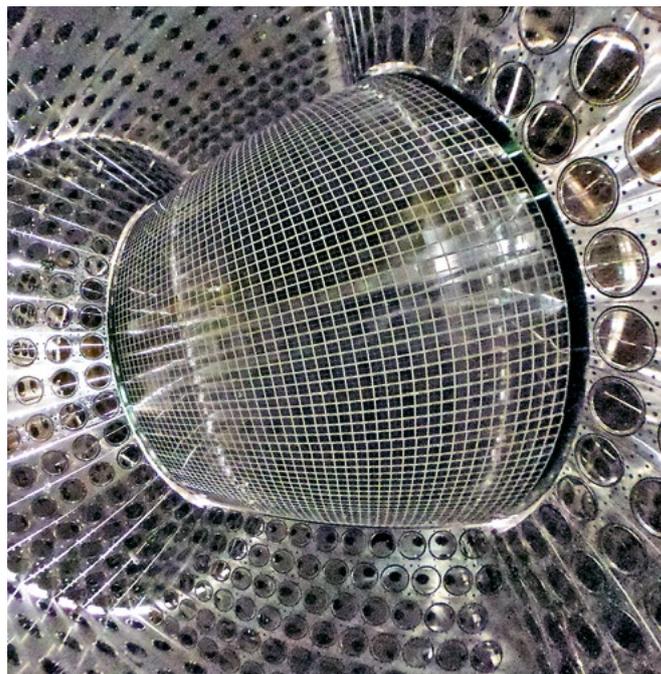
Des défis de taille nous attendent, mais aussi davantage de compréhension sur ce qu'il faut faire grâce aux expertises que réunit le PSI en chimie, technique et économie.

La traque se poursuit

Détecteur de photons au xénon liquide de l'expérience MEG II au PSI.

> PSI

Du CERN au Fermilab, le muon, en contradiction avec les lois de la physique, est traqué partout. Au PSI, après neuf ans de préparation rigoureuse, la collaboration internationale MEG II est prête. L'expérience veut vérifier si le muon, qui est une particule fondamentale, peut se désintégrer en un électron et un photon; une désintégration impossible d'après le modèle de physique des particules en vigueur. Cette expérience, qui s'apparente à chercher une aiguille dans une botte de foin, pourra détecter une seule désintégration parmi des centaines de milliers de milliards de muons. Disposant de la source de muons continue la plus intense au monde, la source de muons suisse, et d'un détecteur modernisé à la sensibilité inégalée, MEG II est sur le point de modifier notre compréhension des plus petits éléments constitutifs de la matière.



Des protons contre le cancer du poumon



Visitez le Centre de protonthérapie sur YouTube.

En novembre 2021, une patiente atteinte d'un cancer du poumon a été irradiée avec des protons au Centre de protonthérapie. Une première en Suisse. Le traitement entre dans le cadre d'une étude internationale à laquelle participent le PSI et le Centre de radio-oncologie des hôpitaux cantonaux d'Aarau et de Baden. Ces institutions sont les seuls partenaires de l'étude, hors États-Unis, qui compare le succès d'un traitement par radiothérapie conventionnelle à celui d'un traitement par protonthérapie dans le cas du cancer du poumon le plus courant, à un stade avancé et inopérable. Ce traitement inédit ouvre un nouveau chapitre dans l'histoire de la protonthérapie au PSI.



Dominic Leiser, le radio-oncologue en charge de la première patiente atteinte d'un cancer du poumon traitée par protonthérapie au PSI.

> Markus Fischer/PSI

Gouttelettes d'eau gelées.

> Shutterstock

Les impulsions du SwissFEL percent les secrets de l'eau

Des scientifiques du PSI ont mesuré la chaleur spécifique isobare de l'eau à basse température. La valeur est maximale à $-44,15$ degrés Celsius puis baisse rapidement. Ceci était la théorie selon laquelle l'eau est un mélange de deux fluides de densité différente – une raison possible à l'anomalie thermodynamique sans laquelle la vie telle que nous la connaissons sur Terre n'existerait pas. Jusqu'à présent, de telles mesures étaient impossibles car, à si basses températures, l'eau forme rapidement des cristaux de glace. Le SwissFEL a apporté la solution. Une impulsion laser infrarouge a déclenché un saut de température ultrarapide dans des gouttelettes d'eau sous-refroidies qui ont alors été mesurées avec des impulsions de rayons X jusqu'à $-46,15$ degrés Celsius.



WSL

CE QUE LES ISOTOPES RÉVÈLENT SUR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE



Physicien, Matthias Saurer dirige le laboratoire d'isotopes du WSL. Par des méthodes complexes, il mesure les rapports isotopiques des végétaux. Ces calculs renseignent notamment sur le régime hydrique et nutritif des forêts et fournissent des données essentielles pour la recherche sur l'environnement et le climat.

«Les isotopes sont la constante de ma carrière de chercheur», annonce Matthias Saurer, à la tête du Laboratoire d'isotopes du WSL à Birmensdorf, qui abrite plusieurs spectromètres de masse. «Les isotopes sont les atomes d'un élément qui, dans leur forme stable ou radioactive, comptent un nombre variable de neutrons, d'où des masses différentes. Les spectromètres de masse de notre laboratoire permettent d'analyser des isotopes de carbone, d'hydrogène, d'oxygène ou d'azote, naturellement présents dans l'environnement», poursuit le scientifique. Le laboratoire détermine les rapports isotopiques et réalise des analyses isotopiques à haute résolution de matériau organique, utiles à plusieurs disciplines. «Nos méthodes sont de plus en plus précises pour rester à la pointe de la recherche et progresser en recherche fondamentale», précise M. Saurer. Ces travaux aident à mieux comprendre des changements naturels complexes, comme l'appauvrissement dramatique de la biodiversité, dû à divers facteurs. Ou les répercussions sur les forêts des épisodes de sécheresse, toujours plus nombreux et intenses. Les autorités s'appuient sur les résultats obtenus pour définir des mesures de protection de la nature et des bases de la vie humaine.

M. Saurer travaille aussi sur le développement de la recherche isotopique en rapport avec le climat et l'écologie. Sa thèse, passée à l'Institut de physique de l'Université de Berne, portait déjà sur les isotopes. Le spectromètre de masse est un instrument qu'il manie depuis longtemps. Le scientifique a ensuite participé à la mise au point de la méthodologie au Laboratoire de chimie atmosphérique du PSI. A cette époque, l'intérêt porté aux isotopes stables s'accroît, tant dans la recherche forestière qu'environnementale, et la collaboration avec le WSL s'intensifie. En 2017, M. Saurer quitte le PSI en emportant ses appareils de mesure, afin de rejoindre le WSL, où il dirige le nouveau laboratoire d'isotopes. La technique de mesure issue de la physique et l'expertise dans la

recherche sur les forêts et les paysages sont ainsi réunies en un seul et même lieu. La recherche sur les isotopes est complexe. Les isotopes des végétaux ont une fonction transversale. Chaque interrogation scientifique sollicite des disciplines variées. Comme la biologie ou la climatologie pour la recherche forestière, la chimie ou la biochimie pour la compréhension des processus qui animent les plantes. Avec son approche interdisciplinaire et les instrumentations des spectromètres de masse, la recherche sur les isotopes améliore la compréhension de processus naturels souvent invisibles. Elle fournit aux scientifiques du Laboratoire d'isotopes des réponses à une multitude de questions essentielles. Par exemple sur le régime hydrique et nutritif des forêts. Des analyses plus spécifiques ciblent des composants particuliers comme le glucose dans les feuilles ou les aiguilles, là où sont assimilés les différents isotopes de carbone et d'oxygène au cours de la photosynthèse. Lors de sécheresses, la signature isotopique, qui se fixe durablement dans le bois, change. Le chercheur aimerait donc comprendre les mécanismes qui interviennent dans les aiguilles lors de changements climatiques.

La recherche sur les cernes de croissance des arbres est une application classique. En 2020, le Laboratoire d'isotopes a participé à une étude menée sur le sujet par une équipe internationale. Les scientifiques ont analysé plus de 27 000 mesures des rapports isotopiques de carbone et d'oxygène, effectuées sur les cernes annuels de 147 chênes européens, sur une période de plus de 2000 ans. Les échantillons ont été prélevés sur des anciens puits, bâtiments, constructions sur pilotis, sédiments et arbres vivants, en République tchèque et en Bavière. C'est la collecte de données la plus détaillée jamais réalisée sur les conditions hydroclimatiques de l'Empire romain à aujourd'hui.

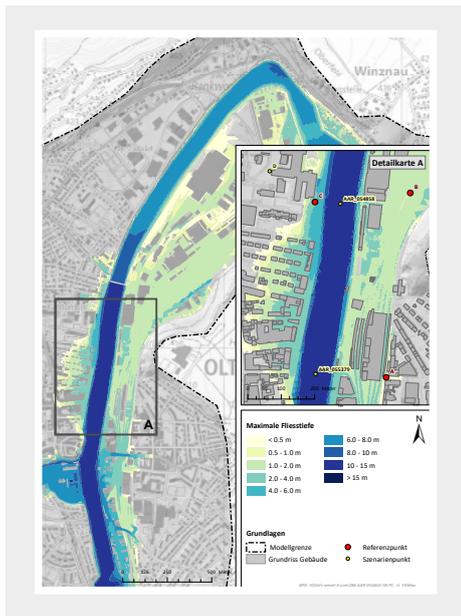
Mais est-ce pour autant une preuve concluante du changement climatique? Cette chronologie minutieuse du bois sur deux millénaires et les rapports isotopiques mesurés indiquent que les épisodes de sécheresse des cinq dernières années ont été effectivement exceptionnels.

Pour M. Saurer, «il y a plusieurs certitudes sur le changement climatique. Il est clair que la hausse de CO₂ dans l'atmosphère est d'origine anthropique, tout comme la hausse des températures. Mais concernant les fortes pluies, les scientifiques sont moins catégoriques». Pourquoi? Les précipitations sont des phénomènes très hétérogènes, il s'agit d'événements régionaux, souvent ponctuels. Il est difficile d'établir un lien de causalité avec la hausse de CO₂. Mais la recherche sur les isotopes pourrait être révélatrice: «Nos analyses des cernes apportent fréquemment de nouvelles réponses», se félicite M. Saurer.

«La recherche sur les isotopes s'inscrit dans la recherche fondamentale et aide à comprendre des processus naturels invisibles, comme les mécanismes qui interviennent dans les aiguilles lors de changements climatiques et la fixation de ce signal par le bois.»

› Matthias Saurer, responsable du Laboratoire d'isotopes du WSL

Que se passerait-il par crue extrême de l'Aar?



L'étude «Crues extrêmes de l'Aar» fournit les bases d'évaluation des risques associés à des épisodes de crues très rares qui, statistiquement, n'ont lieu qu'une fois tous les 1000, 10 000 ou 100 000 ans. Les autorités et les exploitants d'installations disposent ainsi de bases solides pour protéger au mieux la population et les infrastructures, telles que la gare d'Olten, le site du PSI à Villigen ou les centrales nucléaires de Mühleberg, de Gösgen et de Beznau. Le WSL a coordonné cette étude, initiée par quatre offices fédéraux et l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (ENSI). Le rapport principal a été décliné en versions courtes en allemand, français, italien et anglais, qui reprennent les principaux résultats et conclusions.

Une crue extrême, comme il peut en arriver tous les 100 000 ans, placerait la gare d'Olten sous 50 cm d'eau.

> Rapports WSL 104, 2021



Cliquez ici pour accéder aux rapports du WSL

Une nouvelle méthode de sondage en Climate Smart Forestry

Connaître la réaction des arbres à la sécheresse aide à comprendre l'effet du stress hydrique sur les forêts et à identifier les espèces qui résisteront au changement climatique. Jusqu'à présent, de telles observations étaient très chronophages, car l'analyse s'effectuait arbre après arbre. Dans le cadre d'une étude du FNS, des scientifiques du WSL ont fait appel à des drones pour mesurer l'indice de réflectance photochimique (PRI). Cet indicateur de la dissipation de l'énergie sous forme de chaleur durant la photosynthèse s'obtient par imagerie multispectrale. Il s'agit d'une méthode qui rend perceptibles des processus physiologiques autrement invisibles à l'œil nu. Le recours à des drones permet de sonder rapidement l'état de santé d'une forêt entière.



Idée de lecture: sur les sentiers valaisans de la recherche

Le guide de randonnée du WSL propose huit randonnées sur les grands sites de recherche du WSL en Valais. Très instructifs, les parcours mènent par exemple aux installations de détection précoce de laves torrentielles ou à la surface incendiée de Loèche au grand intérêt écologique. Ce canton ensoleillé est en quelque sorte une région d'alerte précoce des effets du changement climatique. Les histoires sur le climat que racontent les poutres en bois des anciennes maisons du Lötschental sont aussi passionnantes qu'une balade en forêt de Finges, où le WSL procède à des expériences d'irrigation inédites. L'application pour *smartphone* permet de s'orienter et livre des informations sur la faune, la flore et la géologie.



Le livre, édité chez Haupt, est disponible en allemand et en français.

> WSL

Des drones et des analyses multispectrales détectent les signes de stress hydrique des arbres à grande échelle.

> Fredrik Baumgartner/WSL

Empa

DES TRANSISTORS FRAÎCHEMENT IMPRIMÉS



Domaine scientifique en plein essor, l'«électronique imprimée» consiste à imprimer des transistors et autres composants électroniques sur différents substrats. L'Empa est devenue une référence en la matière. Son Coating Competence Center teste des nouvelles techniques d'impression qui ouvrent la voie à des applications innovantes.

«Les besoins à venir en électronique imprimée sont immenses», prédit Jakob Heier, sur la photo aux côtés d'Evgeniia Gilshtein (à d.) au Coating Competence Center (CCC) de l'Empa.

A priori, les termes «électronique» et «imprimée» ne peuvent pas s'associer. Comment une imprimante peut-elle appliquer sur un substrat quelconque des transistors, des éléments semi-conducteurs électroniques, qui vont piloter des tensions et des courants? Est-ce possible? Et comment! Le monde attend impatientement de telles innovations, notamment pour le boom de l'Internet des objets, qui va relier des milliards, voire des billions de capteurs et d'appareils. Pour fabriquer pareilles quantités, le processus d'impression bobine à bobine sur des substrats souples comme les polymères ou le papier doit être rapide.

L'électronique imprimée est un domaine pluridisciplinaire. Jakob Heier, par exemple, est physicien. Il a obtenu un doctorat en sciences des matériaux et sciences de l'ingénieur, a travaillé dans une start-up sur le développement de papier électronique puis, en passant par la physique des polymères, sur la formulation d'encres et l'impression. Aujourd'hui, il encadre un groupe de recherche du laboratoire des polymères fonctionnels de l'Empa et s'occupe des installations nécessaires à l'impression d'électronique au Coating Competence Center (CCC). Quant à Evgeniia Gilshtein, elle est postdoctorante au laboratoire des couches minces et du photovoltaïque de l'Empa. Il y a quelque temps, une équipe de ce laboratoire a réussi à imprimer des capteurs en matériaux inorganiques et des circuits électroniques sur des films polymères. Une avancée rendue possible grâce au projet FOXIP (*Functional Oxides Printed on Polymers and Paper*), financé par le domaine de recherche stratégique *Advanced Manufacturing* du Domaine des EPF. Tandis que l'impression de transistors organiques se pratique depuis longtemps, l'équipe de l'Empa, en association avec des collègues de l'EPFL et du PSI, s'est lancée dans l'impression de transistors inorganiques aux performances et à la robustesse supérieures. Une première. Ils

«Le recuit par lampe flash est une petite révolution. En un clin d'œil, nous obtenons la température nécessaire pile au bon endroit.»

» Evgeniia Gilshtein, scientifique du laboratoire des couches minces et du photovoltaïque à l'Empa

ont utilisé des encres à base de nanoparticules d'oxyde que des installations ultraspécialisées du CCC de l'Empa transforment en électronique imprimée. Les tolérances à l'impression sont de l'ordre du micromètre.

«Les besoins à venir en électronique imprimée sont immenses, car les capteurs minces vont se généraliser pour la surveillance d'états physiques, sur les emballages alimentaires, etc.», explique J. Heier. En 2020, un rapport sur le sujet chiffrait ce marché mondial à plus de 35 milliards de dollars par an. Tendance en forte hausse. Une nouvelle application d'électronique imprimée, confiée à E. Gilshtein, est au stade de prototype.

La chercheuse de l'Empa a développé un trou de serrure invisible localisable uniquement par les initiés et déverrouillable par un code d'accès – une solution de camouflage idéale pour les portes, les coffres-forts ou même les fenêtres. E. Gilshtein s'est appuyée sur le savoir-faire dont dispose déjà l'Empa en matière d'impression d'électronique sur film en couche mince et l'a perfectionné. Pour commencer, les capteurs capacitifs ont été imprimés sur le film, comme c'est souvent le cas. Puis il a fallu rendre plus transparente et plus conductrice que les matériaux habituels l'encre de nanoparticules métalliques d'oxyde d'indium-étain. L'astuce? Colorer en bleu les motifs déjà imprimés sur le film et les «exposer à une source lumineuse très claire et riche en énergie durant une milliseconde. Grâce au colorant, la lumière incidente est entièrement absorbée par la couche de nanoparticules qui, par frittage, se transforme en une couche solide et homogène», explique E. Gilshtein. Réaction secondaire bienvenue, la coloration bleue disparaît, et la couche d'oxyde d'indium-étain conductrice devient transparente, et donc invisible pour l'œil humain.

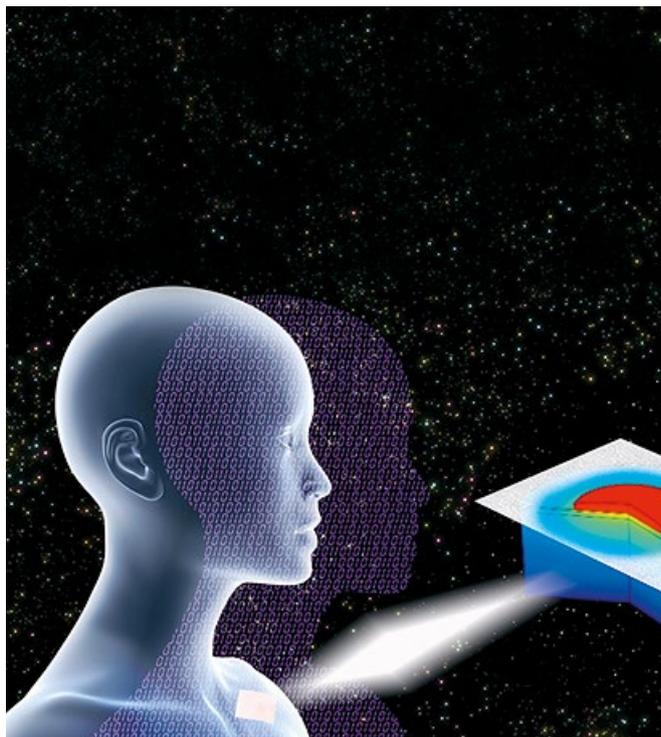
Grâce à cette «encre sympathique», le trou de serrure d'un coffre-fort bancaire devient invisible. «Le recuit par lampe flash est une petite révolution. En un clin d'œil, nous dépassons les 500°C nécessaires à la fabrication du matériau conducteur pile au bon endroit, au sein même de la couche imprimée. Le substrat à imprimer, qui peut être soit du papier, soit du polymère, chauffe à peine», poursuit E. Gilshtein.

Mais la scientifique veut à présent travailler sur un autre sujet: l'électronique imprimée extensible pour fabriquer des capteurs ultrafins de différentes formes qui s'appliquent à même la peau humaine. La prochaine grande tendance de l'électronique imprimée?

Vers une thérapie sur mesure grâce au jumeau numérique

Le jumeau numérique aide à doser les analgésiques administrés par patch cutané.

› Empa



Les traitements traditionnels, contre la douleur lors d'un cancer par exemple, sont souvent imprécis et difficiles à doser. D'où l'intérêt des jumeaux numériques: ils permettent de doser précisément et sur mesure le traitement et de prévoir son déroulement. Des scientifiques de l'Empa ont modélisé plusieurs centaines de ces avatars sur la base de personnes réelles et les ont traités expérimentalement. Pour la première fois, les jumeaux numériques ont reçu des commentaires de vraies patientes et patients, par exemple sur les phases indolores ou sur l'intensité de la douleur, qui ont permis d'optimiser le traitement. Il est déjà apparu que les programmes de traitement optimaux différaient selon l'âge et le sexe.

Des batteries biodégradables en bois

En quête de matériaux courants respectueux de l'environnement pour fabriquer des composants de production et de stockage de l'énergie, des scientifiques de l'Empa s'intéressent à une ressource surprenante: le bois, et à la nanocellulose en particulier, qui est un composant de cette matière première renouvelable. Le groupe de recherche impliqué a développé à partir de cellulose, de glycérine et de sel commun un condensateur compostable, une sorte de mini-batterie capable de stocker de l'électricité pendant des heures et de supporter des milliers de cycles de charge et de décharge et plusieurs années de stockage, même à basse température. Ce condensateur fonctionne comme une mini-batterie qui résiste aussi à la pression et aux chocs. Une fois hors d'usage, il peut être jeté au compost ou rester tel que dans la nature car, au bout de deux mois, il se sera décomposé. Le supercondensateur pourrait devenir un élément clé de l'Internet des objets pour alimenter en courant des capteurs et des microtransmetteurs, après une brève exposition à un champ électromagnétique.



La pile biodégradable sur YouTube.

Gestion intelligente de l'énergie grâce à l'intelligence artificielle

Rendre nos approvisionnements en énergie durables et renouvelables va se traduire par une plus grande volatilité du marché de l'énergie, tant du côté de l'offre que de la demande et des prix, l'énergie solaire et éolienne fluctuant par nature. Par ailleurs, le système énergétique, même celui d'une simple maison individuelle, se complexifie, avec les pompes à chaleur, les panneaux solaires et les voitures électriques avec stockage sur batterie. L'intelligence artificielle (IA) peut venir en renfort. Des scientifiques de l'Empa ont développé un système de contrôle basé sur l'IA, qui apprend à s'adapter aux conditions à partir des données relatives au bâtiment, telles que la position des vannes et la température. La maison gagne ainsi en confort et consomme jusqu'à 25% d'énergie en moins, comme l'ont démontré des tests proches de la réalité menés dans le bâtiment expérimental NEST. viboo, spin-off de l'Empa, s'est lancée dans la commercialisation de cette technologie. Autre spin-off de l'Empa, Sympheny propose depuis peu aux planificatrices et planificateurs en énergie un logiciel web pour développer des concepts énergétiques à la fois efficaces et économiques pour des bâtiments, des quartiers ou des villes entières.

EAWAG
TOXINES
NATURELLES:
L'ARSENAL
D'UNE BACTÉRIE



Les cyanobactéries sont des organismes très anciens. Il s'agit d'enveloppes sans noyau d'espèces très variées. Par forte densité dans des eaux chaudes, elles peuvent libérer des substances complexes et des toxines, dont certaines sont toxiques pour les êtres humains et les animaux. Elisabeth Janssen traque ces toxines naturelles. Les résultats de ses travaux alimentent la protection et la gestion des eaux.

«Les chiens peuvent-ils encore boire l'eau du Greifensee?», «Les algues bleues gagnent la région du lac de Constance», «Chiens empoisonnés: la baignade interdite dans le lac de Neuchâtel»: par temps chaud, les titres alarmistes se multiplient. Souvent, la couleur des lacs vire au bleu vert ou au rouge. Les coupables ne sont pas des algues, mais des cyanobactéries qui prolifèrent en masse. Ces organismes vieux de deux milliards d'années peuvent provoquer des symptômes tels que des démangeaisons ou des nausées chez les animaux et les êtres humains. C'est une conséquence des toxines naturelles, à savoir des substances toxiques issues de la nature, que les cyanobactéries peuvent produire dans les eaux chaudes. Elisabeth Janssen, docteure en chimie environnementale et cheffe du groupe de recherche Chimie environnementale des biomolécules à l'Eawag, étudie ce phénomène.

Madame Janssen, qu'est-ce qu'une substance toxique naturelle? Tout peut être toxique. La toxicité est une question de dose. Une substance naturellement toxique n'a pas été synthétisée en laboratoire. Elle est le fruit de la nature et peut être toxique pour les organismes aquatiques et les êtres humains.

Pourquoi vous intéressez-vous aux cyanobactéries? En tant qu'institut de recherche sur l'eau, il est normal que

nous travaillions sur les toxines naturelles de l'eau. Les cyanobactéries ont ceci de passionnant qu'elles produisent tout un cocktail de substances intéressantes. Certaines sont bien connues. D'autres, pas du tout.

Sont-elles toutes toxiques? La réponse n'est pas si évidente. Je préfère dire qu'elles sont bioactives. Chacune de ces substances a une fonction. C'est l'arsenal biochimique de la bactérie pour survivre, tenir l'ennemi en respect ou se nourrir. Parmi les différentes espèces de cyanobactéries, environ 2000 molécules ont été identifiées, dont certaines potentiellement toxiques. La recherche sur le sujet n'en est qu'à ses débuts.

Les cyanobactéries sont mentionnées pour la première fois dans la littérature scientifique à la fin du XVIII^e siècle, quand des scientifiques ont émis l'hypothèse que des symptômes d'intoxication chez des animaux pourraient être liés à la toxicité de ces bactéries. Ce thème est davantage étudié depuis les années 1960 et la forte hausse des apports en nutriments dans les lacs. Dans les années 1990, au Brésil, des patientes et patients sous dialyse ont absorbé une substance hépatotoxique mortelle issue de cyanobactéries présentes dans l'eau douce. Les scientifiques qui ont travaillé sur ce cas ont amélioré nos connaissances sur la toxine responsable à tel point qu'ils ont permis l'inscription d'une première molécule des bactéries dans les directives de l'OMS. C'est une condition indispensable pour pouvoir définir des seuils d'atteinte à la santé. Depuis, trois autres molécules de cyanobactéries figurent sur la liste.

Au total, l'OMS n'a classé que quatre molécules comme étant toxiques. Les cyanobactéries sont-elles donc inoffensives? Non, pas vraiment. Mais il est difficile d'établir un lien de cause à effet scientifiquement étayé entre une toxine responsable et un organisme malade. Quand on se baigne dans un lac suisse, on entre en contact avec des cyanobactéries. Or le développement d'une maladie dépend de nombreux facteurs variés.

Lesquels? Un chien qui meurt sera autopsié et des échantillons d'eau du lac seront prélevés et analysés. Mais tout cela reste très complexe et flou. Bien souvent, on ne peut presque plus calculer la densité précise de bactéries, car un lac n'a jamais un comportement statique. Quelle quantité d'eau le chien a-t-il effectivement bue? Avait-il des pathologies pré-existantes? Répondre précisément à ces questions sur le plan épidémiologique et scientifique est extrêmement difficile.

Comment procédez-vous? La plupart des substances produites par des cyanobactéries ne s'achètent pas. A partir de bactéries, nous produisons donc des cultures de laboratoire générant des toxines que nous isolons in vitro. Elles serviront de référence de mesure: on y comparera les substances toxiques contenues dans un lac. C'est un vrai challenge. De nombreuses expertises sont sollicitées, en écologie, microbiologie, toxicologie et chimie par exemple. Heureusement, l'Eawag les réunit toutes.

Quel est l'objectif de ces travaux scientifiques interdisciplinaires? Je souhaite développer des méthodes fiables de chimie analytique pour mesurer les toxines issues de cyanobactéries. Nous devons savoir ce qu'il y a dans un lac et combien de temps vivent les substances. Ces éléments influencent beaucoup d'autres choses, comme la toxicité et la gestion des eaux ou leur traitement.

Quel rôle l'être humain joue-t-il? L'être humain influence fortement les processus naturels. Plus nous en saurons sur les toxines, mieux nous pourrons agir à l'échelle des activités humaines pour mieux contrôler les cyanobactéries. Les travaux de recherche fondamentale de notre équipe pourront servir dans de nombreux domaines.

› Elisabeth Janssen, chercheuse à l'Eawag, prélève des échantillons d'eau dans le Greifensee.

Des travaux qui contribuent aux Objectifs de développement durable



L'Eawag n'a attendu ni les Objectifs de développement durable (ODD) ni l'intérêt porté au développement durable pour travailler sur ces sujets. Le département Assainissement, Eau et Déchets pour le Développement Sandec développe et teste, par exemple, des concepts et technologies pour aider les plus démunis de la planète à disposer d'un système d'assainissement, de gestion des déchets et d'approvisionnement durable en eau. Son action s'inscrit notamment dans le cadre de l'ODD 6 «Garantir l'accès de tous à des services d'alimentation en eau et d'assainissement gérés de façon durable». Le rapport *Research & Capacity Development Projects and the Sustainable Development Goals* décrit comment et dans quels domaines les recherches de Sandec contribuent à l'atteinte des différents ODD. Disponible sur le site web de l'Eawag.

Dans un nouveau rapport, l'Eawag explique comment et dans quels domaines ses travaux contribuent à atteindre les différents ODD.
 > Eawag



Lire le rapport en anglais.

Les scientifiques dans la médiation autour de la politique de l'eau

Approvisionnement en eau potable, production hydraulique ou revitalisation des cours d'eau: l'échange d'informations entre acteurs politiques dans ces domaines est aussi crucial que délicat. Les organisations scientifiques sont plus aptes que d'autres à transmettre des informations sur la politique de l'eau par-delà les divisions politiques et à endosser le rôle de médiatrices, notamment lorsque les positions politiques bloquent le flux d'informations. C'est la conclusion d'une étude de l'Eawag menée auprès d'environ 400 responsables impliqués dans la politique de l'eau suisse et son application.



Surveillance de coronavirus par l'analyse des eaux usées

L'Eawag, l'EPFL et l'ETH Zurich suivent désormais les quantités du virus SARS-CoV-2 présentes dans les eaux usées de six grandes stations d'épuration et non plus de trois. Ils obtiennent ainsi indirectement des informations sur la progression ou le recul de la pandémie chez plus de 1,2 million de personnes. L'apparition de mutations parmi les prélèvements est également vérifiée. Désormais, le taux de reproduction R_e peut même se calculer à partir des valeurs des eaux usées. Pour le compte de l'OFSP et des cantons, l'Eawag a mis au point une stratégie pour transformer cette démarche scientifique en surveillance de routine. Les prélèvements portent sur les eaux usées de 100 stations d'épuration qui couvrent près de 70% de la population.



Prélèvements à la STEP de Zurich-Werdhölzli.
 > Andri Bryner/Eawag

Dans le domaine de l'approvisionnement en eau potable, la communication entre politiques est cruciale.
 > Gesa Lüchinger/Eawag

GOUVERNANCE

Bases légales et structure	36
Organisation et organes de direction	40
Contrôle et révision	43
Coopérations et participations	43
Membres du Conseil des EPF	44
Personnel élu	46
Affaires professorales	47
Situation et gestion des risques	48

Bases légales et structure 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 et du Conseil des EPF en tant qu'organe de direction et de surveillance stratégique.

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. La Loi sur les EPF définit également l'autonomie des deux EPF et des quatre établissements de recherche. Depuis 2013, le Domaine des EPF est rattaché au Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche (DEFR).

La révision partielle de la Loi sur les EPF

La version partiellement révisée de la Loi sur les EPF est entrée en vigueur le 1^{er} novembre 2021. Elle met en œuvre deux principes directeurs de gouvernement d'entreprise du Conseil fédéral (limitation du droit de vote et récusation de membres institutionnels du Conseil des EPF, art. 25a). Du point de vue du Conseil des EPF, il s'agit d'une bonne solution qui, d'un côté, garantit le flux d'information entre les membres externes et institutionnels du Conseil des EPF et, de l'autre, tient compte de la séparation entre le niveau de conduite opérationnel du Domaine des EPF et le comité de surveillance (Conseil des EPF), les membres institutionnels étant récusés pour certaines affaires et n'ayant pas le droit de vote. Il semble essentiel que, hormis cas de récusation, tous les membres du Conseil des EPF soient présents et puissent s'exprimer, notamment du fait que les décisions au sein du Conseil des EPF se prennent généralement par consensus. Cette version met aussi en œuvre deux recommandations du Contrôle fédéral des finances (CDF) au sujet des compétences générales de surveillance du Conseil des EPF, dans la mesure où le Parlement a soutenu les recommandations du CDF. La loi révisée sur les EPF précise comment le Conseil des EPF exerce son devoir

de surveillance vis-à-vis des institutions (art. 25, al. 4) et limite les possibilités de recours des institutions du Domaine des EPF face à certaines décisions du Conseil des EPF (art. 37, al. 2^{bis}).

D'autres ajustements concernent quelques minimes changements du droit du personnel (dans le cas d'une embauche au niveau du professorat après l'âge ordinaire de départ à la retraite dans certains cas exceptionnels justifiés et le prolongement de contrats de travail à durée déterminée pour motif grave) ainsi que la création d'une base juridique relative à la vente d'excédents d'énergie, à des mesures disciplinaires, à des services de sécurité et à la vidéosurveillance.

Tâches

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 étudiantes et 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.

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

Le Conseil des EPF, en tant qu'organe de direction et de surveillance: tâches et méthode de travail

La conduite stratégique du Domaine des EPF incombe au Conseil des EPF, qui 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

de la présidence des deux EPF ainsi que de la direction 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 de la présidence des deux EPF (art. 14, al. 2 et 3, Loi sur les EPF).

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.

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 à la présidence du Conseil des EPF de mener des entretiens individuels périodiques avec la présidence des deux EPF et la direction des établissements de recherche.

La structure du
Domaine des EPF

* Contrats de travail
y c. les doctorantes
et doctorants, état
au 31 décembre 2021

Domaine des EPF

Conseil des EPF

11 membres

57 collaboratrices et collaborateurs (état-major, audit interne, Commission de recours interne)

Ecoles polytechniques fédérales

ETH Zurich

23 983 étudiantes et étudiants, doctorantes
et doctorants

13 596 collaboratrices et collaborateurs*

EPFL

12 127 étudiantes et étudiants,
doctorantes et doctorants

6 377 collaboratrices et collaborateurs*

Etablissements de recherche

PSI

2 130 collaboratrices
et collaborateurs*

WSL

579 collaboratrices
et collaborateurs*

Empa

1 012 collaboratrices
et collaborateurs*

Eawag

517 collaboratrices
et collaborateurs*

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.

Liens d'intérêts et mesures de sensibilisation

Le principe directeur n° 6 de gouvernement d'entreprise a été complété par les deux phrases suivantes: «Le conseil d'administration ou le conseil d'institut édicte, en complément aux prescriptions légales en vigueur, des règles de comportement concernant la gestion des liens d'intérêts et prend des mesures de sensibilisation adéquates. Il informe des mesures prises dans le cadre du rapport de gestion.» Le conseil d'administration ou le conseil d'institut doit donc édicter les règles de comportement correspondantes.

Au sein du Domaine des EPF, la réglementation sur les liens d'intérêts est d'ores et déjà très dense¹ (art. 24c, Loi sur les EPF; art. 2a et 7a, Ordonnance sur le Domaine des EPF; art. 11, 13, 14, Ordonnance sur les salaires des cadres; Directives du Conseil des EPF sur les activités accessoires des membres des directions des EPF ou des directions des établissements de recherche; Directives du Conseil des EPF relatives aux activités accessoires du corps professoral du domaine des EPF; art. 6, Ordonnance sur le corps professoral des EPF; art. 56a, Ordonnance sur le personnel du Domaine des EPF (OPers-EPF); Directives des deux EPF relatives aux conflits d'intérêts et aux activités accessoires (révision complète début 2022). Le Conseil des EPF, dans son domaine de compétence, applique systématiquement les dispositions légales: tous les liens d'intérêts et activités accessoires des membres du Conseil des EPF, des directions des EPF et des directions des institutions du Domaine des EPF sont examinés une fois par an par le comité d'audit puis approuvés au sein du Conseil des EPF (sous réserve de la compétence du Conseil fédéral) si les conditions des bases légales s'y rapportant sont satisfaites.

Tout nouveau lien d'intérêts ou activité accessoire est déclaré au Conseil des EPF tout au long de l'année, et sa conformité avec les dispositions de l'Ordonnance sur les salaires des cadres est vérifiée (pas de risques de réputation ni de conflits d'intérêts; la charge de travail totale avec l'activité accessoire ne dépasse pas 10% de la charge de travail entière; remise de la part du revenu provenant d'activités accessoires qui dépasse 30% du salaire). De plus, les activités accessoires des membres du Conseil des EPF et des directions des établissements de recherche sont publiées sur le site web de la Confédération² et du Conseil des EPF³; les institutions sont responsables de la publication des activités accessoires des membres des directions des EPF et des établissements de recherche.

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 ou la présidente 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 ou de la présidente du Conseil des EPF, du président ou de la présidente des deux EPF, du représentant ou de la représentante des établissements de recherche et du délégué ou de la déléguée des assemblées d'écodes. Le directeur ou la directrice générale et, si nécessaire, d'autres collaborateurs et collaboratrices de l'état-major du Conseil des EPF participent aux séances du comité de gestion.

Rémunération du Conseil des EPF

En janvier 2021, le président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire brut de 293 093 CHF (avec un salaire annuel de 366 366 CHF pour 100%). L'employeur a également versé des cotisations aux assurances sociales pour un montant de 93 794 CHF. Le président est assuré par la caisse de pension de la Confédération, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur.

La vice-présidente du Conseil des EPF, qui a également présidé le comité d'audit jusqu'à fin mai et qui n'est pas employée par une institution du Domaine des EPF, et est donc qualifiée d'«externe», a reçu une somme forfaitaire de 32 000 CHF en 2021. La nouvelle présidente du comité d'audit, qui est également une externe, a reçu une somme forfaitaire d'un total de 27 000 CHF (au prorata) pour la période de juin à décembre. Les quatre autres membres externes du Conseil des EPF ont chacun touché une somme forfaitaire de 20 000 CHF en 2021. Ils ont également perçu un total de 58 500 CHF pour des dialogues, la commission de préparation des élections et des réunions du comité d'audit (y c. un total de 12 000 CHF d'indemnité forfaitaire pour la présidence du comité d'audit et la vérification des comptes annuels). De plus, leurs frais leur ont été remboursés sur la base de l'Ordonnance du Conseil des EPF du 11 avril 2002 concernant le remboursement des frais dans le Domaine des EPF.

Les membres «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% des délégués des assemblées d'écoles des deux EPF, afin de garantir leur indépendance d'une institution.

¹ Les bases juridiques pertinentes sont publiées sur le site Internet du Conseil des EPF: www.cepf.ch/basesjuridiques

² https://www.admin.ch/ch/ff/cf/ko/Gremien_interessenbindung_79.html

³ www.cepf.ch/liendinterets

Les organes de direction du Domaine des EPF

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Prof. Michael O. Hengartner¹, président
- Prof. dr h. c. Barbara Haering², vice-présidente (depuis janvier 2021), présidente du comité d'audit (de mai 2019 à avril 2021)
- Cornelia Ritz Bossicard², membre (depuis janvier 2021), présidente du comité d'audit (depuis juin 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

Direction de l'ETH Zurich

- Prof. Joël Mesot, président
- Prof. Sarah Springman, rectrice (jusqu'en janvier 2022)
- 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

Nouveau au sein de la Direction de l'ETH Zurich

- Prof. Günther Dissertori, recteur (à partir de février 2022)

Direction de l'EPFL

- Prof. Martin Vetterli, président
- Prof. Jan Hesthaven, vice-président pour les affaires académiques (depuis janvier 2021)
- Ursula Oesterle, vice-présidente pour l'innovation (depuis mars 2021)
- Matthias Gäumann, vice-président pour les opérations
- Françoise Bommensatt, vice-présidente pour les finances (depuis juin 2021)
- Prof. Gisou van der Goot, vice-présidente pour la transformation responsable (depuis janvier 2021)

Direction du PSI

- Prof. Christian Rüegg, directeur
- Prof. Gabriel Aeppli, directeur adjoint
- Thierry Strässle, directeur adjoint
- Peter Allenspach, membre
- Prof. Andreas Pautz, membre
- Prof. Gebhard F. X. Schertler, membre
- Prof. Thomas J. Schmidt, membre (depuis mai 2021)
- Prof. Mike Seidel, membre (depuis mai 2021)

Direction du WSL

- Prof. Beate Jessel, directrice (depuis septembre 2021)
- Christoph Hegg³, directeur adjoint (*Acting Director* jusqu'en août 2021)
- Prof. Anna Hersperger, membre
- Prof. Rolf Holderegger, membre (*Acting Deputy Director* jusqu'en août 2021)
- Prof. Andreas Rigling, membre
- Prof. Jürg Schweizer, membre

Nouveau au sein de la direction du WSL

- Birgit Ottmer, membre (depuis janvier 2022)

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. Christian Zurbrügg, membre
- Prof. Carsten Schubert, membre (depuis 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). A compter de 2022, le Conseil fédéral élira les membres de la Commission de recours interne des 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
- Beatrix Schibli, vice-présidente
- Prof. Simone Deparis, membre
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. Thomas Vogel, membre
- Yolanda Schärli, membre

Soutien au Conseil des EPF

Etat-major du Conseil des EPF

L'état-major du Conseil des EPF soutient le Conseil des EPF dans l'accomplissement de son mandat légal, en particulier en matière de direction stratégique, de surveillance, de promotion de la collaboration au sein du Domaine des EPF et lors des contacts avec les autorités fédérales (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, directrice administrative adjointe et service juridique
- Michael Quetting, immobilier

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 Suite au décès du directeur du WSL le 8 août 2020, Christoph Hegg a pris la direction du WSL comme Acting Director, jusqu'à l'entrée en fonction de la nouvelle directrice, en septembre 2021.

Etat au 31 décembre 2021

(les modifications déjà décidées en 2021 et prenant effet en 2022 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 personnel du 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 suppléante)
- David Heusser, Empa / WSL (membre suppléant)

Représentants des employés:

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

Contrôle et révision

Système de contrôle interne

Les institutions du Domaine des EPF disposent d'un SCl (art. 35^{bis}, Loi sur les EPF). Il est conforme aux règles de la Confédération. 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). 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

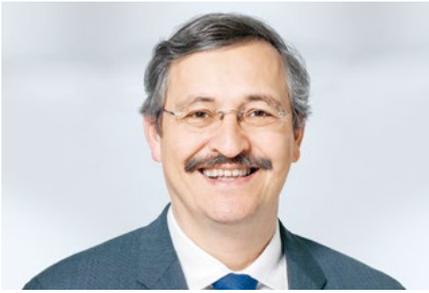
Le CDF assume la fonction de révision externe pour le Domaine des EPF (art. 35^{ter}, al. 3, Loi sur les EPF). En 2021, il a révisé les comptes consolidés des deux EPF ainsi que les comptes consolidés du Domaine des EPF et a procédé à des révisions intermédiaires. Le CDF effectue la révision des établissements 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 et représentantes du CDF. En 2020, le CDF a facturé un montant total de 566 289 CHF au Conseil des EPF (dont 305 819 CHF pour la révision de clôture des comptes 2020 et 260 470 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2021).

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 de la 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 25 mio CHF.



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.



Barbara Haering

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

Vice-présidente du Conseil des EPF depuis 2021. Membre du Conseil des EPF et du comité d'audit depuis 2008. Membre de la direction et présidente du conseil d'administration 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 et présidente du conseil d'administration 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.



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 Etats-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



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. Il est également président du conseil d'administration des sociétés Swissquote MEA Ltd, Dubai, EAU, (depuis 2012), Swissquote Ltd, Londres, Royaume-Uni et Swissquote Asia Ltd, Hong Kong (depuis 2014 dans les deux cas), Swissquote Pte. Ltd, Singapour et Swissquote Bank Europe SA, Luxembourg (depuis 2019 dans les deux cas) et depuis 2021 de YUH AG, une entreprise commune de Swissquote et PostFinance.

> 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 *Cheewing 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 Haecky. B. Fasana est également membre du Conseil et présidente de la Commission administrative de la Haute école spécialisée de la Suisse italienne SUPSI (*Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana*) ainsi qu'administratrice de la Banque Raiffeisen del Basso Mendrisotto depuis 2018.



Susan Gasser

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

Membre du Conseil des EPF depuis 2018. Directrice de la Fondation ISREC au pôle de recherche AGORA depuis février 2021. Professeure de biologie moléculaire à l'Université de Bâle de 2005 à 2021, 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) 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 2004 à 2019. S. Gasser a été professeure ordinaire de biologie moléculaire à l'Université de Bâle de 2005 jusqu'à 2021 et est professeure invitée à l'Université de Lausanne depuis 2021. Elle est directrice de la Fondation ISREC au 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



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 du parc d'innovation Est, de Comet Group SA et de Bobst Group SA, ainsi qu'au conseil de l'Institut fédéral pour la recherche et les essais des matériaux (BAM) de Berlin. › Empa



Kristin Becker van Slooten

* 1962, Suisse / Allemande
Dr

Membre du Conseil des EPF et du comité de gestion depuis 2017, déléguée des assemblées d'école de l'ETH Zurich / 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.



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



Cornelia Ritz Bossicard

* 1972, Suisse
Economiste d'entreprise,
experte-comptable dipl.

Membre du Conseil des EPF et du comité d'audit depuis 2021, présidente du comité d'audit depuis mai 2021. Administratrice indépendante.

Cornelia Ritz Bossicard a étudié la gestion d'entreprise à HEC Lausanne et à l'université libre de Berlin où elle a obtenu un *Master of Science in Business Administration*. Par ailleurs, elle est experte-comptable suisse et *US Certified Public Accountant*. De 1995 à 2014, elle a travaillé en tant qu'experte-comptable et *Senior Advisor* chez PwC en Suisse et dans la *Silicon Valley*, Etat-Unis. Depuis 2014, elle est *Sparring Partner* pour la stratégie, la *Corporate Governance* et les finances, et siège dans différents conseils d'administration, comités d'audit et organes de direction d'entreprises multinationales. Elle est la fondatrice de 2bridge AG et entre autres membre du conseil d'administration de la Fédération des coopératives Migros et du conseil d'administration de Läderach ainsi que présidente de swissVR et du conseil de fondation de *Cäsar Ritz Stiftung Niederwald*. Ayant présidé divers comités d'audit pendant de nombreuses années, C. Ritz Bossicard est une experte reconnue en matière de surveillance financière.

› Cornelia Ritz Bossicard

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

Personnel élu

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 12 mai 2021, le Conseil fédéral a confirmé dans ses fonctions le directeur de l'Empa, le prof. Gian-Luca Bona. M. Bona accomplira donc un quatrième mandat du 1^{er} septembre 2021 au 31 mai 2022, jusqu'à l'âge de son départ en retraite en mai 2022. Sous la conduite du prof. Bona depuis 2009, l'Empa est devenu un centre international de pointe pour la recherche sur les matériaux et les technologies innovantes et compte plus d'un millier de collaboratrices et collaborateurs. Le Conseil des EPF a engagé la procédure de succession en mai 2021. Celle-ci devrait s'achever au printemps 2022.

Le 4 juin 2021, le Conseil fédéral a élu la prof. Beate Jessel nouvelle directrice du WSL. B. Jessel a pris ses fonctions le 1^{er} septembre 2021. Depuis 2007, elle préside l'office fédéral allemand de protection de la nature (BfN), à Bonn. Elle a étudié à la Technische Universität de Munich, où elle a passé son doctorat en gestion des paysages. De 1999 à 2006, elle a enseigné l'aménagement du paysage à l'institut de géoécologie de l'Université de Potsdam. La chaire de stratégie et gestion du paysage à la Technische Universität de Munich lui a été confiée en 2006. Sa fonction de directrice du WSL lui confère un poste de professeure à l'ETH Zurich et à l'EPFL.

Préparation des élections pour le remplacement de la directrice de l'Eawag

La directrice de l'Eawag, en exercice depuis 2007, la prof. Janet Hering, partira en retraite le 31 décembre 2022. Le Conseil des EPF a engagé la procédure de préparation des élections pour son remplacement. Le poste a été mis au concours fin 2021 en Suisse et à l'étranger.

Personnel élu par le Conseil des EPF

Nomination à la direction de l'ETH Zurich

Sur proposition du président de l'ETH Zurich, Joël Mesot, le Conseil des EPF a nommé le prof. Günther Dissertori au poste de nouveau recteur de l'ETH Zurich. Il succède à la prof. Sarah Springman, partie en retraite le 31 janvier 2022. Recteur et vice-président, le professeur Dissertori est responsable des questions ayant trait à l'enseignement au sein de la direction de l'ETH Zurich. Entré en 2001 comme professeur assistant à

l'ETH Zurich, il a été nommé professeur ordinaire à l'Institut de physique des particules en juin 2007. Il possède des connaissances pointues dans la conception et la réorganisation des filières d'études et se distingue par son engagement hors du commun dans l'enseignement.

Nomination à la direction de l'EPFL

Sur proposition du président de l'EPFL Martin Vetterli, le Conseil des EPF a nommé Françoise Bommensatt nouvelle vice-présidente pour les finances pour la période 2021–2024. F. Bommensatt possède une expérience remarquable en gestion des finances dans le secteur de l'enseignement supérieur, notamment comme directrice des finances du Swiss Education Group, une institution en gestion des affaires et de l'hôtellerie basée à Montreux. Elle fut également directrice exécutive au Collège du Léman et cadre financière au CERN. F. Bommensatt est titulaire d'un master en administration des affaires et analyse quantitative de l'Université Louis Pasteur de Strasbourg, en France. Elle prendra ses fonctions en juin 2021.

Pour la première fois de son histoire, l'EPFL compte 50% de femmes au sein de sa direction.

Nouveau membre de la direction du WSL

Sur proposition de la prof. Beate Jessel, directrice du WSL, le Conseil des EPF nomme Birgit Ottmer, responsable de la communication du WSL, membre de la direction du WSL à compter de janvier 2022. B. Ottmer a étudié les sciences de l'environnement à l'ETH Zurich. Elle travaille au WSL depuis 2001, où elle a occupé différentes fonctions. Depuis 2009, elle dirige la communication du WSL. C'est une experte en communication scientifique.

Affaires professorales

Les questions relatives à la nomination des professeurs et professeurs sont abordées à la page 47.

Affaires professorales

Nomination du corps professoral

En 2021, le Conseil des EPF a traité 156 propositions concernant les affaires professorales. Il a procédé à un total de 85 nominations au niveau du professorat, dont 52 de nouvelles personnes et 33 promotions internes. 16 femmes et 25 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich, 19 femmes et 24 hommes dans celui de l'EPFL. S'y ajoute la nouvelle directrice du WSL, nommée conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL comme professeure ordinaire.

Sur les 27 nominations de professeures et professeurs ordinaires, 16 sont des promotions de professeures et professeurs associés et une promotion d'une professeure assistante avec tenure track. Sur les 24 nominations de professeures associées et professeurs associés, 16 sont des promotions de professeures assistantes et professeurs assistants avec tenure track.

Sur les 52 personnes nouvellement nommées, 24 étaient des femmes en 2021, soit une proportion de 46,2%. Pour ces quatre dernières années, la proportion moyenne de femmes parmi les professeurs nouvellement nommés est de 36,9%.

Le Conseil des EPF a également décerné le titre de professeur (ou professeur titulaire) à 10 scientifiques.

Retraites et démissions

En 2021, le Conseil des EPF a pris connaissance de 21 départs à la retraite: 12 à l'ETH Zurich, 8 à l'EPFL, auxquels s'ajoute le départ de la directrice de l'Eawag, qui exerce comme professeure ordinaire à l'ETH Zurich et à l'EPFL jusqu'à 31 décembre 2022. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 9 départs pour d'autres motifs.

Nominations

85

professeures et professeurs, dont 16 femmes et 25 hommes à l'ETH Zurich, 19 femmes et 24 hommes à l'EPFL, et 1 femme conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

Proportion de femmes

46,2%

dans les nominations de nouvelles personnes

Ces 85 nominations se répartissent de la manière suivante:

Professeur·es ordinair·es

27

dont 13 femmes

Professeur·es associé·es

24

dont 3 femmes

Professeur·es assistant·es avec tenure track

30

dont 17 femmes

Professeur·es assistant·es sans tenure track

4

dont 3 femmes

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 institutions. 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 capacité de fonctionnement. Et d'assurer d'autre part autant que possible la sécurité des personnes, des objets et des autres biens. Le pilotage des institutions doit pouvoir s'appuyer sur des informations complètes, transparentes et récentes concernant les risques. Les étudiant·es et les collaborateur·es doivent également être sensibilisés aux différents risques et la bonne réputation du Domaine des EPF préservée.

Toutes les institutions du Domaine des EPF disposent de leur propre processus de gestion des risques pour l'identification et l'évaluation des risques individuels, de stratégies pour y faire face ainsi que d'un controlling adéquat. Dans chaque institution, des gestionnaires 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 leur évaluation sur la base de leur probabilité d'occurrence et de leur impact financier potentiel. 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 présentent en partie des risques majeurs différents de ceux des 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 majeurs auxquels elles sont exposées (nature, étendue, impacts possibles). Les risques majeurs sont ceux qui ont des incidences financières potentiellement élevées et une probabilité d'occurrence supérieure à la moyenne. Ils compromettent directement la bonne exécution des missions légales des institutions. Le reporting des risques majeurs est ensuite transmis au département responsable du Domaine des EPF. Les institutions doivent également informer immédiatement le Conseil des EPF de toute évolution exceptionnelle des risques ou de tout dommage.

Les répercussions d'un environnement politique et juridique inhibitif (notamment la non-association de la Suisse à Horizon Europe) ainsi que les incertitudes en matière d'évolution du financement constituent deux des risques majeurs principaux du Domaine des EPF. La pandémie de coronavirus a aussi en 2021 fortement mobilisé les institutions du Domaine des EPF. Le risque de pandémie réévalué sur la base de l'expérience acquise est toujours classé comme risque majeur. D'autres risques majeurs du Domaine des EPF concernent la violence/les menaces à l'encontre de personnes, la perte de personnes clés, les cyberattaques, l'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques, la prise d'engagements financiers excessifs, le danger d'un manque de vue d'ensemble sur les engagements financiers à long terme et leurs conséquences ainsi que la perte de maîtrise et de contrôle du fait de la création de structures externes.

Malgré une gestion attentive des risques, on ne peut exclure qu'une institution soit affectée par un événement dommageable qui mette en péril l'accomplissement de 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, conformément à 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 de biens et de 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>	55
Infrastructures de recherche <small>Objectif 3</small>	60
Transfert de savoir et de technologie <small>Objectif 4</small>	63
Coopération et coordination <small>Objectif 5</small>	68
Positionnement et coopération sur le plan international <small>Objectif 6</small>	72
Sources de financement et utilisation des ressources <small>Objectif 7</small>	75
Gestion immobilière et développement durable <small>Objectif 8</small>	79
Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique <small>Objectif 9</small>	84

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 à la rubrique Hautes écoles / Hautes écoles fédérales.

Objectif stratégique

ENSEIGNEMENT

En 2021, 36 110 personnes effectuaient leurs études à l'ETH Zurich et à l'EPFL. La réouverture des campus et l'assouplissement partiel des restrictions sanitaires en raison de la pandémie de coronavirus ont catalysé les innovations dans l'enseignement, avec notamment la mise en place de nouvelles formes hybrides combinant cours virtuels et en présentiel.

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

Les formations dispensées par les institutions du Domaine des EPF constituent une offre d'études très attrayantes, en Suisse comme à l'étranger. En 2021, 23 983 personnes effectuaient des études ou un doctorat à l'ETH Zurich, et 12 127 à l'EPFL. Depuis 2021, ces chiffres ne contiennent plus les étudiantes et étudiants de mobilité. Ceci est à prendre en compte lors de la comparaison avec les années précédentes. La proportion de femmes aux niveaux bachelor et master a continué de progresser (2021: 31,6%; 2020: 31,3%) tout comme celle au niveau doctorat (2021: 33,9%; 2020: 33,6%). La proportion de personnes étrangères effectuant leurs études ou un doctorat a aussi augmenté (2021: 48,1%; 2020: 47,7%), la part d'étrangères et d'étrangers étant cependant nettement plus importante au niveau doctorat qu'aux niveaux bachelor et master (cf. fig. 9, p. 95).

Les deux EPF développent continuellement leurs programmes en tenant compte des besoins de la société.

Par exemple, l'EPFL a renforcé son offre dans le domaine de la durabilité en lançant un nouveau master en management durable et technologie en collaboration avec l'Université de Lausanne et l'IMD. Depuis la rentrée 2021, la section des sciences et ingénierie de l'environnement de l'EPFL propose également un mineur en durabilité. De plus, deux nouveaux programmes de master en neuro-engineering et en statistiques ont été validés au courant de l'automne 2021 et seront offerts dès la rentrée académique 2022. Un master en quantum science and engineering est également en cours de validation et pourra commencer à l'automne 2022. A l'ETH Zurich, le nouveau master en architecture du paysage a accueilli sa première volée d'étudiantes et étudiants durant l'année sous revue. Au niveau structurel, des groupes de réflexions ont été lancés à l'EPFL afin d'élaborer une feuille de route pour l'évolution du cycle bachelor-master. Ils se sont concentrés, entre autres, sur les questions de l'enseignement en première année, de l'enseignement par projet et de l'enseignement hybride. A l'ETH Zurich, plusieurs ordonnances importantes ont fait l'objet de révisions fondamentales. Un jalon important a notamment été posé avec la révision de l'ordonnance sur le doctorat qui a permis de renforcer les conditions d'encadrement et de développement personnel des doctorantes et doctorants et de mettre en place des mesures de détection précoce en cas de problèmes.

Au niveau doctorat, l'ETH Zurich a créé une nouvelle école doctorale portant sur les matériaux et procédés. Cette troisième école doctorale est basée au sein du département de sciences des matériaux et regroupe des personnes issues de onze départements de l'ETH Zurich. En 2021, les deux EPF ont lancé leur premier programme de doctorat conjoint en Learning Science. Ce nouveau programme est centré sur la recherche des

processus d'apprentissage et des nouvelles approches pédagogiques.

Les établissements de recherche contribuent aussi activement à l'excellence de la formation dans le Domaine des EPF en dispensant des cours, des séminaires, des travaux pratiques et d'autres formations dans différentes disciplines. En 2021, leur engagement a représenté un total de 19 305 heures d'enseignement dispensées dans des hautes écoles suisses ou étrangères (2020: 18 553 heures, cf. fig. 12, p. 96). Durant l'année sous revue, plus d'une dizaine de scientifiques des établissements de recherche ont été nommés à des postes de professeurs (y compris professeurs titulaires) dans une des deux EPF ou dans une autre université suisse. Les établissements de recherche ont également encadré 736 travaux de bachelor et de master, ainsi que 872 doctorats.

Promotion des compétences transversales

Les institutions du Domaine des EPF favorisent le développement des compétences transversales dans le but de former des individus capables de travailler sur des problèmes complexes et multifacettes et de contribuer ainsi de manière responsable à l'avenir de la société. Outre l'enseignement de compétences méthodologiques et thématiques, le Domaine des EPF met l'accent sur le développement de la pensée critique et autocritique en favorisant, entre autres, l'échange et la collaboration avec les sciences humaines et sociales. Ainsi, l'initiative *Critical Thinking* (pensée critique) de l'ETH Zurich offre la possibilité aux étudiantes et étudiants d'acquérir des compétences méthodologiques,

sociales et personnelles. Elle assure également la mise en lumière de la pensée critique au sein de l'école grâce à l'organisation de conférences et d'ateliers ou par la diffusion de publications. Durant l'année sous revue, *Critical Thinking* a consolidé ses liens avec d'autres initiatives comme PRISMA, un projet étudiant dont l'objectif est d'intégrer de nouvelles perspectives sur la façon dont la science et la technologie peuvent contribuer à résoudre les problèmes de société, et ce, dans le programme de certains cours déjà existants. Pour encourager l'ouverture d'esprit et promouvoir les compétences transversales, l'ETH Zurich a adapté son catalogue de cours pour rendre plus visibles auprès du corps étudiant ceux qui promeuvent les compétences transversales ainsi que ceux dont le contenu concerne les objectifs de développement durable de l'ONU. De plus, le portail MyPath a été créé pour que le corps étudiant puisse intégrer activement les activités et initiatives hors-curriculum proposées par l'ETH Zurich dans leur temps d'étude. Le portail permet de rechercher de manière ciblée les offres d'activité permettant de développer des compétences transversales. De même, le catalogue de cours de sciences humaines et sociales de l'EPFL est en cours de révision. Parallèlement, l'EPFL met en place un cadre pour coordonner et consolider l'enseignement actuel et futur des compétences transversales, à tous les niveaux d'études. Depuis 2021, l'EPFL propose un nouveau cours de communication dans le domaine de la science et de la technologie au niveau doctorat. L'enseignement de la théorie et des compétences nécessaires pour transmettre des connaissances scientifiques sont assurés par un groupe de personnes expérimentées venant

L'ETH Zurich développe son offre d'enseignement et de recherche en science quantique et propose la nouvelle filière de master Quantum Engineering. Sur la photo: le laboratoire d'Andreas Wallraff, professeur en physique des solides (cf. p. 15).



notamment du monde des médias. Les établissements de recherche favorisent également le dialogue avec les sciences humaines et sociales. Un aspect particulièrement important est l'interface entre l'économie, la politique et les sciences. Ainsi, le WSL a proposé un cours sur le thème de l'économie écologique à l'ETH Zurich, qui permet d'interpréter les discours dominants actuels de politique économique au regard des multiples crises auxquelles nos sociétés font face. De son côté, l'Eawag a proposé deux cours à l'Université de Berne, l'un sur la résolution des conflits environnementaux et l'autre sur la conception de politiques publiques pour résoudre les grands défis sociétaux.

La promotion d'approches interdisciplinaires est aussi essentielle au développement des compétences transversales. L'EPFL continue son soutien aux projets interdisciplinaires dans le cadre du programme MAKE, pour lesquels un grand nombre de laboratoires s'engage, représentant ainsi l'ensemble des sections. Les étudiantes et étudiants ont montré un grand intérêt pour cette forme d'enseignement par projets durant la période académique 2020-2021. Deux exemples de projets MAKE à succès sont l'*EPFL Rocket team*, sacrée championne d'Europe à la compétition de lancement de fusées EuRoC 2021, et l'équipe *Xplore*, médaillée de bronze pour son robot spatial à la compétition *European Rover Challenge*. Au-delà de ces activités intégrées au cursus, les étudiantes et étudiants, au travers d'associations dédiées, ont pu mener à bien leurs propres projets en bénéficiant des infrastructures MAKE mises à leur disposition et dûment encadrées. Avec son initiative *Student Project House*, l'ETH Zurich propose un espace de réflexion et de création, propice à l'échange d'idées entre les étudiantes et étudiants de toutes les disciplines. En 2021, un deuxième site a été ouvert à proximité du bâtiment principal de l'ETH Zurich, en plus de celui déjà existant sur le campus d'Hönggerberg. Le nombre de projets étudiantin a ainsi augmenté de manière significative (cf. p. 18).

L'année 2021 a également vu le lancement d'un important projet de développement de l'enseignement à l'ETH Zurich, qui vise à renforcer les compétences computationnelles dans tous les programmes de bachelor et master. L'équipe en charge du projet a élaboré, en consultation avec les responsables des différents programmes d'études, une grille de compétences qui reflète les exigences actuelles de plusieurs domaines professionnels. Ces dernières devraient être acquises en fin de cursus dans les domaines d'études correspondants. L'EPFL a renforcé l'offre de cours dans le domaine numérique aux niveaux bachelor puis master en offrant des cours spécifiques par branches d'études. Des cours avancés sont aussi offerts aux étudiantes et étudiants de bachelor qui veulent approfondir les domaines de l'intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique.

Innovations et assurances qualité dans l'enseignement

Les institutions du Domaine des EPF innovent en matière d'enseignement au fur et à mesure de l'essor des nouvelles technologies et de la digitalisation croissante de la société. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a par exemple financé plusieurs projets d'innovation pédagogique via le fonds Innovedum. Parmi eux, un projet de simulations virtuelles assistées par ordinateur pour le diagnostic différentiel dans la formation médicale. Ce projet répond à un défi fondamental de l'enseignement médical, à savoir le transfert des connaissances et des compétences vers la pratique clinique. La pandémie de coronavirus a révélé l'importance des investissements faits par les institutions du Domaine des EPF dans les nouvelles formes d'enseignement et a joué le rôle de catalyseur pour leur consolidation. En effet, au cours des différentes phases de la pandémie, l'enseignement a dû être continuellement adapté. Alors que le semestre de printemps 2021 s'est déroulé principalement en ligne, le semestre d'automne a eu lieu largement en présentiel. Pour les personnes ne pouvant pas se rendre sur les campus, les deux EPF ont proposé des enregistrements vidéo des cours, mettant en œuvre des cours hybrides. Ainsi, l'EPFL a constitué une vaste collection de ressources vidéo automatiquement indexées par mots-clés et facilement accessibles à la communauté de l'école. Le nombre de cours en mode «classes inversées» (*flipped classrooms*) est aussi en constante augmentation. Pour la période académique 2021-2022, environ 20% des cours de base à l'EPFL sont donnés sous cette forme, alors qu'on n'en dénombrait que deux classes inversées en 2018. L'utilisation des *Jupyter Notebooks*, documents interactifs, polyvalents et flexibles, par les étudiantes et étudiants se confirme également. A l'ETH Zurich, les membres du corps enseignant ont partagé leurs expériences et leurs bonnes pratiques en matière de nouvelles formes d'enseignement lors des repas *Refresh teaching* organisés par le département *Teaching Development and Technology*. Les établissements de recherche ont également contribué à l'innovation au niveau de l'enseignement. Deux formations en ligne du PSI ont d'ailleurs reçu une distinction *Comenius EduMedia* qui récompense les médias éducatifs exemplaires. Plusieurs collaboratrices et collaborateurs du WSL, avec le soutien d'un expert du canton d'Argovie, ont préparé une excursion virtuelle qui a permis à des étudiantes et étudiants de l'ETH Zurich de découvrir quatre sites le long d'un important corridor faunistique suisse. De son côté, l'Empa a mis en place une plateforme d'apprentissage en ligne (Moodle) en collaboration avec celle déjà existante à l'ETH Zurich.

Les deux EPF mettent en place et utilisent différents instruments afin d'assurer continuellement l'excellence de leurs formations. Au niveau institutionnel, l'ETH Zurich a été accréditée sans conditions en 2021 par le Conseil suisse d'accréditation, après une procé-

de l'évaluation par l'Agence suisse d'accréditation et d'assurance qualité (AAQ). L'EPFL a lancé cette même procédure début 2021. L'accréditation institutionnelle est la garantie d'une adhérence à des critères d'assurance qualité au niveau national et international. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a également développé un instrument de quantification de l'activité d'enseignement au niveau du professorat, ce qui permet une meilleure transparence et utilisation des ressources pédagogiques. De son côté, l'EPFL a mis en place un nouveau centre propédeutique pour faciliter l'organisation et le déroulement des grands cours dispensés en première année, en particulier pour les sessions d'exercices. L'utilisation du nouvel outil numérique learning companion, mis en place à l'EPFL en 2020 pour aider les étudiantes et étudiants à développer des méthodes d'apprentissage efficaces, s'est confirmé avec une augmentation du nombre d'utilisatrices et d'utilisateurs de l'application. Le cours de mathématiques spéciales (CMS) de l'EPFL permet aux personnes n'ayant pas les titres pour intégrer directement la première année de bachelor, de consolider leurs compétences en sciences de bases avant d'amorcer leurs études. Depuis 2020, le CMS est également ouvert aux titulaires de la maturité gymnasiale sur une base volontaire. En 2021, leur intérêt pour ce programme était en hausse, ce qui démontre que cette offre répond à un besoin réel.

Les deux EPF réalisent régulièrement des sondages auprès du corps étudiant, afin de mesurer sa satisfaction générale et d'évaluer la qualité de l'enseignement. Durant l'année sous revue, l'impact de la pandémie sur le moral de la communauté étudiante était encore important. A l'ETH Zurich, seules 62% des personnes sondées au printemps 2021 se disaient globalement satisfaites ou très satisfaites de leur situation (contre 82% lors de la dernière évaluation en 2015), en raison notamment du manque d'interactions et d'une baisse générale de motivation. A l'EPFL, ce manque d'interactions dû à la pandémie a aussi conduit à une légère baisse de satisfaction pour une partie des cours, en particulier les cours en laboratoire. Cette insatisfaction a cependant été compensée par un niveau de satisfaction plus élevé pour d'autres cours. Les résultats des évaluations font l'objet d'un suivi minutieux dans les deux EPF, qui y répondent par des mesures adaptées.

Encouragement de la mobilité nationale et internationale

Les institutions du Domaine des EPF encouragent la mobilité nationale et internationale, propice à l'échange d'idées et d'expériences ainsi qu'à l'amélioration des connaissances linguistiques. La pandémie de coronavirus a cependant continué d'affecter la mobilité estudiantine. Durant l'année académique 2020-2021, les échanges hors d'Europe ont été totalement suspendus. Pour les années 2021-2022, de nombreuses destinations ne restent ouvertes que de manière limitée. L'objectif des EPF, en cohérence avec les nouvelles réglementations de l'agence nationale pour la mobilité suisse-européenne *Movetia*, est de trouver un bon équilibre entre le nombre d'étudiantes et d'étudiants entrants et sortants pour les partenariats nouveaux ainsi que ceux existants. A cet effet, l'ETH Zurich a élargi ses programmes de mobilité étudiante afin de générer plus de sorties. De son côté, l'EPFL a choisi de renégocier ou de résilier certains accords avec ses partenaires européens pour limiter les flux dans le cadre de partenariats fortement déséquilibrés, ou au contraire les augmenter pour les destinations fortement plébiscitées (cf. fig. 11, p. 96).

Au niveau national, des écoles d'été communes entre les deux EPF ont pu être à nouveau organisées.

Formation continue

La formation continue est un instrument efficace pour le transfert de connaissances et de technologies entre le monde académique et la société. En 2021, les institutions du Domaine des EPF ont continué de développer leurs offres de formation continue afin de répondre au mieux aux besoins de la société et du marché du travail. Ainsi, l'ETH Zurich a encore élargi son offre de formation continue avec le lancement de plusieurs nouveaux programmes en 2021 comme, par exemple, un *master of advanced studies* (MAS) en gouvernance et droit international, en collaboration avec l'UZH. Les cadres et les spécialistes de l'administration publique y apprennent le fonctionnement des institutions et organes internationaux pour pouvoir représenter au mieux leurs intérêts vis-à-vis de parties prenantes externes. Les deux EPF ont également ouvert un nouveau MAS en *urban and territorial design*, qui offre un programme commun innovant pour répondre aux défis sociétaux et environnementaux contemporains. Du côté des établissements de recherches, le PSI a organisé une école virtuelle *internationale Hercules School on Neutron and Synchrotron Radiation* en collaboration, entre autres, avec l'*European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF) et l'Institut Laue-Langevin (ILL) à Grenoble. Dans le cadre de cette formation d'un mois, de jeunes scientifiques ont participé à des cours, des visites et des travaux pratiques à distance sur les lignes de faisceaux SLS et les stations d'expérimentation SINQ du PSI. Le WSL s'est fortement engagé dans le nouveau *certificate of advanced studies* (CAS) de l'ETH Zurich en gestion des risques naturels, dont la première volée a été accueillie en 2021. L'Empa a également proposé plusieurs cours de formation continue et de perfectionnement, comme par exemple un cours virtuel sur l'introduction à l'analyse non destructive par imagerie aux rayons X ou encore une formation sur l'impression 3D métallique pour les dispositifs médicaux destinés aux apprenants et apprenants, spécialistes et décideurs du centre de fabrication additive Swiss m4m (cf. aussi Objectif 4, p. 65). Le programme de formation continue orienté sur la pratique de l'Eawag, PEAK, a proposé des cours variés, dont la plupart a été dispensée en format hybride ou entièrement virtuel. Pour attirer un public toujours plus large, les cours ont été donnés en plusieurs langues.

Stratégie relative à l'évolution

du nombre d'étudiants et de doctorants

Les institutions du Domaine des EPF élaborent ensemble une stratégie visant à garantir l'excellence de l'enseignement à long terme, même face à une augmentation significative de l'effectif étudiant et du nombre de doctorantes et doctorants. Un groupe de travail comprenant des représentantes et représentants des deux EPF et des établissements de recherche a été mis en place durant la deuxième moitié de l'année 2021, afin d'élaborer une stratégie dont l'élément central est la préservation de la qualité de l'enseignement. La stratégie sera soumise à une consultation interne dans le Domaine des EPF avant d'être adoptée par le Conseil des EPF.

Objectif stratégique

RECHERCHE

En 2021 également, les institutions du Domaine des EPF se sont distinguées par le caractère novateur de leurs travaux de recherche, plusieurs fois récompensés. Dotées de nouvelles structures, elles ont signé de belles avancées dans les sciences quantiques, l'énergie, l'environnement et la durabilité. La pleine association aux programmes-cadres de recherche de l'UE n'a pas encore été entérinée et inquiète.

Position de leader au niveau international dans la recherche

L'année sous revue aura été marquée par la construction de plusieurs centres et le lancement de nouvelles activités de recherche dans le domaine dynamique des sciences et technologies quantiques. Le Domaine des EPF y a ainsi conforté son rôle de pionnier international. Fondé en 2020, le *Quantum Computing Hub* a entamé ses travaux à Villigen. Exploité conjointement par l'ETH Zurich et le PSI, ce centre vise le développement d'ordinateurs quantiques. La réunion inédite sous un même toit, pour la première fois, des technologies des composants supraconducteurs et des pièges ioniques devrait créer des synergies (cf. aussi p. 16). L'EPFL a fondé un «Centre pour les sciences et l'ingénierie quantiques» (QSE) qui a pour but de développer des technologies quantiques pour une multitude d'applications scientifiques et techniques grâce à des installations de nanofabrica-

tion ultramodernes. Le Centre se démarque par son interdisciplinarité et un lien étroit entre la recherche et l'enseignement. L'Empa, quant à lui, qui travaille sur le développement de nanomatériaux en carbone pour les technologies quantiques (CarboQuant), a obtenu des fonds de tiers de la fondation Werner Siemens. Dans le domaine de la recherche fondamentale en physique quantique, des scientifiques de l'EPFL ont réussi pour la première fois à faire interagir des photons avec des paires d'atomes. Ce succès devrait favoriser l'émergence de nouvelles technologies quantiques.

La recherche en médecine et sciences de la vie a également occupé une place majeure au sein du Domaine des EPF. Les institutions ont à nouveau beaucoup travaillé sur le COVID-19 (cf. p. 56 ainsi que l'Objectif 4 «Dialogue avec la société» et l'Objectif 5 «Activités dans le domaine de la médecine et des technologies médicales», p. 66 et 70). Par ailleurs, l'ETH Zurich veut tester l'efficacité médicale de produits naturels en employant l'intelligence artificielle. L'EPFL a développé un implant photoélectrique qui s'applique à la surface de la moelle épinière d'une souris et pourrait contrôler l'activité de neurones. Cet implant pourrait servir au traitement de la douleur, à la régulation de la tension chez des personnes paralysées, voire au traitement d'une paraplégie. Au PSI, en utilisant les grandes installations de recherche, il a été possible de déchiffrer la structure moléculaire d'une protéine de tubuline particulière et d'identifier sur cette base un moyen de bloquer la division cellulaire chez certains parasites. Cette découverte est un excellent point de départ pour le développement de médicaments contre des maladies telles que la malaria ou la toxoplasmosse. Des scientifiques de l'Empa et de l'ETH Zurich ont développé une méthode pour lutter contre

des bactéries multirésistantes: des nanoparticules d'un genre nouveau détectent et tuent les agents pathogènes présents dans le corps.

Les sciences de l'environnement ont à nouveau constitué un domaine de recherche important. Le WSL a notamment lancé l'initiative de recherche *Extremes*. Voir ci-dessous «Accents dans la recherche».

Les nombreuses distinctions reçues en 2021 attestent de l'excellence des chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF. Le professeur Nicola Aceto de l'ETH Zurich a reçu le Prix scientifique suisse Latsis pour ses travaux de recherche novateurs contre le cancer. Ce sont aussi deux scientifiques de l'ETH Zurich, les professeurs Robert Grass et Wendelin Stark, qui ont reçu le Prix de l'inventeur européen. Ce prix majeur de l'innovation leur a été attribué pour leurs recherches sur le stockage de données sur des brins d'ADN. Professeure honoraire à l'ETH Zurich, Anne Lacaton et son partenaire ont reçu le prix Pritzker, le prix international en architecture le plus prestigieux. L'un des prestigieux BBVA *Foundation Frontiers of Knowledge Awards* a été décerné à Michael Grätzel, professeur à l'EPFL, pour ses contributions pionnières au développement des nanomatériaux. Le professeur Ali H. Sayed, de l'EPFL, s'est notamment vu décerner le prix Fourier de l'IEEE (*Institute of Electrical and Electronics Engineers*) pour le traitement du signal. Par ailleurs, la professeure Andrea Ablasser de l'EPFL a reçu la *EMBO Gold Medal 2021*. L'ETH Zurich et l'EPFL restent en tête des classements internationaux des meilleures universités au monde (cf. p. 99).

Le Domaine des EPF participe activement aux pôles de recherche nationaux (PRN). Sur 13 des 22 PRN actuels, les deux EPF sont soit *Leading House*, soit *Co-Leading House*. Les établissements de recherche y sont aussi associés. Par l'intermédiaire d'un projet sur la réduction électrochimique du CO₂, l'Empa prend ainsi part au PRN *Catalysis* dirigé par l'ETH Zurich et l'EPFL. Les institutions collaborent en outre aux programmes nationaux de recherche (PNR). Dans le cadre du PNR «Covid-19», le PSI dirige deux projets qui ont abouti à de premiers résultats et serviront au développement de médicaments contre le virus.

En 2021, des scientifiques du Domaine des EPF ont pu participer à deux appels d'offres pour des *Starting Grants* et des *Consolidator Grants* de l'ERC, évalués dans le cadre d'une procédure concurrentielle à l'échelle de l'UE. Des scientifiques dont les demandes ont été évaluées positivement sont soutenus par le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) via des fonds nationaux, car la Suisse est actuellement considérée comme pays tiers non associé au sein du programme-cadre de recherche européen Horizon Europe (2021–2027). Les demandes de 18 chercheuses et chercheur du Domaine des EPF pour les *ERC Starting Grants* ont déjà été évaluées

positivement. Les résultats pour les *Consolidator Grants* sont encore attendus. En lieu et place des *ERC Advanced Grants*, le Fonds national suisse (FNS) a organisé, sur mandat du SEFRI, une mise au concours nationale et a lancé des SNSF *Advanced Grants* dans le cadre de la mesure transitoire *Temporary Backup Schemes*. Des solutions transitoires ont également été mises en place pour les bourses européennes de recherche postdoctorale AMSC (cf. Objectif 6, p. 73).

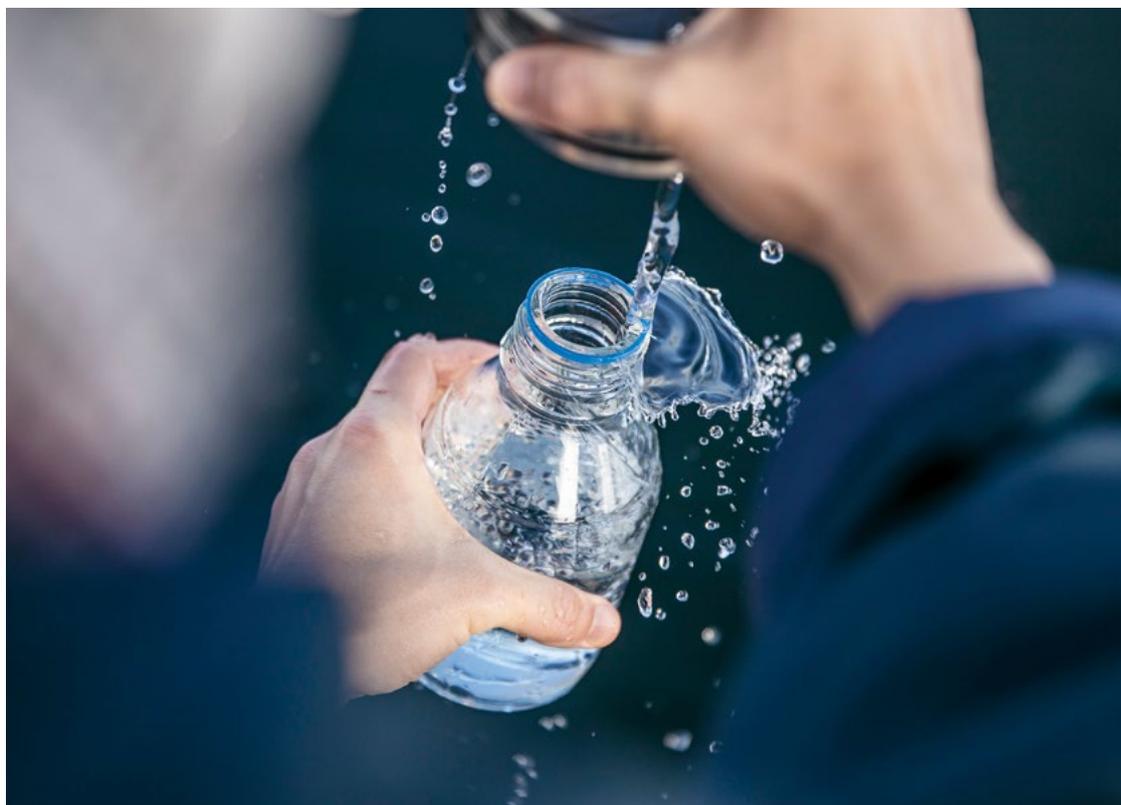
Compétences complémentaires du Domaine des EPF

Les institutions du Domaine des EPF coopèrent étroitement pour se compléter au mieux par leurs compétences clés variées et créer des synergies. A ces fins, le Conseil des EPF promeut six projets et initiatives de coopération. En association avec le Comité international de la Croix-Rouge (CICR), les deux EPF ont lancé le projet *Engineering Humanitarian Aid*, dont l'objectif est d'exploiter les innovations technologiques pour mieux faire face aux défis du travail humanitaire. Par ailleurs, l'ETH Zurich et le PSI ont mis sur pied une *Materials Discovery Initiative* qui associe au partage d'un laboratoire, qui sera construit sur le site de Höggerberg, l'utilisation des grandes installations de recherche du PSI. L'objectif est de créer l'infrastructure nécessaire à la synthèse innovante de matériaux aux propriétés électroniques, photoniques et magnétiques novatrices. En association avec l'Empa, le PSI a lancé l'initiative *SynFuels* pour développer un processus capable de fabriquer du kérosène puis des carburants synthétiques durables à partir de ressources renouvelables. Dans le domaine de la recherche environnementale, le Conseil des EPF soutient une initiative portant sur l'étude de la biodiversité à l'interface des écosystèmes aquatiques et terrestres: divers projets de recherche sur le long terme ont été lancés en 2021 au sein de l'initiative *Blue-Green Biodiversity*, fruit de la collaboration entre le WSL et l'Eawag.

Activités de recherche dans le secteur énergétique

Le Domaine des EPF s'engage tout particulièrement dans le secteur de la recherche énergétique. Les institutions jouent un rôle très important au sein du nouveau programme d'encouragement SWEET (*Swiss Energy research for the Energy Transition*) de l'Office fédéral de l'énergie (OFEN). Ce programme promeut les innovations qui contribueront significativement à la mise en œuvre réussie de la stratégie énergétique 2050 ainsi qu'à l'atteinte des objectifs climatiques de la Suisse. Quatre consortia ont été sélectionnés dans le cadre du premier appel d'offres, dont trois sont dirigés par des institutions du Domaine des EPF. Le consortium EDGE, placé sous la responsabilité conjointe de l'EPFL et de l'Université de Genève et qui intègre l'ETH Zurich, veut accélérer la croissance des énergies renouvelables décentralisées et rendre le système énergétique suisse plus robuste sur le plan

Recherche appliquée: l'Eawag examine les cyanobactéries du Greifensee. Les résultats alimenteront la protection et la gestion des eaux (cf. aussi p. 32).



technique et économique d'ici à 2050. Organisation partenaire d'EDGE, le WSL étudie le rôle de la biomasse dans un système énergétique décentralisé. Récemment, l'établissement de recherche et l'EPFL ont démontré dans une étude que l'installation d'éoliennes combinée à celle de panneaux solaires dans les Alpes était une solution efficace pour atteindre la neutralité énergétique en Suisse. Le consortium SURE dirigé par le PSI étudie comment assurer l'approvisionnement énergétique de la Suisse de la manière la plus durable possible et sans perturbation. L'OFEN soutient également le consortium PATHFINDER placé sous la responsabilité de l'ETH Zurich et auquel participent l'EPFL, le PSI et l'Empa. Son objectif est de développer des moyens pour parvenir à un système énergétique suisse efficient, flexible, résilient, économique et durable. L'Empa et l'ETH Zurich sont également partenaires dans le quatrième consortium DeCarbCH, dirigé par l'Université de Genève. Les institutions du Domaine des EPF travaillent aussi sur d'autres projets et programmes en lien avec la recherche énergétique. Une étude de l'Eawag a démontré qu'il était pertinent de récupérer de l'énergie dans les ménages, à partir de l'eau encore chaude de la douche par exemple.

Renforcement des sciences computationnelles et de l'informatique

Le Domaine des EPF veut renforcer les sciences computationnelles et l'informatique. Les deux EPF ont pu pourvoir presque toutes les chaires financées par des fonds fédéraux dédiés au développement des compétences dans le domaine de la numérisation et créer d'autres chaires avec leurs propres moyens. Etape importante pour la promotion des sciences

computationnelles et de l'informatique, le PSI a instauré une nouvelle division de recherche appelée *Scientific Computing, Theory and Data (SCD)*. SCD soutient les sciences assistées par ordinateur dans tous les domaines de recherche et les grandes installations de recherche du PSI, mais il les a encore renforcées de manière ciblée par la création de deux chaires communes avec l'EPFL dans les domaines principaux de la physique et de la recherche sur les matériaux.

Les institutions renforcent aussi les sciences computationnelles et l'informatique au niveau de l'enseignement. Les institutions proposent aux membres du corps enseignant plusieurs possibilités de formation initiale et continue afin d'offrir des formes innovantes et solides de transfert des connaissances numériques pour les jeunes en Suisse. 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. En 2021 est sorti le dernier volume de la collection de supports pédagogiques *einfach INFORMATIK* pour les élèves jusqu'à la 9^e classe. Le centre a également organisé des journées de projet dans des classes, en collaboration avec des hautes écoles pédagogiques. Ainsi, 73 000 enfants de la maternelle à la 4^e classe ont travaillé avec des nouveaux environnements de programmation basés sur le dessin de l'ABZ. Le centre a pu interagir avec de nombreux enfants de l'école maternelle et de l'école primaire grâce à de nouveaux environnements de programmation basés sur le dessin. A l'EPFL, le centre LEARN, qui se concentre sur l'éducation numérique au primaire et au secon-

daire, a formé plus de 1400 enseignantes et enseignants du canton de Vaud. Pour le secondaire I, l'EPFL a mis en place un nouveau CAS pour la formation des enseignantes et enseignants en informatique. En association avec les autorités et plusieurs hautes écoles du canton de Berne, l'EPFL a créé un nouveau centre pour le développement d'offres de formation au numérique appelé *BeLearn*. Le Service de promotion des sciences (SPS) de l'EPFL organise également des ateliers de sensibilisation aux sciences computationnelles auprès des jeunes en Suisse alémanique, en Suisse romande et bientôt au Tessin (dans 13 cantons au total).

Protection contre les cyberrisques

Dans le cadre de la Stratégie nationale de protection de la Suisse contre les cyberrisques, l'EPFL et l'ETH Zurich ont fondé le *Swiss Support Centre for Cybersecurity* (SSCC) en 2020. Devenu opérationnel, ce centre gère des projets et propose des ateliers sur la cybersécurité en association avec des autorités, des hautes écoles et l'économie privée. Dans le domaine de la recherche sur la cybersécurité, l'EPFL, le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) ainsi que des scientifiques du MIT et de l'Université de Harvard ont mis au point FAMHE. Ce système permet à des prestataires de soins de procéder à des analyses statistiques sans avoir à échanger les ensembles de données sous-jacents. Il ouvre de nouvelles perspectives dans le domaine de la médecine personnalisée. Le PSI, l'ETH Zurich, l'EPFL et le Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) de l'ETH Zurich ont mené à bien le projet SCI-ED. Ils ont atteint des transferts rapides et sûrs de grandes quantités de données dans plusieurs exemples d'application. Les partenaires de coopération ont utilisé l'infrastructure Internet SCION de l'ETH Zurich.

Accents dans la recherche

Dans le cadre du grand axe stratégique (SFA) *Personalized Health and Related Technologies* (PHRT) du Domaine des EPF, deux appels pour des projets interdisciplinaires ont été lancés. De nombreux projets de recherche ont pu démarrer, progresser et s'achever en 2021. En association avec *Readily3D*, spin-off de l'EPFL, des scientifiques de l'EPFL ont développé une technologie d'impression de tissus biologiques mise à profit par le nouveau projet européen *ENable LIGHT* pour créer un modèle de pancréas fonctionnel destiné à l'expérimentation de médicaments contre le diabète. L'Empa a poursuivi ses travaux sur les «jumeaux numériques» de patientes et patients (cf. p. 31).

Le *Swiss Data Science Center* (SDSC), géré conjointement par l'ETH Zurich, l'EPFL et le PSI, est au cœur du SFA Data Science. Ses services en matière de science des données sont placés à la disposition de la communauté scientifique et des domaines spécialisés du Domaine des EPF et au-delà et créent

des synergies avec d'autres SFA. Le SDSC a aussi aidé le WSL à concevoir une approche purement basée sur des données qui fournit des prévisions fiables des degrés de danger des avalanches. Le SDSC s'est aussi allié à l'Office fédéral de la statistique (OFS) dans une coopération inédite pour favoriser l'utilisation de la science des données et de l'intelligence artificielle au sein de l'administration. Autre événement phare de 2021: l'ouverture d'un troisième hub du SDSC au PSI. Il a pour vocation d'élargir le portefeuille de contenus du centre en se concentrant sur les données générées par les grandes installations de recherche et de renforcer la position du SDSC au sein des institutions.

Les institutions du Domaine des EPF travaillent aussi sur le SFA *Advanced Manufacturing*. Chef de file, l'Empa a fait un grand pas en avant dans l'impression 3D à vocation médicale dans le cadre du *Swiss m4m Center* (cf. Objectif 4, p. 65). Le PSI a entamé quatre nouveaux projets de ce SFA.

L'énergie, l'environnement et le développement durable constituent un autre pôle de recherche du Domaine des EPF. Le dérèglement climatique est un sujet clé. L'EPFL et l'Université de Lausanne lui ont dédié un nouveau centre, le *Center for Climate Impact and Action* (CLIMACT). Les institutions travaillent sur les interactions entre changement climatique et événements extrêmes: d'une part dans le cadre de la nouvelle initiative de recherche interdisciplinaire et transdisciplinaire *Extremes (2021–2024)* du WSL, et d'autre part dans le contexte du CERC nouvellement créé qui est exploité conjointement par le WSL et le canton des Grisons, avec la participation de l'ETH Zurich. Le thème de la biodiversité et ses dimensions politiques a également été scruté. Dirigé par l'Eawag et l'Université de Berne, le tout nouveau projet *Synergia TRAPEGO (Transformation in Pesticide Governance)* porte sur l'emploi des pesticides. Dans le domaine du développement durable, l'Empa a participé à une étude sur la possible réutilisation du caoutchouc de pneus usagés dans l'asphalte des routes suisses. Pour sa part, l'ETH Zurich a fondé le centre de compétence *Center for Sustainable Future Mobility* (CSFM), qui devrait asseoir les bases de systèmes de transport durables. Concernant la recherche énergétique, voir la section «Activités de recherche dans le secteur énergétique».

Le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF ont décidé, durant l'année sous revue, de renforcer la promotion du domaine thématique Open Research Data pendant la période FRI en cours. Un comité de pilotage issu des institutions du Domaine des EPF examine la mise en œuvre de plusieurs mesures pour soutenir des initiatives de scientifiques du Domaine des EPF, en accord avec la stratégie nationale *Open Research Data*.

Pour le Domaine des EPF, l'intégrité scientifique est une composante clé qui doit se doubler de bonnes pratiques scientifiques, pour garantir l'excellence de la recherche. Les institutions proposent aux scientifiques de nombreuses mesures de formation, perfectionnement et sensibilisation. Durant l'année sous revue, les deux EPF ont réexaminé leurs bases juridiques sur l'intégrité scientifique. En mai 2021, les Académies suisses des sciences ont publié un Code d'intégrité scientifique salué par le Domaine des EPF, qui doit créer des normes communes en Suisse. Le Domaine des EPF a instauré un groupe de travail pour la mise en œuvre la meilleure possible des recommandations du Code et pour voir s'il est possible de créer des règles homogènes ou du moins harmonisées sur l'intégrité scientifique au sein du Domaine des EPF.

Objectif stratégique

INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

Les institutions du Domaine des EPF développent et exploitent de grandes infrastructures de recherche d'importance nationale et internationale. Avec la nouvelle période FRI 2021–2024, les projets d'infrastructures de recherche figurant sur la Feuille de route suisse sont entrés dans leur phase de mise en œuvre. Les travaux de préparation de la Feuille de route suisse pour la période 2025–2028 ont également démarré.

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

Les institutions du Domaine des EPF exploitent, développent et mettent à disposition de grandes infrastructures de recherche d'importance nationale pour le monde académique et l'industrie. En 2021, un certain nombre de jalons importants a été franchi. Au PSI, l'expansion du Laser suisse à électrons libres dans le domaine des rayons X (*SwissFEL*) s'est poursuivie. Ainsi, à la station expérimentale Maloja de la ligne de faisceau de rayons X ATHOS, ont eu lieu les premières expériences pilotes, ainsi qu'une première attribution de temps de mesure pour l'étude des processus ultrarapides. En mars 2021, le faisceau de lumière ATHOS a atteint la nouvelle station expérimentale Furka pour la première fois, ce qui a permis de commencer les expériences d'essai dès l'été 2021. La station Furka se spécialisera dans l'étude des matériaux à très basses températures et les pre-

mières expériences scientifiques sont prévues à partir de l'année 2022. Sur la ligne de faisceau de rayons X ARAMIS du SwissFEL, les utilisatrices et utilisateurs ont désormais la possibilité de réaliser des campagnes de mesure de cristallographie femto seconde en série (SFX) à la station expérimentale Alvrà. Cela ouvre des possibilités fondamentalement nouvelles dans le domaine de la biologie structurale et permettra de déterminer des structures moléculaires jusque-là inaccessibles à l'aide des méthodes cristallographiques classiques. Durant l'année sous revue, des expériences menées sur les autres grandes installations du PSI, à savoir la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) et la Source suisse de neutrons de spallation (SINQ), ont donné lieu à des découvertes scientifiques importantes, comme la résolution par cryotomographie à la SLS de la structure de la coquille d'un brachiopode, dont les propriétés pourraient être utilisées en médecine pour remplacer les os. Malgré la pandémie de coronavirus, le fonctionnement des grandes installations du PSI a pu être assuré pratiquement sans restriction tout au long de l'année 2021. Le nombre d'expériences réalisées était du même ordre de grandeur qu'avant la pandémie, alors que celui des demandes de temps de mesure soumises a atteint un nouveau record. Ceci s'explique entre autres par le rayonnement international du SwissFEL et de la SINQ après leur mise à niveau. La disponibilité moyenne annuelle des accélérateurs du PSI s'élève à 95,8% pour la période 2018–2021. Près de la moitié du temps de mesure a été attribué à des groupes suisses, appartenant pour la plupart au Domaine des EPF. D'autre part, les installations du PSI continuent d'être fortement sollicitées par l'industrie. La capacité limitée des utilisatrices et utilisateurs à réaliser des expériences sur place a été compensée par la possibilité d'un accès à distance, un haut degré d'automatisa-

tion et une gestion excellente des instruments sur place. A long terme, cette évolution a toutefois des limites, car les expériences les plus complexes ne peuvent être développées et menées qu'avec des utilisateurs sur place.

En 2021, le *User Lab* du Centre national de calcul scientifique (CSCS) de l'ETH Zurich a mis à disposition des ressources informatiques dans le cadre de divers appels à projets. Ainsi, de nombreux projets ont été approuvés durant l'année sous revue dans le cadre de deux appels nationaux et de l'appel européen Partnership for *Advanced Computing in Europe* (PRACE). Les demandes de temps de calcul continuent de dépasser substantiellement les capacités disponibles.

Durant l'année sous revue, le projet de neuro-informatique *Blue Brain* (BBP) de l'EPFL a affiné ses modèles des différentes régions du tissu cérébral, ce qui a ouvert la voie à leur dissémination et a permis de mettre le cap sur la modélisation d'un cerveau entier de rongeur. En 2021, le BBP a déployé sa technologie de simulation du cerveau pour révéler le rôle du taux de glycémie dans la sévérité du COVID-19. Cette approche inédite a utilisé l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique pour explorer la plus grande collection de publications scientifiques en libre accès sur le SARS-CoV-2, en extraire des informations et naviguer à travers les connaissances collectives pour trouver une raison commune sous-jacente à la gravité de la maladie. D'autre part, un nouveau MOOC a été lancé dans le but d'aider les

utilisatrices et utilisateurs à exploiter au mieux les possibilités offertes par l'infrastructure du BBP pour réaliser des expériences *in silico*. Les outils du BBP ont aussi été déployés dans l'infrastructure de recherche européenne EBRAINS (cf. p. 62).

Au NEST, le bâtiment modulaire de recherche et d'innovation dans le domaine de la construction de l'Empa et de l'Eawag, deux nouvelles unités ont été inaugurées en 2021. La construction de l'unité HiLo, avec son toit en béton à double courbure et sa façade adaptative à panneaux solaires, a été achevée et inaugurée virtuellement en juin. L'unité Sprint, construite en dix mois seulement, essentiellement à partir de matériaux et de composants de récupération, a ouvert ses portes en août. Sprint pose de nouvelles normes en matière d'économie circulaire dans le domaine de la construction. Une nouvelle unité STEP2, qui ambitionne de stimuler d'avantage d'innovations dans les domaines de l'économie circulaire, de la fabrication industrielle et numérique, de l'enveloppe des bâtiments ainsi que des systèmes énergétiques, est en phase de planification.

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

La Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche est l'instrument de planification central de la Confédération. Les trois projets d'infrastructures de recherche du Domaine des EPF qui sont inscrits dans la Feuille de route 2019 pour la période 2021-2024 ont connu des avancées significatives dans

L'unité HiLo du NEST avec son toit en béton à double courbure et sa façade adaptative qui accueille des cellules photovoltaïques.
> Empa



leur mise en œuvre durant l'année sous revue. Au CSCS de l'ETH Zurich, l'implémentation de la stratégie HPCN-24 (*High Performance Computing and Networking*) a franchi une étape importante dans le cadre du partenariat stratégique avec le fabricant de superordinateur *Cray* (qui appartient à Hewlett Packard Entreprise) avec l'installation et la mise en service des premiers composants de la nouvelle infrastructure Alps, qui remplacera le superordinateur Piz Daint à partir de 2023. Le développement de l'architecture de cette nouvelle infrastructure se déroule selon les délais prévus. Au PSI, la phase de mise en œuvre du projet de mise à niveau de la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS 2.0) a pu être lancée. Pour que l'arrêt de la SLS, nécessaire pour la mise à niveau, soit le plus court possible, d'importants travaux préparatoires sont requis. Ainsi, au cours de l'année 2021, la planification de la mise à niveau de la ligne de faisceau a progressé, la structure du projet a été élargie et une deuxième grue intérieure a été installée dans le bâtiment de la SLS. Le prototypage de différents composants de l'accélérateur a également bien avancé en vue de leur production. Le *Catalysis Hub* (Cat+) est une infrastructure de recherche distribuée avec deux *hubs*, l'un conjointement à l'ETH Zurich et l'Empa (Cat+ Est) et l'autre à l'EPFL (Cat+ Ouest). Elle vise à soutenir le développement de nouveaux procédés catalytiques dans le domaine des énergies renouvelables et des produits chimiques en combinant des équipements de pointe, automatisés et à haut rendement avec des méthodes avancées d'analyse de données, soutenues par l'intelligence artificielle et l'apprentissage automatique. En 2021, des biens d'équipement ont été acquis et les espaces de laboratoire préparés pour leur installation. Le recrutement et l'embauche des premières équipes scientifiques ont également eu lieu, de sorte que la phase d'exploitation pourra commencer en 2022.

Durant l'année sous revue, le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) a lancé les travaux de préparation pour la Feuille de route 2023 pour la période 2025–2028. Sur la base de propositions préparées par les institutions du Domaine des EPF, le Conseil des EPF a sélectionné les projets d'infrastructure de recherche d'importance stratégique pour la période concernée et les a soumis au SEFRI. La qualité scientifique des projets soumis sera évaluée par le Fonds national suisse (FNS) dès le début de l'année 2022.

Participation aux infrastructures de recherche internationales

Les institutions du Domaine des EPF jouent également un rôle essentiel au niveau européen et mondial de par leurs contributions aux grandes infrastructures de recherche internationales. Depuis 2016, l'EPFL coordonne la communauté de recherche suisse intéressée par le *Square Kilometer Array* (SKA), qui sera le plus grand radiotélescope jamais construit.

Début 2021, SKA est devenu une organisation internationale (SKAO) dans laquelle la Suisse, représentée par l'EPFL, a le statut d'observateur. L'EPFL a conclu un accord de coopération pour 2021–2023 avec SKAO en juin 2021 sur une base scientifique et technique. De son côté, le PSI participe à la construction de cinq des instruments prévus pour la source de spallation européenne (ESS) à Lund, en Suède. La construction du réflectomètre ESTIA, entièrement réalisée par le PSI, a franchi une étape importante en juin 2021, avec l'arrivée de d'un des principaux composants optiques à l'ESS. L'ETH Zurich coordonne la contribution suisse à ICOS (Integrated Carbon Observation System) auquel participent également l'Empa et le WSL. Cette infrastructure européenne permet d'observer, entre autres, les concentrations de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. En 2021, les données collectées ont servi à l'élaboration du rapport d'évaluation sur le changement climatique du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et contribuent ainsi à informer les décisions politiques dans la lutte contre le changement climatique. En plus des deux stations de mesures déjà certifiées à Davos et au Jungfraujoch, une nouvelle station est en construction à Bâle. Le Swiss Plasma Center (SPC) de l'EPFL constitue l'un des principaux centres en Europe pour la recherche sur la fusion nucléaire et joue un rôle crucial dans l'effort d'EUROfusion, le consortium européen dédié à l'énergie de fusion. Il contribue aussi directement au projet ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor). En 2021, l'EPFL s'est vu attribué un projet de calcul à haute performance par EUROfusion. Ce projet vise à apporter un soutien scientifique et technique aux scientifiques européens actifs dans le domaine de la fusion, et souligne l'excellence des compétences du SPC.

Le forum stratégique européen sur les infrastructures de recherche (ESFRI) a publié en 2021 une mise à jour de sa feuille de route, en sélectionnant les meilleures infrastructures scientifiques européennes sur la base d'une procédure d'évaluation approfondie. Les institutions du Domaine des EPF contribuent à plusieurs des onze infrastructures figurant sur cette feuille de route. L'ETH Zurich et l'EPFL mènent les contributions suisses de deux de ces infrastructures, SoBigData++ et EBRAINS. Cette dernière est l'infrastructure de recherche digitale qui succédera au *Human Brain Project* (HBP) après la fin de sa dernière période de financement, en 2023. Précédemment coordinatrice du HBP, l'EPFL a transféré en 2021 cette responsabilité à l'entité légale basée à Bruxelles, EBRAINS AISBL, et assure dorénavant le rôle de coordinatrice de son nœud suisse.

Objectif stratégique

TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

Les chiffres-clés actuels relatifs aux brevets, contrats de collaboration et spin-off mettent en lumière la contribution du Domaine des EPF au renforcement de la capacité d'innovation et de la compétitivité de la Suisse. Les institutions du Domaine des EPF ont entretenu le dialogue direct avec la société sous plusieurs formes. Les scientifiques ont également apporté leur soutien aux décideurs politiques dans la gestion de la pandémie de coronavirus.

Coopération scientifique avec l'économie suisse et le secteur public

Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont déposé 213 brevets, 181 licences, 330 déclarations d'invention et 39 déclarations de logiciels (cf. p. 97). Elles ont signé 585 contrats de collaboration avec l'économie privée et 272 avec le secteur public (cf. fig. 14, p. 98). Ces chiffres-clés confirment le succès du transfert des avancées scientifiques en innovations commercialisables. L'échange régulier entre les institutions du Domaine des EPF et les PME et grandes entreprises suisses est une condition indispensable. Plusieurs centaines de visiteuses et de visiteurs ont profité de l'*ETH Industry Day 2021* pour découvrir la vaste palette d'inventions de l'*ETH Zurich*. Dans le même esprit, les prix du *CSEM Digital Journey 2021* ont été décernés cette année lors de la conférence d'ouverture de la manifestation FORWARD de

l'EPFL et du Temps. En 2021, ce ne sont pas deux mais trois PME qui ont été récompensées. L'Empa a opté pour la démarche inverse en participant à la Journée technologie thurgovienne pour les PME: l'établissement de recherche s'est présenté en ligne au public comme un pont vers la recherche fondamentale. Dans le contexte spécifique de préparation de nombreuses adjudications dans le cadre de la réalisation du projet de mise à niveau de la SLS 2.0 (cf. Objectif 3, p. 62), le PSI et le *Swiss Industry Liaison Office* ont organisé un événement virtuel destiné aux partenaires industriels en février 2021. Un quart environ des entreprises suisses est intéressé par une participation directe au projet. Dans le but d'optimiser son soutien aux PME, l'EPFL a mené une étude sur le *SME Customer Journey to Innovation*. L'objectif de cette étude était de mieux comprendre la démarche et les défis des PME dans leur processus d'innovation. Au moyen des résultats obtenus, l'accès des PME au savoir et à la technologie peut être amélioré par le biais de prestations adaptées. L'agence d'encouragement pour l'innovation Innosuisse est souvent à l'origine de collaborations avec les PME suisses. A l'EPFL, Innosuisse finance régulièrement des projets de coopération entre l'industrie et l'école polytechnique par le biais du programme d'innovation Alliance. Le concours Source d'innovation a été lancé durant l'année sous revue. Il doit inciter les entreprises à engager des études de faisabilité. A l'ETH Zurich, Innosuisse participe par exemple au *Funding Innovation Event* destiné aux scientifiques et industriels. Plusieurs institutions du Domaine des EPF sont associées à la nouvelle initiative Innosuisse *Flagship*, qui vise à soutenir des innovations utiles à une grande partie de l'économie ou de la société. Parmi les projets sélectionnés figuraient, par exemple, sur un total de cinq projets dans le domaine de la décarbonisation, un *Flagship* de

L'ETH Zurich, un de l'EPFL, un du PSI et un autre de l'Empa. Par l'intermédiaire du SLF, le WSL a pris part, en 2021, à un projet Innosuisse portant sur le développement d'un système peu coûteux de détection d'avalanches.

Le secteur public est lui aussi un partenaire important dans le domaine du transfert de savoir et de technologie (TST). En 2021, l'Eawag, l'Empa et l'ETH Zurich ont terminé le projet de recherche N20ara avec l'Office fédéral de l'environnement (OFEV) et plusieurs cantons. Le projet portait sur la quantification des émissions de gaz à effet de serre issues du traitement des eaux usées. Sur mandat de plusieurs offices fédéraux et de l'Inspection fédérale de la sécurité nucléaire (IFSN), le WSL a coordonné l'étude sur les crues extrêmes de l'Aar à laquelle l'ETH Zurich, l'EPFL, le PSI et huit autres partenaires ont aussi participé. Les autorités et les exploitants d'installations disposent à présent d'une base solide pour mieux protéger contre les crues extrêmes les infrastructures critiques, dont les centrales nucléaires.

Le TST, qui renforce la compétitivité de la Suisse, revêt toujours un aspect international qui se concrétise par des alliances et des projets avec l'étranger. Dans le cadre de l'alliance EuroTech, l'EPFL travaille avec plusieurs universités et a soutenu l'événement TECHNION *EuroTech Innovation Day* organisé en 2021. De grandes entreprises internationales ont généreusement participé à la transposition des travaux de recherche en nouvelles technologies. Le grand projet de coopération *Tumor Profiler* conclu entre l'ETH Zurich, l'Université de Zurich, plusieurs hôpitaux universitaires et le groupe Roche a pris fin en 2021. Il portait sur le traitement personnalisé contre le cancer. Le WSL a participé au projet européen DIGIPLAN sur la numérisation et l'analyse comparative de processus d'aménagement du territoire. Vingt recommandations ont été rédigées à l'intention des responsables politiques.

Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Pour aider le corps étudiant ainsi que les chercheuses et les chercheurs à se lancer dans l'entrepreneuriat, les institutions du Domaine des EPF disposent d'une vaste palette d'offres de bourses et de conseils. De nouveaux instruments ont été lancés en 2021, en plus des offres éprouvées comme les *Pioneer Fellowships* de l'ETH Zurich, les *Innogrants* de l'EPFL ou les *Founder Fellowships* du PSI. L'EPFL a ainsi complété son soutien à des projets de start-up par un programme visant à préparer un déploiement commercial accéléré. L'Empa a introduit les *Entrepreneur Fellowships* pour les scientifiques qui souhaitent se lancer dans l'entrepreneuriat sur la base des travaux effectués à l'Empa. Autre offre importante: l'atelier *Successful Patent Search* destiné aux collaboratrices et collaborateurs de l'Empa et de l'Eawag, qui porte sur la réalisation de recherches de brevets efficaces et structurées.

De grands efforts ont été entrepris afin d'encourager les start-up *Deeptech* et celles qui se penchent sur les technologies numériques et l'intelligence artificielle. Ces mesures encouragent de façon ciblée des solutions appliquées dans des domaines de recherche prometteurs qui intéressent de plus en plus l'économie et la société. L'EPFL a lancé un programme de soutien unique à la création de start-up aux technologies disruptives. Dans ce cadre, la plateforme innovante *Enabled-by-Design* a été déployée avec succès pour accélérer les projets de start-up par des collaborations entre entrepreneurs et designers. A l'ETH Zurich, l'ETH AI Center fondé en 2020 sert d'incubateur pour accompagner les scientifiques désireux de créer leur start-up. Le programme Talent Kick encourage les équipes interdisciplinaires et l'expérience d'entrepreneuriat pratique durant les études. Après un essai pilote réussi en Suisse alémanique, il est déployé à l'ensemble du territoire. L'ETH Zurich est également membre fondateur de l'initiative européenne *Deep Tech Alliance*. Deux événements communs ont eu lieu depuis l'été 2020, qui ont mis en relation partenaires industriels et investisseurs.

Les nombreuses offres de soutien donnent souvent naissance à des spin-off. Pour 2021, on en dénombre 60 pour le Domaine des EPF (cf. p. 97). XRnanotech est un exemple d'actualité. Il s'agit d'une spin-off issue d'un *Founder Fellowship* du PSI qui travaille sur l'optique des rayons X nanostructurés. Le *Hello Tomorrow Global Challenge* lui a décerné le titre de *Deep Tech Pioneer*. L'ESA *Business Incubator Centre Switzerland* lui a accordé une aide financière. L'incubateur suisse de l'Agence spatiale européenne (ESA), qui joue un rôle de pionnier pour tous les incubateurs ESA d'Europe, a prolongé de cinq ans le contrat avec l'ETH Zurich en tant que chef de file. Le succès des spin-off peut également être mesuré par une entrée en bourse. Ainsi, trois spin-off de l'EPFL sont entrées en bourse en 2021: Sophia Genetics, Astrocast et Onward.

Réseau national de centres de transfert de technologie en *Advanced Manufacturing*

Dans le cadre du plan d'action pour le numérique de la Confédération, le Domaine des EPF a joué un rôle clé dans la mise en place du réseau de centres de transfert de technologie en *Advanced Manufacturing* (AM-TTC). Les deux centres ANAXAM et *Swiss m4m* sont opérationnels depuis la mi-2020 et ont acquis de nombreux nouveaux partenaires et clients. ANAXAM, qui propose à l'industrie des services d'analyse appliquée des matériaux en utilisant les grandes installations de recherche du PSI, a notamment travaillé en 2021 sur un projet client portant sur l'assurance qualité et le développement du processus de fabrication de moteurs électriques. Le *Swiss m4m Center*, initié et cofondé par l'Empa et qui a mis en place une ligne de production pilote pour la fabrication d'implants par impression 3D, a reçu la certification ISO nécessaire en avril 2021. Pendant quatre ans, de 2021 à 2024, les deux centres bénéficieront du soutien de la Confédération au titre d'établissements de recherche d'importance nationale. En septembre 2021, l'AM-TTC Alliance, sur mandat du SEFRI, a lancé un deuxième appel qui aboutira à la mise en place de deux à trois autres centres en tant que *Public Private Partnership*.

Forte participation à *Switzerland Innovation*

Dans l'objectif d'interconnecter davantage science et économie et de proposer aux entreprises et scientifiques des conditions propices à l'innovation, les institutions du Domaine des EPF sont présentes sur les différents sites du parc d'innovation suisse. Le site du *Switzerland Innovation Park Zurich* a pu accueillir, durant l'année sous revue, plusieurs projets, dont l'*Immersive Wave Lab* unique au monde dans le hangar 3 loué et transformé par l'ETH Zurich, à l'aéroport de Dübendorf. L'implantation sur le site de Dübendorf profite aux projets ayant trait à la robotique, à la mobilité, à l'aéronautique et à l'aérospatiale, qui peuvent exploiter les nombreuses possibilités de test au sol et dans les airs. L'EPFL *Innovation Park Lausanne*, qui affiche toujours un taux d'occupation de 100%, peut néanmoins signer de nouveaux partenariats avec des entreprises grâce au programme KNOVA lancé en mai 2021. KNOVA permet aux entreprises de découvrir pendant un an le potentiel d'innovation du monde académique et de tisser des liens. En 2021, le *Park Network West EPFL* de Suisse romande a complété son offre avec notamment la création d'un programme *Soft Landing* sur mesure. En septembre 2021, le *PARK INNOVAARE* a fêté l'achèvement du gros œuvre de son futur campus d'innovation, en présence de plus de 300 invités actifs dans le monde des sciences, de l'économie et de la politique. Le PSI soutient le parc dans la mise en œuvre de la stratégie d'implantation d'entreprises majoritairement tournées vers l'international. Suite à la décision du Conseil fédéral d'avril 2021, la Suisse orientale va intégrer le réseau

Les temps sont durs pour les cambrioleurs et les Rapetou: des scientifiques de l'Empa ont développé un «trou de serrure» invisible à partir de composants électroniques imprimés transparents (cf. aussi p. 29).



de *Switzerland Innovation* avec son nouveau parc d'innovation Est. Le site principal du parc d'innovation Est est à proximité immédiate de l'Empa St-Gall, qui participe également à la fondation du *Switzerland Innovation Park OSTAG* et est représenté au sein du conseil d'administration.

Dialogue avec la société et tâches confiées par la Confédération

Les institutions du Domaine des EPF travaillent sur des sujets d'intérêt général et sensibilisent le grand public à la recherche et aux développements technologiques. Pour l'entretien du dialogue, elles ont participé, aussi en 2021, à une multitude d'activités. Avec l'Université de Zurich, l'ETH Zurich a organisé la septième édition de Scientifica, qui a drainé des milliers de visiteuses et de visiteurs. Des scientifiques du PSI des secteurs de la radiochimie et de la radiopharmacie y ont présenté leurs dernières avancées. Au centre d'information sur les sciences de la terre, l'ETH Zurich a inauguré une nouvelle exposition temporaire intitulée focusTerra, consacrée aux ondes sous toutes leurs formes. Avec des contributions à des expositions externes, salons ou formats d'émission, les institutions du Domaine des EPF intéressent le grand public à leurs travaux. Ont par exemple participé au salon OLMA de Saint-Gall l'Empa, sur le thème de la mobilité neutre pour le climat, et l'ETH Zurich, sur le thème de l'agriculture durable. Le PSI a présenté ses contributions à la recherche sur les carburants synthétiques dans l'émission Einstein sur SRF.

En réponse à la pandémie, les institutions ont étoffé leurs offres en ligne. Depuis la mi-2021, le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag peut se visiter de façon virtuelle. Le grand public découvre les différents modules du bâtiment ainsi que les plates-formes transversales de recherche, comme le *Water Hub* de l'Eawag sur le traitement décentralisé des eaux usées. Ce type de visite contribue à combler le fossé entre laboratoire de recherche et marché. Le PSI aussi a innové avec des visites en ligne de ses grandes installations de recherche.

Les institutions du Domaine des EPF échangent avec des écoles et des gymnases pour stimuler l'intérêt que portent les jeunes aux matières mathématiques, informatique, sciences naturelles et techniques, dites MINT. Ici aussi, les offres en ligne ont joué un rôle important durant l'année sous revue. Avec le WSL, *SRF school* a élaboré quatre nouvelles vidéos sur le thème de la forêt suisse. Des scientifiques du WSL y présentent leurs lieux de travail et expliquent pourquoi il faut protéger les forêts. Le laboratoire iLab du PSI destiné aux scolaires a mis au point deux modules de cours numériques sur la plate-forme *Energy System Integration* (plate-forme ESI) et sur la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS). A l'ETH Zurich, la nouvelle *ETH Youth Academy* a accueilli ses premières gymnasiennes et gymnasiens de Suisse alémanique

pour des cours consacrés p. ex. à la chimie du dérèglement climatique ou à la pensée algorithmique dans la pratique. L'Empa a notamment participé au *Jules Vernes Kinder-Technikcampus*, aux semaines techniques des lycées ainsi qu'à l'initiative de formation *Smartfeld*, de la Haute école pédagogique de St-Gall.

Le conseil aux autorités et aux décideurs politiques sur des questions d'actualité s'inscrit dans le dialogue avec la société. Comme en 2020, de nombreux scientifiques du Domaine des EPF se sont consacrés à la recherche de solutions dans le contexte de la pandémie de coronavirus. Plusieurs mandats des autorités se sont ajoutés à l'engagement au sein de la *Swiss National COVID-19 Science Task Force*. L'Office fédéral de la santé publique a confié à une équipe de l'Eawag un mandat sur l'évaluation du taux de reproduction effectif du SARS-CoV-2 dans les eaux usées. L'Empa a élaboré un concept de test pour le canton des Grisons et a mené plusieurs projets sur les risques d'infection dans les espaces intérieurs, comme les cabines de téléphonie. Des scientifiques de l'ETH Zurich ont procédé régulièrement aux estimations du taux de reproduction.

Situé à l'interface entre les sciences et la politique, le thème du changement climatique a mobilisé l'expertise des institutions du Domaine des EPF à différents niveaux. Dans le cadre du *National Centre for Climate Services* de la Confédération, plusieurs scientifiques du WSL et de l'ETH Zurich ont participé au projet Hydro-CH2018, qui porte sur les conséquences du dérèglement climatique sur la situation hydrique de la Suisse. Leurs conclusions? A l'avenir, les précipitations locales devraient être plus fortes et les inondations plus nombreuses. Le *Klimarunde 2021* accueilli par l'ETH Zurich a réuni plusieurs centaines de personnes actives au sein de l'industrie, des sciences, de l'économie et de la politique autour de présentations et tables rondes sur l'atteinte de la neutralité climatique. Le rôle exemplaire du Domaine des EPF dans ce domaine est à souligner (cf. Objectif 8, p. 79 ss ainsi que p. 24). Le *Lab for Science in Diplomacy*, que l'ETH Zurich a fondé en collaboration avec l'Université de Genève au cours de l'année sous revue, se concentre sur le niveau international. La mission de ce centre de recherche interdisciplinaire pour la science en diplomatie est de mettre à disposition des connaissances et des méthodes scientifiques pour la résolution diplomatique de conflits internationaux.

Les plates-formes et portails auxquels participent les établissements de recherche dans leurs spécialités favorisent les liens entre recherche et application pratique. En collaboration avec notamment l'OFEV et la Société suisse d'hydrogéologie (SSH), l'Eawag met en place une plate-forme dédiée aux eaux souterraines, baptisée CH-GNet, qui mettra en relation des groupes de recherche suisses sur les eaux souterraines et promouvra les échanges entre parties pre-

nantes. Le portail de connaissances de et pour les spécialistes de la forêt de toute l'Europe *waldwissen.net* a été entièrement refondu sous la direction du WSL. Il a remporté en 2021 la médaille de bronze du *Best of Swiss Web Award*.

Pour conclure, voici quelques actualités sur les tâches confiées par la Confédération au Domaine des EPF conformément à l'annexe des Objectifs stratégiques. L'Eawag et l'EPFL hébergent le Centre suisse d'écotoxicologie appliquée (Centre Ecotox), qui s'est doté d'une nouvelle direction en 2021. Durant l'année sous revue, le Centre a publié son concept d'évaluation de la qualité des sédiments en Suisse et a mis l'accent sur l'information sur les microplastiques dans l'environnement. Dans le cadre de sa tâche liée à l'Inventaire forestier national, le WSL a publié une série d'articles s'adressant directement aux acteurs du secteur forestier et leur fournissant des mises à jour sur l'état et l'évolution de la forêt suisse. Le Service Sismologique Suisse de l'ETH Zurich participe à la mission sur Mars *InSight* de l'agence spatiale américaine (NASA), qui a enregistré deux importants séismes martiens en 2021. Par ailleurs, l'ETH Zurich gère le *Center for Security Studies*, qui a organisé en 2021 une information publique sur la politique de sécurité par la ministre de la Défense. Le PSI soutient la mise en œuvre du plan sectoriel «Dépôts en couches géologiques profondes» pour les déchets radioactifs et a examiné des carottes de forage des trois régions d'accueil potentielles.

Objectif stratégique

COOPÉRATION ET COORDINATION

Durant l'année sous revue, la coopération est restée intensive en interne, entre institutions du Domaine des EPF, et en externe, avec d'autres instituts suisses d'éducation et de recherche. Des «Alliances stratégiques» ont été reconduites avec plusieurs établissements de recherche d'importance nationale. 2021 aura aussi été marquée par d'étroites coopérations avec des hôpitaux suisses.

Coopération dans le Domaine des EPF et en dehors

Les coopérations entre institutions du Domaine des EPF se jouent à plusieurs niveaux et se renforcent au fil du temps. Les grands axes stratégiques et les priorités thématiques décrivent celles liées à la recherche. Des projets de coopération qui mettent à profit des compétences complémentaires des institutions avancent (cf. aussi Objectif 2, notamment «Accents dans la recherche» et «Compétences complémentaires du Domaine des EPF», p. 56 et 58). Les grandes infrastructures de recherche sont des vecteurs importants de collaboration (cf. Objectif 3, p. 60 ss). Du côté de l'enseignement, les filières communes de master et les programmes de doctorat, la participation des établissements de recherche à l'enseignement et l'encadrement commun de doctorantes et doctorants favorisent les échanges (cf. aussi Objectif 1, p. 50 ss). En 2021, les établissements de recherche ont lancé une initiative visant à renforcer de manière ciblée, au cours

des prochaines années, la coopération interne et externe dans des domaines scientifiques sélectionnés, dans l'administration et dans les offres de formation afin de contribuer plus efficacement à relever les défis les plus urgents pour la science, l'économie et la société.

La coopération au-delà du Domaine des EPF occupe une place importante. Souvent, il s'agit de deux ou trois institutions du Domaine des EPF qui coopèrent avec d'autres acteurs du paysage suisse de l'éducation et de la recherche. Plusieurs des pôles de recherche nationaux (PRN) de la 5^e série allient les compétences du Domaine des EPF et au-delà: le PRN «Automatisme», dirigé par l'ETH Zurich, réunit des scientifiques de l'Empa, de l'EPFL et de l'ETH Zurich avec des expertes et experts de la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW). Les institutions participent aussi avec d'autres partenaires à des plateformes et institutions. La plateforme de recherche LÉXPLORE sur le lac Léman rassemble l'Eawag, l'EPFL, les universités de Genève et de Lausanne ainsi que le centre de recherche français CARRTEL. C'est cette plateforme qui, grâce aux mesures effectuées, a mis en évidence les variations du brassage des eaux du lac au gré des saisons. Avec les universités de Berne, de Lausanne et de Zurich, l'EPFL, l'ETH Zurich et le WSL ont instauré la fondation *Swiss Polar Institute* (SPI), que la Confédération soutient financièrement en tant qu'«institut de recherche d'importance nationale» pour la période FRI actuelle. En 2021, le SPI a organisé l'expédition *Arctic Century*, qui a presque atteint le 83° Nord. Des scientifiques venus de 17 pays ont procédé à des mesures et à des travaux interdisciplinaires.

La mutualisation des compétences joue aussi un rôle important dans le transfert de savoir et de techno-

logie (TST). En plus du service de transfert technologique commun à l'Empa et à l'Eawag, l'ETH Zurich et l'EPFL, qui travaillent aussi dans ce domaine, ont organisé deux *Innovator Speed Datings* avec la Haute école de St-Gall. Start-up et talents s'y sont rencontrés en ligne. La participation de hautes écoles spécialisées est prévue sous ce format à l'avenir. Souvent, la proximité géographique des sites des institutions du Domaine des EPF est à l'origine de collaborations. La construction désormais terminée d'un laboratoire de chimie de l'EPFL sur le site de l'EPFL Valais Wallis dans les nouveaux bâtiments de la haute école spécialisée du canton constitue un bon exemple.

De nombreuses autres coopérations ont lieu au niveau de projets de recherche particuliers. En 2021, un consortium de recherche composé du PSI, du *Biozentrum* de l'Université de Bâle et de l'Université de Genève a publié les résultats de ses études sur le récepteur de chimiokine CCR5. Ceux-ci serviront au développement de traitements contre le sida, le cancer et des maladies inflammatoires. Le WSL a publié les conclusions de son étude globale «Les Alpes face au changement climatique: de nombreuses espèces s'adaptent mais trop lentement», qu'il a rédigée en collaboration avec des scientifiques des universités de Bâle, Zurich et Neuchâtel et d'autres institutions internationales. Plus de 2000 espèces ont été analysées, avec leurs réactions au changement climatique. L'étude a exploité des données déjà publiées et s'est appuyée aussi sur des données collaboratives.

Conception de l'espace suisse des hautes écoles

Le Domaine des EPF contribue significativement à la coordination de la politique des hautes écoles et à la répartition des tâches dans des secteurs très coûteux. En effet, il construit et gère ses infrastructures de recherche qu'il met à la disposition de l'ensemble de la communauté scientifique suisse (cf. aussi Objectif 3, p. 60 ss). De nombreux scientifiques du Domaine des EPF ont participé à l'élaboration de la feuille de route spécifique aux infrastructures de recherche, qui a été publiée par l'Académie suisse des sciences naturelles (SCNAT) durant l'année sous revue. C'est l'une des bases de la «Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche 2023».

Les institutions du Domaine des EPF participent intensément aux projets de coopération que la Confédération promeut par des contributions liées à des projets. Durant la période 2021–2024, deux grands projets ayant l'EPFL comme *Leading House* sont soutenus dans le domaine de l'enseignement des *Digital Skills*. L'ETH Zurich et diverses autres hautes écoles y participent. Pour les établissements de recherche du Domaine des EPF qui ne sont pas habilités à recevoir une contribution, le Conseil des EPF centralise les moyens financiers pour des participations spécifiques. En 2021, l'Empa a été soutenu pour son engagement en faveur de la plate-forme d'open science en sciences des matériaux, *Materials Cloud*. Le projet *Connecting Women's Careers in Academia and Industry* a été très sollicité et soutenu jusqu'au début de l'été 2020 dans le cadre de la thématique de l'égalité des chances.

La flore et la faune alpines sont très sensibles au réchauffement climatique. Des amphibiens comme la grenouille rousse (*Rana temporaria*) ont peu modifié leur activité saisonnière et n'ont guère migré vers des altitudes supérieures. Comme le montre l'étude dirigée par le WSL.

› Anne Delestrade



Sous la direction du PSI, toutes les institutions du Domaine des EPF ainsi que l'Université de Zurich y ont participé. Le projet a été reconduit pour deux ans après demande auprès du Bureau fédéral de l'égalité (BFEg).

Alliances stratégiques

Dans le cadre d'alliances stratégiques, l'ETH Zurich et l'EPFL coopèrent avec différents établissements de recherche d'importance nationale. Au début de la nouvelle période FRI en 2021, les conventions de prestations ont été signées entre le SEFRI et les institutions soutenues puis les alliances stratégiques des deux écoles renouvelées. L'ETH Zurich travaille avec le centre de compétences pour le transfert de technologie avec l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux inspire AG et avec l'Institut de recherche biomédicale (IRB). L'EPFL échange avec le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) et avec l'Institut de Recherche Idiap dans le Valais, qui s'est spécialisé dans la technologie d'information et l'intelligence artificielle. La collaboration porte aussi bien sur des coopérations scientifiques que sur l'enseignement et l'accompagnement de doctorantes et doctorants. Durant l'été 2021, l'EPFL a pu approfondir sa collaboration avec le CSEM avec la signature d'un contrat-cadre portant sur l'achat d'équipements communs dans le domaine de la recherche photovoltaïque sur le site de Neuchâtel.

Une autre alliance stratégique associe l'EPFL et l'Institut Tropical et de Santé Publique Suisse (*Swiss TPH*). Deux grands projets Sinergia communs du FNS sont à mi-parcours. Le projet *African Contributions to Global Health* a donné lieu à plusieurs études sur le terrain. Les données sont en cours d'analyse et de traitement pour de premières publications.

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

Dans le cadre de la recherche médicale, les institutions du Domaine des EPF entretiennent des liens très étroits avec les hôpitaux suisses. L'ETH Zurich a notamment lancé, durant l'année sous revue, une nouvelle plateforme technologique pour des études cliniques avec l'hôpital cantonal de Baden. La *digital Trial Intervention Platform* (dTIP) travaille avec un réseau de partenaires cliniques et aide les scientifiques et les spin-off à réaliser des études cliniques. Le *Defitech Center for Interventional Neurotherapies – NeuroRestore*, fondé en 2019 par l'EPFL, l'Université de Lausanne et le Centre hospitalier universitaire vaudois avec la Fondation Defitech est à l'origine de plusieurs technologies révolutionnaires pour le traitement de paralysies. Dans le proche domaine des neurosciences, le *Catalyst Fund* a soutenu des projets de l'EPFL qui associent des équipes universitaires et cliniciennes de différentes disciplines pour le développement de traitements vitaux. En 2021, l'Empa a signé un accord de coopération avec l'Hôpital de l'Île de Berne dans le domaine de la recherche sur l'appareil locomoteur dynamique. La mise en place d'une infrastructure commune est prévue. Les avatars personnalisés sont un domaine de recherche important de l'Empa. En 2021, des thérapies sur des jumeaux numériques ont été testées avec l'hôpital cantonal de St-Gall (cf. aussi p. 58). Le PSI mène des expériences radiobiologiques pour vérifier s'il est possible de préserver davantage les tissus sains en protonthérapie. Pour la première fois, un radionucléide fabriqué par le PSI a été utilisé pour le traitement de cancers métastasiants chez des patientes et patients. Les possibilités d'application concrètes sont à l'étude dans le cadre d'une collaboration avec l'Hôpital de l'Île de Berne.

Bien entendu, la recherche médicale a aussi porté sur le SARS-CoV-2. Peut être citée comme exemple l'étude sur les anticorps à long terme de l'Hôpital universitaire de Zurich pour l'analyse du taux effectif d'infections de la population. Des scientifiques de l'ETH Zurich, de l'EPFL, du PSI et d'universités britanniques ont produit en grandes quantités les protéines de SARS-CoV-2 nécessaires. En collaboration avec l'Université de Berne, des tissus pulmonaires de patientes et patients atteints de COVID-19 ont été analysés au PSI par microscopie à rayons X 3D de la SLS pour déterminer l'accumulation d'eau et de cellules immunitaires dans les alvéoles pulmonaires.

Comme contribution à la formation de la relève médicale et suite à sa décision prise en 2020 de pérenniser son essai pilote, l'ETH Zurich accueille 100 étudiantes et étudiants par an en cycle de bachelor en médecine humaine. Plusieurs titulaires du bachelor en *Life Sciences Engineering* de l'EPFL ont à nouveau profité de la passerelle mise en place avec la Faculté de Médecine de l'Université de Lausanne. Dans le cadre de la Passerelle Bio-Ingénierie – Médecine, plusieurs titulaires d'un master de l'EPFL ont rejoint la Faculté de médecine de l'Université de Genève.

**Stratégie pour les sites des institutions
du Domaine des EPF**

La présence nationale et internationale des institutions du Domaine des EPF va au-delà des sites d'origine. Le Conseil des EPF élabore une stratégie pour garantir une approche stratégique cohérente et identifier rapidement les enjeux. Les travaux avancent conformément au calendrier et s'achèveront courant 2022.

Objectif stratégique

POSITIONNEMENT ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

Le Domaine des EPF a encore réussi à développer et renforcer ses coopérations ainsi que l'excellente position de ses institutions sur la scène internationale en 2021, grâce notamment à un très large éventail de réseaux d'alliances, à des initiatives de coopération internationales et à son engagement en faveur de la collaboration bilatérale.

Attractivité du Domaine des EPF

Les institutions du Domaine des EPF ont pris de nombreuses mesures afin de rester attrayantes pour les meilleures étudiantes, étudiants et scientifiques étrangers. Les événements *ETH Meets You* contribuent notamment à leur visibilité internationale. Dans le cadre de ces événements, l'ETH Zurich a organisé en 2021 une série de manifestations en Suisse et à l'étranger, permettant à des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich et à des expertes et experts des secteurs des sciences, de l'économie et de la société d'échanger sur le thème *RETH/INKING LIVING* et de dialoguer avec un public international. Dans le cadre de la manifestation *Rendez-vous Bundesplatz*, avec le spectacle de lumière *Planet Hope Comeback* projeté sur le Palais fédéral, l'ETH Zurich a organisé un débat sur la nécessité de restaurer des écosystèmes.

L'attribution de bourses à des étudiantes et étudiants internationaux et la mise en place d'un environnement international d'enseignement et d'apprentissage par des écoles d'été et autres cours renforcent l'attrait du

Domaine des EPF. Les bourses Excellence Fellowships de l'EPFL, par exemple, permettent d'attirer les meilleures étudiantes et étudiants de master, et depuis 2021, de bachelor de Suisse et du monde. Le WSL a par exemple tenu une école d'été à Davos, l'occasion pour des étudiantes et étudiants de master, des doctorantes et doctorants ainsi que des postdoctorantes et postdoctorants de réfléchir sur des méthodes de surveillance des forêts sur le long terme dans un contexte de changement climatique et de pollution atmosphérique. Dans le cadre de l'*Eawag Partnership Program* (EPP), l'Eawag a offert à des étudiantes et étudiants de pays en développement six bourses pour de courts séjours de recherche consacrés aux problèmes de la pollution de l'environnement, de la pénurie d'eau, de l'exploitation des ressources et de l'appauvrissement de la biodiversité.

Les programmes de mobilité internationaux sont un moyen clé de renforcer l'attrait du Domaine des EPF auprès des scientifiques de haut rang. Le programme COFUND du programme européen Actions Marie Skłodowska-Curie (AMSC) finance de jeunes chercheuses et chercheurs très prometteurs du monde entier. Le PSI a de nouveau pu recruter de nombreuses postdoctorantes et postdoctorants pour des projets de recherche, par l'intermédiaire du programme *COFUND PSI FELLOW-III-3i* (2020–2025), encore soutenu par le programme-cadre de recherche européen Horizon 2020, devenu *Horizon Europe*. Toujours dans le cadre des AMSC (Horizon 2020), le PSI coordonne le nouveau *Innovative Training Network* intitulé *Real-time Adaptive Particle Therapy of Cancer* (RAPTOR). Y sont sélectionnées des doctorantes et doctorants qui effectueront leur travail de recherche dans l'une des institutions partenaires européennes du réseau, notamment au PSI. Dans le cadre d'*Horizon Europe*, la Suisse est actuellement

considérée comme un pays tiers non associé. C'est pourquoi le Fonds national suisse (FNS) a mis en place, sur mandat du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI), un programme de remplacement pour les bourses postdoctorales AMSC. L'Empa a mis en place un nouveau programme appelé *Young Scientist Fellowship*, qui permet à de jeunes scientifiques de talent d'effectuer un séjour de recherche de deux ans dans son établissement et de recevoir un financement d'aide au démarrage pour une carrière universitaire. L'Eawag accorde une bourse postdoctorale par an pour des séjours de recherche de deux ans également. Dans le cadre du programme *The Branco Weiss Fellowship – Society in Science*, l'ETH Zurich attribue chaque année des bourses à au maximum dix jeunes scientifiques de haut rang ayant une idée de recherche originale.

Coopération internationale

Les institutions s'engagent au sein de réseaux internationaux et d'alliances stratégiques. Ces coopérations transfrontalières, très suivies durant l'année sous revue malgré la crise sanitaire, sont essentielles au maintien de l'excellence du Domaine des EPF dans la recherche et la formation. Les deux EPF sont membres de l'*International Sustainable Campus Network (ISCN)*, du *Global University Leaders Forum (GULF)* et de l'association européenne des universités de sciences et technologies (CESAER), particulièrement importante pour la défense des intérêts de la place universitaire suisse au sein de l'Union européenne. L'ETH Zurich est aussi membre de l'IDEA League, une coopération entre grandes universités techniques européennes. En 2021,

des accords bilatéraux ont été signés avec des universités partenaires de l'IDEA pour la mise en place d'un programme de doctorat commun en géothermie appelé EASYGO. Quant à l'EPFL, elle est membre de l'*EuroTech Universities Alliance*. Les établissements de recherche sont eux aussi affiliés à des réseaux internationaux et à des alliances stratégiques spécialisés. L'Empa, par exemple, a conclu un nouveau partenariat avec le *BioProducts Institute* de l'Université de la Colombie-Britannique et a rejoint de ce fait l'initiative transnationale *Boreal Alliance*, qui favorise les échanges dans le domaine de la recherche sur les biomatériaux. En outre, des scientifiques de l'Empa ont contribué de manière décisive à la configuration du satellite de surveillance des émissions de CO₂ de l'Agence spatiale européenne (ESA). Membre du réseau *LandAware*, le WSL a organisé une conférence internationale en ligne sur les systèmes d'alerte de glissements de terrain. Dans l'esprit de l'engagement de la diplomatie scientifique, le PSI et le CERN ont représenté la communauté scientifique suisse lors d'une conférence intergouvernementale à Berne sur le projet SEEIST (*South East European International Institute for Sustainable Technologies*), dans l'objectif de fonder un centre de recherche et de traitement du cancer en Europe du Sud-Est.

La collaboration internationale est marquée par de nombreuses initiatives *bottom-up* ainsi que par des coopérations et partenariats thématiques des institutions du Domaine des EPF. L'ETH Zurich et l'EPFL ont signé un accord avec l'Université de Sofia et le gouvernement bulgare sur l'aide à la mise en place d'un

Le *Future Cities Lab (FCL) Global* de l'ETH Zurich à Singapour travaille sur l'aménagement durable des villes et des zones urbanisées de façon transdisciplinaire et selon des perspectives européennes et asiatiques spécifiques.

La participante Noviantari interagit avec l'outil de planification ur-scape dans le cadre du design charrette de recherche *Java Archipelago City* organisé par le FCL au SEC. Les techniques de recherche développées et les logiciels soutiennent la planification de la résilience à la pandémie dans des villes indonésiennes.

› Carli Teteris/
Silk and Salt Images



institut d'informatique qui serait une entité autonome de l'Université de Sofia. Dans le domaine de la recherche biomédicale, le PSI, en collaboration avec des chercheuses et chercheurs d'Inde, a identifié le mécanisme moléculaire de la dyskinésie ciliaire primitive (DCP), une maladie héréditaire rare des voies respiratoires. Cette avancée permise par l'*Indo-Swiss Joint Research Programm* du FNS ouvrira la voie à d'innovants traitements médicaux de précision. Des scientifiques de l'Empa ont participé à deux études internationales sur la surveillance des émissions de CFC. Dans ce cadre, une forte augmentation des émissions d'une substance interdite qui appauvrit la couche d'ozone a été détectée et localisée en Asie orientale. Grâce à la rapidité de l'action internationale sur la base du Protocole de Montréal, les émissions sont revenues à leurs valeurs antérieures.

Les implantations des deux EPF à l'étranger contribuent au rayonnement international du Domaine des EPF. Au *Singapore-ETH Centre (SEC)*, qui étudie différents aspects de l'urbanisation, le programme *Future Cities Laboratory (FCL)* a été entièrement repensé pour être plus holistique pour les années 2021–2025. Désormais intitulé FCL Global, il s'intéressera non seulement aux villes, mais aussi aux réseaux entre ces centres urbains et les régions environnantes. Les scientifiques du SEC se concentrent davantage sur les routes, les rivières, les ports et les aéroports, dans l'optique de l'exploitation du sol et de l'écologie. Le pôle de l'EPFL Middle East à Ras al-Khaimah (Emirats arabes unis) a poursuivi ses activités en 2021. Retardées par la pandémie, les discussions sur une reconduction du partenariat entre l'EPFL et le gouvernement de Ras al-Khaimah ont repris. En septembre 2021, le ministre de l'Éducation des Emirats arabes unis a visité l'EPFL et confirmé son souhait d'instaurer un nouveau modèle de coopération. Les premières négociations ont eu lieu.

Rôle actif dans la coopération bilatérale

Le SEFRI a reconduit l'ETH Zurich comme *Leading House* pour la coopération scientifique bilatérale entre la Suisse et la Chine, la Corée du Sud, le Japon et la région ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*) pour la période 2021–2024. Dans le cadre de ce mandat, l'ETH Zurich permet des coopérations entre scientifiques des hautes écoles suisses et partenaires asiatiques. En tant que *Leading House*, l'ETH Zurich coordonne par exemple un nouveau programme de la chambre de commerce helvète-thaïlandaise. Ce dispositif donne la possibilité à des étudiantes et étudiants de Suisse d'effectuer des stages dans des entreprises suisses implantées en Thaïlande pour acquérir des expériences de travail en pays asiatique. Les institutions du Domaine des EPF sont aussi actives en Asie du Sud. Grâce à un subside *Ambizione*, les travaux de recherche du PSI sur les émissions de poussières fines sont élargis à une région particulièrement touchée en Inde et à des mégavilles. Ces études du PSI sont aussi effectuées dans le cadre de programmes

soutenus par la Direction du développement et de la coopération (DDC). En Asie du Sud aussi, l'Eawag s'engage avec l'Université de Lausanne pour un «transfert de savoir sud-sud» dans le domaine des systèmes durables de gestion des déchets. Un programme spécial a pour objectif de transférer des technologies d'élimination des déchets et des pratiques de gouvernance du Kerala, en Inde, dans des contextes socio-culturels et politiques variés vers le Népal et le Sri Lanka et de les adapter localement.

Le continent africain est une région prioritaire de la coopération bilatérale. En 2019, l'EPFL a créé le centre *Excellence in Africa (EXAF)*. Depuis, le financement de six projets de recherche communs entre des professeuses et professeurs de l'EPFL et des universités africaines a été assuré. Un premier appel à projets de doctorat a été lancé et a rencontré un vif succès. Plusieurs institutions scientifiques du continent africain ont été sélectionnées pour devenir des centres de compétences en formation numérique. L'initiative *ETH for Development (ETH4D)* mise sur pied par l'ETH Zurich en 2019 a pu étendre ses activités. ETH4D permet à des étudiantes et étudiants en master ainsi qu'à des doctorantes et doctorants d'Afrique d'effectuer un séjour à l'ETH Zurich grâce à des bourses financées par l'ETH Zurich, la DDC et la *Sawiris Foundation for Social Development*. Le programme de master commun en ingénierie mécatronique de l'Université Ashesi au Ghana, créé en 2020 dans le cadre de l'initiative, a reçu son accréditation, et les préparatifs pour le lancement du premier cycle d'études en 2022 sont terminés. Dans le cadre d'un projet pilote au Kenya, des chercheuses et chercheurs de l'Empa ont testé un modèle informatique qu'ils ont développé et qui permet de planifier des réseaux électriques sur mesure pour les pays en développement. L'Eawag propose des formations continues sur les mesures d'hygiène et les systèmes d'eau potable et d'eaux usées dans les pays en développement et dans les situations humanitaires.

Objectif stratégique

SOURCES DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES RESSOURCES

Grâce à la stabilité du financement fédéral associée à la hausse des produits de fonds de tiers, la marge de manœuvre financière de l'enseignement et de la recherche a augmenté. La gestion active des réserves disponibles a permis de financer, en 2021, des projets de recherche des thèmes stratégiques prioritaires et de renforcer le potentiel de coopération au sein du Domaine des EPF.

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

Conformément à l'art. 33a de la Loi sur les EPF, le Conseil des EPF alloue des fonds fédéraux (financement fédéral) aux institutions. 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, l'atteinte de leurs objectifs et l'évaluation de leurs prestations académiques. Les charges financières des institutions sont prises en compte d'après leurs activités d'enseignement, de recherche et de TST et d'après les tâches confiées par la Confédération. 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 pour 2021 dépassait les fonds fédéraux disponibles en mars 2020. Pour l'allocation des fonds en 2021, le Conseil des EPF a décidé de couvrir l'excédent des dépenses de 29 mio CHF par ses réserves. Les demandes pour des projets de coopération soumises sur invitation du Conseil des EPF et sélectionnées par lui dans les quatre grands axes stratégiques (SFA) ont également été financées, avec 22 mio CHF, à partir des réserves du Conseil des EPF.

Les Chambres fédérales ont approuvé un total de 2600 mio CHF pour le budget 2021 du Domaine des EPF (AF la du 16 décembre 2020) (cf. fig. 1, p. 77).

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

- ETH Zurich	1255 mio CHF
- EPFL	670 mio CHF
- PSI	289 mio CHF
- WSL	61 mio CHF
- Empa	106 mio CHF
- Eawag	62 mio CHF

Domaine des EPF: fonds pour les projets stratégiques:

- Infrastructures/grands projets de recherche: 82 mio CHF
- Grands axes stratégiques (SFA): 36 mio CHF
- Projets de coopération: 22 mio CHF
- Financements incitatifs et d'aide au démarrage, projets de coopération, autres dépenses centrales et diverses ainsi que fonds spéciaux: 56 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

Evolution des fonds de tiers

Durant l'année sous revue, le financement fédéral¹ s'est élevé à 2604 mio CHF et les produits de fonds de tiers à 1148 mio CHF. Leur part se monte à 31% (arrondi) du produit total de 3751 mio CHF et évolue au niveau, voire légèrement au-dessus des années précédentes. La part du financement fédéral par rapport au produit total s'élève à 69%.

La diversification des sources de financement et la gestion responsable et réfléchie des moyens financiers sont importantes pour le Domaine des EPF. Un financement garanti à long terme augmente la sécurité de la planification et aide à garantir un développement durable. Comparée sur plusieurs années, la part des fonds de tiers dans le financement n'a cessé de progresser (cf. fig. 2, p. 77). Cela correspond aux objectifs stratégiques du Conseil fédéral qui, d'ici à la fin de la période FRI en cours, compte sur une part des fonds de tiers d'au moins 31%.

Le financement fédéral et sa stabilité constituent une base fiable pour préserver la liberté d'action stratégique et l'indépendance de l'enseignement et de la recherche. Des produits de fonds de tiers et des réserves contribuent par ailleurs à la flexibilité financière. Ce sont des conditions importantes pour renforcer le site de recherche national et rester en tête des classements au sein de la concurrence internationale associée à des recherches exigeantes en technologie. Le Domaine des EPF et ses institutions sont en bonne santé financière et disposent d'une base solide de capitaux propres.

L'évolution des fonds de tiers 2021 présente une image positive dans l'ensemble. Par rapport à 2020, les produits de fonds de tiers ont augmenté de 24 mio CHF (2020: 1123 mio CHF). Ceci s'explique notamment par la progression des produits de projets issus des programmes d'aide de l'UE (UE-PCRD), de la reprise des produits issus de la formation continue et du résultat financier positif.

Concernant les produits de fonds de tiers de 2021, environ la moitié provient de projets d'aide à la recherche mis au concours à l'échelle nationale et européenne. Sont particulièrement importants les produits du financement national de la recherche (FNS et Innosuisse: 309 mio CHF, 2020: 313 mio CHF) et des UE-PCRD (Horizon 2020, ERC Grants: 160 mio CHF, 2020: 146 mio CHF). Sont également significatifs la collaboration avec l'économie (136 mio CHF, 2020: 136 mio CHF), le financement de projets de recherche par la Confédération (recherche sectorielle: 87 mio CHF, 2020: 80 mio CHF) ainsi que les projets de coopération avec les cantons, les communes et différentes organisations

internationales (95 mio CHF, 2020: 98 mio CHF). Les changements par rapport à l'année précédente dépendent entre autres des pôles de recherche annoncés des bailleurs de fonds.

Les dons et legs comptent également parmi les produits de fonds de tiers (122 mio CHF, 2020: 142 mio CHF), tout comme les taxes d'études et les produits issus de la formation continue (56 mio CHF, 2020: 50 mio CHF) et divers produits de prestations de services (autres produits: 127 mio CHF, 2020: 114 mio CHF) ainsi que le résultat financier et de participation (54 mio CHF, 2020: 43 mio CHF). Des coûts indirects sont aussi 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 sont restés stables pendant l'exercice sous revue (1605 mio CHF, 2020: 1608 mio CHF). Le volume toujours élevé des contributions à la recherche continuera d'avoir un effet positif sur les recettes et indique que l'élargissement exigé de la base de financement reste accessible à court et moyen terme.

Un autre critère significatif pour évaluer la réalisation de l'objectif sur la part des fonds de tiers est l'évolution des aides (FNS, Innosuisse et UE-PCRD), dont le volume a baissé de 17% par rapport à 2020 (2021: 338 mio CHF, 2020: 468 mio CHF, 2019: 443 mio CHF). Le grand recul des engagements des UE-PCRD de 69 mio CHF montre la position actuellement difficile dans l'obtention de fonds de l'UE (Horizon Europe).

Préservation de la liberté d'enseignement et de recherche

Les deux EPF et les quatre établissements de recherche garantissent la publication des résultats de la recherche des projets financés par des tiers. Ils assurent 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 des 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.

¹ On entend par là le financement fédéral tel qu'il apparaît dans les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF (contribution financière de 2373 mio CHF et contribution aux loyers de 230 mio CHF). En revanche, les deux crédits approuvés qui sont imputés au plafond de dépenses s'élèvent à 2600 mio CHF (contribution financière ou crédit d'exploitation: 2373 mio CHF et crédit d'investissement: 227 mio CHF).

Fig. 1: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF
(après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2021)

mio CHF	2017	2018	2019	2020	2021	Δ 2020 / 2021	
						abs.	%
Domaine des EPF^{1, 2, 9, 10}	2 530,8	2 530,9	2 581,2	2 596,1	2 600,1	3,9	0,2
ETH Zurich ³	1 297,4	1 300,5	1 298,1	1 314,9	1 316,3	1,4	0,1
EPFL ⁴	666,2	664,9	664,8	698,4	712,1	13,7	2,0
PSI ^{5, 6}	294,3	307,3	309,8	315,1	336,5	21,3	6,8
WSL	58,7	58,3	57,7	59,4	63,2	3,9	6,5
Empa ⁷	114,7	105,2	115,7	114,8	126,9	12,1	10,5
Eawag	61,5	61,5	60,5	62,2	62,2	-0,1	-0,1
Conseil des EPF ⁸	38,2	33,2	74,7	31,3	-17,2	-48,5	n/a

Informations complémentaires sur les budgets/comptes 2021:

- 1 Allocation totale de fonds en 2021
- 2 Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2021-2024 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses):
tranche annuelle 2021: 2588 mio CHF / arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2021: 2600 mio CHF
- 3 Y c. upgrade du *Sustained Scientific User Lab for Simulation Based Science* au CSCS (HPCN-24) inclus: 23 mio CHF, financement de démarrage président: 3 mio CHF, développement *Catalysis Hub* Cat+: 5 mio CHF, rationalisation du portefeuille immobilier 10 mio CHF
- 4 Y c. projet de neuroinformatique *Blue Brain*: 22 mio CHF, développement *Catalysis Hub* Cat+: 7 mio CHF, rationalisation du portefeuille immobilier: 1 mio CHF
- 5 Y c. upgrade de la Source de la Lumière Suisse (SLS 2.0): 25 mio CHF, *Quantum Matter and Material Center* (QMMC): 3 mio CHF
- 6 Y c. fonds spéciaux (5 mio CHF)
- 7 Y c. *Next Evolution in Sustainable Building Technologies* NEST et le plan directeur du site de l'Empa (total de 11 mio CHF)
- 8 Y c. projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (11 mio CHF); année sous revue 2021: revenu négatif parce que 51 mio CHF de l'allocation des fonds 2021 ont été financés par les réserves du Conseil des EPF
- 9 Y c. grands axes stratégiques (Santé personnalisée et technologies associées, *Advanced Manufacturing*, science des données): 36 mio CHF
- 10 Y c. projets de coopération (total de 22 mio CHF)

Fig. 2: Evolution des produits



2014-2021

Financement fédéral

* avec sous-consolidation
ETH Zurich et EPFL à partir de 2017

Fonds de tiers:

- Contributions à la recherche de la Confédération et de l'UE
- Contributions à la recherche de l'économie privée, autres projets de coopération
- Dons et legs
- Taxes d'études, formation continue
- Autres produits

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 notamment les projets des SFA ou la collaboration initiée en 2021 par les quatre établissements de recherche sous le titre ENRICH, qui porte sur des activités communes dans le domaine *NetZero*, des capteurs et de la création d'une offre commune de formation continue. Le *Swiss Data Science Center* (SDSC) de l'EPFL mutualise des forces dans le secteur clé de la science des données avec l'ETH Zurich et le PSI. D'autres exemples récents sont l'*ETHZ-PSI Quantum Computing Hub* inauguré en 2021, qui vise le développement d'ordinateurs quantiques, ainsi que la réalisation d'une grande infrastructure ETH sur le campus Empa-Eawag à Dübendorf. Six projets de coopération ont été lancés en plus au sein du Domaine des EPF, dont *Synfuels* (*Synthetic Fuels from Renewable Resources*; Empa et PSI), soutenu par des fonds issus des réserves du Conseil des EPF, et l'initiative de recherche *Blue-Green Biodiversity* gérée par le WSL et l'Eawag, dans laquelle différents projets communs sont mis en œuvre au-delà des frontières disciplinaires.

Par ailleurs, les synergies résultant de divers engagements administratifs et logistiques sont également utilisées. Les établissements de recherche Empa, Eawag et WSL gèrent la plate-forme financière commune SAP 3RI et se partagent l'organisation des constructions rattachée à l'Empa. Le *Technology Transfer Office* de l'Empa-Eawag fournit également un service financé en commun et soutient aussi le WSL pour plusieurs projets de transfert et contrats de fonds de tiers. Un autre exemple est la bibliothèque commune Lib4RI des quatre établissements de recherche, située à l'Eawag. La plate-forme de reporting sur SAP FC sert au niveau interdépartemental. L'introduction de nouvelles normes de présentation des comptes est également coordonnée en matière de contenus. Toutes les institutions contribuent avec leurs propres ressources au centre de compétences IPSAS. 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 la plate-forme d'achat utilisée avec l'Université de Zurich génèrent des économies importantes.

L'ETH Zurich et l'EPFL obtiennent 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. Dans toutes les institutions, des projets de numérisation ont été mis en œuvre et se poursuivent dans les processus de support qui soutiennent la recherche. L'organisation gagne ainsi en efficacité et en résilience face à des événements tels que la pandémie.

Réserves

Dans le cadre des objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF pour les années 2021–2024, le Conseil fédéral attend du Domaine des EPF qu'il réduise d'au moins 10% les autres capitaux propres (somme issue des réserves avec affectation interne, des réserves sans affectation et de l'excédent/déficit au bilan) d'ici à 2024. Pour une meilleure transparence, les catégories de réserve ont été réorganisées. Les dons et legs ainsi que les réserves d'entités associées sont exclus de l'objectif stratégique en l'absence de marge de manœuvre quant à leur utilisation. Ils doivent être mobilisés conformément aux consignes externes des bailleurs de fonds.

L'objectif de réserve, les autres capitaux propres, s'élevait à 1402 mio CHF à fin 2019. En 2020, le Domaine des EPF l'a réduit de 42 mio CHF et l'a augmenté de 37 mio CHF au cours de l'année sous revue. Les autres capitaux propres étaient de 1397 mio CHF fin 2021. La réduction des réserves avec et sans affectation interne de 80 mio CHF a été compensée par une augmentation de l'excédent au bilan de 117 mio de CHF.

Les réserves du Domaine des EPF sont gérées activement depuis des années. Dans le cadre de sa politique des réserves, le Conseil des EPF a édicté des directives pour le Domaine des EPF en 2019. Les institutions réglementent la gestion opérationnelle des réserves dans des directives internes. Depuis, divers projets de recherche et programmes stratégiques ont été initiés, qui sont financés avec les réserves disponibles. Les détails sur l'utilisation des fonds issus des réserves sont publiés dans le rapport financier du Domaine des EPF.

L'emploi ciblé des réserves pour la définition des priorités stratégiques dans l'enseignement et la recherche ainsi que pour la réalisation de grandes infrastructures de recherche est intégré aux processus de budgétisation et de planification des institutions. Ceci garantit l'utilisation durable et conforme à la stratégie des réserves et de tous les fonds au sein du Domaine des EPF.

PSI: Démantèlement et élimination des accélérateurs

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 (540 mio CHF) est alimenté par des économies annuelles qui s'ajoutent à la contribution financière. Fin 2021, le montant épargné s'élevait à 46 mio CHF au total (dont montant épargné en 2021: 11 mio CHF). Le PSI a utilisé jusqu'à présent environ 7 mio CHF du montant épargné (dont 3 mio CHF en 2021) pour les mesures liées au démantèlement.

Objectif stratégique

GESTION IMMOBILIÈRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

Malgré la pandémie, la gestion immobilière a réalisé un bon exercice 2021. Les études de projet et les projets de construction se sont déroulés comme prévu. Les problèmes d'approvisionnement et les retards dus à la crise sanitaire n'ont été ressentis qu'au deuxième semestre.

Portefeuille: Stratégie et développement

Sur la base des «Schémas généraux des espaces et du financement» (SGEF) 2021-2032 élaborés en 2020 par les six institutions, une première consolidation s'est opérée au niveau du Domaine des EPF. Cela montre d'une part que les exigences de la Confédération en tant que propriétaire des biens immobiliers ont été mises en œuvre et remplies, comme au cours des dix dernières années. Et, d'autre part, cela permet 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. D'ici à 2032, le Domaine des EPF s'attend à une forte hausse continue de ses effectifs, tant du corps étudiant que professoral, par rapport à 2020. Pour répondre à ses besoins en surface, le Domaine des EPF va devoir s'agrandir (estimation: +14% par rapport à 2019), ce qui prolongera le volume haut d'investissement.

Flexibilisation des postes de travail: Les enseignements de la pandémie et la décision du Conseil fédéral d'introduire le *Desksharing* comme concept de poste de travail de bureau standard ont alimenté le programme de changement du Domaine des EPF. Le Conseil fédéral en a pris connaissance fin 2021. Avant

cette mise en œuvre, l'ETH Zurich avait transféré deux services de la direction, soit quelque 550 postes de travail, dans le bâtiment Octavo, loué à Oerlikon. Son agencement en *open space* avec partage partiel de bureaux sert de projet pilote. Le nouveau droit sur les marchés publics LMP/OMP est entré en vigueur le 1^{er} janvier 2021. L'attribution des marchés tient davantage compte de la qualité, de la durabilité et de l'innovation et ne favorise pas uniquement le prix.

A l'ETH Zurich, la situation en matière de surfaces disponibles sur le campus Centre reste tendue. La direction cantonale des travaux a approuvé les dispositions de construction spéciales pour le campus ETH Hönggerberg, ce qui fournit des réserves pour des expansions. La révision du plan directeur dans le périmètre Lindau/Eschikon pour soulager le centre s'est également poursuivie. Les travaux de planification de Zurich Centre (HGZZ) progressent modérément, l'ETH Zurich estimant son gain en potentiel de développement plus modeste. Pour répondre à des besoins importants, l'ETH Zurich recourt à la location. Les surfaces louées sont une réserve de flexibilité. Les travaux de réhabilitation prévus exigent des surfaces de remplacement au sein des bâtiments loués, le portefeuille actuel en manquant.

L'EPFL a analysé son portefeuille immobilier en se focalisant sur le développement de l'enseignement et des impacts possibles des nouvelles formes d'enseignement. Les MOOC associent les formes traditionnelles de transmission du savoir à des forums où le personnel enseignant et les élèves travaillent dans des groupes d'apprentissage virtuels. Pour soutenir ces évolutions et compléter le plan directeur EPFL-UNIL Hautes Ecoles, l'EPFL travaille sur un plan directeur de rénovation et de densification de son site, attendu d'ici juin 2022.

Au **PSI**, l'emménagement au Park Innovaare, la poursuite du démantèlement des installations nucléaires mises à l'arrêt et la démolition de bâtiments vont libérer des surfaces et du terrain constructible. Les conditions pour la poursuite de la densification du site et la mise en place de clusters thématiques prévues par le plan PSI Campus 2030 seront ainsi réunies. La planification stratégique des thématiques de recherche qui concernent l'**Empa** a montré un accroissement des besoins en laboratoires et en salles blanches modernes. Il faudra aussi favoriser l'interaction entre les équipes scientifiques interdisciplinaires par des bâtiments adaptés. Avec l'achèvement du bâtiment de laboratoires FLUX sur le campus de Dübendorf et le projet Limnion à Kastanienbaum, l'**Eawag** entre dans une phase de consolidation. Le **WSL** va à se développer sur le site de Davos avec le nouveau centre d'études sur la recherche climatique (CERC). Les travaux sur l'aile de bâtiment D vont compenser le manque de place chronique et mettre à disposition les espaces alloués au CERC.

Aucune évolution substantielle dans le Domaine des EPF n'a été opérée au sein du portefeuille en 2021. Le seul changement concerne un transfert de parcelle au profit du portefeuille de l'OFCL à Stallikon. Le taux de prise en location du Domaine des EPF reste faible à 15,1% des surfaces utiles principales.

La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2021, à 8,26 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 124 parcelles. Fin 2021, la surface utile principale (SUP) de 1007930 m² était en hausse de 0,5% par rapport à 2020.

Le mix de surfaces (cf. fig. 27, p. 104) entre les bâtiments de la Confédération, en usage propre ou tiers, et les bâtiments loués à des tiers (en m² de la SUP depuis 2012) révèle qu'une partie de la croissance n'a pu être couverte que par la location de surfaces supplémentaires. La hausse des surfaces louées après 2013 résulte d'une modification du traitement statistique des surfaces. Sans cela, une diminution constante de l'espace loué serait observée.

Projets en cours et réalisés en 2021

La demande en constructions, agrandissements et réfections reste élevée. De nombreux nouveaux projets importants ont été initiés en 2021 pour le maintien de la valeur et de la fonction. Des mesures de réhabilitation vont améliorer l'usage, les coûts d'exploitation, le bilan énergétique, l'adaptation aux personnes à mobilité réduite et la sécurité sismique.

L'**ETH Zurich** a poursuivi ses grands projets de travaux (volume d'investissement de plus de 10 mio CHF par

projet): le nouveau bâtiment de recherche GLC avec des laboratoires et des bureaux pour les sciences de la santé, la rénovation et l'agrandissement du laboratoire des machines ML/FHK, la rénovation du parking souterrain au centre, la construction du bâtiment de physique HPQ sur Höggerberg et de celui des systèmes biologiques BSS à Bâle. La renonciation à l'extension et donc le choix d'une rénovation conventionnelle du restaurant universitaire et du bâtiment polyvalent ont été décidés en 2021, dont la Polyterrasse MM. Dans le cadre du projet de construction du GLC, un retard considérable a été pris dans l'exécution par une entreprise générale de construction, des défauts de construction sont apparus ainsi que des surcoûts prévisibles, qui entraîneront un dépassement du crédit d'engagement approuvé. Le Conseil des EPF demandera un crédit supplémentaire à cet effet. Le financement des surcoûts sera couvert par le budget ordinaire du Domaine des EPF et n'aura donc aucune incidence budgétaire pour la Confédération.

L'**EPFL** a travaillé sur son plan directeur avec les rénovations nécessaires, la revalorisation générale, notamment des bâtiments de la 1^{ère} tranche des années 1970/80, et la possible densification du site; son achèvement est prévu d'ici juin 2022. La pandémie a incité à réfléchir davantage à l'évolution des postes de travail et des méthodes d'enseignement. Les discussions entamées dans le cadre du plan directeur EPFL-UNIL Hautes Ecoles avec la Ville de Lausanne, des communes voisines et le canton de Vaud pour la rationalisation des deux portefeuilles ont continué. Les travaux de modernisation de la centrale énergétique CCT, qui intègre un centre de calcul surélevé et une station de pompage d'eau du lac, s'achèveront en 2022. Le bâtiment DLL EL Engineering ouvrira début 2022. Les études sur la transformation des cellules sanitaires du bâtiment CM avec intégration de toilettes non genrées et la réutilisation/récupération des eaux usées ont débuté.

Le **PSI** a poursuivi ses travaux sur ses deux grandes installations de recherche, SLS 2.0 et SwissFEL, et sur le projet d'investissement Park Innovaare. Plus de 450 collaboratrices et collaborateurs emménageront dans les locaux loués. Par ailleurs, un concept de bureaux a été élaboré pour le PSI, qui sera mis en œuvre tout d'abord pour le Park Innovaare, pour les nouveaux bâtiments (comme OBBA) et pour les transformations importantes dans le portefeuille (comme WHGA). Les résultats du groupe de travail «PSI Campus 2030» seront intégrés dans le plan directeur relatif au site du PSI. Les planificateurs du nouveau laboratoire QMMC ont été sélectionnés. En 2021, ce projet et celui d'une crèche Kiwi se trouvaient au stade d'avant-projet. Le PSI a reçu le permis de construire pour l'OBBA fin 2020. Pour la nouvelle construction ORAB, l'extension du dépôt intermédiaire fédéral, la construction métallique est achevée. Au printemps 2021, le chantier de remplacement du bâtiment D du **WSL** à Davos a commencé (projet d'EG) (cf. p. 83). Birmensdorf a lancé un con-

Le nouveau bâtiment FLUX de l'Eawag avec des laboratoires de biologie, de chimie et de formation sur le campus de Dübendorf.
 > Alessandro Della Bella



cours de projets pour la construction à neuf de remplacement du bâtiment atelier. A propos du programme de travaux Plan directeur campus de recherche **Empa-Eawag**, tranche 1, le permis de construire a été accordé en février 2021. La pompe à chaleur mise en service en 2021 pour le réseau de chauffage urbain à moyenne température a été complétée par une centrale de cogénération. Sur le site de l'**Eawag** Dübendorf, le nouveau bâtiment FLUX est entré en service durant l'été 2021. Il accueille des laboratoires de biologie, de chimie et de laboratoire de formation, des bureaux, de même que des salles de réunion, de stage et de cours. Le projet de nouveau bâtiment de remplacement avec bureaux, laboratoires et réserves (projet Limnion) à Kastanienbaum suit son cours.

Investissements et origine des fonds en 2021

Le crédit d'investissement 2021 pour les constructions dans le Domaine des EPF s'est monté à 226,75 mio CHF. Malgré la pandémie, aucun transfert de crédit entre le crédit d'investissement et la contribution financière n'a été opéré, et aucune nouvelle réserve affectée n'a été formée. Le crédit d'investissement est en forte baisse par rapport à 2020 (271,03 mio CHF) et se rapproche de la moyenne pluriannuelle.

Les investissements concernaient, pour 48,1%, des constructions neuves et, pour 51,9%, 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 108,6 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 2,3 mio CHF. Le volume total des constructions initié par le Domaine des EPF en 2021 s'est élevé à 337,7 mio CHF (cf. fig. 29, p. 105). Le Domaine des EPF

a bénéficié en 2021 d'un crédit de loyer de 230,2 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyer relatives aux immeubles de la Confédération. Le graphique «Origine des fonds» (cf. fig. 24, p. 103) montre la provenance des fonds employés pour les constructions du Domaine des EPF depuis 2012. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de l'étendue des projets de construction actuels.

PC 2022: un grand projet de l'ETH Zurich

Avec son programme annuel de construction (PC), le Domaine des EPF a sollicité les crédits d'engagement nécessaires pour les nouveaux projets de constructions neuves, constructions annexes ou rénovations. Le PC 2022, d'un total de 315,7 mio CHF (crédit total), qui a été approuvé le 16 décembre 2021 par les Chambres fédérales, prévoit le projet suivant: pour la construction du nouveau bâtiment de physique HPQ sur le campus Hönggerberg, l'ETH Zurich a sollicité un crédit d'engagement de 209,7 mio CHF. L'institut de physique étudie des phénomènes physiques comme les effets quantiques qui, aujourd'hui, dans des conditions particulières, peuvent s'observer à des échelles et des durées jamais atteintes. Ces avancées ouvrent de nouvelles perspectives tant dans le domaine des technologies que des matériaux (cf. p. 15). Pour approfondir ces recherches, le site Hönggerberg a besoin d'un nouveau bâtiment de physique HPQ. En plus de laboratoires modernes à l'agencement flexible et de bureaux au goût du jour, ces nouveaux locaux devront accueillir des plates-formes technologiques interdépartementales pour les nanotechnologies et la fabrication de nouveaux matériaux dans des laboratoires ultraperformants, à l'abri des influences extérieures. Le crédit-cadre sollicité en 2022 se monte à 106,0 mio CHF. Les crédits-cadres autorisent des projets de construction allant jusqu'à 10 mio CHF et des planifications de projets de plus de 10 mio CHF.

Maintien de la valeur et de la fonction

La préservation de la valeur et de la fonction des biens immobiliers du Domaine des EPF est une mission 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. 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 2021, reste à un niveau élevé (cf. fig. 25, p. 103). Les charges de rénovation des bâtiments historiques sont parfois considérables et entraînent des travaux importants. Le plan d'investissement immobilier 2022–2025 comprend des projets de rénovation de plus de 711,6 mio CHF et a généré des investissements d'env. 117,8 mio CHF en 2021. 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 2021 aussi, 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. Cette coordination s'effectue avec le concours et la participation active des institutions. Les éléments des réformes structurelles furent le thème majeur, à savoir une stratégie de numérisation dans la construction (méthode du BIM) et un système de pilotage pour une utilisation rentable des surfaces. 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 locaux de la Confédération.

Gouvernance

Sur décision du Conseil des EPF, les standards minimaux applicables à la gestion des projets de construction du Domaine des EPF sont entrés en vigueur en janvier 2021. Les institutions appliquent les nouveaux instruments de pilotage et la nouvelle procédure d'approbation et de rapport et ont déjà acquis une certaine expérience. Très appréciées, la clarification du processus et sa simplification vont améliorer la qualité des projets de construction. 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. Le processus d'amélioration qui y est associé et les mesures engagées témoignent du soin accordé aux biens immobiliers confiés par la Confédération. En 2021, le CDF a procédé à deux contrôles quasi simultanément. Ils portaient sur la procédure de gestion immobilière entre l'OFCL et le Domaine des EPF en tant que partie intégrante des comptes de la Confédération (avec un accent sur l'efficacité du SCI) ainsi que sur la surveillance du Conseil des EPF dans la gestion immobilière. Lors d'un autre audit, pour lequel le Conseil des EPF n'était pas l'audité, il a été pris en charge dans son rôle de service de la construction et des immeubles (SCI) dans le contexte du projet fédéral «ERP Immobilier» (transition vers SAP 4HANA). Les rapports sont attendus pour début 2022. Avec la reprise opérationnelle partielle en 2021, le résultat du *Swiss-Tech Convention Center* (STCC) s'est légèrement amélioré par rapport à 2020, quand toutes les grandes manifestations avaient été annulées. Les discussions entre l'investisseur, l'EPFL et le Conseil des EPF ont avancé rapidement pour trouver des solutions capables d'améliorer durablement les perspectives financières. Suite à l'amendement de la Loi sur les EPF, le Domaine des EPF a désormais la compétence pour louer des surfaces et vendre des excédents d'énergie à des tiers. L'Ordonnance sur les finances stipule que les institutions doivent reverser à la Confédération 90% des revenus issus de cessions de l'usage (locations) qui n'entrent pas dans le cadre de l'exécution des tâches et des objectifs stratégiques. Cet événement s'est produit en 2021 pour la première fois, et le Conseil des EPF doit vérifier l'application des critères.

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 du Département fédéral des finances (concrètement de l'OFCL). 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 par le biais du 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, la stratégie de la Confédération pour le développement durable et celle sur le climat et l'énergie.

Il a été décidé que cette même contribution prélevée du revenu brut s'appliquerait à la vente d'excédents d'énergie à des tiers. Le projet de recherche move de l'Empa dans le domaine de l'hydrogène est également concerné.

Durabilité: environnement et énergie

Les activités ont porté avant tout sur la mise en œuvre du train de mesures sur le climat qu'a adopté le Conseil fédéral en 2019 visant la neutralité climatique d'ici à 2030 à l'échelle de l'administration fédérale. Donc aussi le Domaine des EPF est tenu 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 devront être intégralement compensées par des certificats de réduction des émissions. Les institutions du Domaine des EPF sont sur la bonne voie pour atteindre ces objectifs grâce à des mesures planifiées de longue date, p. ex. le réseau d'anergie sur le campus Hönggerberg de l'ETH Zurich pour le remplacement des combustibles fossiles pour le chauffage des bâtiments et l'approvisionnement en énergie hydraulique.

Concernant l'obligation de **compensation du CO₂**, un concept d'imputation des projets propres a été missionné. L'actuelle pandémie a des répercussions sur l'environnement et l'énergie à court et à long terme. Contrairement aux suppositions initiales, la consommation énergétique des bâtiments n'a pas sensiblement baissé. Particulièrement en cause: l'obligation d'augmenter le taux de renouvellement d'air et les apports d'air frais malgré une fréquentation des bâtiments en baisse. La mise en télétravail partiel du personnel et la tenue des cours en distanciel ont vidé les campus. Les chiffres d'utilisation des outils de visioconférence sont révélateurs des effets de la pandémie. Du côté de la **mobilité**, on a pu observer, comme il fallait s'y attendre, une nette chute du trafic pendulaire et du trafic aérien, d'où une forte baisse des émissions de CO₂. La pandémie a suspendu la quasi-totalité des vols commerciaux et déplacements professionnels. La baisse de la consommation d'énergie s'est aussi ressentie dans la restauration.

Actuellement, l'**ETH Zurich** du centre-ville met en place un réseau de froid avec utilisation des rejets thermiques. D'autres projets ont eu un impact positif sur la durabilité, notamment la mise en place de hottes de sécurité pour le recyclage partiel d'air dans les laboratoires et l'introduction de bus électriques pour le service de navettes ETH *eLink*, qui a permis d'économiser 70 000 litres de gasoil sur un an. Un programme concernant le développement durable dans la restauration, qui doit démarrer en 2022 sur le site de l'ETH Zurich, ainsi que la rédaction d'un livre blanc sur la réalisation de l'objectif «Zéro émission nette» sont en cours de préparation ou de planification. L'**EPFL** a mis en service sa nouvelle centrale énergétique. Cette dernière exploite l'eau du lac pour le chauffage au moyen

d'une pompe à chaleur et le refroidissement direct, ainsi que l'utilisation des rejets thermiques du futur centre de calcul situé au-dessus. Des directives sont en cours de révision concernant les déplacements professionnels et des étudiantes et étudiants afin de réduire l'impact des voyages en avion.

En 2021, *ProKilowatt* a accordé au **PSI** une contribution financière pour l'installation de nouveaux aimants permanents sur la SLS 2.0, qui permettront de réaliser une économie d'énergie d'environ 2,9 GWh par an. Une autre demande a été déposée pour le remplacement des pompes à eau de l'Aar, avec une économie d'énergie de 1,1 GWh par an. La recherche en environnement et énergie du PSI a plusieurs projets phares à son actif, comme la mission *Ice Memory*, des analyses sur les risques des émissions de poussières fines pour la santé, le développement de l'*Open-Source-Tool Calculator*, pour l'analyse du cycle de vie des voitures de tourisme, le démarrage du projet *SynFuel* sur la fabrication de kérosène à partir de ressources renouvelables, en collaboration avec l'Empa, ainsi que le lancement du projet SURE (*Sustainable and Resilient energy for Switzerland*), encouragé par l'OFEN avec le PSI comme *Leading House*. Suite à l'inauguration du nouveau bâtiment multifonctions FLUX en août 2021, certifié Minergie-ECO®, la surface de référence énergétique a légèrement augmenté, tout comme les besoins en énergie de l'**Eawag**. La mise en service prévue d'un champ de sondes géothermiques comme accumulateur de chaleur saisonnier en 2023 ainsi que divers autres efforts dans le domaine de l'efficacité énergétique vont globalement faire diminuer les besoins en énergie de l'**Empa** et de l'**Eawag**. Pour l'Eawag, qui a adopté le slogan *We don't fly under 1000 km* pour son règlement, les déplacements en avion ne devraient pas retrouver leur niveau antérieur à la pandémie. Le **WSL** a lancé un appel d'offres (concours de projets ouvert selon la norme SIA 142) pour un nouveau bâtiment de remplacement à Birmensdorf, qui sera certifié Minergie-P ECO. En outre, un nouveau bâtiment de remplacement est en cours de réalisation à Davos, qui sera le premier du Domaine des EPF à être certifié selon le standard Construction durable Suisse (SNBS).

En 2021 aussi, les activités des institutions se sont inscrites dans des programmes nationaux comme l'AEnEC, le train de mesures de la Confédération ou l'EEC 2021-2030. La convention d'objectifs AEnEC de l'ETH Zurich exige notamment d'améliorer l'efficacité énergétique de 2% par an. Le Domaine des EPF est acteur depuis 2014 de l'initiative «Exemplarité Energie et Climat» (EEC) lancée à l'automne 2021 par la Confédération, anciennement «Exemplarité énergétique de la Confédération» et «Exemplarité Energie et Climat» 2013-2020. L'objectif fixé pour la phase 1 d'améliorer de 25% l'efficacité par rapport à 2006 a été dépassé et atteint 31%. Pour la phase 2, 9% d'amélioration de l'efficacité supplémentaire sont prévus jusqu'en 2030.

Objectif stratégique

CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELÈVE SCIENTIFIQUE

La diversité, le respect et l'inclusion, ainsi que le leadership et le développement de compétences transversales auront marqué la politique du personnel 2021. Toutes les institutions ont agi et organisé des campagnes sur le respect, le développement des cadres et l'accélération de new ways of working.

Promotion des cadres et évolution du management

L'ETH Zurich s'est concentrée sur l'extension de ses offres de leadership destinées au corps professoral et aux responsables hiérarchiques occupant des fonctions scientifiques et technico-administratives. Les thèmes au programme: le management, la collaboration, la culture, la communication et la gestion des conflits. L'école a notamment créé le programme *Fit für meine neue Führungsrolle*. Le personnel scientifique peut lui aussi se perfectionner au sein du Domaine des EPF. Les profils incluent des entretiens de bilan et de développement réguliers. L'ETH Zurich a terminé sa procédure de consultation avec l'actualisation des profils des postdoctorantes, postdoctorants, maîtres-assistantes et maîtres-assistants en 2021. Le cours *Lateral Leadership – Influencing others without having a leadership position* s'adresse spécifiquement aux profils scientifiques sans tâche formelle de management. Pour sa part, l'EPFL a lancé des possibilités de soutien individuelles par coaching et mentorat, ainsi que plusieurs campagnes et groupes de travail sur l'ancrage de la culture du respect, la prévention du harcèlement et l'intégrité de la recherche. Son offre

de développement en distanciel et en présentiel s'est encore enrichie. Elle s'oriente sur les différents besoins et concerne tous les échelons hiérarchiques. L'EPFL a aussi mis l'accent sur la formation au leadership des nouveaux postdoctorantes et postdoctorants.

Le séminaire de deux jours à Ittingen pour les deux niveaux de management supérieurs a servi spécifiquement au développement de la stratégie et des cadres du PSI. Y ont été traités tant des thèmes sur le leadership que les priorités stratégiques pour les années à venir. Le développement de la formation de tous les cadres et spécialistes continue de s'y effectuer en co-entreprise avec la Haute école spécialisée du Nord-Ouest de la Suisse (FHNW) et les établissements de recherche Empa, Eawag et WSL, dans le cadre du CAS *Leadership in Science*. L'Empa complète cette formation de base par ses propres séminaires pour les échelons de management intermédiaires et supérieurs. Le WSL a conçu une formation pour les cadres de l'échelon intermédiaire, a organisé un cours pilote pour les responsables de groupe et a soutenu, comme l'Empa et l'Eawag, des formations individuelles. Doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants profitent de différents cours spécifiques portant sur la planification de leur parcours professionnel. A l'Empa notamment, la carrière spécialisée est mise sur le même plan que la carrière avec responsabilité de conduite et atteint le niveau Distinguished Senior Researcher. L'établissement a refondu et actualisé ses règlements au sujet de l'agilité et de la collaboration virtuelle pour le soutien des cadres. En plus du CAS *Leadership in Science*, l'Eawag a organisé des événements pour les cadres, des ateliers pour les doctorantes et doctorants, ainsi que des offres pour les postdoctorantes et postdoctorants. Des programmes de mentorat, des cours latéraux de management pour les responsables

de projets et une planification de carrière à tous les niveaux complètent l'offre.

Formation de la relève scientifique

Le *Career Center* de l'**ETH Zurich** propose aux étudiantes, étudiants, doctorantes et doctorants un soutien complet tout au long de leur parcours. Une *Career Week* réunissant de nombreuses offres d'informations et d'échanges sur les perspectives de carrière a été organisée à l'intention des postdoctorantes et postdoctorants. L'école a défini et mis en œuvre divers champs d'action dans les domaines de l'équilibre entre vie familiale et professionnelle, de la prise en compte de la parentalité et des offres de développement et de soutien. L'**EPFL** aussi a développé son soutien individuel à la relève scientifique par du coaching, du mentorat, de la formation numérique et présentielle. Elle a lancé plusieurs campagnes et groupes de travail. L'**EPFL** a agrandi son *Career Center* et sensibilise davantage les doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants aux activités scientifiques dans l'économie. Au **PSI**, il a été question de la sensibilisation constante à la planification de carrière par le biais de manifestations organisées par le **PSI Career Center**, ainsi que de l'achèvement réussi de la phase pilote du projet de coopération **CONNECT**, mené avec toutes les institutions du Domaine des EPF et l'Université de Zurich. La phase pilote comprenait également des interviews vidéo destinées à transmettre aux jeunes chercheuses et chercheurs le savoir-faire de modèles de rôles dans le milieu de l'économie privée. Par ailleurs, des accords individuels interinstitutionnels ont été signés pour aider les postdoctorantes et postdoctorants dont le contrat avec le **PSI** est arrivé à expiration et qui n'ont pas retrouvé de poste en raison de la pandémie. Le **WSL** a procédé à une évaluation générale de toutes ses offres et va élaborer un concept pour encourager les *Early Career Scientists*. Des doctorantes et doctorants du **WSL** ont également accès aux cours en ligne *Scientific Writing and Publishing* dans le cadre des *Nature Master Classes* de *Springer Nature*. Le **WSL** organise régulièrement des activités de réseautage, comme les *Coffee Breaks*, ainsi que des cours variés, notamment sur le *self-management* (pour les doctorantes et doctorants) et l'*Effective Grant Writing* (pour les postdoctorantes et postdoctorants). Il a aussi mis l'accent sur l'entretien des réseaux d'anciens élèves. L'**Empa** a pu tenir son camp estival destiné à encourager les enfants des écoles primaires à s'intéresser aux sciences de la nature et de l'ingénieur. La journée «Futur en tous genres» a eu lieu avec les restrictions imposées par la pandémie. L'**Eawag** a organisé des cours sur plusieurs thématiques: présentation/publication, *Writing English for Science*, formation aux médias pour les scientifiques, formation aux réseaux sociaux/à la communication en ligne, assistance en cas de difficultés, évolution de carrière et accompagnement individuel lors de réorientations.

Promotion de l'égalité des chances et de la diversité

Dans des sondages, le Domaine des EPF est perçu comme un environnement de travail respectueux et pluriel du fait de l'engagement continu des écoles polytechniques et des établissements de recherche. Toutes les institutions interpellent régulièrement sur la diversité et l'inclusion et publient des mesures internes. Toutes les mises au concours de postes sont formulées en respectant les principes de la diversité et de l'inclusion. Pour lutter contre le *mobbing*, la discrimination et le harcèlement, le Domaine des EPF consacre régulièrement du temps au code de conduite lors des formations des nouvelles recrues et des cadres. Il dispose par ailleurs de plusieurs services de médiation et de consultation.

Fin octobre 2021, l'**ETH Zurich** a lancé la campagne *Respect 2021 Mach du einen Punkt, wenn andere ihn nicht machen. Steh ein für Respekt*, qui appelle chacune et chacun à réagir lorsque d'autres outrepassent les limites. Lors de 25 événements, les membres des six institutions du Domaine des EPF ont pu échanger avec des spécialistes sur différents thèmes liés à une culture respectueuse et plurielle. Des discussions supplémentaires sur les valeurs et les cultures à l'échelle de l'**ETH Zurich** se sont concentrées sur la responsabilité, l'ouverture, l'esprit d'équipe, la diversité et l'excellence ainsi que sur ce que cela signifie pour le quotidien dans les groupes de travail, les équipes et les comités. Pour la mise en œuvre du futur système *Respect@EPFL*, l'**EPFL** a instauré un réseau de confiance et de soutien interdépartemental afin de renforcer la prévention, d'interpeler les victimes et témoins de discrimination, de harcèlement ou de violence, de diriger vers les services internes ou externes correspondants et de proposer et mettre en œuvre des mesures de désescalade. Les résultats de la *Task Force Harcèlement A-Z* de l'**EPFL** ont abouti à une réorientation et à un renforcement des structures actuelles de «Respect» pour mettre en place des mesures de prévention et de soutien, et assurer que les situations soient gérées avec la plus grande attention.

Avec le Bureau Diversité & Inclusion et les services du Comité pour l'égalité des chances, le **PSI**, l'**Empa** et l'**Eawag** assurent des échanges réguliers, l'exploitation des synergies et le reporting aux directions. Le **PSI** a publié une charte de la diversité et élaboré le plan d'action «Egalité des chances, diversité et inclusion 2021-2024». Le **WSL** a remanié son *Gender Action Plan*, étendu son système de gestion des conflits, développé un concept de détection précoce des situations problématiques et initié la rencontre constitutive de son *TechNet*. L'**Empa**, distingué à plusieurs reprises pour sa culture du management et de l'entreprise profondément enracinée et basée sur la confiance, dispose de plusieurs services d'ombudsman indépendants à l'écoute des personnes qui se sentent désavantagées ou discriminées. L'**EOC** (*Equal Opportunities Committee*)

de l'**Eawag**, composé de personnel issu de tous les groupes, défend l'égalité des chances et des genres.

L'analyse sur l'égalité salariale conduite en 2020 dans toutes les institutions du Domaine des EPF conformément à la Loi sur l'égalité (LEg) a confirmé que toutes les institutions du Domaine des EPF respectaient l'égalité des salaires entre femmes et hommes. A l'Eawag, le coefficient de genre (écarts de rémunération entre les sexes) profite même aux femmes.

Augmentation de la part des femmes dans la recherche et l'enseignement

La part des femmes dans la recherche et l'enseignement continue d'augmenter au sein du Domaine des EPF, notamment aux postes de direction et de professorat. La composition des comités stratégiques est diversifiée, comme en témoignent le *Tenure Committee* des deux écoles polytechniques et d'autres commissions consultatives. Lors de procédures de nomination aux deux EPF, la représentation de professeurs au sein des commissions de nomination est définie, et les candidates doivent être prises en compte dans la proposition de nomination. Le Domaine des EPF dispose de *Gender/Diversity Advocates* dans les commissions professionnelles, de services de conseil en *Dual Career* et du programme *Fix the Leaky Pipeline*, qui soutient les jeunes chercheuses des six institutions du Domaine des EPF dans leur carrière. De nombreuses professeurs ont participé au H.I.T. (*High Potential University Leaders Identity & Skills Training Program*) ainsi qu'au programme *Gender Sensitive Leaders in Academia*.

Tant à l'**ETH Zurich** qu'à l'**EPFL**, de nouveaux services

ont été créés à la direction, et la part des femmes a augmenté. La formation au management destinée aux professeures et professeurs, ainsi qu'à d'autres cadres porte également sur les thèmes de la diversité et de l'intégration. Depuis 2020, l'**EPFL** propose un programme d'implémentation ciblé sur le langage épiciène. Au **PSI**, un séminaire de deux jours destiné aux deux niveaux de management supérieurs a mis l'accent sur l'augmentation du nombre de femmes dans des fonctions de direction. Les mesures suivantes de recrutement de personnel ont également été prises: *Smart Staffing@PSI*, projet pilote avec *Witty Works* sur des mises au concours de poste promouvant la diversité, intensification de l'*Employer Branding*, formation des cadres aux *Unconscious Bias*, flexibilisation des conditions de travail et création de nouveaux programmes de mentorat. Le **WSL** a complété son *Gender Action Plan* par des mesures telles que le coaching parental. Le groupe de mentorat par des pairs destiné aux femmes existe depuis trois ans, et un programme de mentorat pour chercheuses est en cours de développement. Le **WSL** a également proposé des cours d'automarketing et de négociation pour les chercheuses. L'**Empa** a encouragé les jeunes filles à s'intéresser aux métiers MINT et a augmenté la part des femmes dans les métiers à apprentissage. L'**Empa** et l'**Eawag** sont membres d'*Advance*, qui propose des webinaires pour augmenter la part des femmes à des postes de direction. L'**Eawag** aussi encourage systématiquement les perspectives de carrière des femmes par des promotions, des taux d'occupation et des formes de travail flexibles.

L'EPFL a lancé une campagne pour promouvoir le respect et lutter contre le harcèlement, la violence et la discrimination. Le «Réseau Confiance et Soutien» en sera l'une des pièces maîtresses.

> EPFL



Formation des apprenantes et apprenants

L'apprentissage encourage l'interdisciplinarité et le réseautage. Les compétences sociales, méthodologiques et personnelles acquises par le travail d'équipe, le contact client et le travail de projet d'entreprise aboutissent toujours à d'excellents résultats, y compris chez les établissements de recherche en tant qu'excellentes entreprises formatrices avec de très bons diplômés d'apprentissage. Les institutions du Domaine des EPF proposent des places d'apprentissage à des jeunes atteints de handicaps ou demeurés à l'écart des possibilités de formation. Pour promouvoir les chances de formation et contribuer à l'inclusion, des places de formation sont proposées pour le préapprentissage d'intégration afin de permettre à des réfugiées et réfugiés d'accéder à la formation professionnelle initiale.

L'ETH Zurich a prévu d'augmenter ces prochaines années le nombre de places d'apprentissage (170) à 15 métiers qu'elle propose actuellement de 20% (+35 places). Une unité centrale de formation va voir le jour pour la formation commerciale initiale. Le nouveau programme *Young 'n' Rising* rassemble des apprenantes et des apprenants au sein de projets interdisciplinaires pour optimiser les processus et les systèmes et les soutient avec la plate-forme pédagogique *Lern mit mir*. Avec «Perspectives Apprentissage 2020», l'EPFL a organisé une campagne pour créer des places d'apprentissage destinées aux apprenantes et apprenants qui ont perdu la leur en raison de la pandémie. Son volume total de places d'apprentissage a augmenté de 5% et atteint 109 places.

Le PSI forme actuellement 105 apprenantes et apprenants à 15 métiers et a déjà reçu plusieurs prix dont le *Pestalozzi Stiftepriis*, la distinction comme meilleure formation en informatique du canton d'Argovie pour 28 apprenties et apprentis fraîchement diplômés du PSI, la médaille d'argent aux EuroSkills 2021 de Graz et l'admission à participer aux WorldSkills de Shanghai en 2022. Le WSL soutient et forme 13 apprenantes et apprenants à huit métiers à Birmensdorf et à Davos. D'après un sondage d'un institut d'étude de marché indépendant, l'Empa est considéré comme le meilleur employeur de Suisse en 2021 dans la catégorie «Formation et recherche» et est labellisé *A great place to work* depuis plusieurs années. Il forme plus de 40 apprenantes et apprenants à dix métiers. L'Eawag forme 25 apprenantes et apprenants à quatre métiers.

Intégration professionnelle

Depuis plusieurs années, les institutions du Domaine des EPF recrutent des personnes aux capacités restreintes. Le maintien dans la vie active des collaboratrices et collaborateurs aux capacités temporairement ou durablement restreintes est une priorité. En cas d'échec, un processus structuré accompagne leur réorientation.

L'ETH Zurich n'a cessé de développer le *Case Management* pour le soutien des supérieures et supérieurs hiérarchiques ainsi que des collaboratrices et collaborateurs lors d'absences de longue durée et de réintégrations. Le taux de réussite est élevé. L'école a également lancé le projet «Zéro obstacle»: au cours des années à venir, des personnes aux besoins particuliers ne rencontreront plus de problèmes d'accès aux bâtiments et services de l'ETH Zurich. En collaboration avec les assurances sociales et des entreprises de réintégration, les établissements de recherche PSI, WSL, Empa et Eawag proposent des essais de travail pour la réintégration professionnelle qui aboutissent souvent à des embauches à durée indéterminée. Le WSL et le PSI ont organisé plusieurs essais de travail en vue de réinsertions. Les candidates et candidats souffrant de handicaps physiques ou psychiques ont été soutenus à leur poste de travail en collaboration avec des job coaches. Dans sa politique du personnel, l'Empa a ancré la possibilité d'embauche de personnes atteintes d'un handicap physique ou mental par le biais de mesures individuelles appropriées. L'Eawag travaille en étroite collaboration avec des offices AI. Des essais de travail ont eu lieu, avec des modifications des postes de travail et des ajustements des taux d'occupation.

Potentiel de main-d'œuvre suisse

Le recrutement de personnel au sein du Domaine des EPF se conforme aux et applique les obligations et recommandations légales correspondantes. Les postes à pourvoir soumis à l'obligation d'annoncer dans le domaine commercial et technique sont publiés dans les offices régionaux de placement (ORP) et sur des plates-formes d'emploi suisses.

Synthèse, perspectives et objectifs

Les deux écoles polytechniques ont posé des jalons pour le développement organisationnel à l'ère du numérique et la préservation de la compétitivité avec les projets *reThink* et *The Future of Work@EPFL*, en y associant leurs membres. Les établissements de recherche ont renforcé leur conduite stratégique et opérationnelle par la collaboration interne et l'entretien des valeurs à tous les échelons, systématiquement. L'approche *lifelong-learning* montre que les compétences numériques et les thèmes du *leadership* ont une importance croissante. Des stratégies sur la diversité sont mises au point et concrétisées, des formes de travail mobile implémentées et encouragées. Les supérieures et supérieurs hiérarchiques et les collaboratrices et collaborateurs sont formés, accompagnés et soutenus de façon ciblée grâce à l'engagement de spécialistes des ressources humaines très compétents qui ont le sens du service.

Chiffres-clés du personnel 2021

Au 31 décembre 2021, le Domaine des EPF comptait 24 268 contrats de travail (CT), soit 20 533,8 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 17, p. 100). L'effectif du personnel a augmenté de 796 CT (+3,4%) ou 416,8 EPT par rapport à l'année précédente. Bien qu'un peu inférieure à 2020, la croissance du personnel reste légèrement au-dessus des valeurs habituelles de 2 à 3%. L'ETH Zurich, qui a recruté davantage de personnel scientifique, est à l'origine de l'essentiel de cette croissance.

Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorantes et doctorants, reste de loin, avec 14 789 CT (12 277,4 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (60,9% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 17, p. 100), suivi par les collaboratrices et collaborateurs techniques qui, avec 4 102 CT (3 722,3 EPT), représentent 16,9% des effectifs. 16,6% des membres du personnel, soit 4 025 CT (3 214,9 EPT), sont des collaboratrices et collaborateurs administratifs et 1,9% des apprenantes et apprenants. Comme l'année précédente, le corps professoral compte 887 CT (854,6 EPT) et représente 3,7% de l'ensemble du personnel.

Corps professoral

En 2021, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL comptait 710 professeurs et professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), 130 professeurs et professeurs assistants avec tenure track (TT) et 47 professeurs et professeurs assistants sans TT (cf. fig. 18, p. 100).

Le pourcentage de femmes dans ces trois catégories est passé de 18,5% à 19,8% en 2021. Il était de 16,2% pour les professeurs o. et a., de 33,8% pour les professeurs assistantes avec TT et de 36,2% pour les professeurs assistantes sans TT.

En 2021, 67,0% des 887 professeurs et professeurs venaient de l'étranger (2020: 66,9%). 47,8% (2020: 48,0%) étaient originaires de l'espace européen et 19,2% d'autres pays (2020: 18,9%) (cf. fig. 18, p. 101).

Financement du corps professoral

Sur les 548 professeurs et professeurs (525,8 EPT) employés à l'ETH Zurich au 31 décembre 2021, 465,3 EPT (88,5%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 15,9 EPT (3,1%) ont été financés par le FNS, 10,4 EPT (2,0%) par des programmes de recherche européens et 33,4 EPT (6,4%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Sur les 339 professeurs et professeurs (328,8 EPT) employés à l'EPFL au 31 décembre 2021, 312,7 EPT (95,1%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 2,5 EPT ont été financés par le FNS et par Innosuisse (0,8%), 1,4 EPT (0,2%) par la recherche sectorielle et par des programmes de recherche européens et 12,2 EPT (3,8%) 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 passée à 35,9% en 2021 (2020: 35,4%), cette part variant selon l'institution, le groupe de fonction et la discipline (cf. fig. 22, p. 102).

La proportion de femmes dans des postes de cadres (à partir de l'échelon fonctionnel EF 10) s'est accrue à 22,7% (2020: 21,6%). Les deux hautes écoles, le WSL et l'Eawag ont fortement contribué à ce bon résultat.

Apprenantes et apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 465 jeunes des places de formation professionnelle à plus de 20 métiers au cours de l'exercice sous revue. En 2021, la part de femmes parmi les apprenants était de 31,0%.

CHIFFRES-CLÉS

Tableau de monitoring	90
Rapport sur les prestations académiques	92
Transfert de savoir et de technologie	97
Classement des hautes écoles	99
Personnel	100
Immobilier	103
Environnement et énergie	106

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 2021–2024

Indicateurs	Valeurs de référence			Monitoring
	2013	2017	2020	2021
ENSEIGNEMENT				
Etudiant·es et doctorant·es ETH Zurich et EPFL (headcount)				
Nouvelles inscriptions				
Au niveau bachelor	5 255	4 756	5 245	5 218
Etudiant·es¹	22 099	25 059	28 637	29 243
Proportion de femmes (%)	29,1	30,6	31,7	31,9
Proportion d'étranger·ères (%)	35,5	38,4	40,7	40,9
Au niveau bachelor ¹	13 995	14 385	15 983	16 650
Proportion de femmes (%)	28,6	30,6	32,0	32,5
Proportion d'étranger·ères (%)	30,9	29,4	32,6	34,1
Au niveau master ¹	7 241	8 895	11 143	11 741
Proportion de femmes (%)	29,4	29,4	30,3	30,4
Proportion d'étranger·ères (%)	43,1	45,4	48,4	50,0
En programme MAS / MBA	863	840	816	852
Proportion de femmes (%)	34,6	38,8	42,6	42,1
Proportion d'étranger·ères (%)	45,7	51,5	47,7	48,5
De mobilité (entrant·es) ¹	–	939	695	–
Proportion de femmes (%)	–	35,5	33,7	–
Proportion d'étranger·ères (%)	–	96,5	95,0	–
Taux d'encadrement				
Etudiant·es (bachelor et master) par professeur·e	27,7	28,3	31,7	33,2
Doctorant·es	5 947	6 234	6 598	6 867
Proportion de femmes (%)	30,4	30,8	33,6	33,9
Proportion d'étranger·ères (%)	72,6	75,0	78,1	78,6
Taux d'encadrement				
Doctorant·es par professeur·e	7,7	7,6	7,7	8,0
Etudiant·es et doctorant·es¹	28 046	31 293	35 235	36 110
Proportion de femmes (%)	29,4	30,6	32,0	32,3
Proportion d'étranger·ères (%)	43,3	45,7	47,7	48,1
Taux d'encadrement				
Etudiant·es et doctorant·es par professeur·e	36,5	38,0	41,2	42,3
Diplômes				
Bachelor	2 249	2 602	3 007	3 213
Diplôme, master	2 663	3 065	3 344	3 898
MAS / MBA	346	394	249	304
Doctorat	993	1 258	1 171	1 257
Enseignement et encadrement par les établissements de recherche				
Heures d'enseignement	15 670	17 992	18 553	19 305
Travaux de bachelor, master et diplôme	532	602	608	736
Doctorant·es	797	807	842	872
Proportion de femmes (%)	36,3	39,0	39,9	39,0
Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%)	67,9	67,7	70,3	70,8
Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%)	13,4	10,3	9,1	11,0

RECHERCHE				
Publications²	-	-	-	-
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques (en mio CHF)	-	743,2	774,1	787,7
dont Fonds national suisse (FNS)	209,0	260,3	262,6	267,8
dont Innosuisse	36,8	62,6	50,6	41,3
dont programmes-cadres de recherche de l'UE (UE-PCRD)	135,2	139,2	146,4	160,2
TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE (TST)				
Déclarations d'inventions ³	-	343	310	330
Déclarations de logiciels ^{3,4}	-	26	32	39
Brevets	193	206	217	213
Licences ⁵	223	377	338	181
Spin-off	43	48	66	60
PERSONNEL (EPT)				
Professeur-es	767,7	823,8	854,6	854,6
Proportion de femmes (%)	12,4	14,8	18,6	20,0
Proportion d'étranger-ères (%)	67,1	67,2	67,3	67,7
Personnel scientifique	9 927,3	11 204,4	11 994,6	12 277,4
Personnel technique	3 157,3	3 439,8	3 676,3	3 722,3
Personnel administratif	2 279,0	2 690,0	3 118,9	3 214,9
Apprenant-es	435,0	473,6	472,6	464,6
FINANCES / IMMOBILIER				
Financement fédéral (point de vue du plafond de dépenses) (en mio CHF)	2 271,4	2 530,8	2 596,1	2 600,1
dont contribution financière de la Confédération	2 073,9	2 377,9	2 355,1	2 373,3
dont crédit d'investissement dans les constructions du Domaine des EPF	197,5	152,9	241,0	226,8

¹ Jusqu'en 2016, les étudiant-es de mobilité (entrant-es) étaient comptabilisé-es annuellement dans le total des étudiant-es aux niveaux bachelor et master. Durant la période 2017-2020, les étudiant-es de mobilité (entrant-es) étaient reporté-es par année comme catégorie séparée et compté-es dans le nombre total d'étudiant-es. Depuis 2021, les étudiant-es en mobilité sont reporté-es par semestre dans un tableau séparé (cf. fig. 11, p. 96) et ne sont plus comptabilisé-es dans le nombre total d'étudiant-es. Sans cette modification, l'ETH Zurich et l'EPFL auraient compté un total de 30 294 étudiant-es en 2021.

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

³ Indicateurs TST supplémentaires introduits en 2017.

⁴ Logiciels *Open Source* non compris

⁵ La définition des licences a été révisée en 2021. Cette catégorie ne comprend désormais plus les contrats avec transfert d'IP préalable ni les contrats pour des licences de logiciels d'une valeur de moins de 1000 CHF. Ceci est à prendre en compte lors de la comparaison avec les chiffres des années précédentes. Sans cette modification, le total des licences auraient été de 406 en 2021.

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

En l'absence de précisions supplémentaires, le terme «étudiant-es» se réfère toujours à l'ensemble des étudiantes et étudiants des niveaux bachelor et master, celles et ceux des programmes de formation continue *Master of Advanced Studies* et *Master of Business Administration* (MASI MBA). Les doctorant-es constituent une catégorie à part. Les étudiant-es et les doctorant-es sont comptabilisé-es en nombre de personnes (*headcount*). Ces chiffres peuvent différer de ceux donnés par l'ETH Zurich et l'EPFL dans leur rapport annuel respectif, étant donné les possibles différences de comptage.

Depuis 2021, les étudiant-es de mobilité ne sont plus compté-es dans le total des étudiant-es. Les étudiant-es de mobilité entrant-es (celles et ceux immatriculés dans une autre haute école et qui passent au minimum trois mois ou pour 20 ECTS dans l'une des EPF) et sortant-es (celles et ceux immatriculés dans l'une des EPF et qui passent au minimum trois mois ou pour 20 ECTS dans une autre haute école) sont désormais reporté-es par semestre dans un tableau séparé. Les étudiant-es et les doctorant-es étranger-ères 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 professeur-es – ordinaires, associé-es, assistant-es, y compris celles et ceux qui bénéficient d'un *subside Eccellenza Professorial Fellowship* du FNS – qui sont engagé-es dans l'une des deux EPF sont pris-es en compte dans le calcul du taux d'encadrement. Les senior scientists et maître d'enseignement (MER) correspondent à des collaborateur-trices scientifiques avec une fonction dirigeante ou faisant partie des cadres supérieur-es. Certains d'entre eux sont des professeur-es 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 étudiant-es.

Rapport sur les prestations académiques

Fig. 4: Etudiant·es et doctorant·es par discipline

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Architecture	3 177	3 097	3 066	3 060	3 030	3 047	3 041	3 090	3 035	3 169
ETH Zurich	1 950	1 852	1 783	1 805	1 771	1 823	1 855	1 904	1 923	2 031
EPFL	1 227	1 245	1 283	1 255	1 259	1 224	1 186	1 186	1 112	1 138
Construction et géomatique	2 900	3 074	2 946	2 882	2 860	2 791	2 777	2 716	2 700	2 641
ETH Zurich	1 629	1 740	1 731	1 716	1 701	1 688	1 667	1 614	1 646	1 606
EPFL	1 271	1 334	1 215	1 166	1 159	1 103	1 110	1 102	1 054	1 035
Sciences de l'ingénieur	6 816	7 245	7 502	7 903	8 069	8 398	8 699	9 081	9 577	9 795
ETH Zurich	4 341	4 549	4 729	4 930	4 993	5 135	5 224	5 467	5 851	6 053
EPFL	2 475	2 696	2 773	2 973	3 076	3 263	3 475	3 614	3 726	3 742
Informatique et technologie de la communication	2 367	2 536	2 665	2 809	3 033	3 261	3 648	4 031	4 529	4 929
ETH Zurich	1 083	1 158	1 247	1 405	1 536	1 753	1 991	2 246	2 560	2 776
EPFL	1 284	1 378	1 418	1 404	1 497	1 508	1 657	1 785	1 969	2 153
Sciences exactes et sciences naturelles	4 780	4 883	4 944	5 145	5 442	5 595	5 810	5 940	6 290	6 412
ETH Zurich	2 903	2 972	3 024	3 157	3 352	3 505	3 691	3 794	4 039	4 063
EPFL	1 877	1 911	1 920	1 988	2 090	2 090	2 119	2 146	2 251	2 349
Médecine humaine¹	–	–	–	–	–	99	192	286	296	311
ETH Zurich	–	–	–	–	–	99	192	286	296	311
Sciences de la vie	3 708	3 879	3 990	4 051	4 216	4 312	4 500	4 624	4 859	4 864
ETH Zurich	2 823	2 923	3 012	3 044	3 162	3 218	3 326	3 433	3 566	3 595
EPFL	885	956	978	1 007	1 054	1 094	1 174	1 191	1 293	1 269
Sciences naturelles orientées système	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	2 569	2 542
ETH Zurich	2 201	2 159	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	2 569	2 542
Management, technologie, économie	870	897	913	913	972	973	966	954	937	962
ETH Zurich	583	549	579	582	571	583	573	560	566	571
EPFL	287	348	334	331	401	390	393	394	371	391
Sciences humaines, sociales et politiques²	268	276	300	310	318	380	378	382	443	485
ETH Zurich	268	276	300	310	318	366	358	351	406	435
EPFL	–	–	–	–	–	14	20	31	37	50
Total d'étudiant·es et de doctorant·es	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	35 235	36 110
ETH Zurich	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	23 983
EPFL	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	12 127
dont femmes	7 973	8 238	8 414	8 677	9 091	9 587	10 167	10 675	11 280	11 660
ETH Zurich	5 445	5 560	5 701	5 873	6 164	6 563	6 917	7 304	7 768	7 995
EPFL	2 528	2 678	2 713	2 804	2 927	3 024	3 250	3 371	3 512	3 665
dont étranger·ères	11 437	12 152	12 354	12 804	13 615	14 290	15 160	15 993	16 799	17 368
ETH Zurich	6 559	6 751	6 949	7 226	7 563	7 972	8 433	8 876	9 438	9 808
EPFL	4 878	5 401	5 405	5 578	6 052	6 318	6 727	7 117	7 361	7 560

Depuis 2021, les étudiant·es de mobilité ne sont plus comptés dans le total des étudiant·es. Ceci est à prendre en compte lors de la comparaison des chiffres avec les années précédentes.

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: Etudiant·es et doctorant·es par niveau d'études

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ 2020 / 2021	
												en %
Etudes de bachelor	13 359	13 995	13 944	14 292	14 727	14 385	14 792	15 243	15 983	16 650	667	4,2
ETH Zurich	8 468	8 817	8 820	9 087	9 309	9 262	9 517	9 895	10 355	10 642	287	2,8
EPFL	4 891	5 178	5 124	5 205	5 418	5 123	5 275	5 348	5 628	6 008	380	6,8
Etudes de master	6 981	7 241	7 781	8 126	8 662	8 895	9 517	10 163	11 143	11 741	598	5,4
ETH Zurich	4 755	4 811	5 187	5 480	5 861	6 158	6 590	7 037	7 790	8 206	416	5,3
EPFL	2 226	2 430	2 594	2 646	2 801	2 737	2 927	3 126	3 353	3 535	182	5,4
MAS / MBA	911	863	805	836	828	840	827	809	816	852	36	4,4
ETH Zurich	763	661	634	640	635	646	635	626	644	675	31	4,8
EPFL	148	202	171	196	193	194	192	183	172	177	5	2,9
Etudiant·es de mobilité (entrant·es)¹	-	-	-	-	-	939	1 004	1 060	695	-	-	-
ETH Zurich	-	-	-	-	-	449	480	467	317	-	-	-
EPFL	-	-	-	-	-	490	524	593	378	-	-	-
Total d'étudiant·es¹	21 251	22 099	22 530	23 254	24 217	25 059	26 140	27 275	28 637	29 243	-	-
ETH Zurich	13 986	14 289	14 641	15 207	15 805	16 515	17 222	18 025	19 106	19 523	-	-
EPFL	7 265	7 810	7 889	8 047	8 412	8 544	8 918	9 250	9 531	9 720	-	-
Etudes de doctorat	5 836	5 947	6 007	6 103	6 134	6 234	6 391	6 367	6 598	6 867	269	4,1
ETH Zurich	3 795	3 889	3 975	4 026	4 010	4 092	4 175	4 168	4 316	4 460	144	3,3
EPFL	2 041	2 058	2 032	2 077	2 124	2 142	2 216	2 199	2 282	2 407	125	5,5
Total d'étudiant·es et de doctorant·es¹	27 087	28 046	28 537	29 357	30 351	31 293	32 531	33 642	35 235	36 110	-	-
ETH Zurich	17 781	18 178	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	23 983	-	-
EPFL	9 306	9 868	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	12 127	-	-

¹ Jusqu'en 2016, les étudiant·es de mobilité (entrant·es) étaient comptabilisé·es annuellement dans le total des étudiant·es aux niveaux bachelor et master. Durant la période 2017-2020, les étudiant·es de mobilité (entrant·es) étaient reporté·es par année comme catégorie séparée et compté·es dans le nombre total d'étudiant·es. Depuis 2021, les étudiant·es en mobilité sont reporté·es par semestre dans un tableau séparé (cf. fig. 11, p. 96) et ne sont plus comptabilisé·es dans le nombre total d'étudiant·es. Sans cette modification, l'ETH Zurich et l'EPFL auraient compté un total de 30 294 étudiant·es en 2021.

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

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ 2020 / 2021	
												en %
Architecture	599	604	564	573	569	437	450	468	498	550	52	10,4
Construction et géomatique	620	613	486	493	488	366	370	383	403	384	-19	-4,7
Sciences de l'ingénieur	1354	1429	1393	1550	1518	1350	1303	1353	1327	1333	6	0,5
Informatique et technologie de la communication	465	547	595	596	679	582	662	708	780	799	19	2,4
Sciences exactes et sciences naturelles	986	969	952	1001	1108	985	928	952	1074	1091	17	1,6
Médecine humaine ¹	-	-	-	-	-	100	100	100	100	99	-1	-1,0
Sciences de la vie	700	744	721	695	778	635	696	725	719	659	-60	-8,3
Sciences naturelles orientées système	336	335	316	366	372	288	307	259	326	288	-38	-11,7
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	12	14	14	16	19	13	11	18	18	15	-3	-16,7
Total	5 072	5 255	5 041	5 290	5 531	4 756	4 827	4 966	5 245	5 218	-27	-0,5

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

Fig. 7: Proportion de femmes parmi les étudiant-es et doctorant-es de l'ETH Zurich et de l'EPFL

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
% au niveau bachelor	29,2	28,6	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6	31,9	32,0	32,5
% au niveau master	28,7	29,4	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6	29,8	30,3	30,4
% au niveaux bachelor et master	29,0	28,9	29,0	28,9	29,4	30,1	30,8	31,1	31,3	31,6
% en programme MAS/MBA	36,7	34,6	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6	40,3	42,6	42,1
% au niveau doctorat	29,8	30,4	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4	32,8	33,6	33,9

Fig. 8: Taux d'encadrement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Taux d'encadrement										
Niveau bachelor / master	27,3	27,7	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7	30,6	31,7	33,2
Niveau doctorat	7,8	7,7	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7	8,0
Taux d'encadrement élargi										
Niveau bachelor / master	18,4	18,7	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0	20,7	21,5	22,5
Niveau doctorat	5,3	5,2	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2	5,2	5,4

Fig. 9: Proportion d'étranger·ères parmi les étudiant·es et doctorant·es de l'ETH Zurich et de l'EPFL

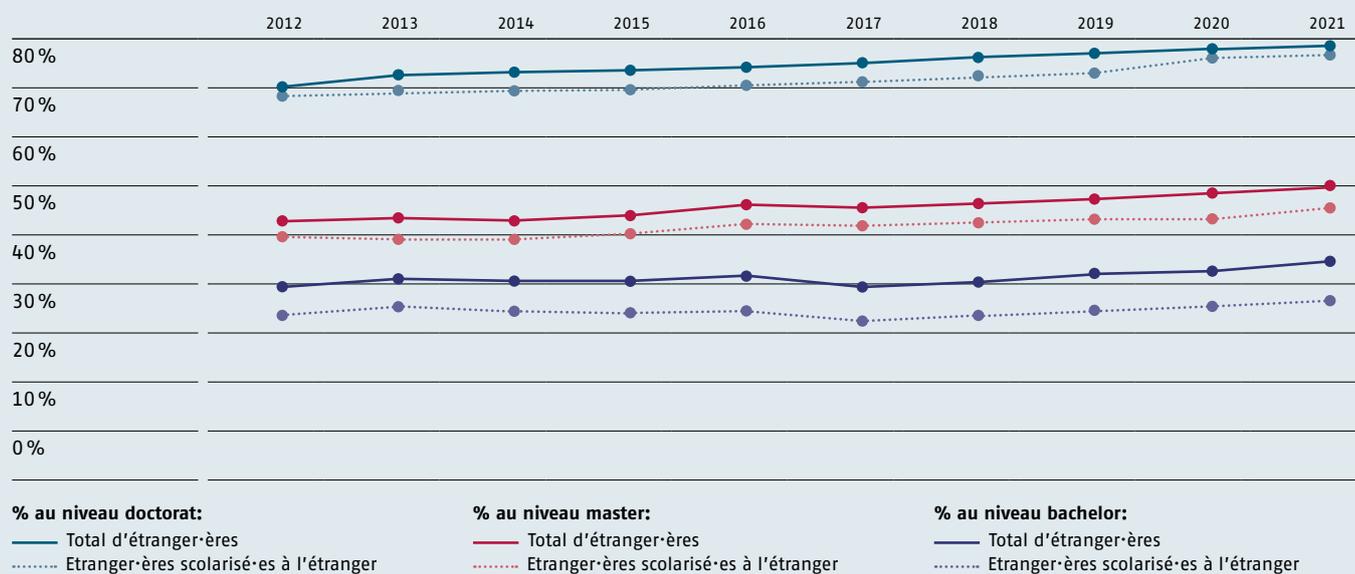


Fig. 10: Titres obtenus par niveau d'études

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Δ 2020 / 2021	
												en %
Bachelor	2216	2249	2538	2528	2500	2602	2686	2876	3007	3213	206	6,9
ETH Zurich	1447	1447	1579	1564	1571	1606	1678	1758	1843	2084	241	13,1
EPFL	769	802	959	964	929	996	1008	1118	1164	1129	-35	-3,0
Master	2320	2663	2711	2821	2989	3065	3240	3368	3344	3898	554	16,6
ETH Zurich	1650	1847	1839	1879	2015	2072	2196	2335	2260	2723	463	20,5
EPFL	670	816	872	942	974	993	1044	1033	1084	1175	91	8,4
MAS / MBA	256	346	260	254	303	394	343	324	249	304	55	22,1
ETH Zurich	184	228	205	175	203	272	232	245	160	219	59	36,9
EPFL	72	118	55	79	100	122	111	79	89	85	-4	-4,5
Doctorat	1095	993	1197	1109	1256	1258	1209	1290	1171	1257	86	7,3
ETH Zurich	747	579	769	718	851	827	802	866	781	820	39	5,0
EPFL	348	414	428	391	405	431	407	424	390	437	47	12,1

Fig. 11: Etudiant·es de mobilité

	2021	
	Semestre de printemps	Semestre d'automne
Entrant·es		
à l'ETH Zurich	287	460
à l'EPFL	552	622
Sortant·es		
de l'ETH Zurich	76	154
de l'EPFL	264	396

Depuis 2021, les étudiant·es de mobilité ne sont plus compté·es dans le total des étudiant·es et sont reporté·es uniquement dans le tableau ci-dessus, par semestre. A noter que les chiffres donnés par semestre ne peuvent pas être additionnés pour obtenir un total annuel, sous peine de compter deux fois les étudiant·es présent·es aux deux semestres.

Fig. 12: Enseignement et encadrement par les établissements de recherche



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

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

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

Transfert de savoir et de technologie

Fig. 13: Transfert de savoir et de technologie au sein du Domaine des EPF

	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Déclarations d'inventions¹	-	-	-	-	-	343	358	329	310	330
ETH Zurich	-	-	-	-	-	171	205	159	165	169
EPFL	-	-	-	-	-	134	119	132	107	121
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	38	34	38	38	40
Déclarations de logiciels^{1,2}	-	-	-	-	-	26	36	40	32	39
ETH Zurich	-	-	-	-	-	20	19	26	18	24
EPFL	-	-	-	-	-	6	13	13	14	12
Etablissements de recherche	-	-	-	-	-	0	4	1	0	3
Brevets	195	193	211	219	230	206	230	224	217	213
ETH Zurich	87	103	82	98	109	84	109	102	115	99
EPFL	75	66	99	88	100	95	95	98	75	88
Etablissements de recherche	33	24	30	33	21	27	26	24	27	26
Licences³	230	223	270	311	353	377	341	324	338	181
ETH Zurich	35	38	35	50	78	82	87	62	43	27
EPFL	31	41	46	48	58	50	39	50	53	40
Etablissements de recherche	164	144	189	213	217	245	215	212	242	114
Spin-off	38	43	49	48	50	48	55	59	66	60
ETH Zurich	22	24	22	25	25	25	27	30	34	25
EPFL	12	12	24	18	20	15	25	23	25	32
Etablissements de recherche	4	7	3	5	5	8	3	6	7	3

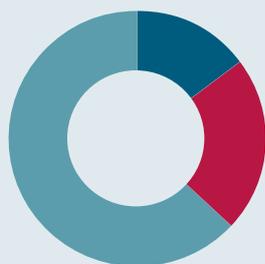
¹ Les déclarations d'inventions et les déclarations de logiciels sont prises en compte comme indicateurs TST supplémentaires depuis 2017.

² Logiciels *Open Source* non compris

³ La définition des licences a été révisée en 2021. Cette catégorie ne comprend désormais plus les contrats avec transfert d'IP préalable ni les contrats pour des licences de logiciels d'une valeur de moins de 1000 CHF. Ceci est à prendre en compte lors de la comparaison avec les chiffres des années précédentes. Sans cette modification, le total des licences auraient été de 410 en 2021.

Licences

181



ETH Zurich	27
EPFL	40
Etablissements de recherche	114

Déclarations d'inventions

330

Déclarations de logiciels

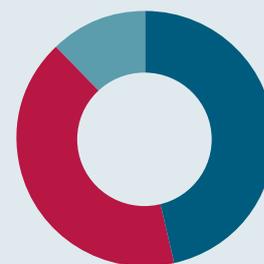
39

Spin-off

60

Brevets

213



ETH Zurich	99
EPFL	88
Etablissements de recherche	26

Fig. 14: Collaboration avec l'économie privée et le secteur public

	2017	2018	2019	2020	2021
Contrats de collaboration avec l'économie privée	507	594	570	610	585
dont financement par l'économie privée	316	415	404	388	396
ETH Zurich	122	149	163	143	172
EPFL	99	120	125	95	94
Etablissements de recherche	95	146	116	150	130
dont financement par Innosuisse et les UE-PCRD*	191	179	166	222	189
ETH Zurich	57	74	55	72	72
EPFL	66	49	61	56	45
Etablissements de recherche	68	56	50	94	72
Contrats de collaboration avec le secteur public suisse	285	261	278	262	272
ETH Zurich	88	100	88	92	94
EPFL	54	43	51	47	46
Etablissements de recherche	143	118	139	123	132

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*). La définition des licences a été révisée en 2021. Cette catégorie ne comprend désormais plus les contrats avec transfert d'IP préalable ni les contrats pour des licences de logiciels d'une valeur de moins de 1000 CHF. Ceci est à prendre en compte lors de la comparaison avec les chiffres des années précédentes. Les déclarations d'inventions et de logiciels correspondent aux déclarations écrites adressées aux unités de transfert de technologie des institutions du Domaine des EPF dans l'année sous revue. Elles représentent les activités de la phase initiale du processus d'innovation et complètent ainsi les autres indicateurs TST. Les logiciels *Open Source* ne sont pas pris en compte.

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

Classements mondialement réputés (cf. fig. 15 et 16)

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 personnes diplômées), suivie du ratio entre l'effectif étudiant et l'effectif du corps enseignant (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 de performance académique ou de la recherche pour classer les institutions, notamment en fonction des prix Nobel et ou médailles Fields reçus

par leurs alumni et par leurs collaborateurs ainsi qu'en fonction du nombre de chercheur·ses fréquemment cités qui y travaillent. L'activité de publication des institutions est également évaluée sur la base du nombre d'articles publiés dans une sélection de journaux scientifiques parmi les plus renommés, en proportion du nombre de chercheur·es 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. 15) reposent sur cet indicateur.

Classements des hautes écoles

Fig. 15: Rangs occupé par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE, QS, ARWU et CWTS Leiden 2021/2022

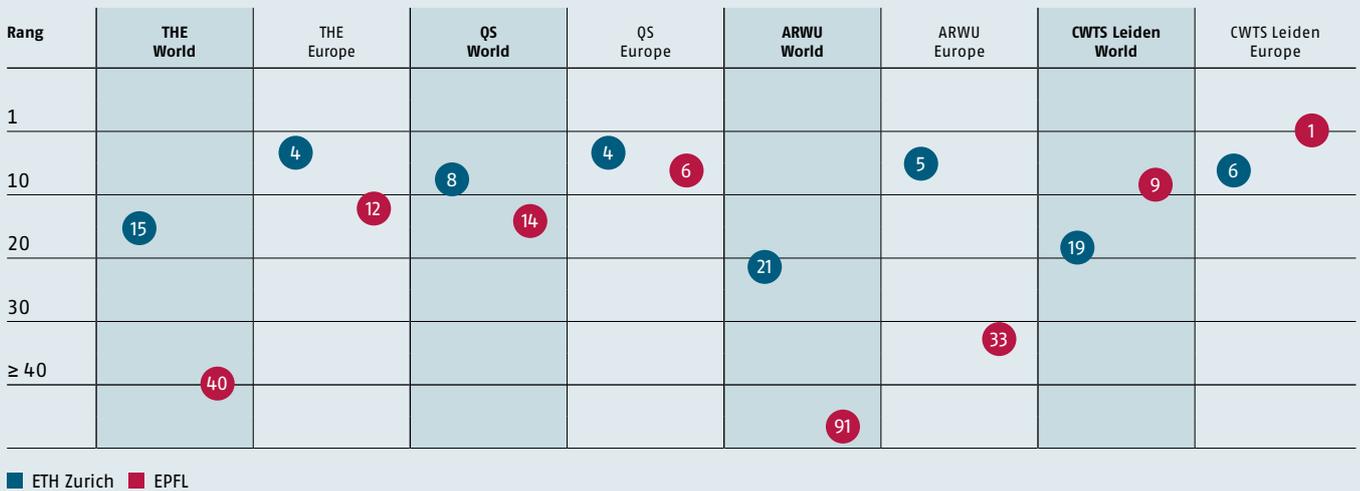


Fig. 16: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE et QS World Rankings 2012–2021



Personnel

Fig. 17: Effectifs et taux d'occupation selon les groupes de fonction

2021	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %	CT	EPT	T0-ø en %
Professeur·es (o. / a.)	595	568,4	95,5	115	110,8	96,3	710	679,2	95,7
Professeur·es avec tenure track	86	86,0	100,0	44	44,0	100,0	130	130,0	100,0
Professeur·es sans tenure track	30	29,2	97,3	17	16,2	95,3	47	45,4	96,6
Personnel scientifique	9 994	8 435,9	84,4	4 795	3 841,5	80,1	14 789	12 277,4	83,0
dont senior scientists et MER	690	661,8	95,9	115	105,4	91,7	805	767,2	95,3
Personnel technique	3 168	2 983,1	94,2	934	739,2	79,1	4 102	3 722,3	90,7
Personnel administratif	1 359	1 181,2	86,9	2 666	2 033,7	76,3	4 025	3 214,9	79,9
Apprenant·es	321	321,0	100,0	144	143,6	99,7	465	464,6	99,9
Total	15 553	13 604,8	87,5	8 715	6 929,0	79,5	24 268	20 533,8	84,6

Effectif de personnel et taux d'occupation (T0) des hommes et des femmes de tout le Domaine des EPF, répartis par groupes de fonction. Les *senior scientists* et les maîtres d'enseignement et de recherche (MER) ainsi que d'autres cadres supérieurs sont recensés séparément, mais toutefois comptés comme toujours dans le personnel scientifique. Les deux EPF comptent 6867 doctorant·es inscrit·es. Lorsqu'ils disposent d'un engagement au Domaine des EPF, ils sont comptés avec le personnel scientifique.

Fig. 18: Evolution du nombre de professeur·es

2021	2021			2020			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeur·es (o. / a.)	595	115	710	594	107	701	0,2	7,5	1,3
Professeur·es avec tenure track	86	44	130	93	41	134	-7,5	7,3	-3,0
Professeur·es sans tenure track	30	17	47	36	16	52	-16,7	6,3	-9,6
Total professeur·es	711	176	887	723	164	887	-1,7	7,3	0,0

Evolution du nombre de professeur·es des trois catégories: professeur·es ordinair·es ou associé·es, professeur·es assistant·es avec et sans tenure track conditionnelle. Les trois dernières colonnes montrent l'évolution en pourcentage par rapport à l'année précédente.

Catégories de professeur·es

Il existe plusieurs catégories de professeur·es, qui se différencient par leur position et par leurs conditions d'embauche. Aux deux EPF, des professeur·es ordinaires (o.) et associé·es (a.) ainsi que des professeur·es assistant·es avec et sans *tenure track* (TT) enseignent et font de la recherche. Les personnes avec TT peuvent bénéficier d'un contrat à durée indéterminée en tant que professeur·e o. ou a., à condition d'atteindre un objectif de performance défini. Les professeur·es o. et a. sont nommé·es pour une durée indéterminée, alors que les professeur·es assistant·es sont engagé·es sur la base d'un contrat d'une durée de quatre ans, reconductible pour quatre ans au maximum. Une prolongation d'un an est possible en cas de maternité/paternité ou pour tout motif important.

La collaboration avec d'autres universités ou instituts de recherche permet des doubles chaires et l'embauche de professeur·es affilié·es avec un taux d'occupation réduit.

En revanche, le titre de professeur·e titulaire décerné à des privat-docent·es particulièrement méritant·es, à des maître·s·ses d'enseignement et de recherche (MER) et à des chargé·es de cours est purement honorifique. L'«Ordonnance sur le corps professoral des EPF» ne s'applique pas à ces personnes.

Fig. 19: Origine du corps professoral

2021	Suisse			UE			Autres		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total
Professeur·es (o. / a.)	230	37	267	279	58	337	86	20	106
Professeur·es avec tenure track	9	4	13	45	21	66	32	19	51
Professeur·es sans tenure track	10	3	13	9	12	21	11	2	13
Total professeur·es	249	44	293	333	91	424	129	41	170

Nombre de professeur·es originair·es de Suisse, de l'UE et d'autres pays.

Fig. 20: Langue maternelle des collaborateur·trices



Langue maternelle des collaborateur·trices du Domaine des EPF en 2021. Les valeurs de de l'année précédente sont marquées entre parenthèses.

Fig. 21: Evolution de la part des collaborateur·trices étranger·ères selon les groupes de fonctions



Evolution de la part de collaborateur·trices étranger·ères par groupe de fonctions au cours des quatre dernières années (basée sur le nombre de contrats de travail).

Fig. 22 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. 23: 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	2020	784,6	6 041,1	3 004,7	2 776,3	12 606,7
	2021	778,0	6 086,9	3 045,9	2 853,3	12 764,1
	Δ 2020 / 2021	- 6,6	45,8	41,2	77,0	157,4
Fonds de tiers Promotion de la recherche (FNS, Innosuisse, autre), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE	2020	35,6	4 360,5	273,8	106,3	4 776,2
	2021	31,0	4 350,1	262,8	81,3	4 725,2
	Δ 2020 / 2021	- 4,6	- 10,4	- 11,0	- 25,0	- 51,0
Recherche axée sur l'économie, dons / legs	2020	34,4	1 593,3	397,5	236,3	2 261,5
	2021	45,6	1 835,6	413,6	285,1	2 579,9
	Δ 2020 / 2021	11,2	242,3	16,1	48,8	318,4
Total	2020	854,6	11 994,9	3 676,0	3 118,9	19 644,4
	2021	854,6	12 272,6	3 722,3	3 219,7	20 069,2
	Δ 2020 / 2021	0,0	277,7	46,3	100,8	424,8

Origine des fonds par groupe de fonctions (en EPT) en 2021 et par rapport à 2020. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenant·es (464,6 EPT) et les stagiaires.

Immobilier

Fig. 24: Origine des fonds des constructions du Domaine des EPF (en mio CHF)

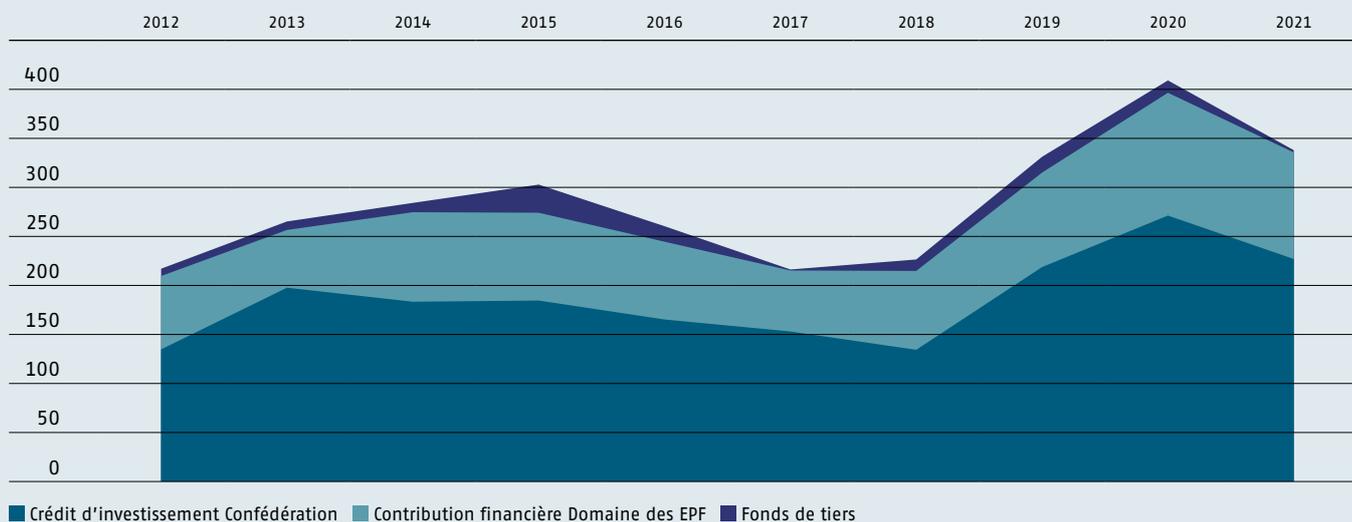
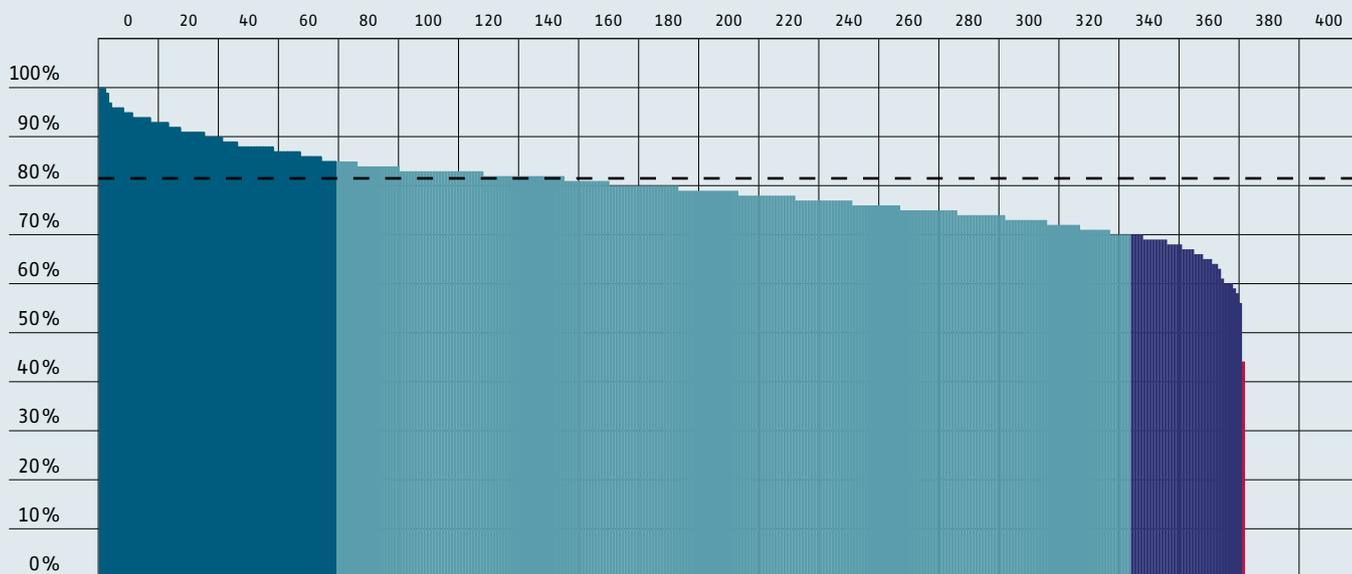


Fig. 25: Valeurs d'état au 31 décembre 2021



Nombre d'objets saisis: 382

- 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. 26: Evolution de la surface utile principale par institution en %

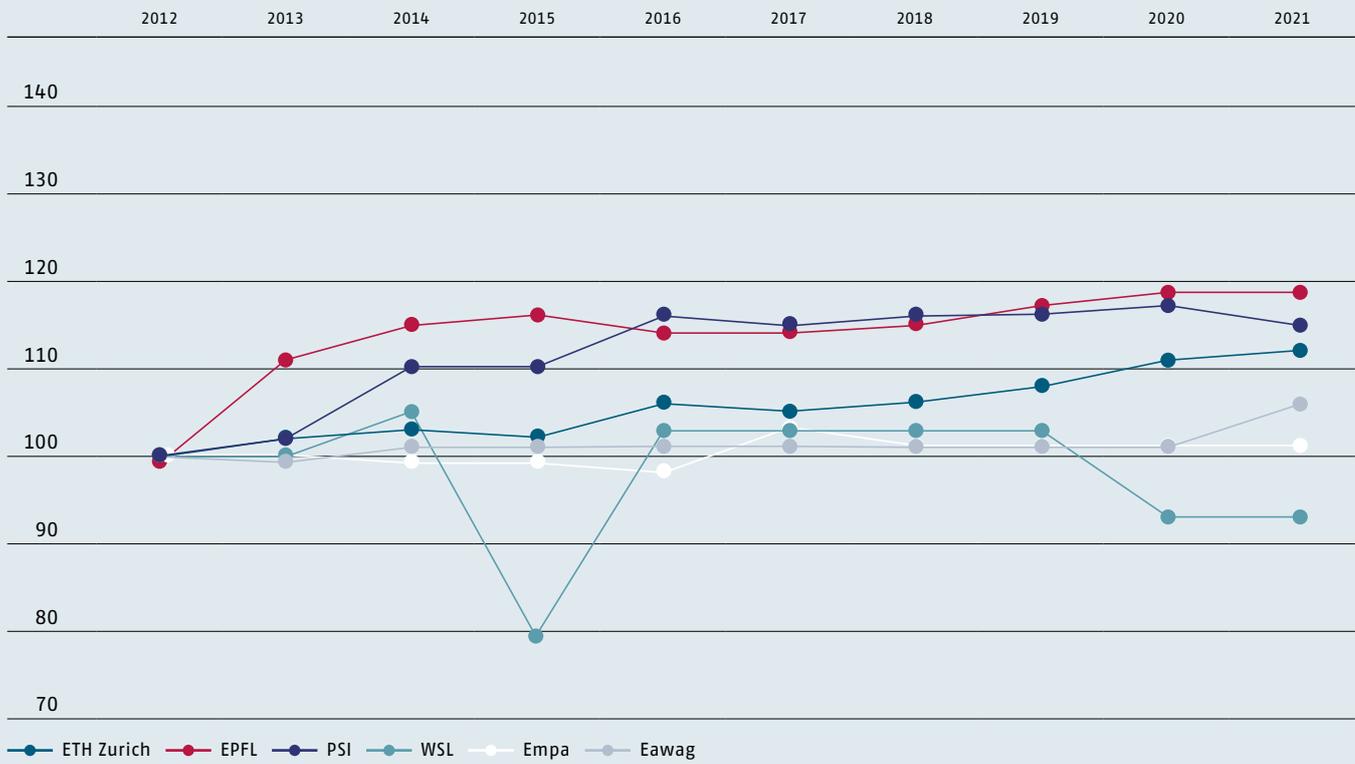


Fig. 27: Mix de surfaces (en 1000 m²)

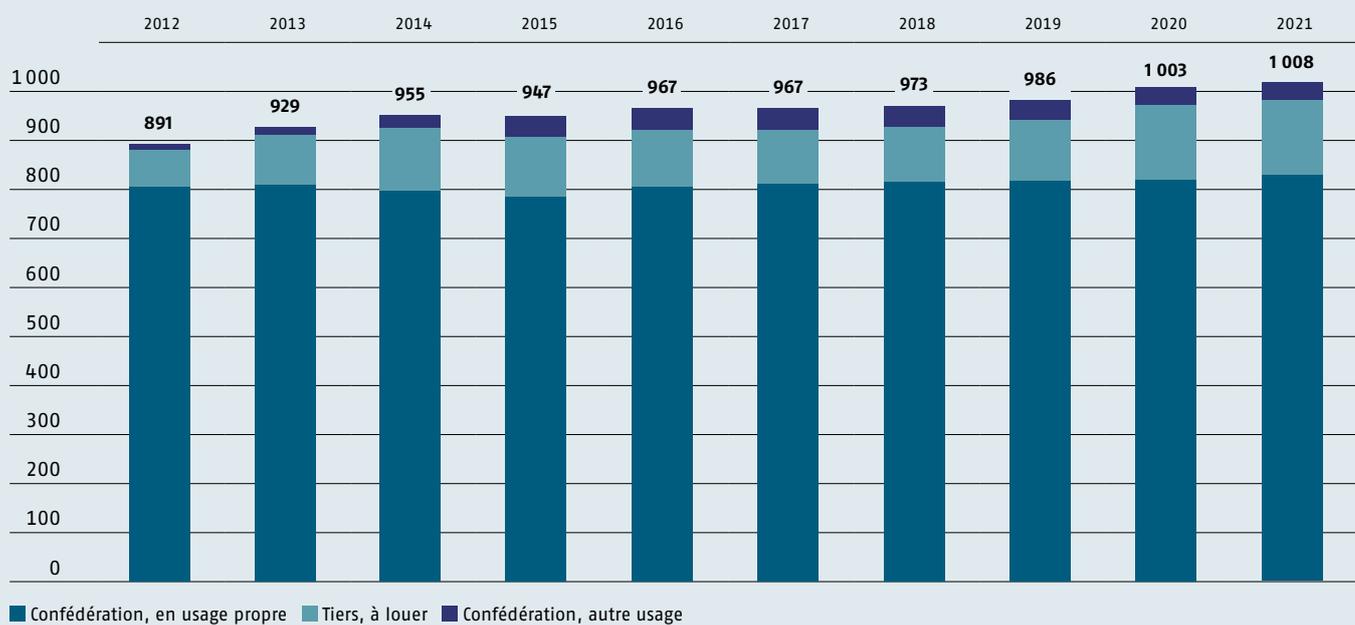


Fig. 28: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Bâtiments / installations							
Nombre	162	86	133	23	27	14	445
Valeur d'acquisition	3 653	1 714	639	103	368	127	6 603
Valeur comptable	1 234	839	212	41	82	67	2 475
Parcelles							
Nombre	67	20	14	15	4	4	124
Valeur comptable	693	243	30	24	63	10	1 064
Valeur comptable constructions en cours	478	63	17	6	22	2	589
Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives)							0
Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)	2 405	1 145	259	70	168	80	4 128
Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs)							262

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

Fig. 29: Investissements

1000 CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
Crédit d'investissement Confédération	140 300	39 000	22 560	4 370	18 500	2 020	226 750
pour construction neuve ou remplacement	60 349	11 873	17 027	4 111	14 507	1 133	109 000
pour maintien de la valeur et de la fonction	79 951	27 127	5 533	259	3 993	887	117 750
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur)	80 825	12 241	4 983	943	6 281	3 351	108 625
Fonds de tiers	1 009	0	0	0	1 323	0	2 332
Dépenses en construction des institutions	222 134	51 241	27 543	5 313	26 103	5 371	337 707
Surface utile principale SUP (en m ²)	509 480	290 670	110 750	18 230	58 880	19 920	1 007 930
Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²)	436	176	249	291	443	270	335

Investissements 2021 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'étudiant·es – serait peu significatif.

Environnement et énergie

Fig. 30: Données énergétiques et environnementales

		Domaine des EPF 2019	Domaine des EPF 2020	ETH Zurich Total	EPFL Total	PSI Total	WSL Total	Empa Total	Eawag Total	Domaine des EPF Tendance 2020 ¹
DONNÉES DE BASE										
Surface de référence énergétique SRE ²	m ²	1461445	1467944	693711	426168	170599	25924	123442	28100	1479455
Equivalent plein temps ³	EPT	38453	39941	22908	12406	2030	786	1131	680	41763
ENERGIE⁴										
Energie finale nette⁷	kWh / a	433 298 723	439 003 317	188 732 905	104 399 000	123 004 500	4 347 907	14 727 205	3 791 800	487 789 599
Electricité nette (sans autoprod.)	kWh / a	338 918 497	321 431 871	124 991 756	63 988 000	115 993 500	2 951 496	10 267 234	3 239 885	361 210 773
Achat d'électricité non certifiée	kWh / a	40 823 700	0	0	0	0	0	0	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh / a	298 094 797	321 431 871	124 991 756	63 988 000	115 993 500	2 951 496	10 267 234	3 239 885	
Electricité (sans <i>naturemade star</i>)	kWh / a	289 168 394	312 189 265	120 991 756	61 643 000	115 993 500	800 791	12 760 218	0	
Photovoltaïque <i>naturemade star</i>	kWh / a	2 085 076	2 080 997	0	2 000 000	0	0	0	80 997	
Hydraulique <i>naturemade star</i>	kWh / a	13 902 965	13 599 888	4 000 000	4 441 000	0	2 000 000	0	3 158 888	
Éolienne <i>naturemade star</i>	kWh / a	181 550	150 705	0	0	0	150 705	0	0	
Vente d'électricité	kWh / a	-7243188	-6 588 984	0	-4 096 000	0	0	-2 492 984	0	
Energie thermique	kWh / a	93 583 133	116 069 503	63 015 000	40 411 000	6 853 000	918 238	4 320 350	551 915	
Mazout	kWh / a	6 468 680	791 168	16 000	258 000	456 000	60 219	0	949	
Gaz naturel	kWh / a	61 567 793	80 275 186	36 672 000	39 434 000	0	0	4 164 329	4 857	
Chaleur à distance	kWh / a	51 263 195	59 197 109	50 872 000	719 000	6 397 000	0	663 000	546 109	
Copeaux de bois	kWh / a	1 099 290	858 019	0	0	0	858 019	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh / a	-26 815 825	-25 051 979	-24 545 000	0	0	0	-506 979	0	
Carburants (propres véhicules)	kWh / a	1 598 376	1 501 943	726 149	0	158 000	478 173	139 621	0	
Informations supplémentaires Energie										
Frais d'électricité et de production de chaleur ⁵	CHF / a	51 282 272	48 998 517	24 532 022	10 417 682	11 327 549	434 838	1 808 441	477 985	55 972 881
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh / a	2 820 765	914 989	238 371	0	14 566	130 410	363 293	168 349	
Total vente à des tiers	kWh / a	-34 059 013	-31 133 984	-24 545 000	-4 096 000	0	0	-2 492 984	0	
EAU (POTABLE)	M³	696 654	480 661	262 275	134 025	55 394	6 991	16 756	5 220	369 734
MATIÈRES										
Papier	kg	234 464	184 528	93 500	59 982	19 862	4 757	3 835	2 592	133 889
Papier de fibres nouvelles	kg	70 921	50 119	16 500	23 895	9 084	502	125	13	32 152
Papier recyclé	kg	163 543	134 409	77 000	36 087	10 778	4 255	3 710	2 579	101 737
INDICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT										
Energie primaire⁶	kWh / a	578 932 282	510 064 300	207 666 127	125 736 020	147 455 000	6 664 535	17 695 628	4 846 991	
Dont énergies renouvelables	%	66	66	57	51	93	58	69	80	
Emissions de t CO₂	t CO₂ / a	37 279	32 704	17 736	12 172	524	347	1 678	247	

1 Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2022.

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'étudiant·es 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	108
Comptes annuels consolidés*	112
Compte de résultat consolidé*	112
Bilan consolidé*	113

* Extrait du rapport financier 2021

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2021

Aperçu financier global

En 2021, les activités de recherche ont pu se poursuivre presque normalement, comme avant la pandémie, et les investissements ont atteint un niveau élevé. Suite à ces fortes dépenses, les liquidités ont diminué. Avec le financement fédéral, la Confédération assure au Domaine des EPF un financement de base solide pour son activité d'enseignement et de recherche et pour les investissements nécessaires.

Aperçu financier global du Domaine des EPF

L'aperçu financier global du Domaine des EPF présente les recettes et les dépenses qui sont enregistrées dans la période durant laquelle les fonds ont été reçus.

En revanche, les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF se basent sur le concept de la comptabilité d'exercice, c.-à-d. que les produits et les charges sont régularisés par période. Ils figurent à part, dans le rapport financier (www.cepf.ch/rapportfinancier2021). Un extrait des comptes annuels (bilan, compte de résultat) est disponible pour information à la fin de ce chapitre, aux pages 112 et 113.

Pour une vision d'ensemble des flux de trésorerie, l'aperçu financier global met en regard, aux côtés des

crédits du financement fédéral mis en compte sur le plafond de dépenses*, les recettes de fonds de tiers et les dépenses totales d'exploitation et d'investissement.

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 79. Seule la prise en compte du crédit d'investissement (apport de fonds) qui relève de l'OFCL (crédit A202.0134) 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.

En revanche, les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF (cf. rapport financier www.cepf.ch/rapportfinancier2021) n'intègrent pas le crédit d'investissement, mais la contribution fédérale aux loyers (crédit 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 2021. Les sources et les utilisations des fonds pour l'année de référence sont expliquées dans les sections suivantes.

* Des informations complémentaires sur le plafond de dépenses et les crédits se trouvent à la fin de ce chapitre.

Origine des fonds (recettes) en 2021

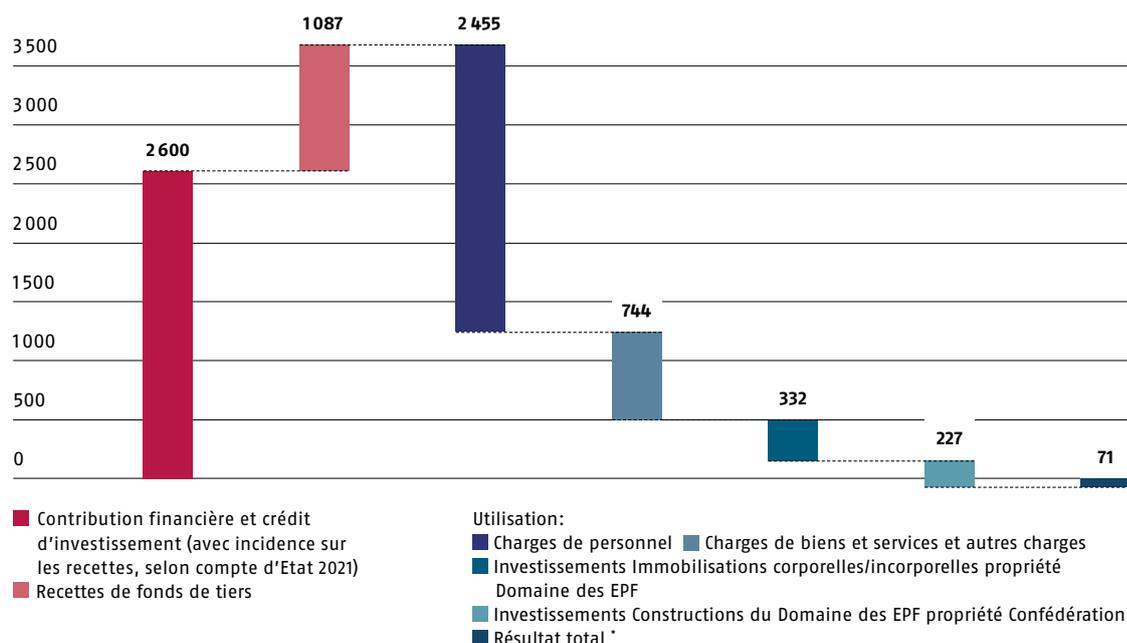
En 2021, le Domaine des EPF a perçu des crédits à hauteur de 2600 mio CHF. La contribution financière (crédit A231.0181) s'est élevée à 2373 mio CHF et le crédit d'investissement à 227 mio CHF. Par rapport à l'année précédente, il n'y a eu ni formation ni dissolution de réserves liées au niveau du crédit d'investissement, si bien que le Domaine des EPF a bénéficié d'au total 2600 mio CHF issus du financement fédéral (2020: 2626 mio CHF).

Les recettes consolidées de fonds de tiers se sont élevées à 1087 mio CHF (2020: 1093 mio CHF). Elles proviennent de contributions à la recherche axées sur des projets, de donations, de taxes d'études et d'autres recettes. De ce fait, le Domaine des EPF a fait état de 3687 mio CHF de recettes au total en 2021 (2020: 3719 mio CHF).

Affectation des fonds (dépenses) en 2021

Les fonds financent d'une part les charges de personnel dans l'enseignement, la recherche et l'administration, 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 2021, les dépenses se sont élevées à 3758 mio CHF au total, soit 105 mio CHF de plus que l'année précédente (3653 mio CHF). La majeure partie des fonds, autour de 65% du volume total des dépenses, a été allouée au personnel, comme en 2020. Les investissements ont légèrement diminué et représentent 15% des dépenses totales (2020: 20%). Le montant des charges de biens et services et autres charges (2021: 20%, 2020: 19%) pour l'infrastructure et pour des projets dans l'enseignement et la recherche dépend de nombreux facteurs (cf. le rapport financier www.cepf.ch/rapportfinancier2021). Après son recul en 2020 pour cause de pandémie, il a à nouveau augmenté en 2021 et contribué à la hausse des dépenses, aux côtés des charges de personnel plus élevées elles aussi.

Fig. 31: Les recettes (3 687 mio CHF) et leur utilisation
mio CHF



* Le résultat total (71 mio CHF consolidés) est inférieur de 39 mio CHF au résultat de l'exercice consolidé selon IPSAS (110 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).

Charges de personnel

Totalisant 2455 mio CHF, ces charges sont de 65 mio CHF supérieures à celles de 2020 (2390 mio CHF). En 2021, 20 069 équivalents plein temps (EPT: valeurs au jour de référence) ont été financés, répartis sur 23 803 contrats de travail (CT) (2020: 19 644 EPT). L'augmentation des charges de personnel est essentiellement due à la création de postes supplémentaires (+ 425 EPT, + 2%). Une partie des charges de personnel supplémentaires a été utilisée pour gérer le système salarial et financer la hausse des cotisations sociales de l'employeur aux assurances sociales et à la prévoyance.

Le financement fédéral finance la majeure partie des EPT (2021: 12 764 EPT), pour lesquels près de 1740 mio CHF ont été dépensés en 2021 selon le recensement statistique et imputés au financement fédéral (contribution financière de la Confédération). Le financement fédéral a financé 157 EPT de plus qu'en 2020. Les contributions à la recherche de la Confédération et de l'UEPCRD ont financé 4 725 EPT. Les fonds issus de la coopération avec le secteur privé et de dons / legs ont alimenté 2 580 EPT. Par rapport à 2020, ces derniers équivalents plein temps en particulier ont augmenté, financés à partir de fonds de tiers (+ 318 EPT, soit + 14%).

Les cotisations de l'employeur en pourcentage de la rétribution du personnel (sans tenir compte d'IPSAS 39) se sont élevées à 20,6% en 2021. Le budget 2021 repose sur un taux forfaitaire de cotisations de l'employeur de 21,55%, comme pour la Confédération (Office fédéral du personnel OFPER). Le taux effectif de cotisations de 2021 est donc inférieur au taux de cotisations utilisé pour le calcul.

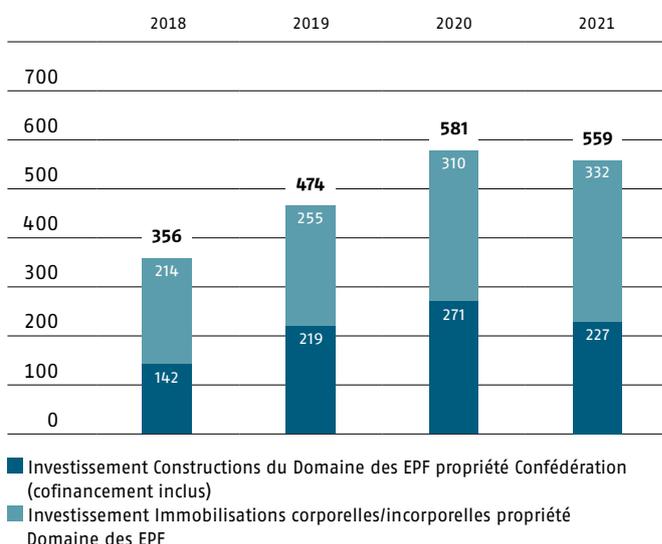
Investissements

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 le patrimoine construit utilisé par le Domaine des EPF.

Par rapport à 2020, le volume d'investissement a légèrement reculé (2021: 559 mio CHF; 2020: 581 mio CHF). La figure 32 représente l'évolution des investissements totaux. L'activité de construction fut moins soutenue que l'année précédente, mais les investissements dans des immobilisations corporelles se sont multipliés, par exemple dans les superordinateurs du CSCS (ETH Zurich) à Manno (TI), dans des appareils du Centre Dubochet à l'EPFL et du NEST à l'Empa, ainsi que dans l'achèvement de la ligne de faisceaux Athos et dans le démarrage de la mise à niveau de la SLS 2.0 au PSI. Les aménagements de locaux pour adaptation aux besoins des locataires se sont poursuivis à niveau élevé. Des capitaux ont été consacrés à des aménagements sur le campus Höggerberg et le campus Bâle (D-BSSSE) de l'ETH Zurich, ainsi que sur le campus Empa-Eawag.

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

Fig. 32: Evolution du volume total des investissements (en mio CHF)



Plafond de dépenses et crédits

Plafond de dépenses 2021–2024

Pour la mise en œuvre de sa planification stratégique 2021–2024, le Conseil des EPF a demandé une croissance annuelle \emptyset de 3,1% (dont 1% d'inflation) pour le Domaine des EPF dans sa planification des besoins financiers, cf. le Message FRI 2021–2024 du 26 février 2020/feuille fédérale 2020 3770. Ceci correspondait à un plafond de dépenses 2021–2024 de max. 11053 mio CHF.

Du fait de la planification financière de la Confédération et des priorités définies dans le domaine FRI, cette demande n'a pas pu être honorée dans l'ampleur attendue. Dans le Message FRI 2021–2024, le Conseil fédéral a demandé un plafond de dépenses à hauteur de 10 810,7 mio CHF (croissance annuelle \emptyset : 2,5%, base: prévisions budgétaires 2020, 2556,2 mio CHF).

La figure 33 récapitule le plafond de dépenses et les crédits pour le Domaine des EPF durant la période FRI 2021–2024.

Crédits autorisés en 2021

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'investissement Constructions du Domaine des EPF). Avec l'AF la sur le budget 2021, les Chambres fédérales ont approuvé un total de 2600,1 mio CHF pour les deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses. Le montant approuvé correspondait au budget 2021 demandé. L'augmentation par rapport au résultat 2020 (2596,1 mio CHF) se chiffrait donc à 4,0 mio CHF (+ 0,2%).

Fig. 33: Plafond de dépenses et crédits du Domaine des EPF pour la période FRI 2021–2024

mio CHF

	2588,0	2660,9	2740,1	2821,7	10 810,7
Réalisé 2021	2 373,9	- 226,8			2 600,1
VA 2022		2 462,3	- 203,9		2 666,2
FP 2023			2 484,3	237,8	2 722,1
FP 2024				2 523,3	2 523,3
Non sollicité temporairement*				259,8	259,8
					39,3

* Le plafond de dépenses (10771,4 mio CHF) a été utilisé temporairement à 99,6%.

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

Comptes annuels consolidés

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

mio CHF	Annexe	Budget 2021	Réalisé 2021	Réalisé 2020	Ecart Réalisé absolu
Contribution financière de la Confédération		2 373	2 373	2 355	18
Contribution aux loyers		230	230	244	-14
Financement fédéral	7	2 604	2 604	2 600	4
Taxes d'études, formation continue	8	56	56	50	6
Fonds National Suisse (FNS)		270	268	263	5
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse)		51	41	51	-9
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle)		84	87	80	7
Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRD)		156	160	146	14
Recherche axée sur l'économie (secteur privé)		151	136	136	-
Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales)		85	95	98	-3
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques	9	798	788	774	14
Dons et legs	10	79	122	142	-19
Autres produits	11	122	127	114	13
Produits d'exploitation		3 658	3 697	3 680	17
Charges de personnel	5, 12, 28	2 343	2 426	2 490	-64
Charges de biens et services	13	958	893	885	8
Amortissements	21, 23	252	266	255	11
Charges de transfert	14	149	56	51	4
Charges d'exploitation		3 702	3 641	3 682	-41
RÉSULTAT D'EXPLOITATION		-44	56	-3	59
RÉSULTAT FINANCIER	15	-3	26	11	15
Résultat des entités associées et co-entreprises	20	-	28	32	-4
RÉSULTAT DE L'EXERCICE		-47	110	41	69

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	31.12.2021	31.12.2020	Ecart absolu
ACTIF CIRCULANT				
Liquidités et placements à court terme	16	1862	1968	-106
Créances à court terme sur transactions sans contrepartie	17	637	616	21
Créances à court terme sur transactions avec contrepartie	17	73	60	14
Placements financiers et prêts à court terme	22	488	464	25
Stocks	18	12	10	2
Actifs de régularisation	19	70	63	7
Total de l'actif circulant		3143	3181	-38
ACTIF IMMOBILISÉ				
Immobilisations corporelles	21	2032	1967	65
Immobilisations incorporelles	21	60	62	-2
Créances à long terme sur transactions sans contrepartie	17	979	971	7
Créances à long terme sur transactions avec contrepartie	17	-	-	-
Participations dans des entités associées et co-entreprises	20	271	242	29
Placements financiers et prêts à long terme	22	64	52	12
Cofinancements	23	114	118	-5
Total de l'actif immobilisé		3518	3412	106
TOTAL DE L'ACTIF		6661	6592	69
CAPITAUX DE TIERS				
Engagements courants	24	168	189	-21
Engagements financiers à court terme	25	14	19	-4
Passifs de régularisation	26	179	151	28
Provisions à court terme	27	105	108	-3
Capitaux de tiers à court terme		466	467	-1
Fonds de tiers affectés	29	1605	1608	-3
Engagements financiers à long terme	25	327	335	-8
Engagements nets de prévoyance	28	615	1087	-473
Provisions à long terme	27	604	610	-6
Capitaux de tiers à long terme		3150	3640	-489
Total des capitaux de tiers		3616	4106	-490
CAPITAUX PROPRES				
Réserves de réévaluation		424	-27	452
Réserves d'entités associées	20	271	242	29
Dons, soutiens financiers, cofinancements*		953	912	42
Autres capitaux propres*		1397	1360	37
Total des capitaux propres		3045	2486	559
TOTAL DU PASSIF		6661	6592	69

* Les valeurs pour 2020 ne correspondent pas à celles publiées dans le Rapport financier 2020. Elles ont été modifiées en raison de l'adaptation rétroactive de l'inscription au bilan et de la saisie des catégories de réserves, qui ont été redéfinies en 2021. Veuillez consulter l'annexe 2, chapitre «Adaptation des valeurs de l'année précédente (retraitement)».

Mentions légales

Editeur: Conseil des EPF, Haldeliweg 15, 8092 Zurich /
Hirschengraben 3, 3011 Berne, Suisse
Direction du projet et rédaction: Communication du Conseil des EPF,
kommunikation@ethrat.ch
Conception graphique et mise en page: Hej GmbH, Zurich
Reportages: Lüchinger Publishing, Zurich et Ori Schipper, Berne,
ainsi que les institutions du Domaine des EPF
Photographie: Kellenberger Kaminski Photographie, Uster
ou selon crédit photo
Traductions, relecture: Apostroph Zürich AG, Zurich
Système de publication: mms solutions AG, Zurich
Impression: Urs Zuber AG, Reinach
Clôture de la rédaction: 10 mars 2022

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/rapportdegestion2021.

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. 11–34) 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:

- toutes et 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) ainsi que
- les responsables et collaborateurs de l'état-major du Conseil
des EPF et des institutions du Domaine des EPF.

© Conseil des EPF, mars 2022



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

520 professeures et professeurs, 23 900 étudiantes et étudiants, 3000 collaboratrices et collaborateurs dans le secteur administratif et 6400 dans le secteur scientifique venus de plus de 120 pays sont réunis à l'ETH Zurich pour enseigner, se former, effectuer des recherches et travailler. En lien avec la communauté scientifique mondiale et ancrés en Suisse par les pôles de recherche nationaux. Tous les ans, plus de 5000 jeunes obtiennent leur diplôme et vont apporter leurs connaissances aux entreprises suisses. Ou fondent l'une des près de 30 spin-off qui voient le jour chaque année en moyenne dans des domaines d'avenir comme la nanotechnologie, la medtech, la cybersécurité ou l'informatique. 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 12000 étudiantes et étudiants, doctorantes et doctorants originaires 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 2021, l'EPFL a donné naissance à 32 spin-off, soit plus de 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 et étudie 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

Ils développent l'offre d'enseignement et de recherche en science quantique: les professeurs de l'ETH Zurich Andreas Wallraff (à g.) et Lukas Novotny (cf. p. 15).

Dernière page

Ils traquent les toxines naturelles dans le Greifensee: la chercheuse de l'Eawag Elisabeth Janssen (au milieu) avec la technicienne Thea Bulas (à g.) et le civiliste Jonathan Held lors d'un prélèvement d'échantillons (cf. p. 32).



Conseil des EPF
Conseil des écoles
polytechniques fédérales

Zurich:
Händeliweg 15
8092 Zurich
Suisse

Berne:
Hirschengraben 3
3011 Berne
Suisse

www.cepf.ch