

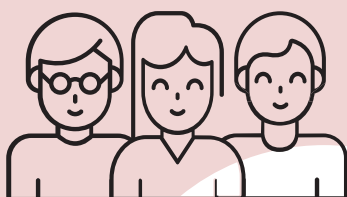
RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2022



Domaine des EPF

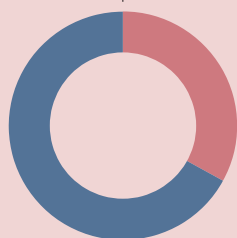
FAITS & CHIFFRES 2022

Corps étudiant et doctoral



37 116

étudiant·es et
doctorant·es



32,4%

proportion de femmes

Personnel

en contrat de travail

14 690

personnel
scientifique

4 163

personnel
technique

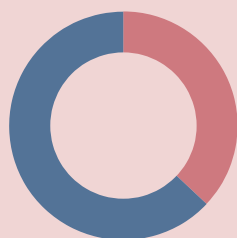
4 154

personnel
administratif



24 375

collaborateurs·trices,
y c. professeur·es,
doctorant·es et apprenant·es



36,4%

proportion
de femmes

463

apprenant·es

Corps professoral

905

85 nominations,
dont

60 personnes nouvellement
nommées

25 promotions

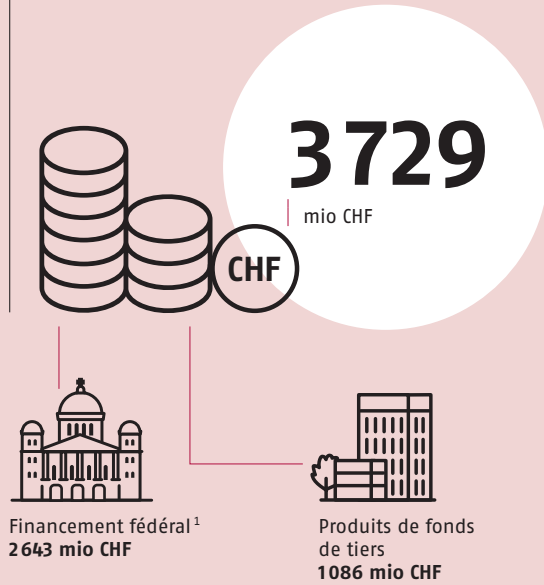


41,7%

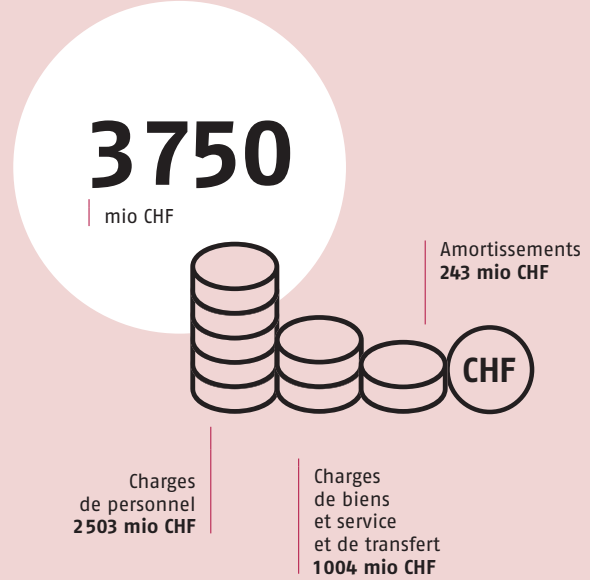
proportion de femmes
dans les nouvelles
nominations



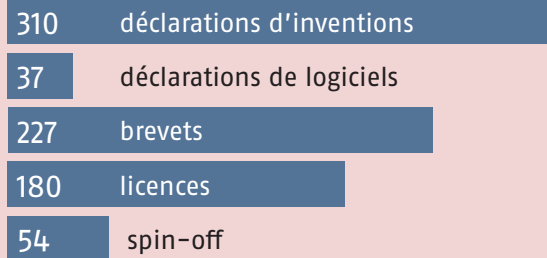
Produit total



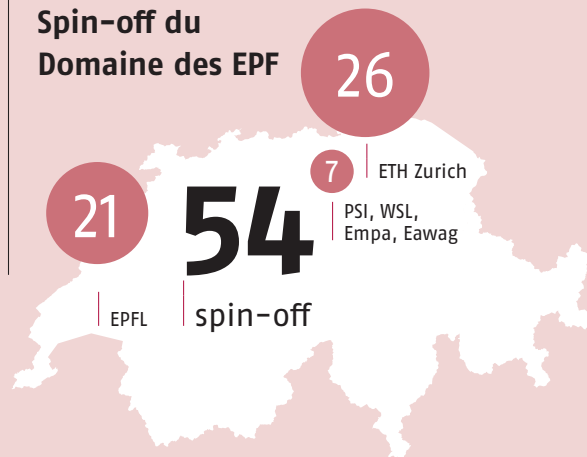
Charges d'exploitation



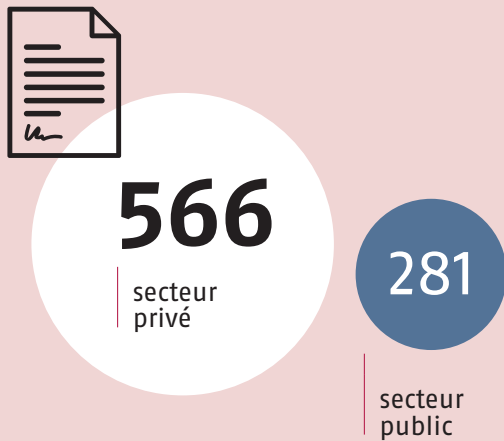
Transfert de savoir et de technologie



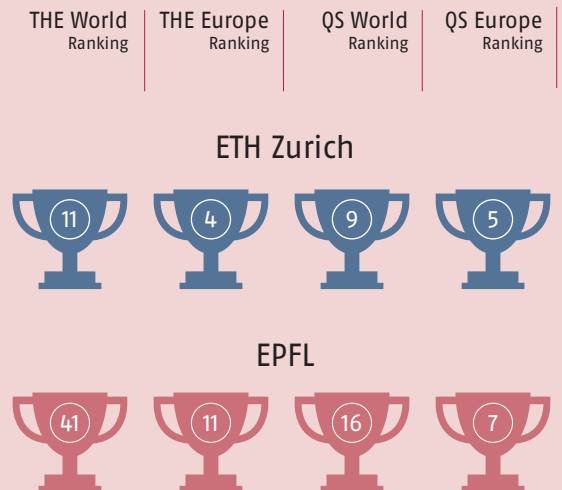
Spin-off du Domaine des EPF



Nombre de contrats de collaboration²



Classements des hautes écoles

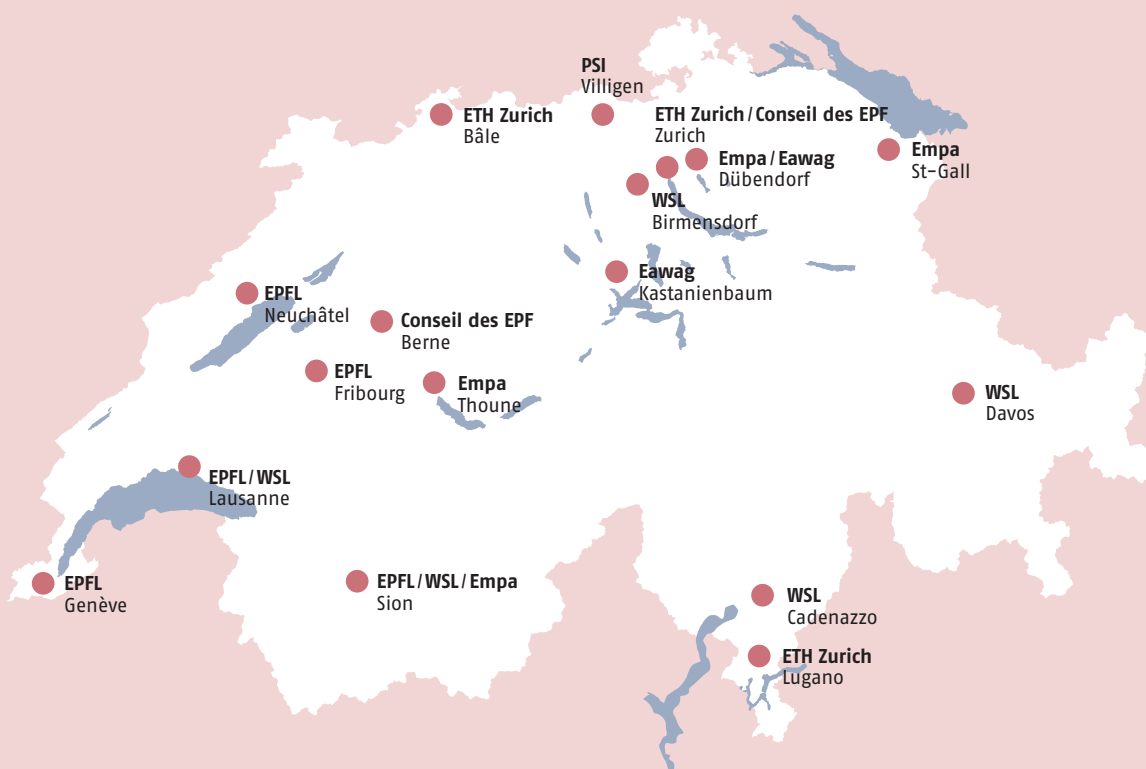


¹ Financement fédéral selon les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF

² D'un volume d'au moins 50 000 CHF

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 37 000 étudiantes et étudiants ainsi que doctorantes et doctorants et un corps professoral de près de 900 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

Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2022

| | |
|---------------------------|-----|
| 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 | 112 |

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2022

Table des matières



Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

Unir les forces face aux défis mondiaux

Après deux ans marqués par le coronavirus, l'enseignement en présentiel et les cours pratiques sur place ont de nouveau eu lieu en 2022. Mais la guerre en Ukraine et la situation tendue dans le domaine de l'énergie ont encore imposé une certaine flexibilité opérationnelle ainsi que la consultation et la catégorisation d'un point de vue scientifique.

12

Domaine des EPF: quand les crises se superposent

La recherche pour la gestion de crises

La disparition des espèces, le réchauffement climatique et l'accumulation des phénomènes météorologiques extrêmes, sans oublier les incertitudes liées à l'approvisionnement énergétique et à la transformation numérique: nous vivons des temps difficiles marqués par différentes crises. Les scientifiques du domaine des EPF ont beaucoup à faire.



ETH Zurich: start-up connaissant un succès mondial

Avec passion pour une idée

La société Climeworks, active dans la technologie environnementale, ou GetYourGuide, engagée dans le tourisme, sont deux des quatre spin-off de l'ETH Zurich qui ont atteint une valeur de marché d'un milliard de dollars. Toutes deux sont des exemples emblématiques de la manière dont des start-up peuvent connaître le succès. Pour Johannes Reck, fondateur de GetYourGuide, le temps passé à l'ETH Zurich a été déterminant.

EPFL: portrait de Maryna Viazovska

«La magie de 8 et 24»

Maryna Viazovska, professeure de théorie des nombres, a résolu une question mathématique qui hantait les scientifiques depuis des siècles: comment emballer des sphères dans un espace multidimensionnel de manière optimale, symétrique et en remplissant l'espace. Elle a reçu pour ses recherches la médaille Fields.





PSI: imagerie à la SLS

L'imagerie à l'étape supérieure

Marianne Liebi (à droite) et Adrian Wanner sont de jeunes scientifiques qui rendent visibles la nanostructure d'échantillons macroscopiques, comme des os ou du tissu cérébral, sur des images tridimensionnelles à haute résolution. Et ce, grâce aux données de mesure que leur fournissent les rayons X de la SLS du PSI.



Empa: science des matériaux dans le domaine quantique

«Chaque atome compte»

Des chercheuses et chercheurs de l'Empa ont développé de nouveaux matériaux en carbone qui, en utilisant les effets quantiques, présentent des propriétés électroniques et magnétiques jusqu'ici inégalées. Gabriela Borin Barin (à droite), scientifique et membre de l'équipe de Roman Fasel, directeur du laboratoire *nanotech@surfaces* de l'Empa.



WSL: recherche environnementale et intelligence artificielle

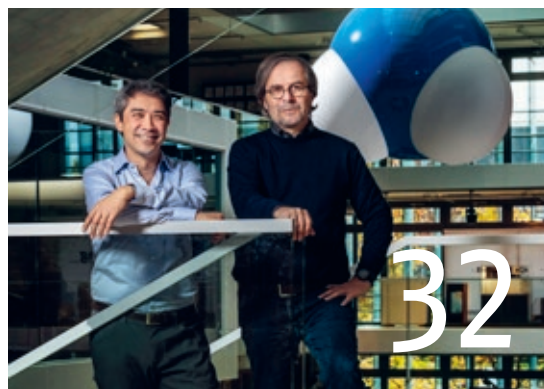
L'intelligence artificielle pour prévoir les avalanches

Les technologies numériques, comme l'intelligence artificielle, permettent d'accéder à de vastes banques de données et à de nouvelles connaissances dans la recherche environnementale. Le WSL utilise très largement ces possibilités, notamment dans l'étude de la neige et des avalanches. Sur la photo: Jürg Schweizer, directeur du SLF.

Eawag: infrastructures hydrauliques modulaires

Le nouveau standard de référence?

Le traitement des eaux usées urbaines fonctionne depuis toujours selon un système simple: elles sont acheminées via les canalisations dans des stations d'épuration centralisées, où elles sont traitées. Un projet de recherche interdisciplinaire de l'Eawag, mené par les professeurs Bernhard Truffer (à droite) et Max Maurer, ébranle cet axiome et plaide pour un système hybride avec des stations décentralisées.



PRÉFACE



Président du Conseil des EPF:
Michael O. Hengartner

Chères lectrices,
chers lecteurs,

«Est-ce que cela va s'arrêter un jour?», telle est la question que tout le monde se pose en ce moment, comme se l'était aussi posée le conseiller fédéral Moritz Leuenberger en 2001, année de toutes les catastrophes. A peine la crise du coronavirus surmontée, voilà que la Russie attaque l'Ukraine. Les institutions du Domaine des EPF ont agi rapidement afin de soutenir les étudiantes et étudiants ainsi que les chercheuses et chercheurs ukrainiens. Elles leur ont par exemple offert la possibilité de travailler dans le Domaine des EPF, de prolonger leurs contrats à durée déterminée ou ont mis des logements à la dispositions des nouvelles collaboratrices et nouveaux collaborateurs. Les répercussions de la guerre se feront encore longtemps ressentir dans le monde, mais aussi au sein du Domaine des EPF.

Malgré cette période difficile, l'objectif du Domaine des EPF reste d'offrir des performances de pointe à la Suisse et au monde. Nous voulons continuer d'investir fortement dans la formation de la future main d'œuvre qualifiée dans les branches MINT, dans les champs de recherche essentiels pour la Suisse et sa population, dans le transfert de connaissances et de technologies pour l'économie, la Confédération, les cantons et communes ainsi que dans les

infrastructures de recherche nationales et internationales. Pour que le Domaine des EPF puisse maintenir l'excellent niveau de ses prestations et continuer à prospérer, trois facteurs sont incontournables: l'ouverture internationale, l'autonomie et un financement stable et fiable. Malheureusement, deux de ces facteurs de réussite sont en péril.

D'une part, la Suisse n'est toujours pas associée à *Horizon Europe*. Par conséquent, les institutions du Domaine des EPF ne cessent de perdre de leur attractivité; leurs réseaux internationaux s'appauvrissent, ce qui pourrait déboucher sur des pertes financières. Le Conseil des EPF se félicite des mesures du Conseil fédéral visant à atténuer les effets négatifs de cette non-association. Pour que la Suisse reste au sommet du classement mondial, des investissements et instruments supplémentaires seront néanmoins nécessaires afin d'attirer et de conserver les meilleurs scientifiques dans notre pays.

D'autre part, le Conseil des EPF est très inquiet quant aux perspectives financières de la Confédération. Au vu de l'important déficit prévu, des augmentations d'impôts ou une diminution des prestations sont à prévoir. Les dépenses non liées, dont

font partie le domaine FRI et le Domaine des EPF, sont particulièrement menacées. Or, un financement suffisant et stable de la part de la Confédération est indispensable pour permettre au Domaine des EPF de remplir sa mission d'enseignement, de recherche et de transfert de technologies au profit de l'économie et de la société suisses.

Avec le message FRI 2025-2028, le Conseil fédéral et le Parlement établissent actuellement les bases de l'avenir du paysage FRI suisse, et également de l'avenir de notre pays. Face aux grands défis de notre temps tels que la crise climatique et énergétique, la pénurie de main-d'œuvre qualifiée, la numérisation ou la cybersécurité, il est important non pas de réduire, mais de renforcer la formation et la recherche. Je tiens à vous remercier, vous qui vous engagez en faveur de l'établissement d'un pôle de formation et de recherche solide en Suisse. Je suis convaincu que ces efforts en valent la peine et porteront leurs fruits.

Zurich / Berne, janvier 2023



Michael O. Hengartner,
président du Conseil des EPF

Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

UNIR NOS FORCES FACE AUX DÉFIS MONDIAUX

Après deux années marquées par la pandémie de coronavirus, l'enseignement en présentiel et les cours pratiques sur place ont de nouveau eu lieu normalement en 2022, ce qui a aussi été apprécié par les étudiantes et étudiants. La guerre en Ukraine et la situation tendue dans le domaine de l'énergie ont de nouveau imposé une certaine flexibilité opérationnelle ainsi que la consultation et la catégorisation d'un point de vue scientifique. Au cours de cet exercice, le Conseil des EPF a adopté le Plan stratégique pour le Domaine des EPF pour les années 2025–2028 et fixé cinq priorités stratégiques. Le Conseil des EPF reste préoccupé par la situation non résolue relative à l'association au programme de recherche Horizon Europe.

Enseignement et campus: un an de fonctionnement (quasiment) normal

Avec le retour progressif à la normale, l'enseignement dans les institutions du Domaine des EPF a pu également reprendre sans restriction en 2022. Durant la pandémie, le passage à l'enseignement exclusivement numérique a été un succès grâce à une situation de départ favorable et à un grand engagement de la part du corps enseignant. L'ETH Zurich et l'EPFL continuent de recourir de diverses manières à des technologies et méthodes numériques dans leurs cours. Mais l'accent est de nouveau mis sur le statut d'université traditionnelle. L'expérience acquise durant la pandémie révèle clairement l'importance de l'enseignement en présentiel et des cours pratiques sur place. Le contact étroit entre le corps enseignant et les étudiantes et étudiants, ainsi que les relations sociales parmi les étudiantes et étudiants, sont très importants non seulement pour le bien-être, mais aussi pour la réussite des études.

La flexibilité et la gestion de crise ont de nouveau été indispensables durant l'exercice, lorsque les conséquences de l'invasion de l'Ukraine par la Russie se sont manifestées en Suisse. Les institutions du Domaine des EPF ont fait preuve de solidarité en proposant différentes offres de soutien aux étudiantes et étudiants ainsi qu'aux chercheuses et chercheurs touchés par la guerre. L'ETH Zurich a permis par exemple à une douzaine d'étudiantes et d'étudiants ukrainiens de commencer un nouveau programme d'études passerelle d'un à deux semestres. Au niveau opérationnel, la situation tendue dans le domaine de l'énergie a conduit les institutions du Domaine des EPF à réaliser des économies d'énergie à court terme, en collaboration avec l'administration fédérale, par exemple en réduisant la température de chauffage. Comme le Domaine des EPF a des besoins élevés en énergie, dus notamment à ses grandes infrastructures de recherche, et doit disposer d'un approvisionnement fiable en énergie, le Conseil des EPF a adopté à l'automne 2022 une série de



› Image symbolique: Novikov Aleksey/Shutterstock

mesures de l'ordre de 10 mio CHF pour diminuer encore la consommation d'énergie, produire de l'énergie renouvelable supplémentaire et réduire les émissions de CO₂ d'environ 4% supplémentaires.

Les différents défis de ces dernières années ont peut-être aussi un impact sur le choix des études des étudiantes et étudiants en bachelor dans le Domaine des EPF. Les nouvelles admissions au semestre d'automne 2022 révèlent p. ex. que les sciences naturelles et sciences de l'ingénieur ont de plus en plus de succès. Le nombre de nouveaux étudiants et étudiantes en bachelor à l'ETH Zurich a diminué de près de 7% par rapport à l'année précédente, ce qui correspond à un retour à la normale après la forte augmentation due à la pandémie de coronavirus. A l'EPFL, on constate une hausse de 15% du nombre de personnes qui entament des études de bachelor. La stratégie de développement du nombre d'étudiantes et étudiants et doctorantes et doctorants adoptée par le Conseil des EPF au cours de l'exercice porte sur la gestion du nombre élevé de candidatures pour des études au sein des deux EPF. Son premier objectif reste le maintien de la haute qualité de l'enseignement, si possible sans restreindre l'accès aux filières.

Recherche, TST et Open Science: pour une Suisse forte

A l'été 2022, le Conseil des EPF a adopté le Plan stratégique pour le Domaine des EPF pour les années 2025–2028. Le Conseil des EPF souhaite notamment promouvoir cinq priorités stratégiques, lesquelles tiennent compte aussi d'initiatives conjointes des institutions. Dans les deux priorités «énergie, climat et durabilité de l'environnement» et «engagement et dialogue avec la société», une série d'initiatives conjointes ont déjà été approuvées au cours de l'exercice pour une mise en œuvre immédiate. Il s'agit par exemple de développer des matériaux durables à base de déchets issus de la production alimentaire ou de promouvoir l'utilisation du bois dans l'industrie de la construction. D'autres initiatives conjointes portent sur les effets du changement climatique sur les écosystèmes, la biodiversité et la sécurité énergétique. Différentes formes de dialogue doivent en outre favoriser la compréhension mutuelle entre la science et la société. Ici aussi, des thèmes tels que la durabilité, la réduction des gaz à effet de serre et l'énergie jouent un rôle essentiel.

Ces initiatives conjointes permettent aux institutions de renforcer la collaboration et la coordination au sein du Domaine des EPF et de servir les intérêts de la Suisse en développant et en ancrant à long terme

des solutions aux défis mondiaux de notre temps. Un financement stable par la Confédération est indispensable et revêt une importance capitale dans le contexte financier actuel très tendu. Les moyens correspondants pour le Domaine des EPF seront demandés au Parlement dans le cadre du message FRI 2025–2028.

L'engagement pour une Suisse forte requiert aussi une étroite collaboration entre le Domaine des EPF et l'économie suisse. Le transfert de connaissances et de technologies doit permettre de renforcer la capacité d'innovation et la compétitivité et de générer des emplois et de la valeur ajoutée. Les start-up jouent ici un rôle de plus en plus important. Le grand nombre de spin-off créées par l'ETH Zurich, l'EPFL et les établissements de recherche montre clairement l'important potentiel d'innovation du Domaine des EPF (cf. aussi p. 97). Le reportage sur les spin-off issues de l'ETH Zurich (cf. p. 15 s) fournit un aperçu de deux entreprises particulièrement prospères.

Des améliorations ciblées des conditions-cadres doivent continuer à renforcer le transfert de technologie en Suisse. Des initiatives correspondantes au niveau fédéral vont de la décision d'orientation du Conseil fédéral pour un fonds suisse d'innovation à l'été 2022 à une palette de mesures au niveau opérationnel visant à accélérer le transfert de savoir et de technologie. Les institutions du Domaine des EPF apportent ici tout leur savoir-faire.

Les dimensions de transfert et d'application innovante de connaissances sont aussi des éléments importants de l'*Open Science*. Un maillon central de la science ouverte est le domaine *Open Research Data* (ORD). De nouveaux développements technologiques facilitent la diffusion et l'utilisation conjointe de grands et petits ensembles de données. Avec un programme d'encouragement et d'amélioration des pratiques ORD, les institutions du Domaine des EPF s'engagent dans les années 2021–2024 en faveur d'un environnement de recherche qui soutient l'ORD. Le Domaine des EPF participe aussi aux activités menées à l'échelle nationale dans le cadre de la stratégie ORD nationale et fait partie de l'*ORD Strategy Council* créé en 2022.

Science et politique: compréhension mutuelle

La collaboration entre la science et la politique a été évoquée à plusieurs reprises durant l'exercice dans le cadre du travail sur la pandémie. Avec la guerre en Ukraine et la menace d'une pénurie d'énergie, des spécialistes du Domaine des EPF ont encore été sollicités en 2022, dans le domaine de la recherche sur la sécurité ou de l'énergie, pour faire ressortir les interactions et développer des scénarios.

Les services de conseils fournis par les scientifiques aux décideuses et décideurs politiques sont une tâche essentielle des chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF et sont efficaces surtout quand ils se fondent sur une compréhension mutuelle du fonctionnement de la science et de la politique. Le Conseil des EPF souhaite donc que la coopération entre les actrices et acteurs soit renforcée, même en dehors des périodes de crise.

Le Domaine des EPF et tous les acteurs et actrices de l'éducation et de la recherche en Suisse ont besoin de l'engagement de la sphère politique pour *Horizon Europe*. Sans association au programme de recherche de l'UE, les actrices et acteurs FRI suisses perdront de plus en plus en attractivité et leurs réseaux internationaux se dégraderont. Le Conseil des EPF regrette que la Suisse et l'UE n'aient encore trouvé aucune solution. Avec la campagne *Stick to Science*, il tente, avec des scientifiques britanniques et suisses de premier plan, de mobiliser la communauté scientifique européenne pour l'association complète de la Suisse et de la Grande-Bretagne au programme. Le Conseil des EPF considère qu'une association au paquet *Horizon* est judicieuse à tout moment, mais le plus tôt sera le mieux. La situation actuelle ne permet pas aux meilleurs cerveaux de la science et de la recherche européennes de coopérer de manière optimale et d'accéder aux compétences et aux ressources de toutes les institutions européennes. La résolution commune de défis mondiaux tels que le changement climatique, les pandémies ou la sécurité alimentaire est donc plus difficile.

LA SCIENCE EN MARCHÉ

| | | |
|---|-----------------|----|
| La recherche pour la gestion de crises | Domaine des EPF | 12 |
| Avec passion pour une idée | ETH Zurich | 15 |
| «La magie de 8 et 24» | EPFL | 19 |
| L'imagerie à l'étape supérieure | PSI | 23 |
| L'intelligence artificielle pour prévoir les avalanches | WSL | 26 |
| «Chaque atome compte» | Empa | 29 |
| Le nouveau standard de référence? | Eawag | 32 |

DOMAINE DES EPF

LA RECHERCHE POUR LA GESTION DE CRISES

La disparition des espèces, le réchauffement climatique et l'accumulation des phénomènes météorologiques extrêmes, sans oublier la guerre en Ukraine, qui implique également des incertitudes liées à l'approvisionnement énergétique, et la transformation numérique: nous vivons des temps difficiles marqués par différentes crises. Les scientifiques du Domaine des EPF ont beaucoup à faire. Ils se penchent sur de nombreux problèmes. Et développent, sur la base de leur expertise, différentes ébauches de solutions afin d'apporter leur soutien à la population, aux autorités et au monde politique.

L'été 2022 a été, une fois encore, exceptionnellement chaud et sec. Il a coûté la vie à des dizaines de milliers de personnes en Europe et a montré que «même un pays riche en eau n'est pas à l'abri de pénuries d'eau, d'autant que les réserves de glace dans les Alpes diminuent en un temps record», écrit Sonia Seneviratne, professeure au Département des sciences des systèmes environnementaux et l'une des principaux auteurs du dernier rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC), dans le *Zukunftsblog* de l'ETH Zurich. Selon les calculs réalisés avec son équipe, il faut s'attendre, avec le

climat actuel, à vivre de tels épisodes de sécheresse une fois tous les 20 ans. Sans le réchauffement climatique créé par l'humain, de tels événements extrêmes n'auraient lieu qu'une fois tous les 400 ans. «L'été 2022 doit résonner comme une prise de conscience», écrit la chercheuse. «Nous devons renoncer radicalement au pétrole, au gaz et au charbon, et ce le plus rapidement possible.»

Une vulnérabilité plus grande qu'il y a 50 ans

Le *Center for Security Studies* (CSS) de l'ETH Zurich se penche lui aussi sur les crises et les conflits multidimensionnels. «Depuis

l'époque de la guerre froide, les menaces sont plus nombreuses», explique le professeur Andreas Wenger, directeur du CSS. Autrefois, les chars ennemis occupaient le centre de l'attention. Aujourd'hui, dans le contexte de la guerre en Ukraine, il s'agit de se prémunir des cyberattaques ou d'une pénurie d'électricité. Dans le même temps, la planète est devenue plus vulnérable en raison des nombreuses interdépendances et interactions critiques. «En raison des chaînes d'approvisionnement internationales, les conflits même très éloignés nous concernent beaucoup plus aujourd'hui qu'il y a 50 ans», continue A. Wenger. En Suisse, les dangers sont trop

souvent perçus de manière isolée et les réponses font l'objet d'une architecture en silo, observe-t-il. On risque ainsi de perdre la vision d'ensemble, d'autant plus que dans le système politique local, seule une instance a une visibilité globale. «Le Conseil fédéral est chargé de la coordination interdépartementale. Mais nous avons également besoin d'un système d'aide centralisé pour les dirigeantes et dirigeants qui pourraient ainsi faire appel à tout moment à un réseau de spécialistes en cas de besoin», affirme le directeur. Le Conseil fédéral reconnaît lui aussi la nécessité de créer un réseau interdisciplinaire afin de constituer des instances *ad hoc*. A. Wenger ajoute que l'Union européenne dispose par exemple d'une flotte commune de canadiens. Cela montre que les stratégies de gestion reposent de plus en plus sur la coopération internationale. «Dans ce domaine, la Suisse est à la traîne», dit A. Wenger.

Un système énergétique du futur efficace, propre et fiable

Peter Richner, responsable du Pôle de recherche sur l'énergie et directeur suppléant de l'Empa, évoque lui aussi la nécessité d'agir de la Suisse. «La Suisse a dormi pendant des décennies, que ce soit en termes de développement des énergies renouvelables ou de numérisation», déclare-t-il. Et ce n'est que maintenant qu'elle se réveille, en mode crise, continue-t-il. «Les gens s'intéressent désormais aux solutions sur lesquelles nous travaillons depuis longtemps.» P. Richner cite de nombreux exemples: ils vont du record mondial d'efficacité sur des cellules photovoltaïques à couche mince à la mise en place d'un réseau de stations d'hydrogène pour un transport par camion zéro carbone en passant par le développement d'une technique de régulation intelligente du chauffage. Malgré cette diversité impressionnante d'approches, «l'Empa poursuit une seule et même stratégie: se tourner vers les énergies renouvelables et les utiliser avec parcimonie», explique le responsable.

Le professeur Mario Paolone, président du Centre de l'énergie à l'EPFL, travaille lui aussi sur les différents aspects techniques de la transition énergétique. En collaboration avec des partenaires issus des hautes écoles et du secteur industriel,

le consortium a développé et testé expérimentalement de nouvelles méthodes et technologies afin de pouvoir, à l'avenir, alimenter la Suisse en toute fiabilité en électricité propre. Différents outils ont ainsi été créés, ceux-ci pouvant notamment prévoir la production régionale d'électricité solaire et éolienne sur la base de données météorologiques ou aider les gestionnaires du réseau à maintenir des conditions optimales et stables dans le réseau électrique, même lors de phénomènes météorologiques extrêmes. «Compte tenu de ce que les technologies modernes peuvent offrir aux entreprises énergétiques, nous avons absolument besoin de la participation des décideuses et des décideurs politiques à tous les niveaux, des communes à la Confédération en passant par les cantons», souligne M. Paolone.

Faire confiance au monde numérique

Le *Center for Digital Trust*, connu également sous l'abréviation C4DT, de l'EPFL, ne s'occupe pas de la crise énergétique, mais d'une tout autre crise. «La confiance repose sur la capacité à lire les intentions de l'autre», explique son directeur académique, Jean-Pierre Hubaux. «Comment cette capacité acquise au fil des millénaires peut être transposée au monde numérique, monde dans lequel l'utilisateur que je suis se pose par exemple constamment la question suivante: est-ce que cette vidéo est vraie ou pas?» J.-P. Hubaux décrit le C4DT comme une interface entre la recherche, l'économie et la politique. Le centre travaille sur de nombreux projets avec vingt partenaires différents, parmi lesquels le CHUV et Swisscom, mais également la banque privée Lombard Odier ou l'Office fédéral de l'armement (armasuisse). Ces projets consistent par exemple à identifier automatiquement et rapidement les risques découlant des innovations technologiques au moyen de l'intelligence artificielle (IA). Ou à développer des méthodes permettant à des organisations humanitaires, comme le Comité international de la Croix-Rouge, de se protéger contre les attaques dont elles sont la cible sur les médias sociaux. «L'innovation est synonyme de transfert de technologie», déclare J.-P. Hubaux. «Notre rôle est de rendre les choses possibles: nous créons des points de contact.»

Deux fois plus d'énergie avec la biomasse utilisée de manière durable

Il n'est pas nécessaire pour Oliver Kröcher, directeur d'un groupe de recherche au PSI, de créer de nouveaux points de contact avec la politique, l'économie et la société civile. «L'intérêt de la population pour la biomasse en tant que source d'énergie a toujours été présente», déclare-t-il. Mais maintenant que les prix ont monté, l'intérêt a lui aussi considérablement augmenté. «Aujourd'hui, l'énergie issue de la biomasse est au seuil de rentabilité.» L'énergie produite à partir du bois, des déchets verts agricoles ou encore du lisier couvre actuellement environ 5% des besoins énergétiques. «Mais avec une utilisation durable et optimale, ces chiffres peuvent doubler», explique O. Kröcher. Il fait entre autres allusion aux innovations techniques. Les scientifiques développent par exemple de nouvelles méthodes thermochimiques pour pouvoir transformer la biomasse en carburant liquide. Par ailleurs, afin de mieux exploiter le potentiel, il faudrait mieux utiliser le bois de nos forêts au lieu de le laisser sur place jusqu'à ce qu'il finisse par pourrir. Le directeur relativise néanmoins ses propos en expliquant qu'il n'est pas question de couper tout le bois des forêts. En effet: «Le bois mort dans les forêts joue un rôle important pour la biodiversité.»

Forêt, biodiversité et résilience

«Les forêts riches en biodiversité sont des forêts résilientes», explique Arthur Gessler, qui dirige, au WSL, le programme «Recherches à long terme sur les écosystèmes forestiers». «Après l'été record de 2003, on nous traitait de pessimistes lorsque nous avertissions les gens que différentes espèces d'arbres telles que le sapin et le hêtre risquaient de rencontrer de plus en plus de problèmes», raconte A. Gessler. «Mais maintenant, après les années très chaudes et sèches que furent 2018, 2019 et 2022, on observe un changement de mentalité.» Avec ses collègues, A. Gessler élabore des scénarios sur l'apparence possible des forêts de demain. Il conseille aux propriétaires forestiers de créer dès aujourd'hui des forêts mixtes. «On peut comparer la situation à un portefeuille d'actions: si on mise sur cinq espèces au lieu d'une, on augmente les chances d'obtenir un résultat positif, de surcroît en mesure de s'adapter à des

conditions environnementales changeantes», explique A. Gessler. Les forêts mixtes sont certes un peu plus complexes quant à l'utilisation du bois, mais elles sont plus répandues en Suisse qu'en France ou en Allemagne, car ce n'est pas tant le rendement en bois que d'autres prestations forestières, comme la protection contre les avalanches, qui jouent ici un rôle prépondérant. En outre, les forêts représentent les plus grands puits de carbone terrestres. La manière dont la sylviculture peut contribuer à atteindre l'objectif de zéro émission nette est donc un sujet prépondérant lors des échanges avec les spécialistes qu'A. Gessler rencontre régulièrement en tant que directeur du réseau sur la recherche forestière *Swiss-ForestLab*.

Comprendre l'importance d'un paysage

L'importance de la forêt en tant que fournisseuse d'énergie est bien ancrée dans l'esprit de la population. «Mais aujourd'hui, c'est l'ensemble du paysage dont il est question pour accueillir des infrastructures énergétiques», explique Felix Kienast, expert en systèmes d'utilisation du territoire au WSL. En collaboration avec ses collègues Marcel Hunziker et Boris Salak, il a récemment mené une enquête à l'échelle suisse. Dans ce cadre, les trois chercheurs ont présenté aux participantes et participants à l'enquête des paysages typiquement suisses, lesquels étaient virtuellement pourvus de différentes infrastructures énergétiques. «Concernant les installations situées dans des zones déjà traversées par des routes et occupées par des agglomérations ou des infrastructures touristiques telles que des remontées mécaniques, l'acceptation dans la société est élevée. Mais pour de

nombreuses personnes, il est impensable d'imaginer des éoliennes ou des installations photovoltaïques dans des paysages vierges», déclare F. Kienast. Il ajoute que l'importance d'un paysage joue un rôle lors de telles décisions. Et que cela ne sert à rien d'essayer de convaincre les gens seulement avec des arguments technocratiques comme le nombre de mégawatts d'une nouvelle centrale. Selon lui, il est bien plus important de faire concorder l'importance de l'infrastructure énergétique avec celle du paysage. Il a ainsi notamment observé comment le scepticisme initial des agricultrices et agriculteurs jurassiens vis-à-vis des turbines éoliennes présentes sur leurs terres s'est dissipé lorsqu'ils ont commencé à se voir comme des pionnières et pionniers en matière de climat.

Etangs pour amphibiens pour la biodiversité

Rolf Holderegger, membre de la direction et responsable de l'unité de recherche Biodiversité et biologie de la conservation au WSL, explique qu'au cours du dernier siècle, plus de 90% des surfaces marécageuses ont disparu en Suisse. «Les marécages sont des zones particulièrement riches en espèces», explique R. Holderegger. C'est pourquoi les corrections des cours d'eau et le drainage des terres ont entraîné une perte de la biodiversité. Mais l'assainissement des marécages a également un impact sur le climat. «La tourbe se décompose sur les sols agricoles asséchés et libère d'importantes quantités de dioxyde de carbone, un gaz à effet de serre», continue-t-il. Lorsqu'il décrit l'évolution actuelle de la biodiversité, il dresse un portrait nuancé. Certes, la disparition des espèces progresse, notam-

ment en ce qui concerne les espèces rares, mais il y a également des signaux positifs. Ainsi, des centaines de nouveaux étangs et mares ont été créés dans le canton d'Argovie. Le nombre d'amphibiens a par conséquent augmenté. «Nous avons pu prouver, au moyen d'une étude, que de telles mesures sont vraiment utiles. Et qu'on obtient des réussites si on les met en pratique.»

Des solutions qui s'inspirent de la nature

Peter Bach, qui effectue des recherches sur les infrastructures dites bleues et vertes à l'Eawag, semble tout aussi affirmatif. «De par leur construction actuelle, les villes sont mal préparées pour faire face au changement climatique. En effet, l'asphalte et le béton omniprésents scellent le sol et accumulent la chaleur», explique P. Bach. Une planification judicieuse, incluant notamment la mise en valeur des parcs urbains et la mise en réseau des espaces verts, permettrait de faire en sorte que davantage d'eau puisse s'évaporer et s'infiltrer. «Le concept de la ville-éponge rétablit le cycle naturel de l'eau», explique le chercheur. Lui et son équipe interdisciplinaire participent à plusieurs projets dans différentes villes de Suisse. Le concept suscite généralement un grand intérêt et est bien accueilli, car les solutions qui s'inspirent de la nature sont multifonctionnelles et présentent plusieurs avantages à la fois. «Les espaces verts urbains avec des arbres protègent non seulement des inondations, mais permettent également d'abaisser la température ambiante. En outre, ils augmentent la biodiversité dans les zones d'habitation et la qualité de vie des habitantes et des habitants», déclare-t-il.

«Nous avons besoin d'un système d'aide centralisé pour les dirigeantes et dirigeants qui pourraient ainsi faire appel à tout moment à un réseau de spécialistes en cas de besoin.»

– Professeur Andreas Wenger, directeur du *Center for Security Studies (CSS)*

ETH ZURICH

AVEC PASSION POUR UNE IDÉE



La société Climeworks, active dans la technologie environnementale, ou GetYourGuide, engagée dans le tourisme, sont deux des quatre spin-off de l'ETH Zurich qui ont atteint une valeur de marché d'un milliard de dollars. Toutes deux sont des exemples emblématiques de la manière dont des start-up peuvent connaître le succès. Pour le fondateur de GetYourGuide, Johannes Reck, le succès de son entreprise repose entre autres sur des principes qu'il a assimilés lorsqu'il était à l'ETH Zurich.

«L'ETH Zurich nous a appris à relever des défis intellectuels incroyablement difficiles. Cette aptitude nous aide jusqu'à aujourd'hui.»

> Johannes Reck, fondateur de GetYourGuide

Qu'est-ce que les entreprises Uber, Airbnb et Snapchat ont en commun? Ces trois entreprises se trouvaient sur le podium mondial des plus grandes licornes dont le magazine *Fortune* établit chaque année la liste. Les licornes sont des entreprises dont la valeur de marché dépasse le milliard de dollars. Et qu'est-ce que les sociétés telles que GetYourGuide, Autoform, Scandit ou Climeworks ont en commun? Ce sont des licornes fondées en Suisse, toutes des spin-off de l'ETH Zurich. Climeworks a atteint ce statut en 2022, lorsque l'entreprise a pu collecter un tour de financement de 600 millions de francs. La technologie consistant à filtrer le dioxyde de carbone de l'air, le premier prototype, la première idée commerciale consistant à vendre le CO₂ récupéré pour générer de l'acide carbonique aux eaux minérales Valser... tout cela est né pendant les années passées à l'ETH Zurich. Le modèle commercial et la vision ont entre-temps grandi. Le CO₂ est maintenant pressé hors de l'air à grande échelle et pétrifié dans le sol pour des milliers d'années. L'élimination durable du CO₂ de l'air doit «devenir un produit de masse afin que les objectifs climatiques puissent être atteints», affirme Christoph Gebald, cofondateur de Climeworks.

De quoi a besoin une start-up pour devenir une licorne? Johannes Reck, ancien étudiant en biochimie à l'ETH Zurich, est bien placé pour le savoir: dès 2019, sa plateforme de tourisme en ligne GetYourGuide a été la première spin-off de l'ETH Zurich à atteindre ce statut. Sa réponse: «Trois choses sont décisives: premièrement, bien comprendre le marché dans lequel le jeune entrepreneur ou la jeune entrepreneuse veut pénétrer; deuxièmement, l'équipe de fondation, dont les capacités doivent parfaitement se compléter; et troisièmement, le réseau et le capital. Ces deux

Trois aspects sont décisifs pour qu'une entreprise connaisse le succès: comprendre le marché, une équipe de fondation dont les capacités se complètent parfaitement et un bon réseau avec des investisseurs qui comprennent le modèle commercial.

facteurs représentent le catalyseur indispensable.» Une quatrième caractéristique que J. Reck ne nomme certes pas explicitement, mais qui est évidente chez lui: la passion.

Dans le cas de GetYourGuide, tout concordait parfaitement. Le marché: celui-ci était mûr pour la disruption numérique et était par conséquent globalement ouvert à la pénétration. Lorsque la start-up a été créée en 2008, l'iPhone avait été lancé sur le marché quelques mois auparavant. Les consommatrices et consommateurs pouvaient désormais emporter Internet partout où ils se rendaient. L'environnement optimal pour une plateforme de réservation numérique pour des visites et des activités de loisirs: la clientèle peut vivre des expériences touristiques de manière individuelle, indépendamment du lieu, et les réserver par voie numérique. L'équipe de fondation: elle s'était formée autour de J. Reck à l'ETH Zurich. Les fondateurs se connaissaient et savaient donc comment ils se complétaient. Mais ils ont aussi rapidement constaté que leur idée commerciale d'origine ne touchait pas le «point sensible» qui aurait été nécessaire pour leur incroyable croissance. A l'origine, ils voulaient organiser des visites guidées pour les étudiantes et étudiants sous le nom de GetYourGuide. Ils ont changé de modèle commercial et ont misé sur la vente numérique de tourisme d'aventure, évolutive à l'échelle mondiale, tout en conservant le nom de l'entreprise. Celui-ci s'était déjà imposé auprès de la jeune génération. Réseau et capital: les investisseurs de la première heure avaient eux-mêmes déjà fondé avec succès des start-up numériques et se sont tenus aux côtés de GetYourGuide «en mettant la main à la pâte, en paroles et en actions», ajoute J. Reck. Certains d'entre eux faisaient également partie des réseaux de l'ETH Zurich. La haute école a, aux yeux du jeune fondateur, joué dès le début un rôle essentiel pour l'ascension vertigineuse de son entreprise jusqu'à aujourd'hui. La plateforme propose quelque 75 000 offres vers environ 6000 destinations dans le monde et a été utilisée par 80 millions de personnes.

Au départ, les étudiants d'alors ont surtout appris une chose en sus de connaissances techniques concrètes: relever des «défis intellectuels incroyablement difficiles», explique J. Reck. C'est ainsi qu'il peut arriver qu'un biochimiste diplômé et des amis de l'époque créent ce que GetYourGuide est aujourd'hui: une entreprise motivée par la soif de connaissances et la technologie, qui a numérisé des processus essentiels de la chaîne de création de valeur touristique, mais qui n'a ainsi couvert qu'une petite partie des opportunités du marché mondial. La société compte environ soixante développeuses et développeurs de logiciels basés à Zurich, dont la plupart ont étudié à l'ETH Zurich ou à l'EPFL, et un total de plus de 700 collaboratrices et collaborateurs dans le reste du monde.

Innovations et nouvelles approches pour une ETH Zurich accessible à toutes et à tous

L'ETH Zurich veut supprimer les obstacles pour les personnes en situation de handicap ou ayant des besoins particuliers, et ce, à plusieurs niveaux et dans le cadre de 14 projets spécifiques. Les services informatiques testent actuellement une application qui permet de guider sans obstacle les personnes souffrant d'un handicap dans les bâtiments de la haute école. Le programme de navigation dans les locaux fonctionne sur la base des informations fournies par des émetteurs *Bluetooth*. 6500 sont déjà installés dans les bâtiments de l'école. 3000 émetteurs supplémentaires seront installés prochainement pour l'application. Les salles de cours de l'ETH Zurich sont en outre équipées depuis cette année de tables réglables en hauteur. Il est donc possible de les utiliser en fauteuil roulant. Un autre projet concerne notamment le matériel pédagogique. La présentation, les couleurs et les polices de caractères améliorent la lisibilité pour les personnes ayant une vision réduite. Des conseils sont fournis sous forme de bandes dessinées. En ce qui concerne l'accessibilité en cas d'urgence, une analyse est actuellement en cours, dont les résultats seront ensuite consignés dans un guide. Ce dernier pourrait servir de modèle à d'autres institutions une fois le projet mené à bien.

Prise de position: une Suisse sans énergies fossiles d'ici 2050

La Suisse souhaite s'affranchir du pétrole et du gaz d'ici 2050 et réduire ses émissions de gaz à effet de serre (GES) à zéro émission nette. L'*Energy Science Center* (ESC) de l'ETH Zurich montre dans une prise de position ce qui est nécessaire pour atteindre cet objectif. Aujourd'hui, la Suisse importe environ la moitié de ses besoins en énergie, ce qui représente un risque en termes de sécurité énergétique. Selon l'ESC, la Suisse peut réduire la majeure partie de ses GES grâce à l'électrification des transports, du chauffage et de l'industrie, en utilisant de l'hydrogène vert et du gaz synthétique. Le gaz naturel devrait uniquement être utilisé si le CO₂ est capté et stocké. Selon un sondage de l'ESC, de telles mesures seraient soutenues par la population et les partis politiques. L'ETH Zurich souhaite elle aussi réduire ses émissions nettes de GES à zéro d'ici 2030 (*compensation comprise*).



Regardez la première mondiale sur YouTube.

Cette installation expérimentale de l'ETH Zurich produit du carburant à partir de l'air et de la lumière du soleil.
 > Alessandro Della Bella / ETH Zurich



Les chirurgiens connectent le foie à la machine de perfusion.
 > UZH

Première mondiale dans le domaine de la transplantation hépatique

On peut parler d'une avancée médicale majeure: un foie qui ne convenait pas à une transplantation a été préparé pendant plusieurs jours sur une machine spéciale avant d'être transplanté. Plus d'un an plus tard, le patient est toujours en bonne santé. Cette prouesse médicale a été réalisée par l'équipe de recherche zurichoise *Liver4Life*. Des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich, de l'Université et de l'Hôpital universitaire de Zurich ont mis au point une machine de perfusion qui imite les fonctions du corps humain. Pendant trois jours, ils y ont conservé le foie pour qu'il puisse se régénérer. Habituellement, un organe ne peut être conservé que pendant douze heures environ. Si les études à venir sont concluantes, davantage d'interventions de ce type pourraient être planifiées.



Distinctions: Ursula Keller et Momoyo Kaijima à l'honneur

Le prix scientifique suisse Marcel Benoist est considéré par le monde scientifique comme le prix Nobel suisse. En 2022, il a été décerné à Ursula Keller, professeure de physique à l'ETH Zurich, pour ses travaux novateurs dans le domaine de la physique des lasers à impulsions ultra-courtes. U. Keller a repoussé à plusieurs reprises les limites de la physique des lasers ultra-rapides, à la fois par des modèles théoriques et des résultats expérimentaux. Par exemple, la technologie *SESAM*, dont elle est la créatrice, est aujourd'hui largement utilisée dans l'industrie. Momoyo Kaijima, également professeure à l'ETH Zurich, a elle aussi reçu une distinction prestigieuse. La professeure en *Architectural Behaviorology* et son partenaire Yoshiharu Tsukamoto ont été récompensés par le prix Wolf pour leur approche de l'architecture inspirée de l'ethnographie. Le jury a décrit les travaux de son atelier *Bow-Wow* comme étant marqués par une grande sensibilité aux contextes locaux et à l'impact social de l'architecture.

Un avion électrique construit par des étudiantes et étudiants prend son envol

Les 20 étudiantes et étudiants de l'ETH Zurich n'oublieront jamais le moment où leur avion électrique *e-Sling*, développé par leurs propres soins, a décollé pour la première fois. Deux ans de travail de développement et beaucoup de passion ont été investis dans ce projet majeur. Construit dans un hangar du parc d'innovation de Dübendorf, l'avion fonctionne entièrement sur batterie et dispose d'une autonomie d'environ 180 kilomètres. L'équipe souhaite ainsi montrer qu'il existe également des alternatives aux énergies fossiles dans l'aviation. Dans une prochaine étape, les ingénieurs et ingénieures de demain souhaitent développer un système de propulsion à hydrogène pour améliorer l'autonomie du petit aéronef.



Coopération fructueuse avec des universités ghanéennes

En janvier 2022 a commencé au Ghana le programme de master en mécatronique développé par l'ETH Zurich avec l'université ghanéenne Ashesi et des partenaires du secteur industriel. Des professeurs et professeurs de l'ETH Zurich enseignent sur place avec des collègues locaux à des étudiantes et étudiants de plusieurs pays africains. L'objectif est de former des ingénieures et ingénieurs hautement qualifiés et des responsables sur le continent africain. Des étudiantes et étudiants ghanéens ont également participé à la *Global Development Summer School* menée conjointement par l'ETH Zurich et l'université KNUST au Ghana. En collaboration avec leurs homologues suisses, ils ont élaboré des solutions créatives pour résoudre des problèmes de gestion des déchets.



Regardez sur YouTube le décollage de l'avion *e-Sling*.



L'université Ashesi forme des ingénieures et ingénieurs hautement qualifiés
 > Nicolas Mertens

Avec *e-Sling*, les étudiantes et étudiants démontrent qu'il est possible de voler de façon plus durable.
 > Daniel Winkler / ETH Zurich

EPFL

« LA MAGIE DE 8 ET 24 » »



Maryna Viazovska, professeure de théorie des nombres, a résolu une question mathématique qui hante les scientifiques depuis des siècles. Grâce à une approche créative et aux connaissances acquises dans le cadre de sa thèse, elle montre comment emballer des sphères dans un espace multidimensionnel de manière optimale, symétrique et en remplissant l'espace. Elle a reçu pour cela la médaille Fields, qui est considérée comme le «prix Nobel des mathématiques».

«Il s'agissait de savoir comment remplir l'espace abstrait de manière optimale avec des sphères jusqu'à la limite supérieure.»

› Maryna Viazovska, professeure à l'EPFL



Regardez la vidéo explicative sur YouTube.

Au début, il y a son carnet noir. Maryna Viazovska y consigne les résultats de son travail intellectuel: des formules compliquées. M. Viazovska est mathématicienne et professeure à la chaire de théorie des nombres de l'EPFL. La science du calcul, des nombres et des figures géométriques est sa passion. A 12 ans, elle avait participé avec succès aux olympiades de mathématiques scolaires dans son Ukraine natale. 25 ans plus tard, en 2022, à 37 ans, elle a reçu la prestigieuse médaille Fields, la «médaille internationale pour les découvertes exceptionnelles en mathématiques», selon le terme officiel. Cette distinction, qui porte le nom de son fondateur canadien, John Charles Fields (1864–1932), est décernée tous les quatre ans depuis 1936 et est considérée comme étant le «prix Nobel des mathématiques». Après 60 scientifiques, Maryna Viazovska est la deuxième femme à recevoir le précieux métal – selon la justification de l'Union mathématique internationale, qui décerne le prix, pour avoir «prouvé que la grille E8 fournit le paquet le plus dense de sphères identiques en huit dimensions, et pour d'autres contributions à des problèmes extrêmes apparentés».

Cela semble compliqué, et ça l'est: il s'agit de la question fondamentale de savoir combien de sphères identiques qui ne se chevauchent pas peuvent être contenues dans un volume donné. Les scientifiques s'intéressent à cette question depuis un certain temps. Le mathématicien allemand Johannes Kepler, par exemple, a affirmé dès 1611 que le meilleur moyen d'y parvenir dans un espace tridimensionnel était de construire une pyramide. Il n'avait cependant pas de preuve. Cette preuve n'a été apportée qu'en 1998. Cette question était donc résolue, du moins dans l'espace tridimensionnel. Toutefois, en mathématiques, il existe d'innombrables dimensions

L'EPFL a proposé à la mathématicienne une carrière duale: son mari, également scientifique, a lui aussi trouvé un emploi à l'EPFL.

dans lesquelles la même question peut être posée. «C'est de l'abstraction pure», explique M. Viazovska. «Un espace tridimensionnel dispose de trois coordonnées, dans un espace à huit dimensions, un point a huit coordonnées.» C'est à ce propos qu'elle a d'abord fait ses recherches. «Il s'agissait de savoir comment remplir l'espace abstrait de manière optimale avec des sphères jusqu'à la limite supérieure», explique la chercheuse. La dimension 8 s'est imposée parce qu'il existait des travaux préliminaires. Ainsi, Henry Cohn, mathématicien au *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), et le scientifique de Harvard Noam Elkies avaient déjà démontré il y a plus de dix ans qu'il était possible d'obtenir un tassement presque parfait des sphères dans cette dimension – parfait, à un milliardième de pour cent près. M. Viazovska a continué à développer ces travaux, combinant différents domaines mathématiques et s'aidant également de «formes modulaires» – le sujet principal de sa thèse. En mars 2016, après deux ans de travail intensif, elle a développé la fonction définitive et fourni la preuve, sur 23 pages, de l'emballage parfait des sphères dans un espace à huit dimensions. La communauté scientifique a été impressionnée, H. Cohn du MIT l'a félicitée et motivée pour étendre sa méthode à la dimension 24, la grille dite de Leech, utilisée pour construire des empilements de sphères très efficaces dans un espace à 24 dimensions. Une semaine plus tard, M. Viazovska, H. Cohn et deux autres scientifiques ont mis en ligne sur la plateforme *open source* arXiv.org un théorème prouvant la perfection de l'emballage avec la grille de Leech en dimension 24, confirmant ainsi l'intérêt de leur idée initialement développée pour la dimension 8.

L'EPFL a remarqué cette jeune chercheuse talentueuse et l'a fait venir sur les rives du lac Léman en tant que professeure assistante. Par la suite, elle a publié les résultats de ses recherches dans les *Annals of Mathematics*, une revue spécialisée de premier plan. Depuis 2018, elle est professeure titulaire de théorie des nombres à l'EPFL. Son choix n'est pas dû au hasard: outre la réputation de la haute école, le fait qu'elle offre la possibilité d'une carrière duale a été déterminant. Son mari, également scientifique, a pu y trouver un emploi, permettant ainsi de concilier vie de famille et recherche au même endroit.

«Je fais de la recherche fondamentale», explique M. Viazovska, mais avec l'objectif et l'espoir que ces recherches trouvent des applications, par exemple dans la résolution d'équations différentielles ou dans le traitement des signaux. Les mathématiques sont présentes partout dans la vie quotidienne, la plupart du temps sans que l'on s'en rende compte. «Sans mathématiques, pas de Skype», dit-elle, «ou pas d'horaire optimisé des CFF». Mais pour M. Viazovska, c'est «la magie de 8 et 24» qui compte. C'est également le titre du panégyrique prononcé lors de la remise de la médaille Fields.

Au Centre d'imagerie Dubochet, les atomes ne passent pas inaperçus



Regardez une protéine spike SARS-CoV-2 avec une résolution de 2Å sur YouTube.

Le Centre d'imagerie Dubochet (DCI) a été présenté à la presse le 22 novembre 2022. Il abrite les cryo-microscopes électroniques (cryo-EM) les plus avancés au monde, lesquels permettront d'effectuer des progrès considérables dans la recherche biomédicale grâce à la précision des images qu'ils peuvent fournir. Le centre en dispose de plus qu'il n'en faut pour placer la région lémanique sur la carte mondiale des installations d'imagerie avancée. «Nous avons ici le meilleur modèle de microscope électronique pour les sciences du vivant que l'on puisse se pro-

curer avec de l'argent. Et nous en possédons même deux», explique Henning Stahlberg, directeur du DCI. En outre, il existe des instruments cryo-EM plus petits pour optimiser les échantillons et un prototype d'instrument cryo-EM est en cours de construction, lequel servira à développer de nouvelles technologies pour améliorer encore davantage la qualité des images. Les microscopes les plus performants sont temporairement installés entre les campus de l'UNIL et de l'EPFL, dans le bâtiment Cubotron. Deux autres unités sont installées à Genève.

L'EPFL et DeepMind utilisent l'IA pour contrôler les plasmas utilisés dans la fusion nucléaire



Visite virtuelle du TCV Tokamak.

Des chercheuses et chercheurs du *Swiss Plasma Center* (SPC) de l'EPFL et *DeepMind* ont développé ensemble une nouvelle méthode de contrôle des configurations de plasma utilisée dans la recherche sur la fusion nucléaire. Le SPC de l'EPFL dispose de plusieurs décennies d'expérience en physique des plasmas et en méthodes de contrôle des plasmas. DeepMind est une entreprise de recherche scientifique rachetée par Google en 2014 dans le but de «résoudre l'intelligence pour faire progresser la science et profiter à l'humanité». Ensemble, ils ont développé une nouvelle méthode de contrôle magnétique pour les plasmas, basée sur le *Deep Reinforcement Learning* (apprentissage par renforcement profond), et l'ont appliquée pour la première fois à un plasma réel dans l'installation de recherche sur les tokamaks TCV du SPC. L'étude a été publiée dans la revue *Nature* en février 2022.

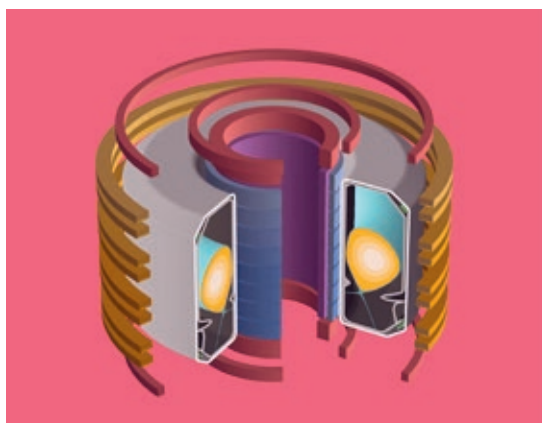
Contrôle des fauteuils roulants robotisés pour réduire le risque de collision dans la foule

Les fauteuils roulants robotisés pourraient bientôt être en mesure de se déplacer avec fluidité et en toute sécurité dans la foule. Dans le cadre du projet *CrowdBot* financé par l'UE, des scientifiques de l'EPFL étudient les aspects liés à la technique, à l'éthique et à la sécurité de cette technologie. L'objectif du projet est de faciliter les déplacements des personnes souffrant d'un handicap. Début 2022, l'invention a été testée au milieu du marché de Lausanne: un appareil dernier cri, combinant les attributs d'un fauteuil roulant et d'un robot. Il est utilisé par les scientifiques du Laboratoire d'algorithmes et systèmes d'apprentissage (LASA) de l'EPFL. Ces robots pourraient être des humanoïdes, des robots de service ou des robots d'assistance. «On entend beaucoup parler de voitures qui se conduisent toutes seules, mais pas de robots qui pourraient se déplacer parmi les piétons», explique Aude Billard, directrice du LASA. «Mais la technologie robotique évolue dans cette direction: nous devons donc commencer dès maintenant à réfléchir à ce que tout cela va impliquer.»



Regardez la vidéo YouTube sur les fauteuils roulants robotisés.

Modèle 3D de la cuve à vide TCV contenant le plasma et entourée de différentes bobines magnétiques qui maintiennent le plasma en place et influencent sa forme.
 > DeepMind et SPC / EPFL



Diego Paez, post-doctorant au LASA, teste le fauteuil roulant robotisé au cœur de Lausanne.
 > Alain Herzog / EPFL



Rigidité variable: des fils non toxiques pour des cathéters cardiaques souples

Des scientifiques de l'EPFL et de l'ETH Zurich ont mis au point un cathéter à rigidité variable, composé de fils non toxiques et capable de passer d'un état souple à un état rigide pendant l'opération. Il pourrait simplifier certaines interventions chirurgicales peu invasives, dont le traitement des troubles du rythme cardiaque, et en améliorer l'efficacité. Par exemple, dans le traitement de l'arythmie cardiaque, à savoir un rythme cardiaque irrégulier, les chirurgiennes et chirurgiens peuvent utiliser un type spécial de cathéter pour accéder au cœur plutôt que d'ouvrir la cage thoracique des patientes et patients. Le cathéter est introduit dans une artère et navigue jusqu'à la zone à traiter.

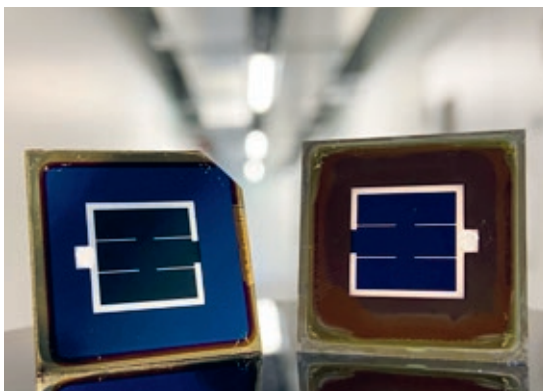


La flexibilité et la rigidité du cathéter peuvent être ajustées au cours d'une opération. Yegor Piskarev, doctorant au Laboratoire des systèmes intelligents (LIS) de l'EPFL.

> Alain Herzog/EPFL

Nouveaux records du monde: cellules solaires en tandem pérovskite-silicium

Les cellules solaires en tandem pérovskite-silicium établissent deux records mondiaux certifiés. Pour la première fois, un rendement de 3% a été dépassé pour ces cellules solaires, grâce à un effort conjoint des chercheuses et chercheurs de l'EPFL School of Engineering Photovoltaics and Thin Film Electronics Laboratory en collaboration avec le célèbre centre d'innovation CSEM. Ces résultats, certifiés de manière indépendante par le National Renewable Energy Laboratory (NREL) aux Etats-Unis, donnent un coup de pouce au photovoltaïque à haut rendement et ouvrent la voie à une production d'énergie solaire encore plus compétitive.



Sept femmes scientifiques exceptionnelles ont officiellement trouvé leur place sur la carte de l'EPFL

A l'occasion de la Journée internationale de la femme le 8 mars 2022 et en l'honneur des pionnières dans les domaines de la science et de la technologie, l'EPFL a officiellement baptisé de leur nom certaines places et rues de son campus lausannois. En présence de Nuria Gorrite, présidente du gouvernement cantonal vaudois, et de Christian Maeder, syndic d'Ecublens, les noms de ces sept femmes d'exception ont été ajoutés au plan du campus. Martin Vetterli, président de l'EPFL, Gisou van der Goot, vice-présidente en charge de la transformation responsable, et Julianne Jammers, directrice générale du SwissTech Convention Center, ont accueilli une assemblée de personnalités et de dignitaires importants à cette occasion. Parmi eux se trouvaient des parentes et parents ainsi que des descendantes et descendants de ces sept pionnières, dont quatre Suissesses.



Journée internationale de la femme 2022 à l'EPFL.

> Alain Herzog/EPFL

Cellules solaires en tandem pérovskite-silicium.

> C. Wolff/EPFL



PSI

L'IMAGERIE À L'ÉTAPE SUPÉRIEURE

Elle s'appelle Marianne Liebi, lui s'appelle Adrian Wanner. Une jeune chercheuse et un jeune chercheur qui rendent visibles la nanostructure d'échantillons macroscopiques, comme des os ou du tissu cérébral, sur des images tridimensionnelles à haute résolution. Pour y parvenir, les deux scientifiques exploitent les données de mesure que leur fournissent les rayons X de la Source de Lumière Synchrotron Suisse du PSI. Après un traitement informatique complexe, ces données leur permettent d'obtenir des images.

«*Imaging at the Next Level*, l'imagerie à l'étape supérieure»: voilà comment Marianne Liebi (à droite sur la photo) et Adrian Wanner, scientifiques au PSI, ont baptisé leur ambition, qui vise à développer de nouvelles visualisations à haute résolution d'échantillons macroscopiques.

Une chercheuse, un chercheur, le même intérêt: la première comme le second veulent examiner, et surtout visualiser grâce à l'imagerie, la structure d'échantillons mesurant plusieurs millimètres en trois dimensions avec une résolution de quelques millièmes de millimètre. La première comme le second ont décroché une bourse *ERC Starting Grant* du Conseil européen de la recherche et peuvent ainsi continuer à mettre en place et à développer leur groupe de recherche. La première, Marianne Liebi, est professeure assistante à l'EPFL et responsable de groupe au PSI. Elle a reçu l'année dernière le prix international de l'innovation décerné par l'amicale du *Helmholtz-Zentrum Berlin*, récompensant son invention de la tomographie tensorielle par diffusion aux petits angles, qu'elle a utilisée pour résoudre un problème qui agissait les biologistes et les spécialistes de la science des matériaux: comment caractériser en 3D les nanostructures d'échantillons macroscopiques? Depuis lors, M. Liebi développe sa méthodologie sur des échantillons biologiques tels que des os. Le second, Adrian Wanner, est un chercheur en sciences naturelles spécialisé en physique théorique et en neuroinformatique. Il est aussi responsable de groupe au PSI, où il étudie les applications de l'imagerie synchrotron à la reconstruction des connexions synaptiques entre les centaines de milliers de neurones du cerveau.

«*Imaging at the Next Level*, l'imagerie à l'étape supérieure»: voilà comment les deux scientifiques ont baptisé leur ambition, qui vise à développer de nouvelles visualisations de structures macroscopiques avec une résolution de l'ordre du nanomètre et à faire avancer leur domaine scientifique grâce à des

procédés d'imagerie complexes. «Le développement de la méthodologie a été la pierre angulaire de ma carrière scientifique», explique M. Liebi. Tout a commencé lorsqu'elle examine de minuscules fibres osseuses, les fameuses fibrilles de collagène, dont l'orientation varie selon leur emplacement et qui sont déterminantes pour la stabilité mécanique de l'os. Toutefois, la tomodensitométrie classique lui permet uniquement de déterminer la densité osseuse et ne lui fournit pas d'informations pertinentes sur l'orientation spatiale des fibrilles ni sur leur nanostructure. Afin d'obtenir des données pour des images tridimensionnelles, elle expose un morceau d'os à des rayons X extrêmement fins et intenses à la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) du PSI. «Ces rayons quadrillent l'échantillon et le mesurent point par point», explique M. Liebi. «On peut alors déterminer la nanostructure locale à chaque point de mesure.» La technique génère une énorme quantité de données qu'un algorithme transforme en une image tridimensionnelle capable de fournir des renseignements sur la densité et l'orientation des fibrilles.

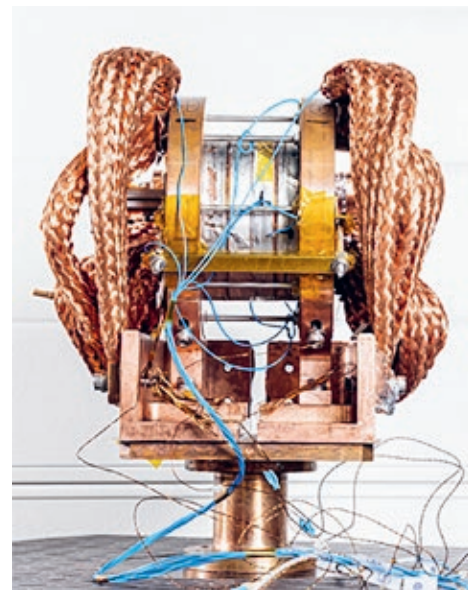
Ce qui fonctionne sur des os fonctionne de la même manière sur le tissu cérébral, objet des travaux de recherche d'A. Wanner. «Nous souhaitons comprendre comment les neurones sont interconnectés dans le cerveau et comment ils traitent les informations», résume le chercheur. Les «branches» des neurones se ramifient dans tout le cerveau et, ce faisant, se connectent aux autres cellules cérébrales par le biais de dizaines de milliers de synapses. Dans de nombreuses maladies cérébrales, ces connexions, et avec elles la communication entre les neurones, sont détruites ou défectueuses. Afin de comprendre comment fonctionne l'échange d'informations entre les neurones dans un cerveau sain et dans un cerveau malade, A. Wanner commence par mesurer les activités des neurones, puis utilise les rayons X de la SLS pour analyser les structures neuronales de l'échantillon de tissu cérébral. Il en résulte une immense quantité de données expérimentales, que l'intelligence artificielle transforme en un schéma électrique des connexions synaptiques du cerveau. L'objectif des travaux de recherche est ainsi de visualiser à grande échelle les synapses et leurs interactions afin «d'obtenir de nouvelles perspectives sur le schéma électrique de communication et le fonctionnement du cerveau», espère le chercheur.

Outre la recherche expérimentale sur des échantillons, M. Liebi met l'accent sur le développement de sa méthodologie, qu'elle veut rendre exploitable pour d'autres domaines scientifiques. Quant à A. Wanner, il souhaite obtenir de nouvelles connaissances sur la structure et le fonctionnement du cerveau sain et malade. Leurs recherches forment une base cruciale pour la compréhension de diverses maladies telles que l'ostéoporose, la maladie d'Alzheimer ou d'autres pathologies neurodégénératives.

Des aimants plus puissants et des particules plus rapides pour une physique nouvelle

L'aimant à haut champ magnétique, pouvant atteindre plus de 18 teslas, utilise une technologie innovante de supraconducteur à haute température.
 > Markus Fischer/PSI

L'aimant à haut champ magnétique développé au PSI peut atteindre la puissance de 18 teslas. Il est nécessaire pour guider les particules dans le futur collisionneur circulaire (FCC), prévu pour succéder au grand collisionneur de hadrons du CERN. Avec des aimants plus puissants, il est possible d'augmenter comme jamais la vitesse des particules et donc d'obtenir des collisions plus dynamiques, ainsi qu'une vision plus détaillée de la nature de notre univers. Pour ce faire, les chercheuses et chercheurs utilisent une technologie innovante de supraconducteurs à haute température. Celle-ci a un énorme potentiel pour des applications pratiques, par exemple dans les sources de lumière synchrotron. Le développement de ces aimants au PSI fait partie du projet CHART (*Swiss Accelerator Research and Technology*), une collaboration visant à promouvoir les capacités technologiques nécessaires au FCC en Suisse.

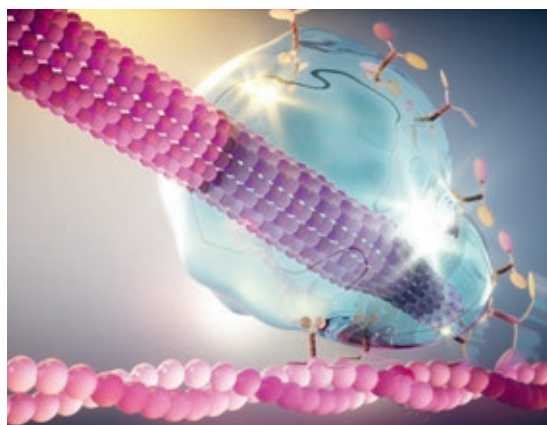


Scannez pour accéder au site web de CHART.

La colle intelligente issue de la nature

Dans la cellule, des structures mobiles composées de protéines travaillent ensemble comme une machine complexe afin de remplir les fonctions de la cellule. La façon dont certaines de ces pièces mobiles sont reliées entre elles était jusqu'à présent un mystère. Des scientifiques du PSI et de l'ETH Zurich ont découvert que les molécules de protéine peuvent former des gouttelettes de liquide qui agissent comme de la colle. Il s'agit d'un fluide intelligent composé de biomolécules qui ont été optimisées au cours de leur évolution durant des centaines de millions d'années, afin d'obtenir les propriétés matérielles parfaites pour un fonctionnement biologique optimal. Les scientifiques se sont appuyés sur les structures des protéines qui composent la colle. Des expériences menées à la Source de Lumière Synchrotron Suisse ont permis de mettre au jour ces structures.

Cette gouttelette est composée de molécules de protéines. Elle sert de colle qui maintient les microtubules sur un câble d'actine – un processus indispensable au déroulement de la division cellulaire.
 > Graphique: Ella Maru Studios



Les données utilisées pour cette étude proviennent de 22 stations de mesure réparties dans 14 pays à travers l'Europe.
 > Mahir Dzambegovic/PSI

Carte de la pollution par aérosols en Europe

Une équipe internationale dirigée par le PSI a analysé les données de mesure de la pollution atmosphérique collectées sur 22 sites, aussi bien dans les villes que dans les zones rurales dans toute l'Europe. Les analyses se sont concentrées sur la pollution provoquée par ce que l'on appelle les aérosols. Ces impuretés, également appelées particules fines, peuvent être nocives pour la santé, notamment parce que ces particules en suspension pénètrent en profondeur dans les poumons. Bien que la composition des particules fines varie d'un endroit à l'autre, les chercheuses et chercheurs ont identifié une source principale de pollution par aérosols: le chauffage individuel par des combustibles solides, tels que le bois ou le charbon. Les données ainsi obtenues devraient permettre d'améliorer les modèles de qualité de l'air.



WSL
L'INTELLIGENCE
ARTIFICIELLE POUR
PRÉVOIR LES
AVALANCHES



Les technologies numériques, comme l'intelligence artificielle, permettent d'accéder à de vastes banques de données et à de nouvelles connaissances dans la recherche environnementale. Le WSL utilise très largement ces possibilités, notamment dans l'étude de la neige et des avalanches afin d'obtenir des prévisions plus précises sur les zones de danger.

«Des prévisions sur mon téléphone relatives à la pente neigeuse que je suis en train de dévaler? Ce serait une vision d'avenir fascinante!»

> Jürg Schweizer, directeur du SLF

Détection précoce des périodes de sécheresse: la combinaison des modèles d'impact existants et des prévisions météorologiques et hydrologiques saisonnières permet aussi de prévoir les sécheresses extrêmes via l'apprentissage automatique sur drought.ch.

Des scientifiques citoyennes et citoyens recensent les espèces végétales suisses: pour une meilleure reconnaissance automatique des espèces végétales via des applications mobiles, le WSL a développé une nouvelle méthode basée sur le *deep learning*. Les informations apparaissant avec les images incluent des données sur les conditions locales et des caractéristiques précises des plantes.

A l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches du WSL (SLF), humains et machines travaillent main dans la main. Les deux expertises sont intégrées dans le bulletin d'avalanches publié chaque jour par l'institut sur mandat de la Confédération. Trois prévisionnistes d'avalanches établissent d'abord chacun une prévision conventionnelle du danger d'avalanche pour le lendemain. Ils utilisent des informations actuelles sur l'évolution et les prévisions météorologiques, des données de stations de mesure, mais aussi les observations de randonneuses et randonneurs ainsi que celles de guides de montagne. Ils attribuent les données collectées, par région, à l'un des cinq degrés de danger. Ensuite seulement, ils incluent les prévisions automatiques de l'ordinateur, basées sur l'apprentissage automatique. Des scientifiques du SLF lui ont appris à établir de telles prévisions, en étroite collaboration avec le *Swiss Data Science Center* (SDSC). Leurs recherches ont été aussitôt prises en compte par l'équipe d'alerte opérationnelle.

Le premier hiver, un prévisionniste du SLF a acquis une première expérience avec le modèle de prévision numérique. Depuis l'hiver 2021/2022, toute l'équipe d'alerte dispose de cette possibilité de prévision automatique du danger d'avalanche. L'apprentissage automatique permet d'établir des prévisions sans intervention humaine, à l'aide de données de mesure et de modélisation. Les données des stations de mesure automatiques, du modèle numérique de manteau neigeux SNOWPACK et de COSMO, le modèle de prévision météorologique de MétéoSuisse, sont combinées pour prévoir le degré de danger d'avalanche sur neige sèche pour les 24 heures à venir.

Des scientifiques du SLF ont également perfectionné le modèle informatique basé sur l'apprentissage automatique et élargi la palette de modèles. Durant l'hiver 2022/2023, il sera possible d'établir des prévisions automatiques d'avalanches de neige mouillée et de stabilité du manteau neigeux. «Grâce à la collaboration avec le SDSC, la chaîne de modèles était

quasiment opérationnelle 18 mois après le lancement du projet et nous avons testé les prévisions automatisées. Les résultats étaient prometteurs», souligne Jürg Schweizer, directeur du projet. Les prévisions du modèle sont ensuite intégrées à celles établies manuellement. «Nous espérons que les prévisions générées automatiquement par voie numérique amélioreront la cohérence de nos alertes. Elles constituent un second avis indépendant et précieux», selon le directeur du SLF.

Plus le danger d'avalanche est élevé, plus les avalanches sont importantes. Elles signalent une situation critique. Mais les informations sur les départs d'avalanche sont rarement disponibles en temps réel. Les systèmes de détection basés sur la sismologie ou les infrasons comblent cette lacune. L'apprentissage automatique permet par exemple de filtrer les signaux avant-coureurs d'avalanche. Le SLF effectue également des tests pour obtenir des informations sur la répartition spatiale ou l'ampleur des départs d'avalanche à l'aide d'images satellites ou de prises de vue par drones. Ces méthodes de télédétection ont le grand avantage d'enregistrer l'activité avalancheuse à grande échelle, dans le meilleur des cas pour toutes les Alpes suisses. Les données collectées permettent de prévoir les avalanches et servent aussi à la validation et l'amélioration de modèles, comme pour ceux de dynamique des avalanches lors du zonage de danger. «Pour les avalanches majeures, nous effectuons des prises de vue par drone afin de visualiser leurs contours, de calculer leur volume et le bilan de masse.»

L'intelligence artificielle est utilisée également dans d'autres domaines de recherche du WSL. Avec l'ETH Zurich et le soutien financier des Offices fédéraux de l'environnement et des routes, le WSL a développé un système qui recense automatiquement la sénéçon du Cap et l'ailante le long des autoroutes, deux espèces de plante qui figurent sur la «liste noire» des néophytes envahissantes de Suisse. La cartographie a été réalisée à l'aide d'une méthode spécifique très précise basée sur le *deep learning*, consistant à filmer depuis une voiture en mouvement. Cela a permis d'obtenir des cartes de répartition reproductibles, à haute résolution spatiale, établies aussi pour d'autres espèces.

Les possibilités numériques modernes dans la recherche environnementale permettent d'obtenir de manière automatisée une plus grande quantité et une plus grande diversité de données et de les évaluer de manière plus ciblée sur le plan scientifique. Le fait que le WSL les utilise renforce non seulement sa réputation de leader en matière de recherche environnementale, mais est aussi dû à la complexité interdisciplinaire des questions liées au changement climatique.

Le rôle de la neige sur l'équilibre des écosystèmes arctiques et alpins

Dans les environnements froids, la neige reste au sol pendant une grande partie de l'année, son effet y est donc très important. Si les conditions d'enneigement changent, en raison du réchauffement climatique par exemple, cela a des répercussions sur les écosystèmes des Alpes et de l'Arctique. Les effets de tels changements sont parfois surprenants: par exemple, moins de neige en hiver peut refroidir les sols, car ils perdent leur couche isolante. En revanche, pour de nombreuses plantes alpines, il est préférable que la neige reste en place plus longtemps, car elle protège du gel au sol et les plantes bénéficient de plus d'humidité au printemps. Une étude dirigée par Christian Rixen de l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches WSL (SLF) a réuni pour la première fois une vue d'ensemble des connaissances actuelles sur le rôle du manteau neigeux pour la végétation, les interactions entre les plantes et les animaux, le pergélisol ainsi que les processus microbiens et le cycle biogéochimique.

Inauguration des nouveaux bureaux et ateliers durables du SLF

L'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches WSL (SLF) à Davos a connu une forte croissance en termes de thématiques et de personnel: les scientifiques ne sont pas seulement très performants dans la soumission de projets, mais mettent également en place, avec le concours du canton des Grisons et de l'ETH Zurich, le centre de recherche CERC (*Climate Change, Extremes and Natural Hazards in Alpine Regions Research Centre*) intégré au SLF. Le nouveau bâtiment, qui compte plus de cinquante postes de travail, remplace un atelier vétuste et peu performant sur le plan énergétique. Le bâtiment, conçu et planifié par Schwarz Architekten AG, est le premier bâtiment du Domaine des EPF à atteindre le niveau «platine», l'échelon le plus élevé possible dans le cadre du «Standard de construction durable en Suisse».



Une recherche de pointe pour les forêts de demain

L'augmentation des températures et l'assèchement des sols ont des effets différents sur le fonctionnement des forêts, mais on sait encore peu de choses sur les conséquences de cette combinaison de plus en plus fréquente. Des scientifiques du WSL ont démontré pour la première fois que la sécheresse atmosphérique induite par une forte chaleur accélère le dépérissement des arbres, et ce même en l'absence de sécheresse édaphique, c'est-à-dire affectant le sol. Cependant, une plus grande diversité d'essences dans la forêt entraînerait une moindre exposition à la sécheresse et donc une plus grande résistance à ces événements extrêmes.



Regardez la vidéo YouTube sur les conséquences de la sécheresse et de la chaleur sur les forêts.

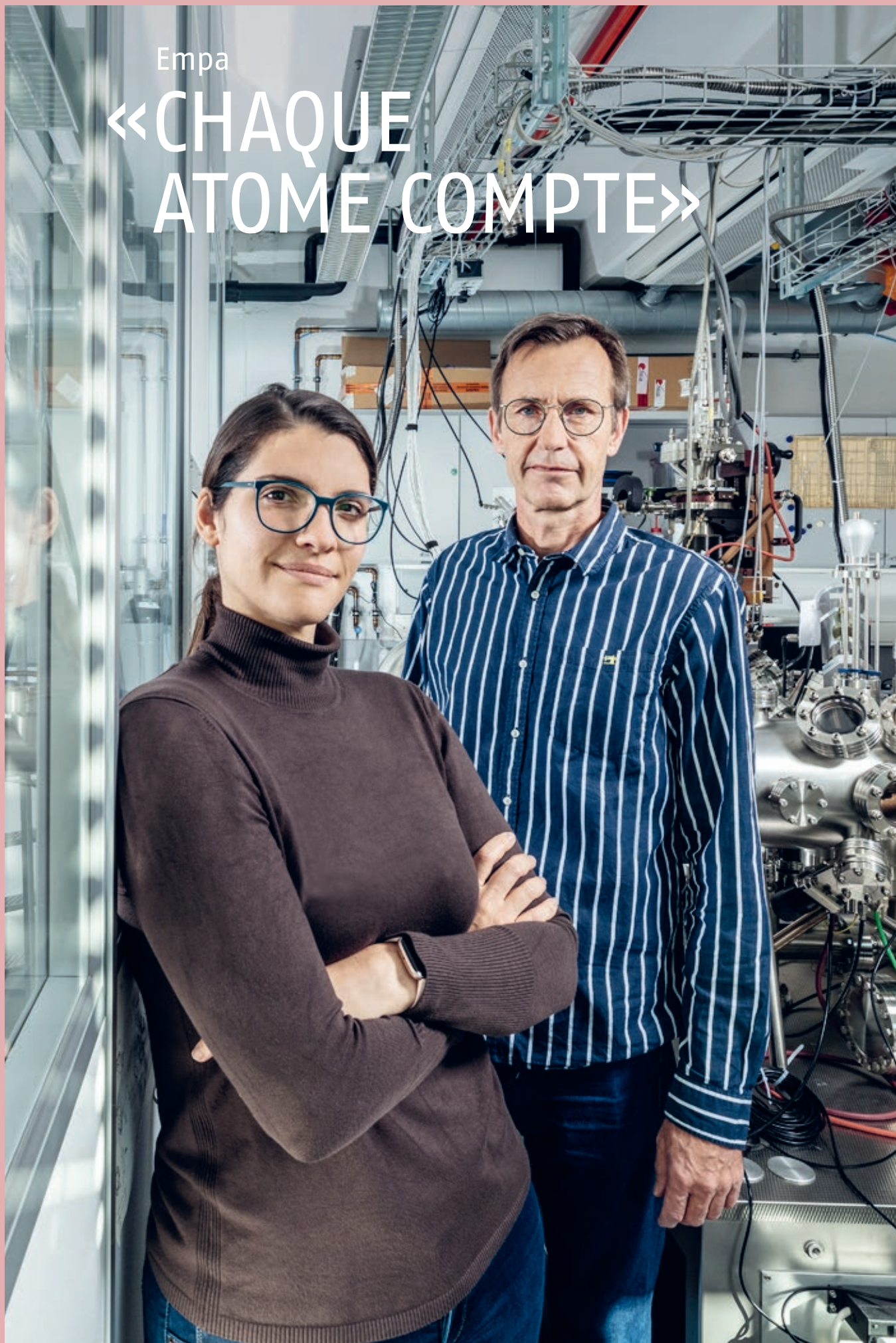


Mesure de la photosynthèse d'un hêtre dans un mésocosme au WSL.
 > WSL

Le nouveau bâtiment du WSL à Davos est certifié durable.
 > Yves Bühler

Empa

«CHAQUE ATOME COMPTE»



Des chercheuses et chercheurs de l'Empa ont développé de nouveaux matériaux en carbone qui, en utilisant les effets quantiques, présentent des propriétés électroniques et magnétiques jusqu'ici inégalées. La Fondation Werner Siemens soutient le projet CarboQuant par une contribution de 15 millions de francs. Les graphènes, la nanotechnologie et la science quantique sont désormais largement appliqués à l'Empa.

La géométrie du graphène permet de régler ses propriétés électriques et magnétiques. La forme détermine les propriétés, et non la chimie: une approche totalement nouvelle.

> Gabriela Borin Barin (à gauche sur la photo), scientifique, membre de l'équipe de Roman Fasel, directeur du laboratoire *nanotech@surfaces* de l'Empa

C'est l'une de ces fabuleuses histoires de la recherche faisant le lien entre la science des matériaux du passé et la science quantique de l'avenir qui s'écrit ici. Elle a commencé en 2003 avec l'arrivée à l'Empa du chercheur Pierangelo Gröning, aujourd'hui directeur du département Matériaux et surfaces modernes, pour développer le secteur des nanotechnologies. Avec lui est arrivé Roman Fasel, aujourd'hui directeur du laboratoire *nanotech@surfaces*: les deux physiciens se connaissent depuis l'Université de Fribourg, où ils ont mené des recherches sur les tubes de carbone, le matériau prototype de la nanotechnologie. En 2009, ils ont constaté que les nanotubes de carbone ne convenaient que partiellement aux applications électroniques prévues, dans la mesure où le processus de synthèse ne pouvait pas être maîtrisé de façon ciblée. R. Fasel, qui avait consacré sa thèse aux structures moléculaires en surface, a eu l'idée de tenter une fabrication contrôlée de nanorubans, plutôt que de nanotubes, au moyen de briques moléculaires, tel un système de construction Lego.

Puis le graphène, une modification du carbone avec une structure bidimensionnelle et en nid d'abeille, est entré en jeu. Ce matériau présente une grande stabilité, mais aussi un inconvénient. «Il ne s'agit pas d'un semi-conducteur, mais d'un semi-métal, inutilisable pour de nombreuses applications électroniques, à moins que l'on ne parvienne à restreindre le mouvement des électrons de manière à transformer le semi-métal en semi-conducteur», explique R. Fasel. «C'est ce qui est arrivé lorsque nous avons synthétisé des nanorubans de graphène et introduit ce que l'on appelle une bande interdite dans le graphène.» Les rubans larges de quelques atomes ont été examinés au microscope à effet tunnel. Il s'est avéré qu'en lien avec la dimensionnalité réduite du matériau, des effets quantiques se produisaient et que les nanorubans de graphène ne présentaient plus des états d'énergie continus, mais bien quantifiés.

De nouvelles possibilités de développement de matériaux: assembler des nanocristaux, en passant par l'auto-organisation, pour former de nouveaux mégacristaux ou super-réseaux et obtenir ainsi des propriétés nouvelles telles que la superfluorescence.

«La largeur du ruban», continue R. Fasel, «permet même de régler la bande interdite, c'est-à-dire la propriété la plus importante du semi-conducteur.» A partir des débuts consacrés aux nanotubes, les scientifiques ont désormais trouvé un moyen d'obtenir un contrôle total sur la structure et les propriétés physiques des nanorubans. Ils sont en mesure d'assembler des molécules spécialement conçues au moyen de l'auto-organisation moléculaire pour former n'importe quel ruban souhaité et d'en visualiser jusqu'à la structure atomique. «Chaque atome compte», indique P. Gröning. «S'il en manque un ou si l'un se trouve au mauvais endroit, c'est l'ensemble qui ne fonctionne plus.» En 2010, ils ont été pour la première fois en mesure de produire des nanorubans de graphène avec une précision atomique.

Au cours des deux dernières années, ils ont publié dans les revues spécialisées *Nature Nanotechnology*, *Nature Chemistry* et *Nature* des articles portant sur le magnétisme dans les nanomatériaux de carbone taillés sur mesure et en particulier sur un effet physique que les scientifiques appellent le fractionnement de spin. Celui-ci se forme si de nombreux spins entiers sont placés dans une superposition quantique cohérente commune, comme les équipes de recherche de l'Empa y sont parvenues dans des chaînes moléculaires synthétisées avec précision. De là est né le projet CarboQuant, désormais soutenu par la Fondation Werner Siemens à hauteur de 15 millions de francs pour les dix prochaines années. Ce qui a convaincu la fondation est le fait que «la géométrie du graphène permet de régler ses propriétés électriques et magnétiques. La forme détermine les propriétés, et non la chimie: une approche totalement nouvelle.» Le projet CarboQuant doit permettre de jeter les bases de nouvelles technologies quantiques robustes et économes en énergie, pouvant fonctionner à température ambiante: les matériaux actuels nécessitent des températures proches du zéro absolu.

Entre-temps, plusieurs sections de l'Empa se consacrent aux graphènes, à la nanotechnologie et à la science quantique. Mickael Perrin, professeur adjoint à l'ETH Zurich, mène, avec le soutien d'un *ERC Starting Grant*, des recherches sur les convertisseurs de courant quantiques: de minuscules centrales composées de rubans de graphène qui transforment la chaleur résiduelle en électricité par conversion thermoélectrique et en utilisant les effets quantiques. Un autre groupe de recherche de l'Empa dirigé par Maksym Kovalenko, professeur à l'ETH Zurich, étudie la synthèse et l'application de nanocristaux d'à peine 3 à 10 nanomètres. Le groupe maîtrise la synthèse de ces cristaux au point de pouvoir les obtenir de façon quasi monodisperse. De toutes nouvelles possibilités s'ouvrent ainsi dans le développement de matériaux: des nanocristaux dans des super-réseaux aux propriétés nouvelles, qui pourraient intervenir comme source de lumière ultra-rapide et économe en énergie.

Des drones polyvalents pour les tâches les plus diverses



Regardez la vidéo YouTube sur les drones qui peuvent à la fois voler et plonger.



› Image de synthèse: Empa

En mars 2022, Mirko Kovac a reçu une bourse *ERC Consolidator Grant* de l'Union européenne d'un montant de deux millions d'euros. M. Kovac, chercheur à l'Empa et à l'*Imperial College London*, développe des drones métamorphiques en matériaux flexibles pour une utilisation dans des écosystèmes complexes, comme l'Arctique. Avec son équipe, il collecte des données qui permettent, par exemple, d'étudier le changement climatique ou la pollution en haute mer. Un autre drone du scientifique, MEDUSA, peut se poser sur l'eau pour surveiller la qualité de l'eau des lacs à l'aide d'une capsule mobile sous-marine équipée d'une caméra et de capteurs. Et, en septembre 2022, une autre de ses innovations a fait la couverture de la revue scientifique *Nature*: sur le modèle des abeilles, des drones volants impriment depuis les airs et en équipe des matériaux 3D pour la construction et la réparation de structures.

Nouveaux concepts de diagnostic pour les maladies neurodégénératives

Les scientifiques de l'Empa développent des méthodes de détection précoce de plusieurs maladies du cerveau. Par exemple, une ceinture de détection textile qui enregistre des paramètres tels que l'ECG, la température corporelle et les types de mouvement. En effet, avant que la mémoire ne baisse en cas de démence, des changements, qui influencent les paramètres ci-dessus, se produisent dans le cerveau. Des études menées à l'Hôpital cantonal de Saint-Gall ont montré que la ceinture sensorielle pouvait donner des indications sur une altération des capacités cognitives des sujets avant qu'ils ne soient atteints de démence. Une autre équipe de l'Empa a identifié des indices montrant que les ions cuivre accélèrent l'agglutination de protéines propres au corps; un processus clé dans le développement de la maladie de Parkinson. Une structure en forme d'anneau pourrait alors servir d'indice précoce de diagnostic. Avec les Hôpitaux universitaires de Genève et la Clinique Hirslanden, les scientifiques de l'Empa ont développé un procédé de diagnostic par micro-tomographie computationnelle en 3D qui aide à choisir rapidement le traitement optimal après un AVC.

Lutter contre le gaspillage alimentaire

Environ 30% de tous nos aliments terminent à la poubelle. A l'aide de jumeaux numériques et d'une application, un groupe de recherche de l'Empa souhaite, en collaboration avec la BASE (*Basel Agency for Sustainable Energy*), réduire les déchets tout au long des chaînes de production et de livraison de fruits et légumes. Les fruits virtuels peuvent aider les productrices et producteurs et les fournisseurs à optimiser les conditions de stockage et de transport afin de réduire les pertes de qualité. L'application mobile permet aux agricultrices et agriculteurs de pays comme l'Inde et le Nigeria d'accéder à des installations frigorifiques et de surveiller la durée de conservation de leurs produits. De plus, en collaboration avec Lidl Suisse, les scientifiques de l'Empa ont développé une couche de protection en cellulose pour les fruits et légumes à partir de résidus issus de la production de légumes, comme la pulpe pressée ou les épiluchures. Les aliments enduits de cette couche de protection restent frais plus longtemps, environ une semaine pour les bananes. La couche de protection ne présente aucun risque pour la santé, peut être facilement lavée et réduit les déchets plastiques.

EAWAG

LE NOUVEAU STANDARD DE RÉFÉRENCE?



Le traitement des eaux usées urbaines fonctionne depuis toujours selon un système simple: elles sont acheminées via les canalisations dans des stations d'épuration centralisées, où elles sont traitées. Un projet de recherche interdisciplinaire de l'Eawag, mené par les professeurs Bernhard Truffer et Max Maurer, ébranle cet axiome et plaide pour un système hybride avec des stations décentralisées – à l'échelle mondiale et avec des potentiels en Suisse.

Pour modifier un standard de référence éprouvé depuis des décennies, il faut disposer d'arguments convaincants. Dans la gestion des eaux urbaines, ce standard est le suivant: les eaux usées des ménages et des entreprises sont collectées via des canalisations – depuis les années 60, surtout dans des stations d'épuration centralisées – puis traitées et restituées dans l'environnement. L'invention des canalisations a permis de garantir au fil du temps des conditions d'hygiène dans les agglomérations urbaines. Pourquoi modifier un tel système?

Le professeur Bernhard Truffer est chef de groupe du département Sciences sociales de l'environnement de l'Eawag et travaille



Regardez la vidéo YouTube sur le potentiel d'une gestion des eaux urbaines orientée vers les ressources.

«La part de traitement décentralisé des eaux usées pourra passer à long terme de 2,5% aujourd'hui à 50%.»

> Bernhard Truffer (à gauche sur la photo) et Max Maurer, de l'Eawag

sur des dynamiques d'innovation et industrielles dans le domaine des technologies durables. Sa réponse est convaincante: l'être humain produit en moyenne un litre d'urine par jour, laquelle contient de grandes quantités d'azote ou de phosphore. Ce litre d'urine, dilué avec les 150 litres des autres eaux usées du ménage, est ensuite acheminé par les canalisations sur plusieurs kilomètres jusqu'à une station d'épuration centralisée où il est traité. «En fait, ce système n'est pas du tout efficace», affirme-t-il, «les systèmes de canalisation sont très étendus et la consommation d'eau est élevée.» Le chercheur plaide plutôt pour un traitement décentralisé des eaux usées adapté à la situation et pour une modularisation des infrastructures hydrauliques en Suisse. «Les installations décentralisées nécessitent moins de canalisations et moins d'eau, si le processus de retraitement est effectué via un circuit hydraulique.»

Cela semble d'ailleurs évident. «D'autant plus que de nouvelles technologies intelligentes permettront bientôt des systèmes modulaires fonctionnels et peu coûteux pour le traitement des eaux usées», ajoute le professeur Max Maurer, chef de groupe du département Gestion des eaux urbaines de l'Eawag. Le problème réside en fait le plus souvent dans l'esprit des spécialistes responsables du traitement des eaux, qui ont grandi dans le système centralisé. Ces spécialistes doivent aujourd'hui prendre des décisions relatives à des investissements dans des infrastructures hydrauliques qui dureront jusqu'à 80 ans. Donc, en théorie, il existe

un risque de mauvaise allocation de moyens financiers si l'on ne profite pas en temps utile des innovations technologiques permettant des systèmes modulaires et décentralisés.

Pour favoriser ici concrètement un transfert de connaissances sur le rôle futur des systèmes d'assainissement modulaires, les professeurs Truffer et Maurer ont pris en charge, dans le cadre du programme national de recherche PNR 73, la direction du projet Comix, à savoir *Challenges and Opportunities of Modular Water Infrastructures for Greening the Swiss Economy*. Il s'agit d'un projet interdisciplinaire: les institutions du Domaine des EPF disposent depuis des années d'une expertise mondialement reconnue en matière de gestion des eaux. Le projet Comix implique donc des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich, le bureau de conseil suisse Ecoplan et des décideuses et décideurs de la gestion des eaux urbaines au niveau de la Confédération, des cantons, des communes ainsi que des associations professionnelles. La question qui se pose est fondamentale: les infrastructures hydrauliques, quasiment toutes centralisées aujourd'hui, doivent-elles et peuvent-elles devenir hybrides et modulaires à l'avenir? Le sujet a aussi été discuté dans des ateliers avec les parties concernées. «Au début, on a surtout identifié les obstacles», explique le professeur Truffer, «qui entravent dans une large mesure l'introduction de systèmes d'assainissement décentralisés en Suisse ou restreignent leur faisabilité aux seules régions excentrées.» Toutefois, plus la vision globale l'emportait, plus les avis changeaient. Des systèmes décentralisés peuvent être judicieux en zone urbaine, si les infrastructures hydrauliques et énergétiques combinées à une nouvelle architecture – par exemple pour rafraîchir les centres-villes – permettent des approches intégrées ou si la gestion de l'eau des nouveaux bâtiments dans des friches industrielles est orientée vers une économie circulaire autonome. B. Truffer et M. Maurer en sont convaincus: «La part de traitement décentralisé des eaux usées pourra ainsi passer à long terme de 2,5% aujourd'hui à 50%.» Les deux chercheurs voient la Suisse du futur avec un tel système d'assainissement hybride et les investissements d'aujourd'hui doivent aller en ce sens, du moins en partie.

Conséquences indirectes du changement climatique sur les cours d'eau



Fonte des glaciers et sécheresses estivales: le réchauffement climatique a un impact direct sur les systèmes hydrauliques naturels en Suisse. Les chercheuses et chercheurs de l'Eawag ont désormais démontré qu'il faut également prendre en compte les effets indirects du changement climatique, c'est-à-dire les conséquences des mesures prises par l'humain pour s'adapter au changement climatique. Par exemple, le développement excessif de l'hydroélectricité peut assécher les cours d'eau localement et donc renforcer les effets directs du changement climatique. En optimisant l'utilisation des barrages, l'eau stockée permettrait non seulement de produire de l'électricité, mais aussi de résister aux périodes de sécheresse.

Si moins d'eau s'écoule en aval des centrales électriques, les cours d'eau se réchauffent et leur lit risque de s'assécher par endroits.
 › Herzi Pinki/Wikimedia (CC BY-SA 3.0)

Utiliser les lacs et les cours d'eau comme réservoirs thermiques

L'utilisation de la chaleur des eaux de surface comprend à la fois l'extraction d'énergie thermique pour le chauffage et des rejets thermiques pour le refroidissement. Ainsi, des installations importantes sont déjà en service ou des projets d'extension sont prévus sur les lacs Léman, des Quatre-Cantons, de Biemme, de Zurich et de Constance. Dans une fiche d'information destinée aux personnes en charge de la planification et de l'exploitation d'installations, aux services spécialisés de la Confédération et des cantons, ainsi qu'aux autorités compétentes, l'Eawag a décrit les impacts écologiques sur les lacs et les cours d'eau exploités, en résumant avec concision les points clés à prendre particulièrement en compte.



Réduire les émissions de protoxyde d'azote dues au traitement des eaux usées

La Suisse compte environ 800 stations d'épuration communales (STEP). Leur impact sur le climat est bien plus important qu'on ne le pensait jusqu'à présent: elles sont responsables d'environ 20% des émissions de protoxyde d'azote en Suisse, comme l'ont découvert les chercheuses et chercheurs de l'Eawag. Le nettoyage biologique occupe ici un rôle essentiel. Grâce à des mesures d'optimisation appropriées, par exemple éliminer davantage d'azote et prévenir l'accumulation de nitrites, les émissions totales de gaz à effet de serre d'une STEP pourraient toutefois être réduites jusqu'à 75%, sans incidence sur la qualité des eaux usées épurées.



Fiche d'information sur l'utilisation thermique des lacs et rivières.

Wenzel Gruber, chercheur à l'Eawag, lors de travaux de maintenance sur l'installation de mesure d'une STEP.

› Andrin Moosmann/Eawag

Les lacs stockent de grandes quantités de chaleur.

› 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 fédérale sur les écoles polytechniques fédérales du 4 octobre 1991 (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 du Domaine des EPF.

La position, la structure et les tâches du Domaine des EPF sont décrites dans la loi sur les 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).

Tâches

Selon les objectifs définis à l'art. 2 de la loi sur les EPF, les deux EPF et les quatre établissements de recherche (institutions du Domaine des EPF) doivent former des 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 nationale et 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. Le Conseil fédéral réalise quant à lui un rapport pour le Parlement, dans lequel il indique le degré d'atteinte des objectifs stratégiques, et s'appuie pour ce faire entre autres sur le rapport du Conseil des EPF. A la mi-période FRI, le Conseil des EPF rédige un rapport d'autoévaluation prenant position sur des thèmes définis par le Conseil fédéral. Ce rapport d'autoévaluation constitue l'une des bases de l'évaluation du Domaine des EPF incombant au DEFR et est mis à disposition du groupe international d'expertes et experts pour une évaluation par des pairs.

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 les fonds fédéraux 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 de la direction 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 officiel 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.

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 à la convention d'objectifs, 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 gouvernance d'entreprise du Conseil fédéral pour les entités indépendantes de la Confédération¹ 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 est tenu d'édicter les règles de conduite correspondantes.»

¹ https://www.efv.admin.ch/efv/fr/home/themen/finanzpolitik_grundlagen/cgovl_grundlagen.html

La structure du
Domaine des EPF

* Contrats de travail
y c. les doctorantes et
doctorants, état
au 31 décembre 2022

Domaine des EPF

Conseil des EPF

11 membres

60 collaboratrices et collaborateurs (état-major, audit interne, commission de recours)

Ecoles polytechniques fédérales

ETH Zurich

24 540 étudiant·es et doctorant·es

13 528 collaboratrices et collaborateurs*

EPFL

12 576 étudiant·es et doctorant·es

6 457 collaboratrices et collaborateurs*

Etablissements de recherche

PSI

2 175

collaboratrices et
collaborateurs*

WSL

623

collaboratrices et
collaborateurs*

Empa

1 021

collaboratrices et
collaborateurs*

Eawag

511

collaboratrices et
collaborateurs*

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 et 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 (révision au 1^{er} août 2022); 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 par le Conseil des EPF (sous réserve de la compétence du Conseil fédéral) si les conditions des bases légales s'y rapportant sont satisfaites.

Les nouveaux liens d'intérêts ou activités accessoires sont déclarés au Conseil des EPF tout au long de l'année et leur 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. La présidente ou le président du Conseil des EPF, la ou le responsable de l'audit interne et celle ou celui du secteur d'état-major finances du Conseil des EPF participent aux séances avec une voix consultative.

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

¹ Les bases légales applicables sont publiées sur le site web du Conseil des EPF: www.cepf.ch/basesjuridiques
² www.admin.ch/ch/f/cf/ko/Gremien_interessenbindung_79.html
³ www.cepf.ch/liendinterets

Indemnisation du Conseil des EPF

En 2022, le président du Conseil des EPF a touché pour son poste à 80% un salaire brut de 294 558 CHF (avec un salaire annuel de 368 197 CHF pour 100%). L'employeur a également versé 94 177 CHF de cotisations aux assurances sociales. Le président est assuré par la Caisse fédérale de pensions, dont le règlement établit les cotisations versées par l'employeur.

Sur la base de la décision du Conseil fédéral du 24 juin 2020 relative aux honoraires des membres externes du Conseil des EPF qui ne sont pas employés par une institution du Domaine des EPF, la vice-présidente du Conseil des EPF et la présidente du comité d'audit ont chacune touché en 2022 une somme forfaitaire de 32 000 CHF. Les quatre autres membres externes du Conseil des EPF ont chacune et chacun touché une somme forfaitaire de 20 000 CHF en 2022. Par ailleurs, les membres externes du Conseil des EPF ont reçu au total 56 500 CHF, notamment pour les dialogues et la commission préparatoire de l'élection. 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 sein du Conseil des EPF. Le conseil des EPF a pris en charge 40% des charges salariales et sociales de l'EPFL (yc. la compensation des frais) pour le poste à 70% des déléguées et délégués des assemblées des deux EPF afin de garantir leur indépendance d'une institution.

Les organes de direction du Domaine des EPF

Présidence et membres du Conseil des EPF

- Prof. Michael O. Hengartner¹, président
- Prof. dr dr h. c. Barbara Haering², vice-présidente
- Cornelia Ritz Bossicard², présidente du comité d'audit
- Prof. Joël Mesot¹
- Prof. Martin Vetterli¹
- Prof. Gian-Luca Bona¹ (jusqu'en mai 2022)
- Prof. Christian Rüegg¹ (depuis juin 2022)
- 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. Günther Dissertori, recteur (depuis février 2022)
- Prof. Detlef Günther, vice-président pour la recherche (jusqu'en décembre 2022)
- Robert Perich, vice-président pour les finances et le controlling (jusqu'en mars 2023)
- Prof. Vanessa Wood, vice-présidente pour le transfert de savoir et les relations économiques
- 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. Christian Wolfrum, président pour la recherche (depuis janvier 2023)

Direction de l'EPFL

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

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
- Prof. Mike Seidel, membre

Direction du WSL

- Prof. Beate Jessel, directrice
- Christoph Hegg, directeur adjoint
- Prof. dr. h.c. Anna Hersperger, membre
- Prof. Rolf Holderegger, membre
- Birgit Ottmer, membre (depuis janvier 2022)
- Prof. Andreas Rigling, membre (jusqu'en août 2022)
- Prof. Jürg Schweizer, membre
- Thomas Wohlgemuth, membre (depuis septembre 2022)

Direction de l'Empa

- Prof. Gian-Luca Bona, directeur (jusqu'en mai 2022)
- Prof. Tanja Zimmermann, directrice (depuis juin 2022)
- Peter Richner, directeur adjoint
- Brigitte Buchmann, membre
- Alex Dommann, membre
- Pierangelo Gröning, membre
- Urs Leemann, membre

Nouveau au sein de la direction de l'Empa

- Lorenz Herrmann, membre (depuis janvier 2023)

Direction de l'Eawag

- Prof. Janet Hering, directrice (jusqu'en décembre 2022)
- Prof. Rik Eggen, directeur adjoint
- Prof. Jukka Jokela, membre
- Prof. Tove Larsen, membre
- Gabriele Mayer, membre
- Prof. Christian Zurbrügg, membre
- Prof. Carsten Schubert, membre

Nouveau au sein de la direction de l'Eawag

- Prof. Martin Ackermann, directeur (depuis janvier 2023)

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). Depuis 2022, le Conseil fédéral élit les membres de la Commission de recours interne des EPF. Les recours concernent essentiellement la législation sur les écoles polytechniques et sur le personnel. 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
- Anne Dorthe, avocate et membre
- Jonas Philippe, membre
- Dieter Ramseier, membre
- Prof. Thomas Vogel, 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).

Organe de direction

- Michael Käppeli, directeur administratif
- Monique Weber-Mandrin, directrice adjointe et service juridique
- Kurt Baltensperger, sciences
- Gian-Andri Casutt, communication
- Dieter Künzli, finances et personnel
- 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

Etat au 31 décembre 2022
(Les modifications déjà décidées en 2022 et prenant effet en 2023 sont également mentionnées)

Service d'ombudsman

Service d'ombudsman

Le service d'ombudsman du Conseil des EPF 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 de tels comportements doivent être déclarés en priorité au sein des deux EPF et des quatre établissements de recherche, 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): le personnel est tenu de dénoncer aux autorités de poursuite pénale, à la supérieure hiérarchique ou au supérieur hiérarchique ou au Contrôle fédéral des finances (CDF) tous les crimes et délits devant être poursuivis d'office dont il a eu connaissance ou qui lui ont été signalés dans l'exercice de sa fonction officielle.

L'ombudsman est:

- Res Nyffenegger, avocat externe à Berne

Commission de conciliation

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

La commission de conciliation selon la loi sur l'égalité pour le personnel du Domaine des EPF informe et conseille les parties 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. L'objectif de la procédure de conciliation est de parvenir, avec l'aide des parties (employeur et personnel) et 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

Représentation 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)

Représentation du personnel:

- Gregor Spuhler, ETH Zurich (membre)
- Prof. Sabine Süsstrunk, 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 chacune d'un SCI (art. 35^{bis}, loi sur les EPF). Celui-ci 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. 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 2022, 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 détaillé». Ces rapports sont discutés chaque année au sein du comité d'audit avec des représentantes et représentants du CDF. En 2022, le CDF a facturé au Conseil des EPF un montant total de 548 556 CHF (dont 327 813 CHF pour la révision finale des comptes 2022 et 220 743 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2022).

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 de l'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 jusqu'à 40 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 -34 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 de l'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.

Barbara Haering a étudié les sciences naturelles et obtenu en 1996 un doctorat en aménagement du territoire à l'ETH Zurich. Elle dirige la société Barbara Haering GmbH, qui fournit des conseils stratégiques aux institutions publiques et privées. 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 le conseil de fondation du Parc d'innovation suisse *Switzerland Innovation*, de la Fondation Marcel Benoist 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 SA, 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, en outre, président du conseil d'administration de la société Swissquote MEA Ltd, Dubaï, E.A.U. (depuis 2012), de Swissquote Ltd, Londres, Royaume-Uni et de Swissquote Asia Ltd, Hong-Kong (depuis 2014 dans les deux cas), de Swissquote Pte. Ltd, Singapour et de 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 *Chewing Gum* de Chocolat Frey et directrice marketing de Coca-Cola. Jusque fin 2012, elle a dirigé sa propre entreprise, BeFood Consulting SA. Depuis 2013, elle occupe le poste de *Managing Director* chez Sandro Vanini SA, une entreprise du groupe Haecy. B. Fasana est également membre du Conseil et présidente de la Commission administrative de la Haute école spécialisée de la Suisse italienne SUPSI (*Scuola universitaria professionale della Svizzera italiana*) ainsi qu'administratrice de la Banque Raiffeisen del Basso 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 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. Depuis 2021, elle est professeure invitée à l'Université de Lausanne et 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



Christian Rüegg

* 1976, Suisse
Prof., dr sc. nat.

Membre du Conseil des EPF depuis juin 2022 et représentant des établissements de recherche. Directeur du PSI depuis 2020. Professeur à l'ETH Zurich, à l'EPFL et à l'Université de Genève.

Christian Rüegg a étudié la physique à l'ETH Zurich et a décroché son doctorat en 2005 au sein du Laboratoire de diffusion neutronique de l'ETH Zurich et du PSI. Entre 2005 et 2011, il a travaillé au Centre de nanotechnologie de l'*University College London* (UCL) et de l'*Imperial College London*. Il a été *Royal Society University Research Fellow*, assistant et professeur associé à l'UCL. De 2011 à 2016, il a dirigé le Laboratoire de diffusion neutronique et d'imagerie au sein de la division Recherche avec neutrons et muons au PSI. Il a dirigé cette division de 2017 à 2020. C. Rüegg représente le PSI au sein de comités internationaux pour de grandes installations de recherche et dans le cadre d'initiatives nationales importantes pour promouvoir l'innovation. > PSI



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'entrepasage). 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 présidente du comité d'audit depuis 2021. Administratrice indépendante.

Cornelia Ritz Bossicard a étudié la gestion d'entreprise à HEC Lausanne et à la *Freie Universität 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 chez PwC en Suisse et dans la Silicon Valley, Etats-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, présidente du conseil d'administration de IVF HARTMANN, de swissVR et du conseil de fondation de la Fondation Cäsar Ritz Niederwald ainsi que membre du conseil d'administration de la Fédération des coopératives Migros et du conseil d'administration de Läderach. Ayant présidé divers comités d'audit pendant de nombreuses années, elle 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.cef.ch/liensdinterets.

Personnel élu

Personnel élu par le Conseil fédéral

Le 23 février 2022, le Conseil fédéral a élu Tanja Zimmermann au poste de directrice de l'Empa. Par ailleurs, il a confirmé Joël Mesot à la présidence de l'ETH Zurich pour un nouveau mandat de quatre ans et a élu Christian Rüegg, directeur du PSI, au Conseil des EPF. Le 29 juin 2022, il a élu Martin Ackermann au poste de nouveau directeur de l'Eawag.

Election de la nouvelle directrice de l'Empa

La prof. Tanja Zimmermann a pris ses nouvelles fonctions de directrice de l'Empa le 1^{er} juin 2022. Elle a succédé à Gian-Luca Bona, lequel avait atteint l'âge de la retraite. T. Zimmermann a obtenu son doctorat en 2007 à l'Université de Hambourg. De 2001 à 2012, elle a mis en place à l'Empa le domaine de recherche des nanocomposites cellulodiques, en étroite collaboration avec l'industrie. De 2011 à 2017, elle a dirigé le département de recherche appliquée sur le bois. Elle est membre de la direction et responsable du département Matériaux fonctionnels, comptant environ 200 collaboratrices et collaborateurs, depuis l'automne 2017.

Réélection du président de l'ETH Zurich

Le Conseil fédéral a reconduit le prof. Joël Mesot dans ses fonctions de président de l'ETH Zurich pour un nouveau mandat de quatre ans à compter du 1^{er} janvier 2023. Le Conseil fédéral a ainsi rendu hommage aux grandes contributions de J. Mesot en tant que président de l'ETH Zurich ainsi qu'aux nombreuses initiatives importantes qu'il a lancées.

Election d'un nouveau membre au Conseil des EPF

Le Conseil fédéral a par ailleurs élu le prof. Christian Rüegg, directeur du PSI, en qualité de nouveau membre du Conseil des EPF. Après le départ à la retraite de Gian-Luca Bona, C. Rüegg a assumé la représentation des quatre établissements de recherche PSI, WSL, Empa et Eawag à partir du 1^{er} juin 2022.

Election du nouveau directeur de l'Eawag

En devenant le nouveau directeur de l'Eawag, le prof. Martin Ackermann succède à Janet Hering, qui a atteint l'âge de la retraite. M. Ackermann est actuellement professeur d'écologie des systèmes microbiologiques à l'ETH Zurich et chef de groupe à l'Eawag. Il a pris ses nouvelles fonctions le 1^{er} janvier 2023. M. Ackermann a étudié la biologie à l'Université de Bâle, où il a obtenu son doctorat en 2002. Il a ensuite occupé

un poste de postdoctorant durant deux ans à l'*University of California*, San Diego. En 2004, il a obtenu un poste de maître-assistant à l'ETH Zurich. Il a été nommé d'abord professeur assistant FNS en 2006, puis professeur associé en 2008 et professeur ordinaire en 2015. Parallèlement à sa chaire à l'ETH Zurich, M. Ackermann a dirigé pendant dix ans un département de recherche à l'Eawag comptant une cinquantaine de collaboratrices et collaborateurs. De 2020 à 2021, il a été vice-président et président de la *Swiss National COVID-19 Science Task Force*.

Personnel élu par le Conseil des EPF

Nomination à la direction de l'ETH Zurich

Le Conseil des EPF a nommé le prof. Christian Wolfrum en qualité de nouveau membre de la direction de l'ETH Zurich. Il succède au prof. Detlef Günter en tant que vice-président de la recherche. C. Wolfrum a obtenu son doctorat en 2000 à la *Westfälische Wilhelms-Universität* de Münster. En 2008, l'ETH Zurich l'a nommé professeur assistant en recherche sur l'obésité. Il est devenu professeur associé en 2010 et professeur ordinaire en biologie nutritionnelle translationnelle en 2016. Il a pris ses nouvelles fonctions le 1^{er} janvier 2023.

Nomination à la direction du WSL

Le Conseil des EPF a nommé Thomas Wohlgemuth en qualité de nouveau membre de la direction du WSL au 1^{er} septembre 2022. La direction du WSL compte ainsi trois femmes et quatre hommes. T. Wohlgemuth a en même temps pris la direction par intérim de l'unité de recherche Dynamique forestière. T. Wohlgemuth est un chercheur confirmé dans le domaine de l'écologie des forêts et des perturbations, en lien avec les aspects de la biodiversité et du changement climatique.

Nomination à la direction de l'Empa

A l'Empa, le Conseil des EPF a nommé Lorenz Herrmann en qualité de nouveau membre de la direction. L. Herrmann a travaillé chez ABB, où il a occupé différents postes au sein de la direction. Depuis août 2022, il dirige le département Matériaux et surfaces modernes à l'Empa. Il a succédé à Pierangelo Gröning, qui a pris sa retraite.

Affaires professorales

Les questions relatives à la nomination des professeurs et professeurs sont abordées à la p. 47, à droite.

Affaires professorales

Nomination du corps professoral

En 2022, le Conseil des EPF a traité 194 propositions concernant les affaires professorales lors de ses séances. Il a procédé à un total de 85 nominations au niveau du professorat, dont 60 de nouvelles personnes et 25 promotions internes. 17 femmes et 25 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich, 15 femmes et 26 hommes dans celui de l'EPFL. S'y ajoutent la nouvelle directrice de l'Empa et le nouveau directeur de l'Eawag, les deux nommés conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL comme professeure et professeur ordinaires. Le Conseil des EPF a également attribué pour la première fois un titre de *professor of practice*, en 2022. Ce titre est décerné à des personnes externes qui disposent d'une vaste expérience professionnelle, qui se sont particulièrement distinguées dans leur domaine de spécialité et qui assument une tâche d'enseignement dans l'une des EPF.

Sur les 30 nominations de professeures et professeurs ordinaires, 12 étaient des promotions de professeures et professeurs associés et une était une promotion d'une professeure assistante avec *tenure track*. Sur les

18 nominations de professeures associées et professeurs associés, 12 étaient des promotions de professeures assistantes et professeurs assistants avec *tenure track*.

Sur les 60 personnes nouvellement nommées, 25 étaient des femmes en 2022, soit une proportion de 41,7%. Pour ces quatre dernières années, la proportion moyenne de femmes parmi les professeurs nouvellement nommés est de 39,5%.

Le Conseil des EPF a également décerné le titre de professeure et professeur titulaire à 11 scientifiques (dont deux femmes).

Retraites et démissions

En 2022, le Conseil des EPF a pris connaissance de 39 départs à la retraite: 24 à l'ETH Zurich, 14 à l'EPFL, auxquels s'ajoute le départ du directeur de l'Empa, qui a exercé comme professeur ordinaire à l'ETH Zurich et à l'EPFL jusqu'en juin 2022. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 16 départs pour d'autres motifs.

Nominations

85

professeures et professeurs, dont 17 femmes et 25 hommes à l'ETH Zurich, 15 femmes et 26 hommes à l'EPFL, et une femme et un homme conjointement à l'ETH Zurich et à l'EPFL

Proportion de femmes

41,7%

dans les nominations des nouvelles personnes

Ces 85 nominations se répartissent de la manière suivante:

Professeur-es ordinair-es

30

dont 15 femmes

Professeur-es associé-es

18

dont 4 femmes

Professeur-es assistant-es avec *tenure track*

26

dont 12 femmes

Professeur-es assistant-es sans *tenure track*

11

dont 2 femmes

Situation et gestion des risques

En tant qu'organe de direction et de surveillance, le Conseil des EPF définit la politique de risque du Domaine des EPF et a à cet effet défini différents objectifs pour les deux EPF et les quatre établissements de recherche. Il s'agit de garantir que les missions pourront être effectuées de façon efficace, économique et visionnaire, tout en préservant l'esprit d'innovation et la qualité du fonctionnement, la sécurité des personnes, des objets et autres biens le mieux possible. Les institutions doivent être dirigées sur la base d'informations complètes, transparentes et récentes. Il est aussi nécessaire de sensibiliser le corps étudiant et le personnel aux différents risques et de préserver la bonne réputation du Domaine des EPF.

Les présidents et les directrices et directeurs des institutions sont responsables de la gestion des risques. Les institutions disposent de leur propre processus de gestion des risques qui identifie et évalue les risques individuels, de stratégies pour y faire face ainsi que d'un controlling adéquat. Un gestionnaire des risques et/ou un comité des risques coordonne les activités de la gestion des risques et pilote le processus. Chaque institution tient son propre catalogue des risques, qui décrit en détail les risques identifiés et les évalue sur la base de leur probabilité de survenance et leur potentiel impact financier. La répercussion possible 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 EPF ne sont donc pas exposées à d'autres risques de base que les quatre établissements de recherche, et l'évaluation d'un même risque peut varier. Dans le cadre du rapport annuel destiné au Conseil des EPF, les institutions présentent les risques de base auxquels elles sont exposées (surtout nature, étendue, impacts possibles). Les risques de base sont ceux qui ont des incidences financières potentiellement élevées et une probabilité de survenance supérieure à la moyenne. Ils compromettent directement la bonne exécution des missions légales des institutions. Le signalement des risques de base est ensuite transmis au département fédéral responsable du Domaine des EPF (DEFR). Les institutions doivent informer immédiatement le Conseil des EPF de toute évolution exceptionnelle dans les risques ou de tout dommage. Les répercussions d'un environnement politique et juridique inhibitif (notamment les rapports Suisse/UE et la non-association de la Suisse à *Horizon Europe*), la forte augmentation des prix de l'énergie et

le risque d'une pénurie d'électricité ainsi que les incertitudes en matière d'évolution du financement constituent trois des risques les plus importants du Domaine des EPF. La non-association recèle en outre le risque de perte de compétitivité et des difficultés au niveau du recrutement et de la fidélisation de scientifiques de haut rang. D'autres risques de base du Domaine des EPF comprennent le handicap essentiel d'une institution du fait d'événements importants (p. ex. pandémies, conflits géopolitiques, événements climatiques extrêmes), la violence/menace à l'encontre de personnes et la perte de personnes-clés, les cyberattaques, l'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques, l'alourdissement des exigences, le manque de vision d'ensemble sur les engagements financiers à long terme et sur leurs conséquences ainsi que la perte de maîtrise et de contrôle du fait de la création de structures externes représentent d'autres risques de base. Malgré une gestion attentive des risques, on ne peut exclure qu'une institution soit affectée par un événement dommageable qui l'empêche d'accomplir ses missions telles que définies par la loi. Dans ce cas et après consultation de l'AFF, le Conseil des EPF demanderait au DEFR, à l'attention du Conseil fédéral, d'ajuster les objectifs stratégiques ou d'augmenter la contribution financière de la Confédération, d'après l'art. 30, al. 2 de l'ordonnance sur les finances et la comptabilité du Domaine des EPF. Les polices d'assurance souscrites par les institutions ont une grande importance. Les institutions doivent s'assurer, subsidiairement à d'autres mesures, contre d'éventuels dommages dès lors qu'ils peuvent être assurés et financés. Chaque institution est responsable de sa souscription à des assurances et de la gestion de son portefeuille d'assurances. Elle doit prendre en compte sa situation individuelle en termes de risques, rechercher un rapport coûts-utilité proportionné et respecter les dispositions sur les marchés publics de la Confédération. Les assurances doivent satisfaire à la norme usuelle sur le marché suisse des assurances et être conclues auprès d'une compagnie d'assurance autorisée en Suisse. Les institutions ont conclu des assurances responsabilité civile d'entreprise ainsi que de plus petites assurances pour des risques spécifiques. En revanche, les biens immobiliers appartenant à la Confédération ne sont pas assurés, car cette dernière suit la stratégie du propre assureur.

OBJECTIFS STRATÉGIQUES

| | |
|---|----|
| Enseignement <small>Objectif 1</small> | 50 |
| Recherche <small>Objectif 2</small> | 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 de ressources <small>Objectif 7</small> | 75 |
| Gestion immobilière et développement durable <small>Objectif 8</small> | 79 |
| Conditions de travail, égalité de 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 web du SEFRI www.sefri.admin.ch à la rubrique Hautes écoles / Hautes écoles fédérales.

Objectifs stratégiques

ENSEIGNEMENT

1

En 2022, 37116 étudiantes, étudiants, doctorantes et doctorants étaient inscrits à l'ETH Zurich et à l'EPFL. Les formes innovantes d'enseignement qui ont été développées au cours des dernières années sont continuellement perfectionnées et l'acquisition des compétences transversales reste un élément-clé de l'enseignement. L'extension des offres de formation continue a tout particulièrement contribué au transfert de savoir au sein de la société.

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

L'attractivité de la formation dans le Domaine des EPF est élevée en Suisse et à l'étranger. En 2022, 24 540 étudiantes, étudiants, doctorantes et doctorants étaient inscrits à l'ETH Zurich et 12 576 à l'EPFL. Il est à noter que, depuis 2021, ces chiffres ne comprennent plus les étudiantes et étudiants de mobilité, alors que c'était le cas jusqu'à 2020. La part de femmes au sein de la communauté étudiante et doctorante a continué d'augmenter, mais très légèrement (2022: 32,4%, 2021: 32,3%). Cette proportion est passée de 31,6% en 2021 à 31,8% en 2022 pour les niveaux bachelor et master. La part des personnes de nationalité étrangère a également augmenté au sein de la communauté étudiante et doctorante (2022: 49,5%, 2021: 48,1%). (Pour les chiffres détaillés sur le corps étudiant et les doctorantes et doctorants, cf. p. 92 ss.)

Les deux EPF développent continuellement leurs programmes d'études en tenant compte des besoins de la société. En 2022, l'EPFL a introduit deux programmes de master avec une orientation interfacultaire: *NeuroX* (dans les domaines des neurosciences et de la neuro-ingénierie) et *Quantum Science and Engineering*. De plus, un programme de master en statistiques est désormais proposé par la section de mathématiques. L'ETH Zurich a largement adapté ses filières en génie civil, sciences de l'ingénierie environnementale et médecine humaine au niveau bachelor, ainsi que ses filières en génie mécanique, biologie, science des données, biochimie – biologie chimique et sciences des matériaux au niveau master.

Le programme de doctorat commun *Learning Sciences* de l'EPFL et de l'ETH Zurich, qui a été lancé en 2021, a enregistré dès la première année une forte demande de la part des doctorantes et doctorants, qui sont encadrés conjointement par des membres des deux EPF. Les préparatifs pour la première école d'hiver du programme ont débuté durant l'année sous revue. En outre, l'ETH Zurich a mis en vigueur au début 2022 son ordonnance sur le doctorat, qu'elle a révisée en 2021, ainsi que les dispositions d'exécution correspondantes. Elle a de plus remanié ses directives sur l'intégrité scientifique (cf. Objectif 2, p. 59). Dans ce contexte, un cours supplémentaire *Ethics and Scientific Integrity* a également été introduit pour les doctorantes et doctorants.

Les établissements de recherche contribuent eux aussi dans une large mesure à l'offre d'enseignement dans le Domaine des EPF. En 2022, l'engagement des établissements de recherche dans le domaine de l'enseignement comprenait au total 21348 heures de cours dans les hautes écoles en Suisse ou à l'étranger (2021: 19305). Les travaux de bachelor et master, ainsi que les

thèses de doctorat encadrés en leur sein, se montaient respectivement aux nombres de 778 et 912. Durant l'exercice sous revue, de nombreux scientifiques des établissements de recherche ont été nommés au sein du corps professoral de l'ETH Zurich, de l'EPFL ou d'autres universités suisses (y compris comme professeurs ou professeurs titulaires), afin de donner de nouvelles impulsions dans de nouveaux domaines de recherche pertinents pour la société. Par exemple, le WSL et l'ETH Zurich ont créé deux postes communs au niveau professoral afin de renforcer les domaines de recherche liés aux mouvements de masse et de l'hydrologie en montagne. La professeure assistante avec *tenure track* et le professeur associé en question travaillent au *Climate Change, Extremes and Natural Hazards in Alpine Regions Research Centre* (CERC), créé en 2021 à Davos.

Promotion des compétences transversales

Les institutions du Domaine des EPF encouragent l'acquisition de compétences transversales afin d'habiliter la communauté étudiante et doctorante à reconnaître, à aborder et à résoudre des problèmes sociétaux complexes. Un élément central concerne ici le développement d'une pensée critique et autocritique. A cette fin, elles encouragent entre autres l'échange et la coopération avec les sciences humaines et sociales. Un groupe de travail de l'EPFL planche sur l'évolution de l'offre de cours dans ce domaine ainsi que sur le renforcement des liens entre le Collège des humanités, le Collège du management de la technologie et les autres facultés. L'Eawag propose, quant à elle et en collaboration avec l'Université de Berne, des cours qui examinent le rapport entre la démocratie et la durabilité. Par

ailleurs, l'Eawag a lancé avec l'ETH Zurich, le WSL et l'Université de Berne le projet *TREBRIDGE* dans le cadre du programme Sinergia du Fonds national suisse (FNS). Ce projet étudie, sur la base d'une perspective intégrée de sciences naturelles et sociales, la transition vers des écosystèmes résilients tout en apportant une contribution à l'enseignement.

Afin d'encourager les compétences transversales, l'EPFL a entrepris de développer son Centre de carrière en Centre de compétences transverses et de carrière. Ce processus, qui prendra fin en 2023, doit permettre d'intégrer le développement d'aptitudes et de compétences transversales dans tous les plans d'études et les programmes de doctorat. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a étendu son projet *ETH Talent*, axé sur le transfert de compétences personnelles et sociales qui viennent ainsi compléter les compétences techniques et méthodologiques spécifiques attendues des personnes diplômées au sein de l'ETH Zurich. Le catalogue *myPath* permet aux communautés étudiante, doctorante et postdoctorante de s'informer sur les activités et initiatives extracurriculaires de l'ETH Zurich. Un projet pilote de coaching interne a été mis en place au PSI. Ce projet vise à élargir l'offre de formation transversale du centre de formation du PSI en proposant un service de conseils relatifs aux défis professionnels, ceci à bas coût et adapté aux besoins personnels.

La promotion d'approches interdisciplinaires est décisive pour le développement de compétences transversales. L'EPFL poursuit son programme *MAKE*, qui a connu un grand succès et qui encourage l'apprentis-

Avec leur environnement de programmation en ligne et le soutien pour la mise en récit, pour les visualisations interactives et pour les différents types d'activités d'apprentissage, les Jupyter Notebooks offrent des fonctions remarquables pour la formation.

> Alain Herzog/EPFL



sage transversal par des projets lancés par des étudiantes et des étudiants. Les nouveaux projets interdisciplinaires initiés au cours de l'année sous revue se penchent notamment sur la manière de gérer les problématiques environnementales. Par exemple, les étudiantes et étudiants ont pu développer des solutions permettant la réutilisation de matériaux de construction ou la captation du carbone. Une nouveauté décisive de MAKE a été l'inauguration du *Student and Project Outreach Tank* (SPOT), qui apporte non seulement un soutien aux étudiantes et étudiants, mais permet aussi au corps professoral de tester des modèles de cours avant implémentation. L'ETH Zurich a créé une nouvelle *Collaborative Learning Platform* (CLP) qui doit servir d'interface entre les filières qui possèdent en principe une structure relativement rigide, et la *Student Project House*, dans lequel des étudiantes et étudiants travaillent de façon entièrement autonome sur des projets. Dans le cadre de programmes CLP, les étudiantes et étudiants peuvent se réunir en équipes interdisciplinaires dirigées par des coaches ayant reçu une formation, et ainsi développer des compétences méthodologiques, sociales et personnelles.

Le renforcement des compétences computationnelles dans les différentes filières est également un sujet central des deux EPF. En 2021, après une phase intensive de préparation, l'ETH Zurich a lancé une initiative à l'échelle de l'école intitulée *Computational Competencies*. Celle-ci vise à ancrer les compétences de la pensée computationnelle, de la programmation, de l'analyse de données et de la modélisation fondée sur des données dans toutes les filières. Une composante importante est l'intégration du transfert de compétences computationnelles dans les cours spécialisés. Les deux EPF s'engagent dans le cadre des projets de coopération subventionnés par la Confédération en faveur du programme «Renforcement des *digital skills* dans l'enseignement» (cf. aussi Objectif 5, p. 69). Par exemple, l'EPFL, en tant que *Leading House*, et l'ETH Zurich participent au projet *Swiss Digital Skills Academy* financé par la Confédération et visant à mettre en place une plateforme d'échange de ressources pédagogiques dans le domaine des compétences numériques. Dans le cadre d'un autre projet, les deux EPF (l'EPFL est ici aussi la *Leading House*) ont réalisé en collaboration avec l'Université de Neuchâtel un schéma d'évaluation des aspects éthiques des systèmes d'information ainsi qu'un jeu de rôle. Ce dernier permet aux étudiantes et étudiants de prendre plus facilement des décisions éthiques dans le domaine de l'apprentissage automatique (*machine learning*). Les établissements de recherche s'engagent eux aussi dans le domaine du transfert de compétences computationnelles. Le WSL a par exemple mis sur pied un nouveau cours dédié à l'utilisation d'ordinateurs à haute performance et d'outils d'ingénierie logicielle modernes à l'intention du personnel de recherche ainsi que des doctorantes et doctorants. Ce cours doit permettre une automatisation des *pipelines* de

données. Il vise à promouvoir le concept d'*Open Science* et à garantir la reproductibilité des résultats de recherche.

Innovations et assurance-qualité dans l'enseignement

Les institutions du Domaine des EPF développent des formes innovantes d'enseignement en tenant compte de la numérisation croissante du monde du travail et de la société. Durant la pandémie de coronavirus, il a notamment fallu tester de nouveaux formats d'enseignement, qui continuent d'être utilisés aujourd'hui. La conférence du corps enseignant (KdL) de l'ETH Zurich a remis le *KITE Award*, un prix décerné aux projets d'enseignement qui sont à la fois efficaces et présentent un avantage à long terme, à trois de ces formats innovants. Un concept permettant la réalisation chez soi d'expériences de physique avec des objets du quotidien est l'un de ces projets récompensés. Son succès est dû notamment au fait que les effets sur l'apprentissage se sont révélés équivalents, voire meilleurs, que lors d'essais en laboratoire, et que la motivation des étudiantes et étudiants était également plus élevée. L'EPFL a lancé deux projets pilotes afin de renforcer la pratique d'enregistrement numérique des cours. Par exemple, des solutions techniques sont recherchées afin d'enregistrer des cours simplement (*one-button solution*) dans toutes les salles d'enseignement. L'offre de cours sous forme de classes inversées (*flipped classrooms*) a été étendue à l'EPFL au cours de l'année académique 2021–2022, par exemple dans les sections mathématiques et physique. L'utilisation de *Jupyter Notebooks*, des documents interactifs mis à la disposition du corps étudiant, a elle aussi continué sa forte progression. Ainsi, le nombre d'utilisatrices et d'utilisateurs a presque doublé par rapport à l'année passée. Au WSL, un projet de création de «jumeaux numériques» de zones forestières a été lancé. Les forêts virtuelles peuvent être utilisées dans le domaine de l'enseignement ainsi qu'à des fins de communication et de formation.

Les deux EPF prennent différentes mesures afin de garantir en permanence l'excellence de leurs curricula. En 2022, l'EPFL a été accréditée, avec une condition, par le Conseil suisse d'accréditation à la suite d'une procédure d'évaluation menée par l'Agence suisse d'accréditation et d'assurance qualité (AAQ). Durant l'année sous revue, l'EPFL a également entamé les démarches pour renouveler l'accréditation de ses filières d'ingénierie auprès de la Commission des titres d'ingénieur (CTI) française. Ces deux procédures d'accréditation ont également été l'occasion pour l'EPFL de jeter un œil critique sur les programmes dans le domaine de l'enseignement et de procéder à des améliorations ponctuelles. L'ETH Zurich, qui a déjà effectué l'année précédente le processus d'accréditation institutionnelle conformément à la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE), a évalué en 2022 les filières de trois de ces

départements, soit ceux de mathématiques, d'informatique et de génie mécanique, dans le cadre d'une évaluation par des pairs. Le projet pilote *Peer Feedback* a été lancé en tant que nouvel élément pour l'assurance qualité de l'enseignement. Il prévoit un soutien mutuel au sein du corps enseignant afin d'améliorer l'enseignement. Les deux EPF procèdent également régulièrement à des sondages au sein du corps étudiant afin d'évaluer la satisfaction générale ainsi que la qualité de l'enseignement. Dans ce contexte, l'ETH Zurich a analysé en 2022 le mode d'évaluation des cours par le corps étudiant dans les trois départements susmentionnés (évaluation par des pairs), tandis que l'EPFL a révisé ses directives relatives à l'évaluation des cours. Les directives révisées sont entrées en vigueur à l'automne 2022. L'EPFL a pris une autre mesure d'assurance qualité durant l'année sous revue en perfectionnant son Centre Propédeutique (CePro) sur plusieurs plans. Créé en 2021 afin de faciliter l'organisation et le déroulement des cours durant la première année d'études, le CePro a par exemple proposé des services supplémentaires en algèbre linéaire, en analyse, en physique et dans le domaine ICC (*Information, Computation and Communication*), pour mieux soutenir les étudiantes et étudiants.

Promotion de la mobilité nationale et internationale

Les institutions du Domaine des EPF encouragent la mobilité des étudiantes et étudiants à l'échelle nationale et internationale afin de favoriser l'échange d'expériences et d'idées ainsi que l'acquisition de connaissances linguistiques. Durant l'exercice sous revue, l'ETH Zurich a rejoint l'alliance européenne des hautes écoles *ENHANCE*, laquelle promeut entre autres la coopération transfrontalière dans l'enseignement (cf. Objectif 6, p. 73). À l'EPFL, le Service de promotion de l'éducation (SPE) s'engage à l'international pour établir des partenariats et renforcer les réseaux d'échange. En 2022, le SPE a pu conclure de nouveaux accords d'échange avec trois hautes écoles européennes et une université vietnamienne. De plus, l'ensemble des accords avec les institutions partenaires européennes ont été minutieusement évalués. Pour les chiffres détaillés sur les étudiantes et étudiants en mobilité, cf. fig. 11, p. 96.

Les écoles d'été et d'hiver constituent également un élément important de la promotion des échanges interinstitutionnels. Durant l'année sous revue, l'ETH Zurich et l'EPFL ont par exemple organisé ensemble sept événements de ce genre pour les doctorantes et doctorants.

Formation continue

La formation continue est un instrument efficace pour le transfert de savoir entre la science et la société. En 2022, les institutions du Domaine des EPF ont également renforcé leur offre de formation continue. L'EPFL a créé une nouvelle entité de formation continue pour soutenir le développement de nouveaux cours qui satisferont idéalement aux besoins de l'industrie et de la société. Dans ce contexte, l'EPFL a par exemple lancé un nouveau portefeuille de programmes sur le thème des chaînes de création de valeur durables et résilientes. L'EPFL a également signé un contrat de quatre ans avec l'Office fédéral de la statistique pour la réalisation de formations continues dans le domaine de la science des données. L'ETH Zurich a créé un nouveau MAS en conservation des monuments et histoire de la construction, qui propose une formation interdisciplinaire et globale afin d'évaluer avec une approche spécialisée les questions relatives au bâti et à la conservation de l'héritage architectural. Par ailleurs, afin de compléter le *CAS ETH in Regenerative Materials – Essentials* déjà existant, l'ETH Zurich a lancé deux autres *Certificates of Advanced Studies* devant servir d'options de spécialisation.

Parmi les établissements de recherche, le PSI a élargi ses offres de formation continue durant l'année sous revue, entre autres dans les domaines de la sécurité des machines, de la technique radiologique et de la radioprotection. Par exemple, le centre de formation du PSI a intensifié sa coopération avec des partenaires externes dans le secteur de la santé et avec les opératrices et opérateurs des centrales nucléaires suisses afin de garantir la formation en radioprotection des spécialistes à l'échelle locale. L'Empa, le PSI et le Centre Suisse d'Électronique et de Microtechnique (CSEM) organisent chaque année des *Technology Briefing*, événements qui ont pour but d'informer les spécialistes de l'industrie et de l'économie sur les thèmes pratiques actuels et les possibilités liées aux nouvelles technologies. Le *Technology Briefing* de décembre 2022 a été consacré au thème du photovoltaïque et a présenté les derniers développements technologiques, leur potentiel et les questions techniques liées à leur intégration dans les systèmes. Depuis 2021, l'Académie Empa met à disposition des cours de formation continue en ligne qui se sont révélés être un bon complément aux cours sur place et abordent un public cible élargi. L'Empa transmet en outre les dernières connaissances issues de la recherche dans le cadre de cours et d'ateliers dans le but de les transférer à la pratique. Il s'agit par exemple des connaissances acquises sur la construction circulaire au sein du NEST pour les grands maîtres d'ouvrage comme l'Office fédéral des constructions et de la logistique (OFCL) ou sur l'impression 3D dans la technique médicale pour l'industrie *Med-tech*. *PEAK*, le programme de formation continue de l'Eawag axé sur la pratique, a proposé durant l'année sous revue neuf cours sur des thématiques variées en allemand, en français et en anglais.

En 2022, l'ensemble des institutions du Domaine des EPF ont lancé conjointement, avec l'*International Institute for Management Development* de Lausanne, un projet pilote pour un *Advanced Academic Leadership Program* (AALP), qui sera développé et étendu une fois la phase pilote terminée. Ce programme s'adresse aux cadres académiques du Domaine des EPF à partir de l'échelon professoral ou de la direction de laboratoire. Il transmet des connaissances appliquées dans les domaines de la direction institutionnelle et du personnel, de la promotion de l'innovation et de la création d'entreprise ainsi que du rôle et de la responsabilité de la science dans la société.

Stratégie relative à l'évolution de l'effectif des corps étudiant et doctoral

Le nombre d'étudiantes et étudiants ainsi que de doctorantes et doctorants de l'ETH Zurich et de l'EPFL a augmenté de 32% au cours des dix dernières années. La croissance en Sciences de l'ingénieur et Informatique et technologie de la communication a été particulièrement forte (39% et 114%). Cette évolution est positive en raison de la forte demande de personnes diplômées sur le marché du travail. Néanmoins, si le corps étudiant devait continuer à croître fortement, et en particulier si les moyens financiers ne devaient pas augmenter dans le même temps, cela pourrait à long terme mettre en danger la qualité de l'enseignement, par exemple à cause d'un manque de capacités et d'infrastructures, d'une détérioration du taux d'encadrement ou d'une surcharge de travail des collaborateurs dans l'administration et l'enseignement. C'est pourquoi le Conseil des EPF a élaboré une stratégie avec les institutions du Domaine des EPF dans le but de minimiser les risques qui pourraient résulter de la croissance du corps étudiant et se répercuter sur la qualité de l'enseignement. La consultation de la stratégie a eu lieu en 2022.

Objectifs stratégiques

RECHERCHE

2

Le Domaine des EPF continue de mener des activités de recherche au plus haut niveau de compétitivité internationale. Afin de contribuer à anticiper et à résoudre les défis mondiaux les plus urgents, il a lancé diverses initiatives conjointes dans la priorité stratégique Energie, climat et durabilité de l'environnement. Cette année encore, les chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF se sont distingués par le nombre particulièrement élevé de publications et de distinctions reçues.

Position de leader au niveau international dans la recherche

L'ouverture du nouveau *Centre for Origin and Prevalence of Life* à l'ETH Zurich, dont l'objectif est d'explorer la prévalence de la vie dans l'univers et les processus qui ont conduit à son émergence, constitue l'un des points forts de l'année sous revue. Sous la direction du lauréat du prix Nobel Didier Queloz, ce centre de recherche et d'enseignement vise à promouvoir les collaborations scientifiques au-delà des frontières disciplinaires existantes et à exploiter les opportunités ainsi que les synergies entre disciplines. De nombreux projets de recherche, réunissant plusieurs disciplines scientifiques, ont abouti en 2022. C'est notamment le cas de la théorie mathématique, développée par des chercheuses et chercheurs de l'EPFL, qui décrit la rela-

tion entre la vitesse de développement des cellules et le risque de provoquer des dommages ou des mutations dans l'ADN. Ce projet interdisciplinaire, qui voit les mathématiques et la biologie moléculaire cohabiter, est particulièrement intéressant pour mieux comprendre le développement des cellules cancéreuses. Le PSI a dirigé une collaboration avec l'*Istituto Italiano di Tecnologia*, basé à Gênes, en Italie, dans laquelle les connaissances en biologie structurale ont été combinées à la conception de médicaments assistée par ordinateur pour découvrir une nouvelle substance susceptible d'inhiber la croissance cellulaire et de combattre ainsi le développement cancéreux des cellules.

Les projets qui impliquent des collaborations internationales bénéficient de la mise en commun d'expertises, de savoir-faire et d'infrastructures, et peuvent avoir un impact potentiel plus important. L'exploit réalisé par une équipe de recherche internationale dirigée par un expert de l'Empa – en collaboration avec l'*Imperial College London* où ce dernier travaille également – qui a permis de fabriquer des matériaux 3D pour la construction ou la réparation de structures à distance grâce à un essaim de drones en constitue un exemple parlant (cf. p. 31). C'est également dans le cadre d'une vaste collaboration européenne que des physiennes et physiciens de l'EPFL ont révisé en 2022 l'une des lois fondamentales à l'origine de la recherche sur le plasma et la fusion. Cette loi physique entre en jeu lors de la conception de grands projets comme ITER (cf. aussi Objectif 3, p. 62). En participant à un projet transnational européen nommé *BioVEINS* et soutenu, entre autres, par la Commission européenne, une équipe du WSL a réussi à démontrer que l'apiculture urbaine met les abeilles sauvages sous pression. Publiés en 2022, leurs travaux donnent des pistes

importantes quant aux stratégies à adopter pour le maintien de la diversité des abeilles. De même, l'Eawag dirige une activité de recherche financée dans le cadre d'un partenariat européen pour améliorer l'évaluation du risque chimique (PARC), qui vise à identifier des produits pharmaceutiques et des métabolites antioxydants synthétiques dans les stations d'épuration et à suivre leur dégradation lors du traitement des eaux usées. L'Empa joue également un rôle dans ce projet, dans le domaine des nouveaux concepts et approches tels que *Safe* et *Sustainable by Design* pour les produits chimiques et leurs applications.

La Suisse étant considérée comme un pays tiers non associé au programme *Horizon Europe*, les chercheuses et chercheurs en Suisse n'ont pas pu répondre aux appels à projets pour les prestigieuses *ERC Grants* 2023 qui ont eu lieu en 2022, à l'exception des *Synergy Grants*, en tant que partenaire associé à des propositions de projets soumises. Un groupe de recherche de l'ETH Zurich fait ainsi partie d'un des projets sélectionnés en 2022 pour être soutenu à partir de 2023. Les résultats de l'appel à projet 2021 pour les *ERC Consolidator Grants* ont été publiés en 2022, avec six projets de l'EPFL, quatre de l'ETH Zurich et un du PSI sélectionnés. La Suisse pouvait en effet encore répondre à l'appel à projets de 2021, mais le financement des projets sélectionnés devra toutefois être assuré par le SEFRI. A noter qu'un chercheur de l'Empa a également pu obtenir une *ERC Consolidator Grant* grâce à sa double affiliation avec l'*Imperial College London*. Les chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF ont par ailleurs répondu aux appels à projets lancés par le Fonds national suisse en 2022, dans le cadre des mesures transitoires. Sur les 62 projets retenus pour les *SNSF Starting Grants* 2022, 26% proviennent du Domaine des EPF. Les institutions du Domaine des EPF continuent également à s'impliquer dans des programmes d'encouragement nationaux, tels les pôles de recherche nationaux (PRN) ou les programmes nationaux de recherche (PNR). Sur les 22 PRN qui étaient en cours en 2022 ou jusqu'en 2022, 13 étaient sous la direction (*leading house*) ou la codirection (*co-leading house*) d'une des institutions du Domaine des EPF. Certains de ces PRN se sont achevés avec succès en 2022. C'est le cas entre autre pour les PRN *Quantum Science & Technology*, *Molecular Ultrafast Science and Technology* et *Intelligent Robots for Improving the Quality of Life* qui a commencé 12 ans auparavant.

Les nombreuses distinctions remises aux chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF attestent leur haut niveau de compétence. Le point fort de l'année sous revue est sans aucun doute la médaille Fields décernée à Maryna Viazovska (cf. p. 19 s). A cette prestigieuse distinction s'ajoutent plusieurs autres reconnaissances internationales: le Prix Wolf d'architecture, remis à Momoyo Kaijima et son partenaire Yoshiharu Tsukamoto pour leur approche de l'architecture inspirée de

l'ethnographie (cf. p. 18); le Prix Claude E. Shannon, l'un des plus prestigieux en informatique, décerné à Rüdiger Urbanke; Alexander Grimm, quant à lui, est l'un des lauréats du prix scientifique Nicholas Kurti 2022 pour son travail sur les effets non linéaires pour le traitement de l'information quantique. Au plan national, le prix Marcel Benoist a été attribué à Ursula Keller (cf. p. 18) et Zoë Holmes était l'une des deux lauréates du Programme Fondation Philanthropique Famille Sandoz Monique de Meuron pour la relève universitaire. En ce qui concerne les prix décernés à des projets, il convient de souligner le prix Mülheim Water reçu pour le projet *water wall* visant à recycler les eaux usées des toilettes et de lavage des mains dans un cycle fermé.

Compétences complémentaires au sein du Domaine des EPF

Les six projets et initiatives de coopération entre les institutions du Domaine des EPF, lancés en 2021 et soutenus par le Conseil des EPF grâce à un financement de départ provenant de ses réserves libres, vont bon train. S'y sont ajoutées en 2022 les initiatives conjointes dans le cadre des priorités stratégiques du Domaine des EPF pour la période 2025–2028 (cf. détails concernant les priorités stratégiques, Objectif 5, p. 68). Etant donné que les défis liés aux thématiques «Energie, climat et durabilité de l'environnement» et «Engagement et dialogue avec la société» sont particulièrement urgentes, le Conseil des EPF a décidé de soutenir des initiatives dans ces priorités stratégiques dès 2022 déjà. Six initiatives conjointes ont été lancées dans la priorité stratégique «Energie, climat et durabilité de l'environnement». Parmi ces initiatives, certaines s'attellent à l'élaboration de solutions permettant de gérer les conséquences du changement climatique pour les écosystèmes et la biodiversité, et pour parvenir à un bilan carbone négatif, ainsi qu'à la sécurité énergétique. Il s'agira également de mettre sur pied un centre suisse dédié à la neutralité carbone. D'autres initiatives ont pour objectif de développer des moyens de transformer en matériaux durables les déchets issus de la production alimentaire ou encore d'intensifier l'utilisation du bois dans la construction. Les initiatives conjointes dans la priorité stratégique «Engagement et dialogue avec la société» sont décrites plus en détail sous l'Objectif 4, p. 66.

De plus, l'initiative ENRICH (cf. Objectif 5, p. 68) permet aux établissements de recherche de renforcer leur coopération dans certains domaines scientifiques ainsi que dans les activités de développement durable et de coordonner au mieux leurs offres complémentaires.

Activités de recherche dans le secteur énergétique

Le Domaine des EPF est très actif dans le secteur de la recherche de l'énergie. Son engagement a encore été intensifiés en 2022 en lançant la priorité stratégique «Energie, climat et durabilité de l'environnement» (cf. ci-dessus). De plus, les différentes initiatives *Flagship*

La première équipe de direction du nouveau *Centre for Origin and Prevalence of Life* est composée de Roland Riek, Didier Queloz, Cara Magnabosco et Sascha Quanz (de gauche à droite).

› Marco Rosasco
Photography/ETH Zurich



d'Innosuisse en lien avec l'énergie ou la décarbonisation ont démarré leurs activités au cours de l'année sous revue (cf. aussi Objectif 4, p. 63). Les institutions du Domaine des EPF jouent également un rôle essentiel au sein du programme d'encouragement *SWEET* (*SWiss Energy research for the Energy Transition*) en dirigeant trois de quatre consortia sélectionnés en 2021.

Les scientifiques du Domaine des EPF mettent également à disposition leur expertise en ce qui concerne les questions liées à l'énergie et la sécurité de son approvisionnement. Le groupe d'expertes et experts Sécurité d'approvisionnement de l'*Energy Science Center* de l'ETH Zurich a par exemple présenté durant l'année sous revue une prise de position concernant les principales étapes nécessaires pour aller vers un système énergétique suisse indépendant des énergies fossiles. De même, d'autres scientifiques de l'ETH Zurich avec leurs collègues de l'Université technique de Delft, aux *Pays-Bas*, ont présenté différentes options pour permettre au système énergétique européen de devenir vert et autosuffisant d'ici 2050. Dans une nouvelle étude, des chercheuses et chercheurs de l'Empa et de l'Université de Genève indiquent, quant à eux, comment la Suisse pourrait réduire ses importations d'électricité en développant les énergies renouvelables de manière diversifiée. En plus des exemples mentionnés ci-dessus, de nombreux projets de recherche émanant du Domaine des EPF contribuent directement à la Stratégie énergétique 2050 de la Confédération. Le PSI participe par exemple au projet européen *BIOCTANE*, lancé en 2022, qui se penche sur la transformation de déchets organiques contenant de l'eau, comme les aliments, en carburant

pour l'aviation, et qui a pour but de fournir des pistes en vue de l'objectif de zéro émission net dans l'aviation.

Renforcement des sciences computationnelles et de l'informatique

Les institutions du Domaine des EPF participent activement à la formation des enseignantes et enseignants en informatique et en pensée computationnelle. L'ETH Zurich offre désormais en collaboration avec la Haute école pédagogique des Grisons un CAS en informatique et en didactique de l'informatique. En 2021 déjà, l'EPFL a mis en place un CAS pour la formation dans l'enseignement en informatique au niveau secondaire. Une deuxième cohorte de 20 participantes et participants a commencé le CAS durant l'année sous revue. L'EPFL participe également à l'association *BeLE-ARN*, financée par le canton de Berne, visant à promouvoir le développement des compétences et de l'utilisation des outils numériques dans l'éducation.

Les institutions renforcent également les sciences computationnelles et l'informatique dans la planification de leur développement. Au cours de sa première année d'existence, le nouveau domaine de recherche du PSI «Sciences, théorie et données assistées par ordinateur» (SCD) s'est développé et dispose déjà de quatre unités de recherche. Grâce à l'engagement généreux de la Fondation Dieter Schwarz, l'ETH Zurich sera quant à elle en mesure de créer deux nouvelles chaires à l'interface de l'éducation, de la transformation numérique et de l'intelligence artificielle.

Protection contre les cyberrisques

Le Centre suisse de soutien à la cybersécurité (SSCC), lancé conjointement par l'ETH Zurich et l'EPFL en 2020 dans le cadre de la Stratégie nationale de protection de la Suisse contre les cyberrisques, a signé en 2022 un accord de partenariat officiel entre les deux EPF, avec la possibilité d'étendre ce partenariat à des partenaires externes. Le *Center for Digital Trust (C4DT)*, basé à l'EPFL, a poursuivi sa croissance en 2022, en engageant trois collaboratrices et collaborateurs supplémentaires. Le centre a également lancé six nouveaux projets dans l'année sous revue et a organisé des ateliers, débats et conférences.

La recherche sur la cybersécurité et la sécurité des communications revêt une grande importance pour le Domaine des EPF. Pour la première fois, une équipe internationale, dont des scientifiques de l'EPFL, a pu démontrer expérimentalement une méthode cryptographique avec un potentiel de sécurité des communications non atteignable en cryptographie conventionnelle. De plus, SCION, une technologie de réseau développée par l'ETH Zurich au cours des huit dernières années et visant à offrir une connexion Internet sûre, fiable et de grande qualité, trouve désormais son application dans l'ensemble du Domaine des EPF. En proposant un master conjoint depuis 2019, les deux EPF collaborent étroitement sur la formation en cybersécurité. En 2022, et pour la première fois, une équipe d'étudiantes et d'étudiants de l'ETH Zurich et de l'EPFL a participé à l'événement *Cyber Strategy Challenge* du Centre de politique de sécurité de Genève. Le but du concours était de gérer une crise internationale de cybersécurité simulée de manière réaliste. Deux spécialistes en informatique de l'EPFL ont également remporté un prix important dans le cadre du *Trusted Media Challenge* de Singapour, une compétition de cinq mois visant à déchiffrer le code des *deepfakes*.

Accents dans la recherche

Le *Swiss Personalized Health Network (SPHN)* et le grand axe stratégique (SFA) *Personalized Health and Related Technologies (PHRT)* du Domaine des EPF ont lancé conjointement l'appel à projets *National Data Streams (NDS)* en 2022. Les quatre projets NDS sélectionnés portent sur les domaines des maladies infectieuses dans le cadre des soins intensifs, de l'oncologie, de la pédiatrie et de la recherche sur la qualité des soins dans les services de santé. Le *Swiss Multi-Omics Center (SMOC)* a également été établi dans le cadre du SFA PHRT en 2022 comme plateforme pour la génération, l'analyse et l'interprétation de données multi-omiques humaines en relation avec des questions cliniques. Le SMOC est le fruit d'une collaboration entre l'ETH Zurich, le PSI, l'EPFL, l'Empa, le SPHN et le SIB *Swiss Institute of Bioinformatics*, avec l'appui du *Swiss Data Science Center (SDSC)* (cf. ci-dessous). Les activités du Domaine des EPF dans le cadre de PHRT complètent la longue liste de projets de recherche liés à la thématique de la santé humaine.

Le SDSC est hébergé de manière conjointe par l'EPFL, l'ETH Zurich et, depuis 2021, par le PSI. Plusieurs projets portant sur des solutions innovantes dans le domaine des données liées aux grandes infrastructures de recherche ont commencé en 2022 dans le cadre de l'ouverture d'un troisième *hub* au PSI. Le SDSC a également lancé le sixième appel à projets collaboratifs en science des données durant l'année sous revue. Le SDSC collabore en outre étroitement avec le SFA PHRT (cf. ci-dessus). De nombreux projets sont en cours au sein du SDSC, dans les domaines des sciences informatiques, des sciences environnementales, de la santé et biologie, de la physique et ingénierie et des sciences sociales.

Outre la mise en place de nouvelles plateformes technologiques au sein du Domaine des EPF, douze projets étaient en cours en 2022 dans le cadre du grand axe de recherche (SFA) *Advanced Manufacturing (AM)*. Dans le cadre de la rencontre annuelle organisée par l'Empa, une centaine de participantes et participants du monde académique et industriel se sont retrouvés en ligne en mars 2022. L'objectif était double: il s'agissait d'une part de passer en revue les projets et activités financés par le grand axe de recherche AM et, d'autre part, de réunir des spécialistes issus de différents domaines et disciplines, afin de renforcer la mise en réseau de la communauté scientifique et technique forte dans le domaine de la fabrication avancée. La série d'événements SAMCE (*Swiss AM Community Events*), organisés conjointement par la SATW, l'ETH Zurich, l'EPFL et l'Empa, poursuit le même objectif.

En plus des grands axes stratégiques décidés pour la période 2021–2024, le Domaine des EPF est très actif dans le domaine de l'énergie, de l'environnement et de la durabilité (cf. également ci-dessus pour la partie sur l'énergie, p. 56 s.). En lien avec la fabrication du plastique et de son élimination, des recherches de l'Eawag ont démontré que des filtres à sable biologiquement actifs et à écoulement lent permettent l'élimination très efficace des nanoplastiques lors du traitement de l'eau des lacs. Des scientifiques de l'EPFL ont, quant à eux, mis au point un substitut au plastique PET, fabriqué à partir de matières végétales non comestibles. Une nouvelle étude de l'Empa, réalisée en collaboration avec l'Université d'Utrecht, aux Pays-Bas, et le service météorologique et géophysique national d'Autriche, a montré que la propagation des nanoplastiques dans l'air constitue un problème plus vaste qu'attendu, et que ces derniers se retrouvent en fait jusqu'en haute montagne. Une récente étude du WSL a même montré que les arbres peuvent absorber des nanoparticules par les racines.

En ce qui concerne le changement climatique, des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich et du WSL ont pour la première fois reconstitué le recul des glaciers au 20^e siècle, et ceci pour l'ensemble de la Suisse. Pour ce faire, ils ont utilisé des images historiques et sont arrivés à la conclusion que le volume des glaciers a diminué de moitié entre 1931 et 2016. Des scientifiques du PSI ont, quant à eux, développé une nouvelle approche de *deep learning* en vue de mieux prendre en compte l'influence des aérosols sur la formation des nuages dans les modèles météorologiques et climatiques. D'autres, avec leurs collègues de l'ETH Zurich ont pu démontrer que les processus photochimiques dans les aérosols se déroulent deux à trois fois plus rapidement avec l'amplification de la lumière par le rayonnement solaire. Ils proposent de prendre également en compte ces effets dans les futurs modèles climatiques. Des études du WSL ont également montré que jusqu'à 10% des hêtres, dont le feuillage a changé de couleur durant l'été extrêmement sec de 2018, sont désormais morts, ce qui est bien plus que la mortalité naturelle. La chute de leurs feuilles représentait donc plus qu'un signe de faiblesse et qu'un moyen de protection.

Le Domaine des EPF vise à l'accessibilité des données de recherche récoltées et des résultats obtenus. L'engagement du Domaine des EPF en ce qui concerne les données de recherche en libre accès (ORD) est décrit de manière plus détaillée dans le chapitre Rétrospective du présent rapport annuel, à la page 10. A noter que l'ETH Zurich a également élaboré en 2022 des directives pour la gestion des données de recherche produites en son sein.

Afin d'encourager les bonnes pratiques en recherche, une formation en ligne *Conducting Research the Right Way* a été mise en place par l'EPFL en 2021. Cette formation couvre les bases de l'intégrité dans la recherche et les bonnes pratiques scientifiques. Elle est activement encouragée pour les nouvelles professeures et les nouveaux professeurs depuis 2022. De même, le thème de l'intégrité scientifique a été ajouté dans le programme des événements *New Faculty Orientation* pour les nouvelles professeures et nouveaux professeurs de l'ETH Zurich au cours de l'année sous revue. Pour élargir l'offre, un nouveau cours sur l'éthique et l'intégrité scientifiques a également été introduit pour les doctorantes et doctorants de l'ETH Zurich, dans le cadre de la révision de son ordonnance sur le doctorat (cf. aussi objectif 1, p. 50). Les directives de l'ETH Zurich en matière d'intégrité ont d'ailleurs été complètement révisées et sont entrées en vigueur au début 2022. De son côté, après analyse des cas de conflits mineurs liés à l'intégrité scientifique, le WSL a conclu que sa stratégie de communication active et continue concernant les offres de conseil et d'intervention précoce est efficace.

Objectifs stratégiques

INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

3

Le nombre de chercheuses et chercheurs utilisant les infrastructures de recherche du Domaine des EPF est revenu à la normale, correspondant aux tendances d'avant la pandémie de coronavirus. Les trois projets d'infrastructures de recherche du Domaine des EPF qui sont inscrits dans la feuille de route suisse 2019 continuent d'être mis en œuvre. Le Domaine des EPF a par ailleurs soumis plusieurs projets d'infrastructures de recherche pour la feuille de route suisse 2023.

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

Le Domaine des EPF possède et exploite un portefeuille unique de grandes infrastructures de recherche qu'il met à disposition de la communauté scientifique nationale et internationale. Si l'accès à ces infrastructures a dû être limité lors des différentes vagues de la pandémie de coronavirus, leur utilisation par les scientifiques est pratiquement revenue à la normale en 2022. C'est entre autres le cas pour les grandes infrastructures de recherche du PSI, pour le NEST, sur le campus de l'Empa et de l'Eawag et pour les plateformes de recherche et de démonstration de l'Empa.

Des étapes importantes ont également été franchies en 2022. Outre l'exploitation régulière du laser à rayons X à électrons libres SwissFEL, son développement a été

poursuivi par le PSI. En mars 2022, des rayons X ont été transmis pour la première fois à la station expérimentale CRISTALLINA. Celle-ci permettra à l'avenir l'étude d'états quantiques spécifiques ainsi que la cristallographie de protéines en série dans le registre des femtosecondes. Son but sera ainsi de fournir des contributions essentielles aussi bien en science quantique qu'en biologie structurale.

Les grandes infrastructures de recherche du PSI sont très demandées. La disponibilité moyenne annuelle des accélérateurs du PSI s'élève à 95,5% pour la période 2019–2022. Près de la moitié du temps de mesure a été attribuée à des groupes suisses, appartenant pour la plupart au Domaine des EPF. De plus, les installations du PSI continuent d'être fortement sollicitées par l'industrie.

Les ressources du CSCS sont également très demandées. En effet, toutes les ressources disponibles en 2022 ont pu être réparties sur le Piz Daint (superordinateur hébergé au CSCS) ainsi que sur le *Swiss Share* sur le système LUMI en Finlande. De plus, la demande totale était environ deux fois et demie supérieure à ce qui était disponible. En outre, le nombre de publications liées à l'utilisation du CSCS a continué à augmenter, ce qui reflète une exploitation croissante.

Le développement de nouvelles grandes infrastructures et de plateformes de recherche ainsi que les mises à niveau majeures sont coordonnés au niveau national grâce aux processus de la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche. Parallèlement aux projets inscrits sur cette feuille de route, les institutions du Domaine des EPF investissent dans le développement de leurs infrastructures et dans la création de plateformes dans les locaux existants. Par

exemple, le *Dubochet Center for imaging* (DCI) est une plateforme commune à l'EPFL, à l'Université de Lausanne et à l'Université de Genève qui a été lancée à la fin 2021. Le symposium inaugural du centre a d'ailleurs eu lieu en 2022. Le DCI compte des microscopes électroniques parmi les plus avancés au monde et promet des progrès considérables dans la recherche biomédicale. Le WSL a quant à lui entrepris la création d'un laboratoire pour l'analyse d'ADN environnemental (eDNA) en 2022. Le laboratoire a été conçu selon des normes de propreté rigoureuses, avec entre autres un système de filtration et une légère surpression permanente dans le laboratoire, afin d'éviter les contaminations des échantillons. La planification de la nouvelle unité du bâtiment modulaire de recherche et d'innovation NEST, STEP2, avance également à grands pas. Les différents prototypes de constructions ont pu être testés en 2022 et une demande de permis de construire a été déposée. A terme, l'unité STEP2 visera à stimuler les innovations dans les domaines de l'économie circulaire, de la fabrication industrielle et numérique, de l'enveloppe des bâtiments ainsi que des systèmes énergétiques. Deux autres unités axées sur l'utilisation de drones dans la construction et l'exploitation de bâtiments ainsi que sur les technologies *NetZero* sont en cours de planification. Dans le cadre du NEST également, l'Eawag propose depuis 2022 une visite virtuelle du *WaterHub*, sous forme de film pour expliquer les projets qui s'y déroulent.

Certaines mises à jour sont nécessaires pour l'exploitation optimale des infrastructures à long terme. Le WSL a par exemple entrepris la rénovation d'une infrastructure existante depuis 2006 dans la vallée du Löt-

schental. Celle-ci surveille la croissance continue des troncs d'arbres. Les capteurs, vieux de 15 ans, ont été renouvelés et permettent désormais la collecte et le transfert de données en temps quasi réel. Finalement, le *Blue Brain Project* de l'EPFL continue sa transition pour passer des modèles de tissus cérébraux vers un modèle de cerveau entier de souris d'ici à 2024. En conséquence, les scientifiques actifs sur le projet ont continué en 2022 à compléter la modélisation des différentes régions et tissus du cerveau. C'est d'ailleurs grâce à ces modélisations que les scientifiques ont pu acquérir de nouvelles connaissances sur la plasticité du cerveau et le fonctionnement de l'apprentissage. Ce travail, en collaboration avec des équipes scientifiques internationales, a été publié en 2022, en plus de la trentaine d'autres publications en lien avec le *Blue Brain Project* pour la même année.

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

La mise en œuvre des trois projets d'infrastructures de recherche du Domaine des EPF qui sont inscrits dans la feuille de route 2019 pour la période 2021–2024 a bien avancé durant l'année sous revue. Les travaux nécessaires pour le projet de mise à niveau majeure de la Source de Lumière Suisse SLS, baptisé projet SLS 2.0, sont en bonne progression. Les premiers nouveaux aimants spéciaux nécessaires à la transformation de l'infrastructure sont arrivés au PSI et de nombreux prototypes ont pu être développés et testés en 2022 avant de passer à la production industrielle en série. En mai 2022, le Conseil d'État du canton d'Argovie a par ailleurs décidé de soutenir financièrement le projet SLS 2.0 jusqu'en 2026.

Plus de 1000 nouveaux aimants seront installés sur l'anneau de stockage des électrons dans le cadre du projet de mise à niveau SLS 2.0. Les premiers électroaimants quadri-polaires sont désormais arrivés au PSI et sont contrôlés et mesurés un à un.

› Mahir Dzambegovic / PSI



Catalysis Hub (SwissCAT+) est une plateforme technologique visant à soutenir le développement de nouveaux procédés catalytiques dans les domaines 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. L'objectif principal pour les premières années du projet est de fournir l'infrastructure la plus appropriée et la plus moderne pour tous les aspects de la découverte et du développement de catalyseurs, et de mettre en relation les meilleures expertes et experts du Domaine des EPF dans ce secteur. L'année 2022 a principalement été employée pour préparer les laboratoires, engager le personnel nécessaire, acheter les principaux équipements et mettre en place le système de gestion des données. Les deux *hubs*, situés à l'ETH Zurich et à l'EPFL, sont maintenant en situation de valider les processus expérimentaux automatisés et d'initier les premières études.

Financée dans le cadre de l'initiative HPCN-24 (*High-Performance Computing and Networking*), la mise en place de la nouvelle infrastructure de calcul au CSCS, qui remplacera entre autres l'actuel calculateur phare Piz Daint à partir du printemps 2024, est en cours depuis l'été 2020 et sera achevée au début de 2024.

Le processus de la Feuille de route suisse 2023 a également bien avancé en 2022. Sur les huit projets proposés par les institutions du Domaine des EPF, six ont été évalués avec la note A par le FNS. Le Conseil des EPF soutient l'inscription de ces six grandes infrastructures de recherche dans la Feuille de route suisse 2023. Toutefois, leur mise en œuvre et leur financement dépendront du budget accordé par la Confédération suisse pour la période 2025–2028.

Participation aux infrastructures de recherche internationales

Les institutions du Domaine des EPF participent aux infrastructures de recherche internationales, que ce soit pour leur développement ou pour leur bon fonctionnement. Par exemple, le *Swiss National Supercomputing Centre* (CSCS) est membre du consortium qui gère le superordinateur le plus puissant d'Europe, LUMI. Ce dernier a été inauguré en juin 2022 en Finlande. Les scientifiques suisses ont d'ailleurs accès au système LUMI grâce au *Swiss Share*. De même, le *Swiss Plasma Center* de l'EPFL constitue un des principaux centres en Europe pour la recherche sur la fusion nucléaire. Ses activités sont soutenues par le consortium EUROfusion, qui opère pour le compte d'Euratom. Depuis juin 2021, l'Union européenne ne considère plus la Suisse comme un Etat participant à la construction d'ITER. Néanmoins, un accord de coopération entre l'agence européenne *Fusion for Energy* et l'EPFL a pu être ratifié en fin 2022. Cet accord permettra à

l'EPFL de participer à certaines activités liées à ITER même en l'absence d'une association à Euratom.

La participation et l'accessibilité aux infrastructures de recherche internationales favorisent les collaborations et stimulent les avancées scientifiques et technologiques. La mission *InSight* de la NASA emploie depuis trois ans un sismomètre conçu par un consortium européen comprenant des scientifiques de l'ETH Zurich pour mesurer les ondes sismiques sur Mars. Suite à deux gros impacts de météorites sur Mars, les scientifiques de l'ETH Zurich en collaboration avec l'équipe scientifique *InSight* ont observé, pour la première fois, des ondes sismiques se propageant à la surface d'une autre planète. L'analyse des données sismiques de Mars a donné lieu à plusieurs publications au cours des trois dernières années, sous la direction de l'ETH Zurich. De même, pour le premier satellite européen de surveillance du CO₂ Copernicus, l'Empa a élaboré, dans le cadre de ses activités de recherche, les bases de l'instrumentation et de la constellation nécessaires.

Beaucoup de projets d'infrastructures internationales auxquelles les institutions du Domaine des EPF participent sont basés sur le continent européen. La Suisse participe, par le biais du PSI, à la construction et à l'exploitation de la Source européenne de spallation (ESS) à Lund, en Suède. Grâce à des progrès importants du projet en 2022, trois des cinq instruments prévus avec la participation du PSI sont déjà en phase d'installation sur place. En plus des exemples cités ci-dessus, le PSI participe au projet *EURO-LABS*. Il s'agit d'un service décentralisé d'infrastructure de recherche en physique nucléaire et physique des particules. Le projet a été lancé en 2022 pour une durée de quatre ans. Le PSI et l'ETH Zurich participent également à *ReMade@ARI*, un réseau paneuropéen d'infrastructures de recherche analytique visant à promouvoir l'économie circulaire. L'ETH Zurich, l'Empa et le WSL participent en outre activement, avec les stations de Davos et du Jungfraujoch, à l'infrastructure de recherche paneuropéenne sur les gaz à effet de serre ICOS (*Integrated Carbon Observation System*), qui soutient les politiques et les décisions en matière de lutte contre le changement climatique et ses effets.

Sur le plan européen, la coordination et la coopération pour le développement des grandes infrastructures de recherche sont assurées par le forum ESFRI. Etant donné que l'association au programme *Horizon Europe* est une condition requise pour adhérer à l'ESFRI, la délégation suisse, y compris les expertes et experts actifs au sein des groupes de travail stratégiques, est désormais exclue du forum.

Objectifs stratégiques

TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

4

Grâce à une multitude de brevets, de contrats de collaboration et de spin-off, les institutions du Domaine des EPF ont de nouveau largement contribué en 2022 au transfert de savoir et de technologie et par là même à la force d'innovation de la Suisse. De plus, elles ont entre-tenu de diverses manières l'échange direct avec la société et se sont engagées à l'interface de la science, de la politique et des autorités. Elles jouent également un grand rôle dans le projet de longue haleine *Switzerland Innovation*.

Coopération scientifique avec l'économie suisse et le secteur public

Le Domaine des EPF contribue dans une large mesure à la compétitivité et à la capacité d'innovation de la Suisse en transposant les connaissances scientifiques en produits et services commercialisables. Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont déposé 227 brevets, 180 licences, 310 déclarations d'inventions et 37 déclarations de logiciel (cf. p. 97). Elles ont également signé 566 contrats de collaboration avec l'économie privée et 281 avec le secteur public (cf. fig. 14, p. 98). Les événements de réseautage réguliers comme l'*ETH Industry Day* ou le forum d'innovation *FORWARD* de l'EPFL jettent les bases d'une collaboration étendue pouvant inclure tous types de partenaires de coopération. Par exemple,

l'ETH Zurich a initié deux gros programmes avec Roche durant l'année sous revue. Au cours des trois à quatre prochaines années, l'entreprise pharmaceutique financera annuellement 20 projets de recherche avec des doctorantes et doctorants ainsi qu'avec des post-doctorantes et postdoctorants. Le PSI a conclu une convention de coopération et de licence avec la start-up AlphaSYNT afin de mettre sur le marché la méthanation directe développée au PSI et visant au stockage d'énergie. AlphaSYNT et le PSI participent également de concert à un projet européen de collaboration visant à la démonstration de la chaîne de création de valeur complète pour l'utilisation du biométhane dans le système européen de transport et d'énergie. En vue de la décarbonisation de l'industrie suisse, l'Empa a lancé une installation de démonstration basée sur l'hydrogène en collaboration avec de nombreuses grandes entreprises et le Tech Cluster Zoug. A l'EPFL, le programme KNOVA, lancé en 2021, a suscité une forte demande. Grâce à ce concept inédit, de nombreuses entreprises auront une année pour découvrir le potentiel d'innovation du monde académique.

Les projets de collaboration avec des PME suisses obtiennent souvent le soutien de l'agence d'encouragement Innosuisse. Les projets approuvés l'an dernier dans le cadre de la nouvelle initiative Innosuisse *Flagship* se sont accélérés. Les institutions du Domaine des EPF travaillent intensément à cette initiative qui soutient des projets dans des domaines qui sont utiles à une grande partie de l'économie ou de la société. Par exemple, l'EPFL et l'Empa font partie avec cinq autres institutions de recherche du *Flagship* CircuBAT, qui cherche à développer un modèle circulaire pour les batteries. Dans le cadre du *Flagship* DeCIRRA, un projet de décarbonisation des villes et régions

dirigé par le PSI et auquel l'ETH Zurich participe, de nombreux ateliers ont été organisés au cours de l'année sous revue en collaboration avec les plus de 30 organisations partenaires, entre autres sur les thèmes du transport de CO₂ et du photovoltaïque. En 2022, plusieurs *Innovation Boosters* d'Innosuisse ont également à nouveau démarré, comme le *booster* dirigé par l'Empa relatif à la *Circular Building Industry*, qui se consacre à la promotion active de la construction circulaire.

Les deux établissements de recherche environnementale WSL et Eawag mettent souvent leurs compétences à profit dans le cadre de collaborations avec les autorités. Les équipes de recherche de l'Eawag ont par exemple aidé deux communes durant l'année sous revue à réaliser des études pilotes approfondies sur la filtration du charbon actif dans leurs stations de traitement des eaux usées. De plus, l'application *web ValueDecisions* développée par l'Eawag peut être utilisée à des fins multiples, par exemple par des bureaux d'ingénieurs ou des communes. L'application aide les spécialistes à analyser simplement des problèmes décisionnels complexes, par exemple pour choisir le système d'alerte pour les inondations le plus adéquat ou la meilleure solution pour remplacer une station d'épuration obsolète. En 2022, le WSL a lancé un projet sur les scénarios socio-économiques pour les analyses de risques ainsi qu'un projet sur les effets du changement climatique sur les services écosystémiques. Ceci dans le cadre du programme *Decision Support for Dealing with Climate Change in Switzerland*, supporté par le NCCS, le réseau de la Confédération dédié aux services climatiques, qui, en tant qu'organe national de coordination et d'innovation, promeut la prise de décisions respectueuses du climat. Sur le plan international, le WSL a pu apporter son expertise dans ce domaine dans un cercle de travail de l'Académie pour le développement territorial de la communauté de Leibniz. De nouvelles directives exigent en effet de la part de la planification régionale en Allemagne que les dispositions relatives à la prévention des inondations soient déterminées en fonction du risque d'inondation, entre autres, afin qu'elles soient suffisamment adaptées au changement climatique.

Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Les nouvelles créations de spin-off chaque année symbolisent les ambitions entrepreneuriales parmi le corps étudiant et les chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF. Elles étaient au nombre de 54 en 2022 (cf. p. 97). Deux des entreprises particulièrement prospères, qui transposent les innovations directement dans des produits et services commercialisables, sont présentées plus en détails dans le reportage à la page 15 s. La procédure développée au PSI permettant une meilleure détection précoce du cancer du sein est utilisée par la spin-off *GratXray* et a été nommée en 2022 pour le prix de l'inventeur de l'Office européen

des brevets. Un grand nombre de spin-off en devenir ou déjà existantes sont aujourd'hui également implantées dans les domaines *Food Tech* et *Green Tech*. Après *Planted*, l'ETH Zurich annonce désormais des plans pour *Marbled Meat* et *Vegi-Shrimps*. A l'Empa, viboo AG a gagné la *GreenTech Startup Battle* lors des Journées numériques 2022 ainsi que l'*Empa Innovation Award*. La jeune entreprise propose un service numérique afin de réduire la consommation d'énergie des bâtiments de jusqu'à 30%.

Outre les programmes d'encouragement depuis longtemps éprouvés comme les *Innogrants* de l'EPFL, les *Pioneer Fellowships* de l'ETH Zurich ou les *Founder Fellowships* du PSI, l'*Entrepreneur Fellowship* de l'Empa lancé en 2021 a également été une nouvelle fois mis au concours lors de l'année sous revue. Le WSL a en outre lancé un nouveau programme d'encouragement interne pour des projets de mise en œuvre. Celui-ci complète le programme pour les projets de recherche innovants et met l'accent sur les projets qui offrent une valeur ajoutée pour la pratique basée sur des produits, des données ou des résultats déjà existants. A l'EPFL, le nouveau programme *blaze*, lancé en 2021, prend ses marques et accompagne les initiatives étudiantes vers le marché. D'autres structures de soutien à l'entrepreneuriat dans le Domaine des EPF sont aussi évaluées et développées en permanence. Ainsi, l'ETH Zurich a notamment établi en 2022, dans le cadre d'*ETH Transfer*, le groupe *Spin-off, Licensing, Equity and Compliance* afin de faciliter les processus de transfert technologique pour les créations d'entreprises. Les institutions du Domaine des EPF s'associent souvent pour développer leur offre. L'association de promotion *Glatec* de l'Eawag et de l'Empa sert ainsi à encourager les jeunes entreprises et la coopération de recherche dans les domaines des sciences des matériaux, des sciences environnementales et de la technologie. En 2022, elle a soutenu plusieurs spin-off déjà établies et trois nouvellement créées. A l'Empa, un cours d'entrepreneuriat a été proposé pour la première fois en ligne et avec un *bootcamp* sur place, en collaboration avec l'ETH Zurich.

Des partenariats d'innovation avec l'économie ou des donatrices et donateurs privés encouragent également dans une large mesure l'entrepreneuriat dans le Domaine des EPF. L'ETH Zurich a lancé en 2022 un partenariat à long terme avec l'UBS. *Entrepreneurial thinking and acting* doit être encouragé au cours des dix années à venir. Toujours au cours de l'année sous revue, le Wyss Zurich, accélérateur commun de l'ETH Zurich et de l'Université de Zurich pour la médecine régénérative et la robotique, a prolongé son activité de six années supplémentaires grâce à un nouveau don de Hansjörg Wyss.

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

Dans le contexte du «Plan d'action pour la numérisation» 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 dans le domaine *Advanced Manufacturing* (AM-TTC). Les deux premiers centres ANAXAM et *Swiss m4m Center* sont désormais soutenus par la Confédération en tant qu'établissements de recherche d'importance nationale. ANAXAM a notamment réalisé des projets avec des clients de l'industrie métallurgique au cours de l'année sous revue, dans lesquels des études menées sur la diffusion à petit angle de neutrons ont pu contribuer à améliorer les propriétés de l'acier. En tant que premier client, le *Swiss m4m Center* a pu mettre en service une nouvelle installation d'impression 3D et déjà l'intégrer dans le processus certifié de fabrication de prothèses dentaires.

Ensemble, les deux centres ont organisé en août 2022 une manifestation d'information et de réseautage sur le thème «Rendre les technologies utilisables par l'industrie», à laquelle le Centre de haute technologie d'Argovie (*Hightech Zentrum Aargau*) a également participé.

En fin d'année, l'*AM-TTC Alliance* et le Département fédéral de l'économie, de la formation et de la recherche (DEFR) ont par ailleurs décidé de promouvoir deux autres centres dans les domaines de la robotique collaborative et de la photonique.

Forte participation à *Switzerland Innovation*

Switzerland Innovation, avec ses différents sites, souhaite améliorer la mise en réseau de la science et de l'économie et offrir aux entrepreneurs et entrepreneuses et aux chercheurs et chercheuses des conditions favorables à l'innovation. En 2022, une évaluation de tous les sites a eu lieu, dont les résultats seront pris en compte dans le développement de la stratégie de *Switzerland Innovation*.

Sur le site du *Switzerland Innovation Park Zurich* de l'aérodrome de Dübendorf, la solution de location à long terme de deux hangars et plusieurs bâtiments annexes par l'ETH Zurich s'est poursuivie au cours de l'année sous revue. Le hangar 3 de l'aérodrome de Dübendorf offre depuis de nombreuses années déjà les conditions idéales au développement de prototypes dans le cadre de projets d'étudiantes et étudiants dans les domaines de l'électromobilité et de l'espace. Des projets conjoints avec des partenaires industriels sont prévus pour le hangar 2. Au *Park Network West* EPFL, le nouveau programme *Soft Landing* est en cours de mise en place pour intensifier la mise en réseau des sites et attirer des investissements étrangers. Au *PARK INNOVAARE*, le PSI continue de soutenir l'implantation d'entreprises établies, même multinationales. Au cours de l'année sous revue, ces efforts ont encore été considérablement renforcés grâce à une augmentation des effectifs. Le nouveau site du *Switzerland Innovation Park Ost* profite de l'étroite collaboration avec l'Empa de Saint-Gall. Au cours de l'année sous revue, *Startfeld*, le réseau des start-up de Saint-Gall auquel participe l'Empa, a fusionné avec le parc d'innovation.

La physique quantique recèle un énorme potentiel. Ainsi, grâce au projet CarboQuant de l'Empa, la physique quantique devrait également jouer un rôle dans la vie quotidienne. L'objectif de la recherche est un matériau de construction pour les ordinateurs quantiques de la prochaine génération. (cf. aussi p. 29 s).

Coup d'œil dans la chambre aux reflets dorés du microscope à effet tunnel, où des échantillons de matériaux sont mesurés sous vide.



Une série de présentations communes de l'*Innovation Park Ost* et de l'Empa a été initiée.

Dialogue avec la société et tâches confiées par la Confédération

Rendre accessible au grand public les faits scientifiques, les problématiques et les nouvelles connaissances constitue une mission importante pour les institutions du Domaine des EPF. Le but est d'engager un dialogue direct avec le public sur des thèmes de recherche du Domaine des EPF importants pour la société. Les institutions remplissent cette mission par exemple grâce à des expositions, nombreuses durant l'année 2022, souvent dans le cadre d'événements publics. L'Eawag a présenté la Collection Steinmann-Eawag avec ses archives uniques de la diversité des espèces de poissons de la Suisse des années 1871-1953 au Musée d'histoire naturelle de Berne. Le PSI a inauguré son exposition complètement retravaillée dans son centre des visiteurs. Sous le slogan «En visite chez les chercheuses et chercheurs», elle transmet des priorités de recherche du PSI de manière ludique par le biais d'expositions interactives. Le PSI a atteint un nombre de personnes particulièrement élevé en octobre grâce à la «Journée portes ouvertes», lors de laquelle 15 000 visiteuses et visiteurs ont pu se faire une idée des activités de recherche du PSI sur plus de 40 postes et par le biais de visites guidées, de démonstrations et de conférences. L'ETH Zurich a participé à l'exposition *Material Shapes the Age* dans la *House of Switzerland* à la *Milano Design Week 2022* et le département de physique s'est engagé dans une collaboration avec le Technorama de Winterthur afin de faire découvrir la physique quantique au grand public. Avec son exposition dans le hall principal de l'ETH Zurich, l'*Energy Science Center* a donné aux visiteuses et visiteurs des informations sur le système énergétique et présenté les scénarios vers lesquels nous pourrions tendre. L'EPFL a organisé au cours de l'année sous revue le festival scientifique *Scientastic* sur le campus de Lausanne et de Sion et a participé à d'autres expositions et événements comme la «Nuit de la Science» à Genève ou le salon BEA à Berne. De nombreuses institutions étaient également présentes à la foire de l'Olma à Saint-Gall, comme l'Empa avec un stand avec Avenenergy Suisse sur le thème de la mobilité durable et la technologie *Power-to-Gas*, avec le *Switzerland Innovation Park Ost* pour les jumeaux numériques. De même, le WSL y était présent dans le cadre de l'exposition spéciale dédiées aux Grisons, canton hôte de la manifestation de 2022 et qui y a offert une plateforme à l'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches WSL (SLF). Le sujet de l'exposition du SLF – pierre artificielle pour des essais de chutes de pierres – a attiré de nombreuses personnes, ce qui a donné lieu à de nombreuses et fructueuses discussions.

Les institutions du Domaine des EPF tiennent particulièrement à encourager les jeunes à s'intéresser aux mathématiques, à l'informatique, aux sciences naturelles et à la technique (branches MINT). De nombreuses offres destinées à ce groupe cible ont lieu régulièrement et reposent sur une étroite collaboration avec les écoles et les gymnases. En 2022, l'EPFL a développé son offre de semaines pré-universitaires en proposant de nouvelles offres, comme «Décoder les QR codes». Grâce à ces semaines pré-universitaires, les élèves peuvent déjà se faire une idée du monde universitaire à la fin du gymnase. L'Empa à Dübendorf et le laboratoire de formation du réseau d'innovation situé à l'Empa à Saint-Gall sont visités chaque année par des milliers d'élèves dans le cadre de différentes offres et visites guidées. Le WSL a lancé, dans le cadre du programme scolaire de l'exposition «Dans la forêt» du Musée national suisse, la nouvelle application web Forte Edu qui informe les enfants sur la forêt et le changement climatique. Différentes offres des institutions du Domaine des EPF s'adressent aussi spécifiquement aux filles et aux jeunes femmes. L'EPFL a par exemple continué à développer son programme pour les filles âgées de 7 à 16 ans pour les aider à avoir plus de confiance en leurs capacités et les encourager à réaliser des études dans les disciplines MINT. Dans un but semblable, le PSI a dressé en 2022, à l'occasion de la Journée internationale des femmes et des filles en science, le portrait d'une série d'excellentes chercheuses issues de ses rangs. L'ETH Zurich a finalement annoncé en été 2022 une initiative particulièrement vaste pour accroître l'intérêt des matières MINT. Dans le cadre du partenariat stratégique avec l'UBS, de nouveaux canaux de communication doivent être mis en place au cours des dix prochaines années sur la base des formats existants. L'objectif est de susciter un engouement pour les branches MINT, notamment auprès des groupes cibles qui ont été moins bien approchés jusqu'à présent.

Le conseil fourni aux autorités et aux décideuses et décideurs politiques relatif aux questions d'actualité est un aspect important du dialogue avec la société. L'année précédente, l'accent a été mis sur le conseil scientifique en matière de politique dans le cadre de la pandémie de coronavirus. Les chercheuses et chercheurs se sont également consacrés à cette thématique en 2022. Ainsi, la Confédération et les cantons ont mis en place un nouveau comité consultatif scientifique COVID-19, dirigé par la professeure Tanja Stadler (ETH Zurich). Par ailleurs, le contrôle du SARS-CoV-2 a été étendu à plus de 100 situations d'épuration sur la base des conclusions du projet de l'Eawag, de l'EPFL et de l'ETH Zurich pour estimer le nombre de reproductions du virus. Le PSI a développé de concert avec des chercheuses et chercheurs de l'Université de Bâle un nouveau type de test rapide qui ne détecte pas les composants du virus, mais les anticorps que produit le système immunitaire. Ceci permet également de tirer des conclusions sur l'évolution de la maladie et peut

être appliqué à d'autres agents pathogènes viraux. Outre la pandémie de coronavirus, dans un contexte de guerre de la Russie contre l'Ukraine, l'expertise dans le domaine de la sécurité a été fortement sollicitée au cours de l'année sous revue. Le *Center for Security Studies* (CSS) de l'ETH Zurich a ainsi informé en permanence le grand public des évolutions actuelles, par exemple avec les publications de *Policy Perspectives*. Sur le plan structurel, un point de contact central a été créé en 2022 à l'ETH Zurich avec l'interface *Science Policy*, qui soutient la prise de contact réciproque et la collaboration entre les chercheuses et les chercheurs ainsi que la politique et l'administration.

En portant leur attention sur les sujets tels que l'énergie et le développement durable, les institutions du Domaine des EPF se sont également engagées dans de nombreuses plateformes, initiatives et événements d'échange à l'interface de la science, de la politique et des autorités. Quatre initiatives conjointes ont déjà pu être lancées dès 2022 dans le cadre de la priorité stratégique «Engagement et dialogue avec la société» du Domaine des EPF 2025–2028 (cf. également Objectif 5, p. 68), dont l'une en coopération avec le Musée suisse des transports à Lucerne et sa nouvelle exposition prévue sur l'énergie. L'ETH Zurich et l'EPFL sont les membres fondateurs de la plateforme de dialogue *Sustainable Switzerland* lancée en 2022. La plateforme de dialogue est gérée par l'entreprise NZZ et des partenaires issus de l'économie et de la science. Son objectif est de donner de la visibilité au développement durable en Suisse et de contribuer à la collaboration entre partenaires de différents horizons. Le PSI a organisé cet été à Berne un «Briefing sur l'énergie» auquel a participé l'Empa. Des représentantes et représentants de la recherche, de l'industrie et des offices fédéraux ont échangé sur le thème du Net Zéro (émissions de CO₂). L'Eawag a fondé la nouvelle plateforme de mise en réseau, d'information et d'échange «Réseau suisse d'eau souterraine». En outre, le Conseil pour la pêche (FIBER), soutenu par l'Eawag et l'Office fédéral de l'environnement, a été prolongé de quatre ans. Avec la plateforme de recherche drought.ch, le WSL a mis à disposition une base importante pour le système national d'alerte précoce de la sécheresse, que la Confédération met désormais en place sur cette base. Le WSL a également mis l'accent sur des événements extrêmes lors du «Forum WSL Suisse Romande 2022» intitulé «Événements extrêmes en forêt – à chacun d'agir». Cette manifestation en français contribue largement à atteindre également les praticiennes et praticiens de Suisse romande.

Enfin, le Domaine des EPF joue lui-même un rôle modèle dans le domaine de l'environnement et de l'énergie, décrit plus en détail dans l'objectif 8 de la page 82 s.

Pour conclure, il est possible de se référer à titre d'exemple à quelques développements récents concernant 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. En 2022, le centre a collaboré avec deux offices fédéraux, entre autres sur le développement d'indicateurs biologiques pour l'évaluation de la qualité du sol, notamment dans le cadre du plan d'action national sur les produits phytosanitaires. Le WSL agit en tant qu'organe d'évaluation et de coordination pour les nouvelles réglementations dans le domaine de la surveillance active pour la protection des forêts contre les organismes nocifs. En 2022, après trois années pilotes réussies, le WSL, avec l'Office fédéral de l'environnement, a soutenu l'extension de cette surveillance du territoire à d'autres cantons. Par ses études et ses recherches expérimentales, le Laboratoire de sûreté du stockage final du PSI a fortement contribué aux bases scientifiques et techniques de la proposition de site de la Nagra pour les dépôts géologiques en profondeur pour les déchets radioactifs, publiée en septembre 2022. Le Service sismologique suisse à l'ETH Zurich, en tant qu'organe spécialisé de la Confédération, a notamment réalisé, avec différents partenaires, des expériences dans le laboratoire souterrain Bedretto. Unique au monde pour les géosciences et la géoénergie, ce laboratoire a encore été agrandi en 2022.

Objectifs stratégiques

COOPÉRATION ET COORDINATION

5

Les coopérations entre les institutions du Domaine des EPF elles-mêmes et avec d'autres institutions suisses de formation et de recherche se sont poursuivies en 2022 à différents niveaux. Encore une fois, les hôpitaux ont été d'importants partenaires pour les multiples activités dans le domaine de la médecine et de la technologie médicale. Au cours de cet exercice, le Conseil des EPF a en outre adopté la stratégie pour les sites des institutions du Domaine des EPF.

Coopération dans le Domaine des EPF et en dehors

La coopération entre les institutions du Domaine des EPF a encore été renforcée au cours de cet exercice par le nouvel instrument des initiatives conjointes. Ces dernières sont de grandes initiatives de coopération limitées dans le temps, auxquelles participent généralement au moins deux institutions. Elles s'inscrivent dans le cadre des cinq priorités stratégiques définies par le Conseil des EPF dans son Plan stratégique 2025–2028 pour le Domaine des EPF, adopté en 2022. Ces priorités stratégiques ont pour objectif de répondre à certains des défis mondiaux les plus urgents. Dans les deux priorités «Energie, climat et durabilité de l'environnement» et «Engagement et dialogue avec la société», une série d'initiatives conjointes ont déjà été approuvées pour une mise en œuvre immédiate en 2022 (cf. également Objectif 2, p. 56 et Objectif 4, p.

66). Parallèlement, l'initiative *bottom-up* intitulée ENRICH, lancée en 2021 par les quatre établissements de recherche du Domaine des EPF, a bien progressé. Elle vise à renforcer leur collaboration de manière ciblée au cours des prochaines années. En vue de la prochaine période FRI, deux prises de position communes ont été élaborées sur les thèmes de la santé et de la science des données. En septembre, le *Sensors Marketplace* s'est tenu sur le campus Empa-Eawag afin d'identifier les synergies entre les spécialistes des capteurs des quatre établissements de recherche et de discuter d'idées de projets conjoints. En outre, ces derniers prévoient de proposer à l'avenir des formations continues communes à leurs propres collaboratrices et collaborateurs au sein du *Lead Campus*, c'est-à-dire de façon centralisée.

Outre ces nouvelles approches, des formats de collaboration établis de longue date existent déjà. Dans la recherche, il convient de mentionner les grands axes stratégiques (SFA) ainsi que les projets de coopération qui exploitent les compétences complémentaires des institutions (cf. Objectif 2, notamment «Compétences complémentaires du Domaine des EPF» et «Accents dans la recherche», p. 56 et 58). Les grandes infrastructures de recherche sont également des vecteurs importants de coopération (cf. Objectif 3, p. 60 ss). Dans l'enseignement, l'étroite coopération se traduit par des filières de master et des programmes de doctorat conjoints. La participation des établissements de recherche à l'enseignement et l'encadrement commun des doctorantes et doctorants jouent également un rôle important (cf. également Objectif 1, p. 50).

La coopération au-delà du Domaine des EPF joue aussi un rôle prépondérant. Souvent, plusieurs institutions du Domaine s'associent à d'autres partenaires scienti-

riques nationaux. Le réseau des relevés glaciologiques suisse GLAMOS est géré conjointement par l'ETH Zurich et les universités de Fribourg et de Zurich. Son directeur est employé par le WSL. Pour l'année 2022, le réseau de mesure a enregistré une fonte record de la glace: plus de 6% du volume de glace a été perdu en seulement une année. En août, l'Empa, le PSI et la Haute école spécialisée bernoise ont organisé conjointement la quatrième édition des *Swiss Battery Days* sur le site de l'Empa. De jeunes chercheuses et chercheurs dans le domaine de la recherche sur les matériaux des batteries et de la fabrication des cellules y ont trouvé une plateforme pour présenter leurs résultats et nouer des contacts internationaux. L'Eawag a organisé à l'EPFL une journée d'information sur le thème de la dynamique de l'eau. Durant celle-ci, des spécialistes ont pu discuter des nouvelles possibilités de collecte et d'utilisation des données sur les eaux. Outre les conférencières et conférenciers de l'Eawag, cette manifestation a permis aux chercheuses et chercheurs de l'EPFL, de l'Université de Lausanne et du Centre Ecotox de présenter leurs exposés. L'EPFL et l'Université de Lausanne collaborent également depuis longtemps par le biais du programme SHS (sciences humaines et sociales), le programme d'enseignement de la Faculté des sciences de l'Université de Lausanne et les activités de Sciences². Dans le cadre de ces derniers, des membres du corps enseignant des deux universités proposent mutuellement des cours dans leur domaine de spécialité aux étudiantes et étudiants de l'autre université. Le Collegium Helveticum, un *Institut for Advanced Studies* conjoint de l'ETH Zurich, de l'Université de Zurich et de la Haute école d'art de Zurich, met

également l'accent sur l'interdisciplinarité. Situé dans les locaux de l'observatoire astronomique de l'ETH Zurich, le Collegium offre un environnement interdisciplinaire créatif pour la réalisation de projets scientifiques et artistiques innovants. En 2021/22, un nouveau programme de bourses de recherche a été lancé, centré sur la promotion des échanges et de la collaboration interdisciplinaires.

Conception de l'espace suisse des hautes écoles

En tant que membres de swissuniversities, l'ETH Zurich et l'EPFL sont étroitement impliquées dans la conception de l'espace suisse des hautes écoles. Elles ont par exemple contribué à la planification stratégique de swissuniversities pour les années 2025-2028, adoptée au cours de l'année sous revue. Les deux écoles ont été soumises au processus d'accréditation institutionnelle conformément à la loi sur l'encouragement et la coordination des hautes écoles (LEHE) (cf. aussi Objectif 1, p. 52 s). Les six institutions du Domaine des EPF participent intensément aux projets de coopération que la Confédération promeut via swissuniversities par le biais de contributions liées à des projets. Pour les établissements de recherche qui ne sont pas habilités à recevoir une contribution, le Conseil des EPF centralise les moyens financiers pour des participations spécifiques. Par exemple, dans le cadre du programme «Diversité, inclusion et égalité des chances dans le développement des hautes écoles», l'ETH Zurich, l'EPFL, le PSI ainsi que plusieurs universités et hautes écoles spécialisées suisses participent au projet *Fem-Spin*. Celui-ci vise à promouvoir l'égalité des chances dans le domaine des activités de *spin-off* en mettant

La recherche à portée de main pour petits et grands. La prochaine édition de Scientifica – les journées scientifiques zurichoises de l'ETH Zurich et de l'Université de Zurich – aura lieu du 1^{er} au 3 septembre 2023.

› Alessandro Della Bella / ETH Zurich / UZH



spécifiquement l'accent sur les femmes (cf. aussi Objectif 1, p. 52 pour les participations au programme «Renforcement des *digital skills* dans l'enseignement»).

La coopération entre les différents types de hautes écoles est également un élément central dans la conception de l'espace suisse des hautes écoles. Au cours de l'année sous revue, l'école doctorale de l'EPFL a renouvelé sa convention régulant la codirection de thèse de doctorat avec la Haute école spécialisée de Suisse occidentale. Elle a également entamé les préparatifs pour la création d'une convention plus large visant à renforcer les codirections. Enfin, le Domaine des EPF fournit une contribution importante à la coordination grâce à ses infrastructures de recherche, lesquelles sont à la disposition de l'ensemble de la communauté scientifique suisse. Outre celles déjà mentionnées dans l'Objectif 3 (cf. p. 60 ss), la *Swiss High-field-NMR Facility* a été inaugurée au cours de cet exercice. Cette infrastructure dans le domaine de la structure et de la fonction biomoléculaires est exploitée par l'ETH Zurich en collaboration avec les universités de Bâle et de Zurich. Elle est ouverte autant aux scientifiques qu'à l'industrie.

La structure et le mode de fonctionnement du Domaine des EPF repensés

Afin de préserver le rôle de chef de file du Domaine des EPF pour les prochaines décennies face à une concurrence mondiale croissante, le Conseil des EPF a entamé des travaux visant à repenser prospectivement le mode de fonctionnement et la structure du Domaine des EPF. Un premier état des lieux a été fait au cours de l'année sous revue avec pour but d'élaborer une vision commune des forces et des faiblesses de la structure du Domaine des EPF. Ces discussions seront poursuivies et approfondies en 2023.

Alliances stratégiques

Dans le cadre d'alliances stratégiques, l'ETH Zurich et l'EPFL collaborent étroitement avec différents centres de compétences technologiques et instituts de recherche suisses soutenus par la Confédération. L'ETH Zurich cultive une alliance stratégique avec inspire SA, le centre de compétences pour le transfert de technologie vers l'industrie des machines, des équipements électriques et des métaux et l'institut de recherche biomédicale (*Institute for Research in Biomedicine, IRB*). Les thèmes de cette alliance stratégique ont été revus en 2022 afin, entre autres, de permettre à des professeurs et professeurs supplémentaires de pouvoir collaborer avec inspire SA, et de renforcer ainsi l'alliance stratégique. L'EPFL maintient une alliance stratégique avec l'institut de recherche Idiap spécialisé dans l'intelligence artificielle (IA), le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique CSEM et l'Institut tropical et de santé publique suisse (Swiss TPH). Ces coopérations englobent aussi bien l'enseignement que la recherche ainsi que le transfert de connaissances et de

technologies. Par exemple, environ 50 collaboratrices et collaborateurs de l'Idiap sont actuellement inscrits dans les écoles doctorales *Electrical Engineering and Computer and Communication Sciences* de l'EPFL. Le CSEM, le Centre suisse d'électronique et de microtechnique, collabore étroitement avec l'EPFL, notamment dans le domaine de la recherche sur le photovoltaïque. C'est dans ce contexte que le *Micro-Manufacturing Science and Engineering Center* (M2C), inauguré en septembre 2022, offre un nouveau lieu de collaboration intensif grâce à une infrastructure gérée conjointement par les deux institutions. Les premiers résultats des deux grands projets Sinergia du FNS, réalisés dans le cadre de l'alliance stratégique entre l'EPFL et le Swiss TPH, ont été publiés durant l'année sous revue. Un nouveau projet en collaboration avec l'*EssentialTech Center* de l'EPFL est en cours d'élaboration. Il portera sur le développement d'une couveuse pour les bébés prématurés, à prix abordable et destinée aux pays à revenus faibles ou moyens.

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

Plusieurs institutions du Domaine des EPF sont également actives dans la recherche médicale et médico-technique. Elles entretiennent à cet égard une étroite collaboration avec les hôpitaux suisses. Ainsi, des chercheuses et chercheurs de l'Empa ont par exemple développé une nouvelle méthode de diagnostic pour les accidents vasculaires cérébraux en collaboration avec l'Université de Genève et la clinique Hirslanden. Cela devrait aider à trouver des solutions thérapeutiques optimales de manière rapide (cf. p. 31). Dans le cadre d'un projet du PSI, de l'Empa et de l'ETH Zurich, l'augmentation de l'effet thérapeutique de la protonthérapie lors de l'utilisation de nanoparticules a été étudiée en collaboration avec l'hôpital cantonal de Saint-Gall. L'ETH Zurich a renforcé sa présence sur le campus santé de l'hôpital cantonal de Baden.

L'Empa se penche sur différentes approches pour améliorer le traitement médical des plaies. Au cours de l'année sous revue, des connaissances importantes ont été acquises concernant le développement de pansements intelligents, capables de libérer des médicaments de manière contrôlée. L'EPFL mène des recherches intensives à l'interface des neurosciences, de la neurotechnologie et de l'intelligence artificielle (IA). Plusieurs facultés se sont regroupées pour créer l'institut Neuro-X. L'objectif est de faire progresser la recherche interdisciplinaire sur les thérapies destinées aux patientes et patients souffrant de troubles neurologiques. De nombreuses études ont été publiées en 2022 dans ces domaines de recherche. L'une d'elles portait sur la stimulation cérébrale non invasive, qui permet de restaurer l'acquisition des capacités motrices chez les personnes ayant des capacités d'apprentissage réduites. Un autre projet a permis de développer un modèle de jumeau numérique de la mouche à vinaigre. Cette avancée est d'une grande importance

pour la fabrication de robots bioinspirés. Au PSI, le diagnostic constitue un thème majeur. En collaboration avec l'ETH Zurich, des chercheuses et chercheurs ont ainsi développé une méthode de diagnostic de tumeur moins agressive pour les reins, et en collaboration avec l'hôpital pédiatrique de Zurich, ont mené une étude portant sur 80 enfants dans le but de développer un test respiratoire pour l'asthme. Celui-ci doit permettre d'établir un diagnostic sans avoir recours à une intervention physique.

Le centre de recherche médicale de la place universitaire de Zurich, *The Loop Zurich*, dans lequel l'ETH Zurich, membre fondateur, et le PSI sont partie prenante, a annoncé des initiatives en matière d'infrastructure au cours de l'année sous revue. *The Loop Zurich* a lancé une de ces initiatives en créant une plateforme informatique biomédicale centrale. Celle-ci a pour objectif de permettre une médecine translationnelle fondée sur les données et d'utiliser les données de routine des services de santé pour la recherche. *Swissmedic* a autorisé le PSI à mettre en service un nouveau laboratoire pharmaceutique pour la fabrication de produits radiopharmaceutiques destinés au traitement de tumeurs. En juillet, ce laboratoire a démarré la production de petits lots de médicaments destinés aux hôpitaux suisses. Hautement spécifiques, ces médicaments ne peuvent être stockés en raison de la courte demi-vie des radionucléides.

Le Domaine des EPF contribue également à la formation de la relève médicale: l'ETH Zurich avec sa filière de bachelor en médecine humaine pour 100 étudiantes et étudiants par an et l'EPFL avec sa passerelle vers les facultés de médecine des universités de Lausanne et de Genève, que plusieurs étudiantes et étudiants ont utilisée en 2022 également. Par ailleurs, un nouveau MAS en *Digital Clinical Research* a débuté à l'ETH Zurich au cours de l'année sous revue. La filière s'adresse au personnel de santé en activité qui s'intéresse aux questions de recherche clinique sur les technologies émergentes.

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. Ceux dits «sites associés» jouent un rôle important dans le positionnement du Domaine des EPF, notamment parce qu'ils soutiennent le transfert de technologie et attirent les talents. Le Conseil des EPF a élaboré pour eux une stratégie, qu'il a adoptée en 2022, destinée à garantir une approche stratégique cohérente et à identifier rapidement les enjeux. Elle définit des critères et des processus pour la création, le renouvellement ou la fermeture de sites qui collaborent avec des partenaires à l'échelle cantonale ou internationale. Cela comprend les aspects académiques et structurels ainsi que des conditions infrastructurelles, politiques et financières. Les sites associés seront désormais évalués périodiquement. La communication sera assurée au sein des institutions du Domaine des EPF et avec le public.

Objectifs stratégiques

POSITIONNEMENT ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

6

En 2022, les institutions du Domaine des EPF ont continué à renforcer leur position d'actrices d'importance mondiale dans l'enseignement et la recherche. Ceci grâce à de vastes projets et initiatives de coopération internationale ainsi qu'au développement de réseaux d'alliances. En ce qui concerne les sites associés à l'étranger, il a été décidé durant cet exercice de ne pas maintenir le site de l'EPFL aux Emirats arabes unis.

Attractivité du Domaine des EPF

Les institutions du Domaine des EPF accordent une grande importance au maintien de leur attractivité pour les étudiantes et étudiants, doctorantes et doctorants ainsi que chercheuses et chercheurs étrangers hautement qualifiés. Pour recruter des étudiantes et étudiants internationaux, elles octroient, entre autres, des bourses pour des séjours en Suisse. Par exemple, dans le cadre du programme de partenariat de l'Eawag (EPP), existant depuis 2008, six bourses sont mises à disposition chaque année pour des étudiantes et étudiants de pays en développement. Ainsi, des contacts durables se créent avec des pays et des institutions d'Afrique et d'Asie. Au cours de cet exercice, elles ont notamment été attribuées à des doctorantes et doctorants du Pakistan et de Côte d'Ivoire pour leurs recherches sur les boues fécales. Les écoles d'été internationales contribuent aussi à maintenir l'attractivité des

institutions du Domaine des EPF auprès des étudiantes et étudiants étrangers. Ainsi, en collaboration avec différentes hautes écoles et institutions de recherche en Europe, le WSL a organisé plusieurs manifestations couvrant un large éventail de sujets.

Les programmes de mobilité internationaux sont également un élément clé pour renforcer l'attractivité du Domaine des EPF auprès des scientifiques de talent. Dans le cadre du programme de recherche Horizon 2020, le dispositif COFUND du programme européen Actions Marie Skłodowska-Curie (AMSC) en particulier reste un instrument important. Par exemple, l'EPFL gère un programme de bourses pour doctorantes et doctorants, intitulé *EPFLglobalLeaders*. Celui-ci vise à transmettre des compétences transversales pour résoudre des problèmes mondiaux dans l'optique d'un développement durable. Le PSI gère depuis 2012 le programme COFUND PSI FELLOW. Lors de chaque appel à candidatures, il a permis à environ 30 postdoctorantes et postdoctorants de réaliser leur projet de recherche au PSI. Tout comme *EPFLglobalLeaders*, il a effectué son dernier appel à candidatures durant l'année sous revue. Ces programmes couronnés de succès ne peuvent plus être renouvelés en raison du statut de la Suisse en tant que pays tiers non associé à *Horizon Europe* (programme succédant à Horizon 2020). Les Réseaux de formation doctorale (*MSCA Doctoral Networks, Horizon Europe*) sont également importants pour les échanges internationaux. Le PSI et le WSL sont devenus partenaires de plusieurs réseaux nouvellement lancés, mais seulement en tant que membres associés et non à part entière. Sur mandat du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI), le Fonds national suisse (FNS) a créé les *Swiss Postdoctoral Fellowships* comme mesures transitoires pour les programmes de mobilité de

l'UE. Les Réseaux de formation doctorale (*MSCA Doctoral Networks, Horizon Europe*) sont également importants pour les échanges internationaux. Le PSI et le WSL sont devenus partenaires associés de plusieurs réseaux nouvellement lancés. Le SEFRI met à disposition des moyens financiers pour la participation aux programmes.

Les institutions du Domaine des EPF proposent des programmes de mobilité individuels. Les *ETH Zurich Postdoctoral Fellowships* permettent à des postdoctorantes et postdoctorants d'excellence de rejoindre l'ETH Zurich pour deux ans. Les *ETH Career Seed Awards* soutiennent également les jeunes chercheuses et chercheurs prometteurs au début de leur carrière. En 2022, l'école doctorale de l'EPFL a renouvelé un accord avec le ministère de l'Éducation de Taïwan afin de pouvoir accorder des bourses à des candidates et candidats taïwanais hautement qualifiés pour des séjours de recherche de cinq ans à l'EPFL. L'Empa a décerné pour la deuxième fois la *Young Scientist Fellowship*, lancée en 2021. Cette année, elle a été décernée à un jeune scientifique très doué qui étudie l'utilisation de nanoparticules pour une radiothérapie plus efficace contre le cancer. L'Eawag accorde chaque année une bourse postdoctorale de deux ans. En 2022, celle-ci a été attribuée à un toxicologue de l'environnement travaillant sur la biotransformation des micropolluants dans les poissons.

Coopération internationale

Les institutions du Domaine des EPF appartiennent à plusieurs alliances et réseaux internationaux. Par exemple, l'ETH Zurich et l'EPFL sont membres du *Global University Leaders Forum (GULF)*, de l'*International Sustainable Campus Network (ISCN)* ou de l'association européenne des universités de sciences et technologies (CESAER). L'ETH Zurich a encore renforcé ses liens internationaux en rejoignant l'alliance *ENHANCE* dans l'année sous revue. Cette association comprend dix hautes écoles techniques de premier plan en Europe. L'alliance a été créée en 2019 dans le cadre de l'initiative Universités européennes lancée par la Commission européenne. Elle a pour objectif d'approfondir la coopération institutionnelle en Europe dans l'enseignement, la recherche, l'innovation et les services. Pour sa part, l'EPFL a réaffirmé la coopération internationale dans le cadre d'*EuroTech Universities*, un réseau qui regroupe six des meilleures hautes écoles techniques d'Europe. Les établissements de recherche participent également à des coopérations et des réseaux internationaux, par exemple l'Eawag à la *Sustainable Sanitation Alliance (SuSanA)*, qui se consacre aux objectifs de développement durable de l'ONU. En 2022, la signature d'un accord de coopération entre la Suisse et l'Agence spatiale européenne (ESA) concernant la création au PSI d'un centre de compétences conjoint, l'*European Space Deep-Tech Innovation Centre (ESDI)*, fut une étape particulièrement importante. Ce dernier doit contribuer à améliorer le transfert des

L'objectif du projet *Blue Diversion Autarky* est le développement d'installations modulaires pour le traitement des eaux usées, de l'urine et des matières fécales directement à la source dans les toilettes. Les installations fonctionnent sans raccordement externe au réseau d'eau potable et des eaux usées et peuvent ainsi être utilisées également dans les régions où l'infrastructure est insuffisante.

› Alessandro Della Bella / Eawag



connaissances scientifiques vers l'ESA et le secteur privé. En 2022, le PSI a assuré la présidence au sein du consortium LEAPS (*League of European Accelerator-based Photon Sources*). L'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches WSL (SLF) s'est vu attribuer un nouveau rôle dans la coopération internationale. L'Organisation météorologique mondiale (OMM) a désigné le SLF comme centre de compétence pour la surveillance de la neige. Au cours de cet exercice, l'Empa s'est particulièrement engagé dans la coopération transfrontalière en matière de recherche. L'établissement de recherche a organisé une conférence internationale sur les isotopomères et les isotopes, à laquelle ont participé des scientifiques venant de 17 pays.

De même, les initiatives et coopérations ascendantes constituent un élément central de la collaboration internationale au sein des institutions du Domaine des EPF. Ainsi, l'ETH Zurich coopère avec l'*University of Cambridge School of Physical Sciences* dans le cadre du nouveau *Center for Origin and Prevalence of Life*, dirigé par le prix Nobel Didier Queloz (cf. Objectif 2, p. 55). En outre, l'ETH Zurich et l'EPFL ont contribué à la création de l'*Institute for Computer Science, Artificial Intelligence and Technology* (INSAIT) à Sofia, en Bulgarie, inauguré en 2022. Grâce à une coopération avec le Laboratoire Léon Brillouin (LLB) en France, un nouvel instrument LLB (*Small Angle Neutron Scattering*), inauguré en février, a été transféré et installé dans la grande installation de recherche SINQ du PSI. Au Zimbabwe, des scientifiques de l'Eawag ont mené un projet de science citoyenne, qui a permis de mesurer pour la première fois la pollution de l'eau dans une région minière. L'Empa a coopéré avec l'Université technique du Danemark (DTU) et l'Université de Copenhague pour étudier comment les résidus de betterave sucrière peuvent être transformés en aliments bénéfiques pour la santé et en nouveaux matériaux biodégradables.

Les deux sites associés des EPF à l'étranger ont contribué au rayonnement international du Domaine des EPF. Au *Singapore-ETH Centre* (SEC), une équipe de recherche internationale se consacre à une cartographie 3D à haute résolution pour aboutir à la création d'un «jumeau numérique» de l'espace souterrain de Singapour. Cette méthode de cartographie, destinée à améliorer l'efficacité de la planification des projets de construction, pourrait aussi être utilisée en Suisse à l'avenir. Lors de recherches effectuées au SEC dans le cadre du projet *Cooling Singapore*, une scientifique de l'Empa s'est également penchée sur les jumeaux numériques de zones urbaines. Ceux-ci permettent d'élaborer des stratégies de refroidissement de l'espace urbain. Malgré une collaboration fructueuse, le site de l'*EPFL Middle East* à Ras Al Khaimah, aux Emirats arabes unis, va fermer. Le maintien du site aurait nécessité un nouveau modèle de financement et des investissements significatifs. Depuis sa création en 2009, l'*EPFL Middle East* a formé de nombreux étudiants, étudiantes, doctorantes et doctorants dans le

domaine de l'énergie. Des travaux de recherche très variés y ont été menés et ont notamment abouti à la création de start-up performantes.

Rôle actif dans la coopération bilatérale

Sur la base d'un mandat du SEFRI, l'ETH Zurich fait office de *Leading House* pour la coopération scientifique bilatérale de la Suisse avec la Chine, la Corée du Sud, le Japon et la région ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*). Dans ce cadre, les coopérations entre les scientifiques de différentes universités et hautes écoles spécialisées suisses et leurs partenaires asiatiques sont encouragées. De plus, les étudiantes et étudiants ainsi que les jeunes scientifiques bénéficient de séjours de mobilité ou de recherche. Toujours pour la région du Sud-Est asiatique, l'Empa a signé un *Memorandum of Understanding* avec la *National Science and Technology Development Agency* (NSTDA) de Thaïlande pour promouvoir la coopération bilatérale en matière de recherche et d'innovation.

Le continent africain constitue également une région prioritaire dans la coopération bilatérale. L'EPFL est présente dans 18 pays africains via le centre *Excellence in Africa* (EXAF), créé en 2019. En 2022, le centre s'est particulièrement concentré sur l'éducation et la recherche numériques. La plateforme d'éducation numérique *African Cities Lab*, soutenue par le Secrétariat d'Etat à l'économie (SECO) et destinée à contribuer à la planification et au développement urbains durables sur le continent africain, en est un exemple. L'initiative *ETH for Development* (ETH4D) de l'ETH Zurich a continué à développer sa coopération avec le Ghana. Ainsi, il a été possible non seulement de lancer un programme de master élaboré et accrédité l'année précédente en mécatronique, mais aussi d'organiser une école d'été sur les défis mondiaux de la gestion des déchets (cf. p. 18). Dans le cadre du projet *Water, Behaviour Change and Environmental Sanitation* (WABES) financé par la Direction du développement et de la coopération (DDC), l'Eawag s'engage dans la gestion durable des eaux usées et des déchets dans les petites villes africaines. Pour les zones rurales du Nigeria, l'Empa et la *Basel Agency for Sustainable Energy* (BASE) ont développé une application mobile permettant aux petites exploitations agricoles d'accéder aux chaînes du froid et de surveiller la durée de conservation de leurs produits.

Suite à la guerre en Ukraine, les institutions du Domaine des EPF ont réexaminé et parfois mis fin à des coopérations avec des partenaires russes. Elles ont en outre lancé des mesures de soutien pour la communauté étudiante et scientifique impactée. Elles ont par exemple offert aux personnes réfugiées venant d'Ukraine la possibilité de travailler dans le Domaine des EPF, prolongé des contrats de travail à durée déterminée ou mis à disposition des logements pour les nouvelles collaboratrices et nouveaux collaborateurs.

Objectif stratégique

SOURCES DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES FONDS

7

Une recherche fondamentale de qualité dépend d'une base financière solide et d'une gestion responsable des fonds. En 2022, la part du financement fédéral dans le produit total du Domaine des EPF était de 71% et celle des fonds de tiers de 29%. La liberté d'action stratégique et l'indépendance de l'enseignement et de la recherche dépendent de la stabilité du financement fédéral.

Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

L'art. 33a de la Loi sur les EPF stipule que le Conseil des EPF alloue des fonds fédéraux aux institutions. L'art. 12, al. 2 de l'ordonnance sur le Domaine des EPF régit l'allocation des fonds au sein de ce dernier. Les conventions d'objectifs du Conseil des EPF passées avec les institutions sont fondées sur les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF coordonnés au plafond de dépenses.

Les allocations annuelles des fonds aux institutions du Conseil des EPF s'appuient 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 retenues d'après leurs activités d'enseignement, de recherche et de TST et les tâches confiées par la Confédération. Le Parlement décide en décembre des crédits budgétaires effectivement alloués au Conseil des EPF. Les éventuels

changements sont pris en compte lors de l'allocation des fonds au mois de mars de l'an suivant.

Les Chambres fédérales ont approuvé 2666 mio CHF pour le budget 2022 du Domaine des EPF (AF la du 16 décembre 2021) (cf. fig. 1, p. 77). La hausse du budget demandée par les institutions du Domaine des EPF pour 2022 dépassait les fonds fédéraux disponibles en mars 2021 de 25 mio CHF. Le Conseil des EPF a donc décidé en mars 2021 de combler ce déficit en puisant dans ses réserves et en allouant 2691 mio CHF comme suit.

2504 mio CHF ont été alloués pour le mandat de base des institutions (base budget):

| | |
|--------------|--------------|
| – ETH Zurich | 1289 mio CHF |
| – EPFL | 688 mio CHF |
| – PSI | 295 mio CHF |
| – WSL | 62 mio CHF |
| – Empa | 107 mio CHF |
| – Eawag | 62 mio CHF |

172 mio CHF ont été alloués pour les projets stratégiques du Domaine des EPF:

- Infrastructures / grands projets de recherche: 87 mio CHF
- Grands axes stratégiques (SFA): 29 mio CHF
- Financements incitatifs et d'aide au démarrage, projets de coopération, autres dépenses centrales et diverses, fonds spéciaux: 56 mio CHF

15 mio CHF sont été alloués pour le Conseil des EPF

- Usage de l'administration du Conseil des EPF et de la Commission de recours

Evolution des fonds de tiers

Le produit total 2022 de 3729 mio CHF se compose du financement fédéral (2643 mio CHF, 71%) et des produits de fonds de tiers (1086 mio CHF, 29%).¹ La part des fonds de tiers évolue au niveau que les années précédentes.

Le renforcement du paysage national de la recherche et des institutions du Domaine des EPF dans la concurrence internationale dépend d'une enveloppe financière stable et suffisante. Elle garantit la flexibilité financière et la sécurité de planification pour soutenir les développements dans la formation et la recherche. L'élargissement des sources de financement et l'utilisation responsable des moyens financiers confiés sont capitaux pour la compétitivité du pôle de recherche suisse.

L'évolution des produits de fonds de tiers en 2022 est hétérogène. Par rapport à 2021, les produits de fonds de tiers ont baissé de 62 mio CHF (2021: 1148 mio CHF). Ceci s'explique notamment par le résultat financier et de participation négatif; en revanche, les dons et autres produits ont augmenté. Les produits des projets sont légèrement au-dessus du niveau de 2021.

Environ la moitié des produits de fonds de tiers 2022 provient de projets d'aide de la promotion de la recherche à l'échelle nationale (FNS/Innosuisse: 313 mio CHF, 2021: 309 mio CHF) et européenne (*Horizon 2020, ERC Grants, Horizon Europe*: 154 mio CHF, 2021: 160 mio CHF) (mesures transitoires suisses pour *Horizon Europe*, cf. paragraphe suivant). La collaboration avec l'économie (136 mio CHF, 2021: 136 mio CHF), la promotion de projets de recherche par la Confédération (recherche sectorielle: 87 mio CHF, 2021: 87 mio CHF) et les projets de coopération avec les cantons, les communes et diverses organisations internationales (106 mio CHF, 2021: 95 mio CHF) sont aussi significatifs. Les autres fonds de tiers sont les dons et legs (138 mio CHF, 2021: 122 mio CHF), les taxes d'études et les produits issus de la formation continue (58 mio CHF, 2021: 56 mio CHF), divers produits de prestations de services (autres produits: 146 mio CHF, 2021: 127 mio CHF) et le résultat financier et de participation (-51 mio CHF, 2021: 54 mio CHF).

La Suisse étant un pays tiers non associé aux UE-PCRD, les chercheuses et chercheurs des hautes écoles suisses ne peuvent participer qu'en partie à *Horizon Europe*. Cela se traduit dans les produits 2022 par 18 mio CHF (cf. p. 108 ainsi que le rapport financier). Les produits présentés ne correspondent pas aux fonds de tiers obtenus, mais à l'état d'avancement des travaux des projets financés par des fonds de tiers. Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan et l'octroi de fonds d'encouragement reflètent mieux le succès obtenu dans l'obtention de fonds de tiers (cf. paragraphe suivant).

Il n'est pas certain que les mesures transitoires décidées par la Confédération puissent combler le déficit des programmes d'encouragement de l'UE dans le Domaine des EPF. Les institutions du Domaine des EPF soutiennent leurs chercheuses et chercheurs par différentes activités pour diversifier leurs sources de financement. Notamment des mesures telles que la documentation sur la vaste palette de possibilités de financement, comme le Compendium for collaborations à l'EPFL, les séances d'information et d'échange auxquelles participent des agences de financement et autres bailleurs de fonds.

Une évaluation globale de l'évolution des fonds de tiers doit aussi tenir compte de l'évolution des fonds de tiers affectés issus de contrats inscrits au bilan selon IPSAS 23 ainsi que de l'octroi de fonds d'encouragement.

- Les fonds de tiers affectés inscrits au bilan montrent l'étendue des engagements pour lesquels des prestations seront à fournir au cours des années à venir. Ils ont augmenté en 2022 de 36 mio CHF (1641 mio CHF, dont 202 mio CHF des mesures transitoires fédérales; 2021: 1605 mio CHF).
- L'octroi de fonds (FNS, Innosuisse, UE-PCRD) a, par rapport à 2021, augmenté de 27%. Les mesures transitoires fédérales de 201 mio CHF sur un total de 492 mio CHF sont perceptibles en 2022 (2021: 388 mio CHF, 2020: 468 mio CHF).

Les coûts indirects sont si possible facturés pour les projets financés par des tiers. Mais ceux-ci ne couvrent pas tous les coûts et sont soutenus par des prestations de soutien et d'infrastructure financées par le biais du financement fédéral. Des directives et des processus permettent aux institutions de contrôler l'évolution du financement par des fonds de tiers. Les projets de recherche obtenus doivent être conformes à la mission principale et à la stratégie, et réalisables dans un cadre financier acceptable pour ne pas compromettre la mission de base. Pour les projets relevant de la compétence des institutions, l'ampleur des coûts indirects pris en charge par celles-ci dépend en général de leur intérêt à collaborer avec un bailleur de fonds tiers.

Préservation de la liberté d'enseignement et de recherche

La loi sur les EPF, l'ordonnance sur les EPF et diverses instructions du Domaine des EPF et directives des institutions régissent la levée de fonds de tiers par le Domaine des EPF. Leur respect est contrôlé en permanence. Les deux EPF et les quatre établissements de recherche garantissent la liberté de l'enseignement et de la recherche en veillant à la possibilité de publier les résultats des projets financés par des tiers et à garantir la liberté de publication des personnes et des projets soutenus. La liberté de recherche et les droits d'utilisation des résultats des recherches sont ancrés

¹ On entend par là le financement fédéral tel qu'il apparaît dans les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF (contribution financière: 2441 mio CHF et contribution aux loyers: 202 mio CHF). En revanche, les deux crédits approuvés qui sont imputés au plafond de dépenses s'élèvent à 2666 mio CHF (contribution financière ou crédit d'exploitation: 2441 mio CHF et crédit d'investissement: 225 mio CHF).

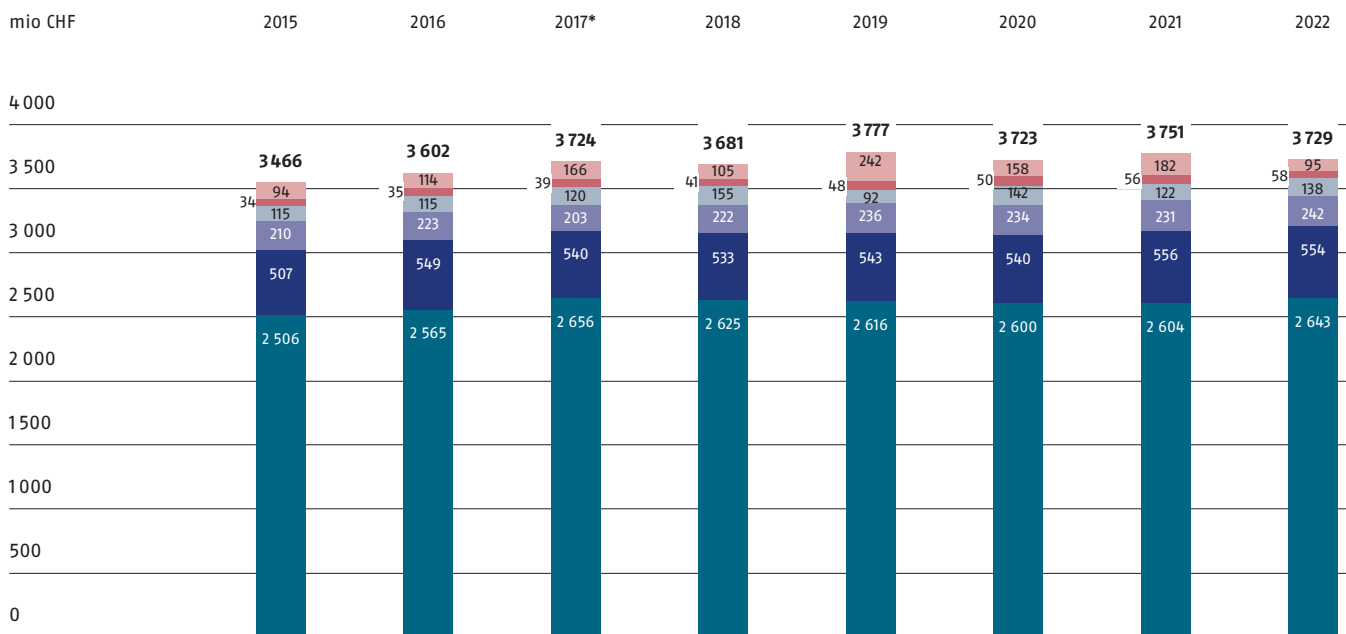
Fig. 1: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF
(après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2022)

| mio CHF | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Δ 2021 / 2022 | |
|---|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|---------------|------------|
| | | | | | | abs. | % |
| Domaine des EPF^{1, 2, 10} | 2 530,9 | 2 581,2 | 2 596,1 | 2 600,1 | 2 666,2 | 66,1 | 2,5 |
| ETH Zurich ³ | 1 300,5 | 1 298,1 | 1 314,9 | 1 316,3 | 1 349,3 | 32,9 | 2,5 |
| EPFL ⁴ | 664,9 | 664,8 | 698,4 | 712,1 | 725,7 | 13,6 | 1,9 |
| PSI ^{5, 6} | 307,3 | 309,8 | 315,1 | 336,5 | 340,5 | 4,0 | 1,2 |
| WSL ⁷ | 58,3 | 57,7 | 59,4 | 63,2 | 65,3 | 2,1 | 3,3 |
| Empa ⁸ | 105,2 | 115,7 | 114,8 | 126,9 | 119,9 | -7,0 | -5,5 |
| Eawag | 61,5 | 60,5 | 62,2 | 62,2 | 62,8 | 0,6 | 0,9 |
| Conseil des EPF ⁹ | 33,2 | 74,7 | 31,3 | -17,2 | 2,8 | 20,0 | n/a |

Informations complémentaires sur les budgets/comptes 2022:

- ¹ Allocation totale des fonds en 2022
- ² Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2021-2024 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses):
tranche annuelle 2022: 2661 mio CHF / arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2022: 2666 mio CHF
- ³ y c. upgrade du *Sustained scientific user lab for simulation-based science* au CSCS (HPCN-24): 23 mio CHF, financement d'aide au démarrage président: 3 mio CHF, développement *Catalysis Hub SwissCat+*: 4 mio CHF, réduction du portefeuille immobilier 10 mio CHF
- ⁴ y c. projet de neuroinformatique *Blue Brain*: 22 mio CHF, développement *Catalysis Hub SwissCat+*: 3 mio CHF
- ⁵ y c. upgrade de la Source de Lumière Suisse (SLS 2.0): 35 mio CHF, *Quantum Matter and Materials Discovery Center* (QMMC): 3 mio CHF, projet CHART: 1 mio CHF
- ⁶ y c. fonds spéciaux (5 mio CHF)
- ⁷ y c. NEST (*Next Evolution in Sustainable Building Technologies*) et *Masterplan* du site de l'Empa (total de 11 mio CHF)
- ⁸ y c. financement d'aide au démarrage directrice (3 mio CHF)
- ⁹ y c. projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (11 mio CHF); année sous revue 2022: le petit produit de 3 mio CHF tient compte du fait que 25 mio CHF de l'allocation des fonds 2022 ont été financés par les réserves du Conseil des EPF.
- ¹⁰ y c. grands axes stratégiques (santé personnalisée et technologies associées, *Advanced Manufacturing*, science des données): 29 mio CHF

Fig. 2: Evolution des produits 2015-2022



2015-2022

■ 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

dans la stratégie de transfert de savoir et de technologie et dans des directives internes, et dans les contrats de recherche conclus avec les bailleurs de fonds. Le code de conduite régit le traitement des dons.

Augmentation de l'efficacité et exploitation de synergies

En 2022, les institutions ont veillé à réduire les coûts énergétiques pour atteindre les objectifs de durabilité et contenir les effets de la hausse des prix. Les appareils non nécessaires ont été éteints ou échangés contre des appareils plus efficaces sur le plan énergétique, y compris dans la recherche. La température ambiante a été réduite au minimum légal, des bâtiments n'ont plus été chauffés pendant les week-ends et l'alimentation en eau chaude a été en partie interrompue.

Des initiatives conjointes et l'utilisation d'infrastructures de recherche génèrent également des gains de synergie et d'efficacité importants. Ceci compte les projets des SFA ou l'initiative intitulée ENRICH lancée en 2021 par les quatre établissements de recherche. L'initiative renforce la coopération dans certains domaines scientifiques lors d'activités sur le développement durable du campus et la coordination d'offres complémentaires, p. ex. une offre commune de formation continue. Le *Swiss Data Science Center* (SDSC) de l'EPFL et de l'ETH Zurich permet, en collaboration avec le PSI, de concentrer des compétences dans le secteur clé de la science des données. L'utilisation conjointe par les chercheurs de l'ETH Zurich et de l'EPFL produit des effets positifs. Le partage d'appareils augmente fortement leur taux d'utilisation. La mutualisation de l'équipement permet d'optimiser les investissements.

Des synergies sont aussi créées par différents engagements administratifs et logistiques. Les établissements de recherche Empa, Eawag et WSL utilisent la plateforme financière commune SAP 3RI; autre exemple: la bibliothèque Lib4RI située à l'Eawag, commune aux quatre établissements. La plateforme de reporting sur SAP FC, utilisée dans l'ensemble du Domaine des EPF, a aussi fait ses preuves. Une approche interdépartementale coordonnée permet d'introduire de nouvelles normes de présentation des comptes. Toutes les institutions contribuent avec leurs propres ressources au centre de compétences IPSAS. La mise en commun des liquidités par l'ETH Zurich pour tout le Domaine des EPF garantit l'efficacité fonctionnelle. La coordination des achats au sein du Domaine des EPF (KoBe ETH+) et la plateforme d'achat utilisée avec l'Université de Zurich génèrent des économies importantes. Toutes les institutions ont mis en œuvre et poursuivent des projets de numérisation dans les processus de support de la recherche. L'organisation gagne ainsi en efficacité et en résilience face à des événements tels qu'une pandémie.

Réserves

Les objectifs stratégiques du Conseil fédéral pour le Domaine des EPF pour les années 2021–2024 prévoient que ce dernier réduise les autres fonds propres (issus des réserves avec affectation interne, des réserves sans affectation et de l'excédent/du déficit au bilan) d'au moins 10% d'ici 2024. Les dons et legs et les réserves d'entités associées sont exclus de l'objectif stratégique. Ils doivent être mobilisés selon les consignes externes des bailleurs de fonds.

Fin 2019, l'objectif de réserve, les autres fonds propres, s'élevaient à 1402 mio CHF et à 1415 mio CHF fin 2022. La valeur fin 2019 représente la valeur de départ pour l'objectif de réduction. Depuis, les réserves avec affectation interne et sans affectation ont été réduites de 170 mio CHF; l'excédent au bilan a augmenté de 183 mio CHF. Cette augmentation comprend notamment le bénéfice comptable de 53 mio CHF réalisé en 2022 suite à la conclusion du contrat pour l'acquisition prévue du *Swiss Tech Convention Center* (STCC) par l'EPFL, jusqu'ici loué. L'acquisition, qui, comme le stipule le contrat, sera réalisée au plus tôt en 2024 et au plus tard fin 2026, sera financée par les réserves et réduira ensuite celles-ci du prix d'acquisition de 146 mio CHF.

Les réserves du Domaine des EPF sont gérées activement depuis des années. La politique des réserves du Conseil des EPF a prévu en 2019 des directives pour le Domaine des EPF. Les institutions réglementent leur gestion opérationnelle dans des directives internes. Les détails de l'utilisation des fonds issus des réserves sont publiés dans le rapport financier du Domaine des EPF. L'emploi ciblé de réserves pour la définition des priorités stratégiques dans l'enseignement et la recherche et la réalisation de grandes infrastructures de recherche est intégré à la budgétisation et à la planification des institutions. Ceci garantit l'utilisation durable et conforme à la stratégie des réserves et des 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 (MIR). Les lois sur l'énergie nucléaire et la radioprotection fixent les exigences en matière d'élimination. Des économies annuelles, outre la contribution financière, contribuent au financement de la provision pour le démantèlement des accélérateurs du PSI (536 mio CHF). Fin 2022, le montant épargné s'élevait à 54 mio CHF (dont montant épargné en 2022: 11 mio CHF). Le PSI a utilisé jusqu'à présent environ 11 mio CHF de celui-ci (dont 4 mio CHF en 2022) pour le démantèlement.

Objectif stratégique

GESTION IMMOBILIÈRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

8

Après les perturbations de 2020 et 2021 dues à la pandémie, l'insécurité reste de mise en 2022 avec la crise ukrainienne. Aux problèmes d'approvisionnement et aux retards persistants s'ajoute une flambée des prix qui pèse sur la branche de la construction et, in fine, sur le Domaine des EPF. Les crédits par engagement approuvés sont désormais sous pression et les institutions d'enseignement et de recherche menacées par la pénurie d'énergie et la forte hausse de son coût.

Stratégie et développement du portefeuille

Avec les moyens à disposition, trouver le juste milieu entre les exigences de l'enseignement, de la recherche et du TST, le respect des directives de la Confédération en matière de gestion immobilière et le maintien de la valeur et de la fonction constitue un vrai défi. Les restrictions légales croissantes et le coût de la nécessaire modernisation de bâtiments parfois historiques freinent le développement du portefeuille immobilier.

L'ETH Zurich a consigné sa vision «l'immobilier crée un environnement inspirant pour l'ETH Zurich d'aujourd'hui et de demain» dans sa stratégie immobilière en s'appuyant sur dix principes, formulés sous les termes génériques de «processus stratégique académique», «rentabilité» et «développement durable». Il y est question de hausse continue du nombre d'étudi-

antes et d'étudiants jusqu'en 2030 et d'une moindre croissance des moyens financiers. La redéfinition régulière des priorités, l'utilisation optimisée des surfaces et le réaménagement des postes de travail (*multispace/desksharing*) devraient y remédier.

Le plan directeur intercommunal des huit communes de l'Ouest lausannois a été accordé à l'EPFL. Une vision commune du développement de l'EPFL et de l'UNIL a été présentée à la ville de Lausanne et au canton de Vaud («plan directeur EPFL-UNIL Hautes Ecoles»), sollicitant la mise à disposition de terrains au nord pour agrandir les deux sites. La persistance de la pandémie de coronavirus a amené à repenser le concept de poste de travail, l'offre future en la matière et les méthodes d'enseignement de demain telles que les MOOC, DLL (espaces de travail pratique et multidisciplinaire) et le *Future of Work* (télétravail, partage de bureau et *densification spatiale*). Les salles de laboratoire ont un besoin criant de rénovation et d'adaptation technique et de sécurité. En parallèle, la vision d'un *Advanced Science Campus* a été abordée.

La réalisation des nouveaux concepts d'espace de travail est aussi un élément clé de la stratégie immobilière du PSI, notamment pour les constructions neuves. Il est prévu en outre de déplacer des unités dans le parc Innovaare pour permettre le regroupement d'autres domaines, libérer des surfaces pour des réaffectations, des rénovations et des améliorations sismiques et soutenir le projet SLS 2.0. Cela couvrira le besoin en bureaux et en laboratoires identifié dans les Schémas généraux des espaces et du financement (SGEF) et permettra de réaliser des clusters thématiques. La poursuite du démantèlement d'installations nucléaires à l'arrêt et la démolition de bâtiments libéreront d'autres terrains constructibles pour le PSI Campus 2030. Vieux d'un demi-siècle, les bâtiments de

L'**Empa** ont un équipement technique et une infrastructure de laboratoire obsolètes. Or le besoin en laboratoires modernes de chimie humide et sèche et en salles blanches est urgent. La mise en œuvre du *Masterplan Campus* de recherche **Empa/Eawag** sur le campus de Dübendorf devrait soulager la situation à moyen terme.

La hausse continue du prix des matières premières et des coûts de construction en 2022, ainsi que la raréfaction de l'énergie et l'envolée de ses prix (électricité, gaz) ont poussé les six institutions à mettre en place des programmes pour optimiser leur consommation d'énergie et leur gestion des surfaces, et pour produire de l'électricité via des panneaux photovoltaïques. En 2022, le portefeuille du Domaine des EPF a été remanié en profondeur. L'ETH Zurich a échangé un bien immobilier dans la zone résidentielle contre un autre situé dans le périmètre de la haute école, au centre de Zurich, pour son développement à venir.

La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2022, à 8,43 mia CHF, soit environ un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'environ 4,16 mia CHF. Le Domaine des EPF exploite environ 400 bâtiments sur 120 parcelles. Fin 2022, la surface utile principale (SUP) de 1022 530 m² était en hausse de 1,4% par rapport à 2021. Le mix de surfaces (cf. fig. 28, 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 2013) révèle que, ces dernières années, une partie de la croissance n'a pu être couverte que par la location de surfaces supplémentaires. Le taux de location du Domaine des EPF reste faible, avec 15,9% des surfaces utiles principales. La hausse des surfaces louées après 2013 résulte d'une nouvelle définition du traitement statistique des surfaces. Sans cet effet, une diminution de l'espace loué serait observée.

Projets en cours et réalisés

La demande en constructions, agrandissements et réfections reste élevée. De nombreux nouveaux projets ont été initiés en 2022 pour entretenir la valeur et la fonction des bâtiments. Les mesures de réhabilitation amélioreront l'usage, les coûts d'exploitation, le bilan énergétique, l'adaptation aux personnes à mobilité réduite et la sécurité sismique. Les directives 2020 de la Confédération quant à l'aménagement des postes de travail (notamment *multispace/desksharing*) ont eu un impact sur la planification à long terme du portefeuille des institutions. A l'**ETH Zurich**, les dispositions spéciales de construction du campus *Hönggerberg* ont servi de base au «Plan directeur *Hönggerberg 2040*». Les grands projets suivants ont été poursuivis: construction des bâtiments de recherche GLC avec laboratoire et bureaux pour les sciences de la santé, rénovation et agrandissement du laboratoire des machines

ML/FHK avec l'approvisionnement énergétique central pour le site du centre, rénovation de l'esplanade et du parking souterrain au centre de Zurich, construction du bâtiment des systèmes biologiques BSS à Bâle. Les projets de construction GLC et BSS ont pris du retard en cours d'exécution et GLC a subi des surcoûts. Le Conseil des EPF a demandé un crédit supplémentaire pour GLC dans le supplément la au budget 2023. Dans le cas de BSS à Bâle, les revendications réciproques et conséquences des retards ont pu être réglées avec l'entreprise de construction. Sur le campus de *Hönggerberg*, les travaux de rénovation et de construction du HIF se sont poursuivis et la construction du bâtiment de physique HPQ pour la recherche en physique quantique a débuté. A l'**EPFL**, le mandat de maintien de la valeur et de la fonction de bâtiments énergétiques a été mis en œuvre avec la modernisation de la Centrale thermique et l'agrandissement de la station de pompage de l'eau du lac. Le bâtiment DLL EL Engineering a été mis en service. Quant aux cellules sanitaires du bâtiment CM, elles ont été transformées pour être non genrées et des concepts de réutilisation/récupération des eaux usées ont été introduits.

Sur le site **PSI**, certaines mesures proposées par le groupe de travail «PSI Campus 2030», telles que l'aménagement de jardins sur le toit et de zones de rencontre, ont été réalisées. En 2022, le plan directeur du site PSI avec la chaire d'architecture paysagère de l'ETH Zurich a été ébauché et le gros œuvre du nouvel immeuble de bureaux OBBA achevé. L'extension du dépôt intermédiaire fédéral ORAB est suffisamment avancée pour que la mise en service puisse démarrer. La construction de la nouvelle crèche Kiwi et du *Quantum Matter and Materials Discovery Center* (QMMC), le démantèlement du WWPA (atelier électrique) ainsi que divers petits travaux de rénovation ont été poursuivis. Le **WSL** a achevé le chantier de remplacement du bâtiment D à Davos (conformément à la norme Minergie-P-Eco et avec certification SNBS platine) et le personnel a pu y emménager à l'automne (voir p. 28). Une maison d'hôtes à Cadenazzo a été reprise par l'OFCL. A Birmensdorf, la planification du bâtiment atelier (selon la norme *Minergie-P-Eco*) suit son cours. L'étape 1 du projet commun de construction *Masterplan Campus* de recherche **Empa/Eawag** a rapidement progressé, permettant le bouquet final à l'été 2022. Ce projet voit la réalisation très attendue de laboratoires modernes. Par ailleurs, 144 forages pour sondes géothermiques ont été réalisés pour le nouvel accumulateur thermique saisonnier. Les deux institutions ont également poursuivi, selon leur stratégie, la création de postes de travail partagés. Divers toits plats du site de Dübendorf ont pu être rénovés, et leurs équipements de sécurité modernisés.

La Fondation Culture du bâti Suisse distingue la nouvelle construction du WSL au SLF de Davos par la certification SNBS platine. Planification: Schwarz Architekten, Zurich
 > Clemens Güdel



Investissements et origine des fonds en 2022

Le crédit d'investissement 2022 pour les constructions dans le Domaine des EPF a été de 224,76 mio CHF. Il est donc resté au niveau de l'exercice précédent (226,75 mio CHF) et au-dessus de la moyenne pluriannuelle. L'insécurité due à la pandémie et à la guerre a entraîné un transfert de crédit de 20,86 mio. CHF entre le crédit d'investissement et la contribution financière. Aucune réserve affectée n'a été formée. Les investissements sont allés à 49,4% dans les constructions neuves et à 50,6% dans 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). Ceux de la contribution financière ont permis d'investir 91,8 mio CHF dans des équipements à usage spécifique sur des biens des institutions. Ces investissements ont été complétés par un financement de tiers de 0,9 mio CHF. Toutes les constructions initiées par le Domaine des EPF en 2022 représentent 317,8 mio CHF (cf. fig. 30, p. 105). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2022 d'un crédit de loyer de 201,0 mio CHF correspondant au montant théorique des loyers des immeubles de la Confédération. Le graphique «Origine des fonds» (cf. fig. 25, p. 103) montre la provenance des fonds dédiés aux constructions du Domaine des EPF depuis 2013. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de l'avancement des projets de construction en cours.

Programme de construction 2022

Avec son programme annuel de construction, le Domaine des EPF a sollicité les crédits d'engagement nécessaires pour les nouveaux projets de constructions neuves, constructions annexes ou rénovations. Le programme de construction 2023 approuvé par les Chambres fédérales le 8 décembre 2022 pour un total de 204,0 mio CHF (crédit total) comprend les grands projets suivants: la construction d'un nouveau centre de calcul HRZ (*Campus Höggerberg*), construction purement infrastructurelle sans postes de travail, pour laquelle un crédit d'engagement de 31,1 mio CHF est

demandé. Sur la base d'un accord de coopération entre l'EPFL et l'UNIL de 2001 et 2015, l'EPFL a sollicité un crédit d'engagement de 34,0 mio CHF pour pouvoir utiliser le nouveau bâtiment des sciences de la vie (SDLV) de l'UNIL sur le campus de Dorigny. A Villigen, le PSI a sollicité un crédit d'engagement de 22,5 mio CHF pour les nouveaux laboratoires QMMC, et 5,4 mio CHF de crédit supplémentaire pour terminer le démantèlement du réacteur de recherche PROTEUS. 111,0 mio CHF de crédit d'engagement sont réclamés pour couvrir les autres projets immobiliers dans le Domaine des EPF et permettre la réalisation de projets jusqu'à 10 mio CHF ou la planification d'autres projets plus coûteux.

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 des bâtiments et de leur utilisation intensive, leur valeur réelle de 81,1% de la valeur à neuf, telle que calculée en 2022, reste à un niveau élevé (cf. fig. 26, p. 103). La rénovation des bâtiments historiques peut être considérable et entraîner d'importants travaux. Le plan d'investissement immobilier 2023–2026 comprend des projets de rénovation de plus de 473,3 mio CHF et a généré des investissements d'env. 317,5 mio CHF en 2022. Par ailleurs, les travaux d'entretien absorbent chaque année environ 50 mio CHF en moyenne de la contribution financière. Le Domaine des EPF prouve ainsi qu'il gère de façon responsable et durable l'immobilier mis à sa disposition par la Confédération.

Coordination

En 2022 aussi, le service immobilier du Conseil des EPF a coordonné les requêtes de l'administration fédérale et celles des institutions du Domaine des EPF dans le développement de normes, standards et directives de planification, de réalisation et d'exploitation de l'im-

mobilier. Cette coordination a vu le concours actif des institutions et a porté, pour l'essentiel, sur des réformes structurelles, des mesures de protection du climat et d'économie d'énergie dans la perspective d'une éventuelle pénurie d'énergie – un risque considérable pour les institutions d'enseignement et de recherche qui en consomment beaucoup. En matière de développement durable, le service immobilier est intervenu dans différents groupes de travail sur le passage au numérique dans la construction, la culture du bâti, les coûts du cycle de vie, l'énergie et l'environnement (Exemplarité Energie et Climat, EEC) pour coordonner et peser. Le Conseil des EPF est en outre membre de la Conférence de coordination des services de la construction et des immeubles des maîtres d'ouvrage publics (KBOB) et du Bureau des constructions des hautes écoles (BCHE) du Conseil des hautes écoles de la Conférence suisse des hautes écoles.

Gouvernance

Dans le rapport d'audit BE 21214, le Contrôle fédéral des finances (CDF) a confirmé le fonctionnement de la surveillance du Conseil des EPF en tant qu'organe constructeur et gardien du patrimoine immobilier du Domaine des EPF, dont les responsabilités et compétences opérationnelles sont largement déléguées aux institutions. Dans un autre rapport, l'existence d'un système de contrôle interne (SCI) des processus financiers des immeubles du Domaine des EPF sont également confirmées. La gouvernance et les processus d'amélioration continus engagés témoignent du soin accordé aux biens immobiliers confiés par la Confédération. Après un an de mise en pratique, les normes minimales de gestion des projets immobiliers du Domaine des EPF ont été actualisées par le Conseil des EPF et les institutions. Selon le CDF, ces dernières sont bien établies et forment une base solide pour la gestion et la documentation des projets de construction. Des études de cas portant sur neuf projets sélectionnés dans toutes les institutions ont permis de vérifier la plausibilité de la collaboration entre le Conseil des EPF et la gestion de projets des institutions.

Après des années de négociation, l'EPFL, le Conseil des EPF et *Credit Suisse Funds AG* se sont entendus en juin 2022 sur un retour anticipé du centre de congrès et de conférence *SwissTech Convention Center* (STCC). Le STCC a une importance stratégique et est indispensable à

l'enseignement, à la recherche et au transfert de savoir et de technologie. Erigé en 2010 sur le campus d'Ecublens, il est loué par l'EPFL depuis 2014. Le crédit d'engagement nécessaire a été demandé dans le supplément II au budget 2022, et approuvé par les Chambres fédérales. L'indemnisation de retour (146 mio CHF) permet d'économiser des loyers et des amortissements non négligeables (acheter étant plus avantageux que louer). Ce projet suit une recommandation du CDF de 2016. Cette transaction est financée par des réserves de l'EPFL. Le transfert de propriété se fera entre 2024 et 2026.

Environnement et énergie: entre objectif ambitieux, importantes acquisitions et pénurie

En 2022, le Domaine des EPF a accentué ses efforts en matière d'environnement, d'énergie et de développement durable et pris de nouvelles mesures pour atteindre les objectifs fixés. En parallèle, il a dû se préparer, au second semestre, à une éventuelle pénurie de gaz et d'électricité pendant l'hiver 2022/2023.

Le train de mesures sur le climat adopté par le Conseil fédéral en 2019 implique d'ambitieux objectifs pour le Domaine des EPF, notamment en termes d'émissions de CO₂. Le Domaine des EPF veut être à l'avant-garde de la protection de l'environnement, d'où nombre de projets, mesures et autres idées censés réduire rapidement les émissions de CO₂ dans le bâtiment, les processus de recherche et l'approvisionnement.

Un concept global de réduction et de compensation du CO₂ a été élaboré pour l'ensemble du Domaine des EPF, et remanié par les institutions: l'ETH Zurich a par exemple publié en octobre 2022 le livre blanc sur son ambition de zéro émission nette d'ici 2030, qui détaille sa stratégie Net Zero CO₂ d'ici 2030 pour le site de Höggerberg et la voie (qualitative) pour y parvenir. L'EPFL termine l'élaboration de sa stratégie pour le climat et le développement 2023–2026, qui prévoit un fonds (2 mio CHF jusqu'en 2024) pour, entre autres, l'optimisation énergétique des bâtiments. Les institutions ont toutes une stratégie pour construire et rénover durablement leurs biens immobiliers. Un bâtiment Minergie-P-Eco et SNBS platine, le meilleur niveau possible des labels suisses pour les bâtiments, a été mis en service au WSL (Davos D).

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 via le rapport du Conseil des EPF.

La réduction des émissions de CO₂ à la source fait de grands progrès, notamment dans le domaine des installations techniques des bâtiments. Par exemple, l'ETH Zurich du centre-ville a mis en place un réseau de froid (réseau partiel) qui utilise les rejets thermiques. L'EPFL a relié une centrale énergétique à un centre de calcul 2 MW pour exploiter l'échange de chaleur et de froid et ainsi améliorer l'efficacité des pompes à chaleur et systèmes de refroidissement des serveurs. Au PSI, la transformation de la station de pompage de l'eau de l'Aar est en cours pour alimenter l'accélérateur en eau de refroidissement. Le campus d'Empa et Eawag à Dübendorf met actuellement en service un nouveau système énergétique qui récupère la chaleur à une température moyenne grâce à un champ de sondes géothermiques.

Les mesures de prévention de la contamination par le coronavirus (comme la ventilation des locaux) qui sont toujours en œuvre entraînent une surconsommation d'énergie et donc une augmentation des émissions de CO₂.

Pour accélérer la prise de mesures de protection du climat au sein du Domaine des EPF, le Conseil des EPF a, sur proposition de son président, alloué une somme de 10 mio CHF prise sur ses réserves. Ce financement de démarrage doit servir à réduire encore la consommation d'énergie propre, à produire plus d'énergie renouvelable et à abaisser encore les émissions de CO₂ d'environ 4%. Parmi les projets ainsi financés, il y a un champ de sondes géothermiques à l'ETH Zurich, l'installation de systèmes photovoltaïques supplémentaires dans les six institutions du Domaine des EPF, ainsi qu'une exploitation des installations de recherche et une rénovation des bâtiments moins énergivores.

Les institutions du Domaine des EPF ont toutes des programmes, directives et règlements pour limiter les déplacements professionnels et réduire ainsi leur empreinte sur le climat, tout en assurant un niveau élevé de recherche et d'enseignement. En termes de mobilité pendulaire, passer aux transports publics, à la mobilité douce ou à des véhicules à faibles émissions est encouragé. Les vols professionnels doivent être réduits à un minimum, conformément aux directives.

Le Domaine des EPF mise depuis longtemps sur l'économie circulaire, bien qu'elle soit encore expérimentale en Suisse. Par exemple, une charte volontaire sur l'économie circulaire est actuellement en cours d'élaboration sous la direction de l'Empa et de l'AWEL du canton de Zurich. Un premier inventaire de la matérialisation d'un bâtiment a été réalisé à l'ETH Zurich à l'aide d'un scanner et d'une attribution manuelle des matériaux. Au PSI, la gestion des produits chimiques a été revue pour un suivi désormais sans faille, de la commande jusqu'au centre de collecte en vue de leur élimination professionnelle.

La gestion durable des espaces verts est très importante pour les institutions du Domaine des EPF, car elles suivent la stratégie Biodiversité et la Conception «Paysage Suisse» de la Confédération. La plupart des sites sont certifiés et recertifiés par la Fondation Nature & Economie. En 2022, le Domaine des EPF a conclu une déclaration d'engagement avec l'OFEV de gestion durable des espaces verts et renoncé à utiliser la tourbe. Pour sa mise en œuvre, l'ETH Zurich a conçu un concept de développement durable et de biodiversité pour le campus de Höggerberg. Au PSI, le «contrôle biologique des résultats SwissFEL» a récemment confirmé que les efforts de préservation de la biodiversité sur le site portaient leurs fruits. Le gravier ayant servi un temps à un parc de stationnement transforme aujourd'hui une prairie de l'Eawag en prairie maigre.

Les nouveaux sanitaires du campus de l'EPFL sont équipés d'un système de séparation des eaux (eau grise, jaune et noire), comme à l'Eawag. Il est prévu à terme d'installer un système de traitement des urines pour créer de l'engrais pour l'agriculture et/ou la sylviculture.

Depuis 2014, le Domaine des EPF est un acteur de l'initiative EEC. Les objectifs dans ce contexte sont par exemple l'extension du réseau d'énergie de l'ETH Zurich ou une restauration durable sur les campus WSL et EPFL avec 80% de menus végétariens ou végétaliens dans les restaurants universitaires d'ici 2030.

La crise ukrainienne a fait craindre dès l'été dernier une pénurie de gaz et d'électricité à l'hiver 2022/2023. Les institutions du Domaine des EPF s'y sont préparées à temps, individuellement mais en concertation avec les autres organes constructeurs et gardiens des immeubles de la Confédération ainsi qu'avec l'OFROU. Le contexte géopolitique a influencé et parfois accéléré la mise en œuvre du plan de réduction et d'optimisation énergétique.

Dans ce contexte, une hausse du coût de l'énergie d'environ 7 mio CHF est attendue pour 2022.

Objectifs stratégiques

CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELÈVE SCIENTIFIQUE

9

La politique du personnel 2022 a été marquée par les thèmes du *Future of Work*, comme la transformation des formes de travail, mettant l'accent sur le télétravail, le *desk-sharing*, le mobile working, la numérisation et l'environnement de travail moderne, ainsi que par des campagnes sur le respect, le développement continu des cadres, le développement et l'amélioration des compétences sociales et de leadership, et sensibilisant à la diversité, à l'égalité des chances, au harcèlement sexuel et au mobbing.

Promotion d'une attitude professionnelle fondée sur l'intégrité

L'ETH Zurich a développé des compétences sociales et de leadership et promu les valeurs de respect et d'intégrité dans des ateliers et réunions. Les responsables de la direction ont bénéficié de conseils par des équipes spécialisées et des conférenciers ont été invités pour parler de diversité, d'inclusion et d'intégrité et un *e-learning* sur le harcèlement sexuel a été mis en place. Une heure de dialogue sur les conflits a été créée pour le corps professoral dans le cadre de l'offre *Science Friction*. L'ETH Zurich, l'EPFL et le PSI ont participé à la conception de l'*Advanced Academic Leadership Program* pour les professeures et professeurs du Domaine des EPF ayant des responsabilités de gestion au-delà de leur domaine. L'ETH Zurich a proposé des

formations continues et un encadrement spécifiques à tous les niveaux hiérarchiques pour la prise d'un nouveau poste et a développé des *e-learning*s comme *Research integrity* ou *Respect*. Un poste de *Respect Compliance Officer* pour résoudre les conflits a été créé. Le premier *Leadership Day* a été organisé au PSI pour tous les cadres sur les thèmes du développement de la culture et du leadership, avec un accent sur les défis posés au monde du travail dans le *New Normal*, ainsi qu'une formation en ligne obligatoire sur le respect. Le WSL a mis l'accent sur la formation à la direction et les programmes de développement individuels. L'enquête auprès du personnel de 2022 a montré un haut niveau de satisfaction. L'introduction d'un outil moderne de saisie du temps de travail a été un autre point fort. Lors de l'intégration des nouveaux membres du personnel, l'Empa a mis l'accent sur la transmission des directives d'intégrité dans la recherche et du *Code of Conduct*. L'Eawag a proposé des formations basées sur les connaissances techniques, la gestion, les compétences et les *softskills*. Les objectifs d'apprentissage ont été liés à de nouveaux besoins et exigences et intégrés aux séquences.

Conditions de travail, développement et formation continue

Toutes les institutions du Domaine des EPF ont organisé de nombreux cours, formations et offres de formation continue, qui ont été constamment adaptés à l'air du temps. Les formes de travail modifiées et l'après-pandémie ont été traitées à l'ETH Zurich sous le titre *Future of Work*. Pour la phase précédente, *Return to the Office*, un guide a été présenté pour permettre aux équipes et groupes de recherche d'élaborer un format de collaboration. Les conclusions ont ensuite été approfondies dans une enquête. Afin de développer et promouvoir les compétences de gestion,

L'EPFL a proposé des formations en gestion, y compris hybrides au corps professoral et aux autres cadres. Au PSI, le développement de la formation *CAS Leadership Science* pour tous les cadres et spécialistes a été effectué avec la FHNW (*Fachhochschule Nordwestschweiz*) et les autres établissements de recherche. Pour la première fois également, l'*Advanced Academic Leadership Program* a eu lieu à l'IMD à Lausanne pour les cadres du Domaine des EPF ayant le potentiel d'occuper des hauts postes dans l'éducation, la recherche ou l'administration et des instances nationales et internationales. Le WSL a mis l'accent sur une planification de carrière ciblée pour le personnel scientifique et technique. Il a créé de nouveaux postes de direction et de *tenure track* à durée indéterminée et encouragé le personnel via des nominations en interne. L'Empa s'est concentré sur les formations de base en gestion ainsi que sur le *CAS Leadership in Science*. Il a formé les cadres à la gestion des conflits et a soutenu les doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants dans la promotion des carrières. L'Eawag a continué à développer son offre variée d'événements hybrides. Des ateliers de carrière, des cours de gestion de projet et de technique de présentation pour les doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants ainsi que pour le personnel scientifique et technique ont contribué au développement de la personnalité et des compétences.

Exploitation du potentiel de main-d'œuvre suisse

Toutes les institutions ont pris des mesures pour utiliser la préférence indigène. Elles ont tenu compte des dispositions et recommandations légales lors du recrutement. Les postes à pourvoir dans le domaine administratif et technique sont publiés sur les sites web des institutions et les plateformes d'emploi suisses, conformément aux prescriptions légales des ORP. Le PSI collabore avec la Promotion économique du canton d'Argovie via la plateforme *Work Life Aargau*.

Egalité des chances, diversité, inclusion

Pour promouvoir l'égalité des chances, toutes les institutions ont lancé en 2022 divers programmes et mesures, formulé des offres d'emploi épicènes ou élaboré des concepts de communication inclusifs. L'ETH Zurich a mis en œuvre de nombreux programmes dans le cadre de son *Gender Action Plan*, comme *H.I.T. High Potential University Leaders Identity & Skills Training Program*, *CONNECT*, pour mettre en relation les jeunes femmes scientifiques avec des modèles dans l'industrie et le secteur public, *Fix The Leaky Pipeline* et des formations *Unconscious Bias*. L'EPFL souligne l'importance de l'égalité des chances avec un projet sur la sensibilisation à la communication inclusive ainsi qu'avec des vidéos et l'organisation d'ateliers. Les établissements de recherche PSI, Empa et Eawag ont créé ensemble le service Diversité & Inclusion (D & I) afin d'exploiter les synergies. Des échanges réguliers ont aussi eu lieu avec les *PSI Employee Representative Groups*, le Comité pour l'égalité des chances, la Com-

mission du personnel et la *PhD & Postdoc Association*. Pour son *Gender Action Plan* actuel, le WSL a misé sur une communication soignée et l'inclusion de tous les sexes dès que possible. Il a participé aux préparatifs de la campagne des hautes écoles suisses contre le harcèlement sexuel dans le milieu universitaire en 2023. Le plan d'action pour l'égalité des chances de l'Empa comprend six champs d'action concrets, comme Comportement respectueux, Femmes dans les postes de direction et Diversité & Inclusion ainsi qu'un échange régulier de l'experte D & I avec le comité de pilotage Egalité des chances. Le comité de pilotage Egalité des chances et diversité a soutenu l'experte D & I dans la mise en œuvre de ce dernier. L'Eawag a également adapté les formulations des publications de postes et procédures de candidature en fonction du genre. Le recrutement a été orienté plus spécifiquement vers une relation de travail non sexiste. Les offres de télétravail, travail flexible et travail à temps partiel ont été étendues et contribuent à concilier vie familiale et travail.

L'ETH Zurich a commencé à élaborer une stratégie *Diversity* axée sur *ETH as an employer, Anti-Discrimination, People & Culture, Data & Monitoring et Research & Teaching*. Des formations et événements ont été organisés sur les thèmes antiracisme et antidiscrimination, culture, langue et représentation inclusives, communication sans barrière et sur le harcèlement sexuel, de même que des événements de réseautage pour la communauté LGBTQIA+. L'EPFL a créé le Réseau de soutien et de confiance (*Trust and Support Network, TSN*), qui fournit une première aide dans les situations de discrimination et risques psychosociaux. Le projet *LGBTIQ+ Safe Space* a été poursuivi et complété par le groupe de travail *Inclusive Name Change*. En outre, des toilettes et cabines de douche non genrées ont été installées sur le campus. La vidéo sur le modèle de diversité du PSI a été nominée parmi les meilleurs courts métrages au Fantoche Festival 2022. Il a mis en œuvre son plan d'action pour l'égalité des chances, la diversité et l'inclusion, lancé des programmes de mentorat pour les jeunes cadres et les femmes ayant des ambitions de direction et ancré le module Diversité au sein de la formation des cadres. Le service D & I, créé en commun, fait partie de différents réseaux. La *Newsletter for Equity* publiée chaque mois par le PSI, le WSL et l'Empa a repris les nouveautés et bonnes pratiques sur les thèmes diversité et inclusion. L'Empa fait partie de plusieurs réseaux qui, via des webinaires, brochures spécifiques à la culture et sites web *Diversity*, améliorent la visibilité des minorités, la compréhension et les relations mutuelles. L'Eawag a approfondi la campagne sur le respect, le personnel a participé à des séminaires et à du théâtre d'improvisation (sur les thèmes conciliation, hiérarchie, micro-agression en cas de racisme). Des initiatives ciblées et créatives avec des messages vidéo, affiches et présentations sur l'intranet ont permis d'insister sur la diversité et l'inclusion et de sensibiliser à ces thèmes.

Lutte contre le mobbing, la discrimination et le harcèlement sexuel

Toutes les institutions du Domaine des EPF ont continué à développer leurs mesures de prévention contre le mobbing, le harcèlement sexuel, la discrimination, les menaces et la violence, et sensibilisé leur personnel à ces thèmes. Dans le cadre de l'initiative «*Steh ein für Respekt*» («Engage-toi pour le respect»), l'**ETH Zurich** a lancé l'*e-learning Sexuelle Belästigung erkennen* (Reconnaître le harcèlement sexuel). Tous les membres de la haute école disposent d'une nouvelle offre de prévention pour éviter le harcèlement sexuel. La *task force* de l'EPFL Mobbing A-Z et développement d'une culture du respect a examiné les processus internes de prévention et gestion des situations de harcèlement et risques psychosociaux. Elle a aussi développé une formation interactive et immersive pour tous les membres de l'EPFL avec l'*e-learning* Vous n'êtes pas seul·e. Le **PSI** a adopté le code de conduite Respect. Il a révisé tous les processus internes sur les thèmes harcèlement, mobbing et conflits, ainsi que les formations en ligne de tous les cadres et du personnel et la gestion de la qualité par des *Confidential Advisors*. Tous les établissements de recherche ont réalisé des campagnes de sensibilisation sur divers canaux. Le **WSL**, l'**Empa** et l'**Eawag** ont aussi consigné leur politique dans un code de conduite. Pour les infractions, conflits ou problèmes et les thèmes tels qu'intégrité de la recherche, harcèlement sexuel et mobbing, le personnel peut s'adresser à un vaste réseau de spécialistes internes et externes et de services de conseil.

Hausse de la proportion de femmes dans les postes de direction

L'**ETH Zurich** a élaboré une Stratégie de nomination des professeures et des solutions pérennes de carrière duale. La *Policy for Equal opportunities in faculty recruitment* de l'**EPFL** a défini des normes pour garantir un recrutement donnant les mêmes chances aux femmes et aux hommes. La proportion de femmes dans les **deux EPF** lors de nominations a montré que les mesures et efforts déjà mis en œuvre portent leurs fruits et que le but visé a été atteint, voire parfois dépassé. Le programme de carrière duale lancé par l'**EPFL** augmente les chances d'attirer les meilleurs talents dans la compétition internationale. Pour pourvoir les instances et les postes de direction, toutes les institutions du Domaine des EPF veillent à une proportion adéquate de femmes et encouragent leur recrutement. L'**ETH Zurich** a mené un essai d'annonces d'emploi non genrées avec les deux outils Textio et Diversifier. Les résultats ont été positifs. L'**EPFL** a coordonné une série de programmes de mentorat, coaching et formation, ainsi que des événements de réseautage, afin de promouvoir l'égalité des chances pour les carrières académiques et dans l'industrie. Depuis 2022, elle participe au projet *FemSpin*, soutenu par le Programme P7 de swissuniversities, qui vise à améliorer la position des femmes dans les spin-off et start-up. Le **PSI** a créé un programme de mentorat pour les femmes ayant des ambitions de direction. Désormais, ce programme rebaptisé *feM-LEAD* (*female Mentoring: Leadership for Equity And Diversity*) a été étendu aux institutions **WSL** et **Empa**. La *Newsletter for Equity* commune permet d'ancrer davantage diversité

Pour promouvoir l'égalité des chances, toutes les institutions ont lancé en 2022 les mesures et programmes les plus divers, adaptés les offres d'emploi pour les rendre épicènes ou élaboré des concepts de communication inclusifs.

> Illustration: EPFL



et inclusion dans les institutions. Le *Gender Action Plan* du WSL se concentre lui aussi sur les femmes dans la recherche et les postes de direction. Il comprend de nombreuses mesures de recrutement, promotion, encouragement des carrières, création de réseaux durables et pour la conciliation des vies familiale et professionnelle. A l'Empa, l'experte D & I a exposé les biais inconscients et montré comment renforcer le recrutement et la promotion de la relève des femmes. Les femmes non dirigeantes peuvent participer à des formations à la direction ou à des opportunités de direction temporaires pour renforcer l'attrait de ces postes. L'Eawag a misé sur la parité entre les sexes aux postes de direction, qui a fait ses preuves et se traduit dans le recrutement et dans les changements internes et promotions. Lors de la mise au concours de postes, notamment de direction, toutes les institutions ont essayé de s'adresser aux femmes de la manière la plus ciblée possible. Tous les établissements de recherche participent à divers programmes du Domaine des EPF, comme *Fix The Leaky Pipeline* ou *CONNECT* (voir aussi le paragraphe suivant et l'égalité des chances).

Formation et promotion de la relève scientifique

L'ETH Zurich a organisé la deuxième *Postdoc Career Week* pour présenter aux postdoctorantes et postdoctorants les possibilités, opportunités et défis liés au choix de leur carrière. L'ETH Career Center offre aux doctorantes et doctorants de nombreuses manifestations, avec mises en contact concrètes et autres aides à la candidature, ainsi que la plateforme *myPath* pour le développement systématique de compétences extra-curriculaires. L'EPFL a aussi mis à disposition un large éventail de formations, mesures de promotion et offres de compétences transversales. Elles encouragent spécifiquement les carrières dans la recherche, l'innovation et l'entrepreneuriat et répondent notamment aux questions de financement, de la gestion, de contrats et de propriété intellectuelle, d'éthique et de déontologie. Le Centre Carrière et EPFL Alumni offrent des programmes de mentorat, des formations et l'accès à des offres d'emploi. Le PSI Career Center propose des services de conseil, publie une newsletter et organise des événements. Le centre de formation du PSI organise des cours de *Transferable Skills*. Le WSL a apporté son soutien via de nombreux cours, le club PhD et PostDoc, qui organise des ateliers et événements de réseautage, ainsi qu'un coach PhD pour des entretiens individuels. L'approche *tenure track* crée de la transparence sur les possibilités d'embauche à long terme. De plus, des ateliers de planification de carrière ont été proposés aux doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants. L'Empa a organisé un camp pour les élèves d'école primaire afin d'éveiller l'intérêt des jeunes pour les sciences naturelles et de l'ingénieur. La journée nationale annuelle Futur en tous genres, organisée par toutes les institutions, sert aussi cet objectif.

Intégration des personnes handicapées

Afin d'assumer sa responsabilité sociale comme employeur, le Domaine des EPF soutient dans différents postes de travail du personnel aux capacités limitées, pour qu'il puisse rester dans ses fonctions et son équipe d'origine. C'est le cas de divers postes de *Case Management* dans toutes les institutions du Domaine des EPF qui ont soutenu les supérieures et supérieurs hiérarchiques et le personnel lors d'absences prolongées pour accident ou maladie. Ces expériences ont produit de très bons résultats avec réintégration au poste de travail ou dans une activité adaptée. De plus, toutes les institutions ont embauché des externes pour des essais de travail et missions de réinsertion et ont poursuivi leurs programmes de réinsertion éprouvés.

Formation des apprenantes et apprenants

Afin d'améliorer la qualité de la formation fondamentale, l'ETH Zurich a créé un nouveau laboratoire didactique pour la formation commerciale de base, axé sur les compétences opérationnelles et la réforme des métiers commerciaux. Pour contribuer à l'objectif Diversité et inclusion, le département *Facility Services* propose depuis 2021 le préapprentissage d'intégration. Pour cette formation pratique d'un an, des places supplémentaires ont pu être créées dans les secteurs informatique et logistique. La collaboration interdisciplinaire dans l'équipe *Young 'n' Rising*, créée par des apprenantes et apprenants, donne naissance à des services et projets internes qui sont demandés. L'EPFL a renforcé sa présence et la publicité pour la haute école en tant qu'organisme de formation. Les établissements de recherche ont créé un groupe de réflexion interinstitutionnel pour attirer davantage de filles vers les branches MINT. Ils obtiennent régulièrement des prix et distinctions pour la formation des apprenantes et apprenants et comptent parmi les meilleures entreprises formatrices de Suisse. Par exemple, Mario Liechti du PSI a décroché la sensationnelle deuxième place dans la catégorie Electronicien lors de la *WorldSkills Competition 2022*.

Perspectives

En 2023, l'accent sera mis sur la numérisation et l'automatisation des processus du personnel dans le cadre des *e-workflows* et e-dossiers ainsi que sur l'instauration d'un *Lifelong Learning Hub*. Des thèmes comme la direction, le développement du personnel, les processus de travail et la collaboration seront analysés et remaniés en profondeur. Le maintien d'une culture du travail non genrée, le développement de carrières et parcours de direction pour les femmes, hommes et non binaires, ainsi que des quotas dans le recrutement des cadres seront poursuivis.

Chiffres-clés du personnel 2022

Au 31 décembre 2022, l'effectif du personnel dans le Domaine des EPF comptait 24 375 contrats de travail (CT), soit 20 678,2 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 17, p. 100). L'effectif du personnel a augmenté de 107 CT (+0,4%) ou 144,4 EPT par rapport à l'année précédente. La hausse de l'effectif du personnel nettement plus faible que les années précédentes (taux de croissance compris entre 2% et 4%) est en premier lieu imputable à l'utilisation volatile du personnel auxiliaire scientifique sur une base salariale horaire ou à temps partiel avec un taux d'occupation faible à l'ETH Zurich.

Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorantes et doctorants, reste de loin, avec 14 690 CT (12 245,5 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (60,3% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 17, p. 100), suivi par les collaboratrices et collaborateurs techniques qui, avec 4 163 CT (3 722,4 EPT), représentent 17,1% des effectifs. 17,0% des membres du personnel, soit 4 154 CT (3 326,1 EPT), sont des collaboratrices et collaborateurs administratifs et 1,9% des apprenantes et apprenants. En 2022, 18 chaires ont pu être pourvues à nouveau. Le corps professoral s'élève donc désormais à 905 CT (872,0 EPT). Leur part de l'ensemble des effectifs du personnel est de 3,7%.

Corps professoral

En 2022, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL comptait 715 professeurs et professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), 145 professeurs et professeurs assistants avec tenure track (TT) et 45 professeurs et professeurs assistants sans TT (cf. fig. 18, p. 100).

La proportion de femmes dans ces trois catégories est passée au total de 19,8% à 21,9% en 2022. Elle était de 17,3% pour les professeurs o. et a., de 40,7% pour les professeurs assistantes avec TT et de 33,3% pour les professeurs assistantes sans TT.

En 2022, 67,2% des 905 membres du corps professoral venaient de l'étranger (2021: 67,0%). 46,9% (2021: 47,8%) étaient originaires de l'espace européen et 20,3% d'autres pays (2021: 19,2%) (cf. fig. 19, p. 101).

Financement du corps professoral

Sur les 546 professeures et professeurs (523,8 EPT) employés à l'ETH Zurich au 31 décembre 2022, 465,3 EPT (88,8%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 14,2 EPT (2,7%) ont été financés par le FNS, 1,3 EPT (0,25%) par la recherche sectorielle, 13,3 EPT (2,6%) par des programmes de recherche européens et 29,7 EPT (5,7%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Sur les 359 professeures et professeurs (348,2 EPT) employés à l'EPFL au 31 décembre 2022, 330,2 EPT (94,8%) ont bénéficié d'un financement fédéral, aucun n'a été financé par le FNS, par Innosuisse et par des programmes de recherche européens, 1,0 EPT (0,3%) a été financé par la recherche sectorielle et 17,0 EPT (4,9%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Proportion de femmes

La proportion de femmes au sein du Domaine des EPF est passée à 36,4% en 2022 (2021: 35,9%), 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 23,9% (2021: 22,7%). Les deux hautes écoles, le WSL et l'Eawag ont contribué à cette hausse.

Apprenantes et apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 463 jeunes des places de formation professionnelle à plus de 20 métiers au cours de l'exercice sous revue. En 2022, la part de femmes parmi les apprenantes et apprenants était de 31,5%.

CHIFFRES-CLÉS

| | |
|---|-----|
| Tableau de monitoring | 90 |
| Rapport sur les prestations académiques | 92 |
| Transfert de savoir et de technologie | 97 |
| Classements 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 | 2022 |
| ENSEIGNEMENT | | | | | |
| Etudiant·es et doctorant·es ETH Zurich et EPFL (headcount) | | | | | |
| Nouvelles inscriptions | | | | | |
| Au niveau bachelor | 5 255 | 4 756 | 5 245 | 5 218 | 5 295 |
| Etudiant·es¹ | 22 099 | 25 059 | 28 637 | 29 243 | 30 141 |
| Proportion de femmes (%) | 29,1 | 30,6 | 31,7 | 31,9 | 32,0 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 35,5 | 38,4 | 40,7 | 40,9 | 42,8 |
| Au niveau bachelor ¹ | 13 995 | 14 385 | 15 983 | 16 650 | 16 995 |
| Proportion de femmes (%) | 28,6 | 30,6 | 32,0 | 32,5 | 32,4 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 30,9 | 29,4 | 32,6 | 34,1 | 36,2 |
| Au niveau master ¹ | 7 241 | 8 895 | 11 143 | 11 741 | 12 329 |
| Proportion de femmes (%) | 29,4 | 29,4 | 30,3 | 30,4 | 30,9 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 43,1 | 45,4 | 48,4 | 50,0 | 51,6 |
| En programme MAS / MBA | 863 | 840 | 816 | 852 | 817 |
| Proportion de femmes (%) | 34,6 | 38,8 | 42,6 | 42,1 | 41,7 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 45,7 | 51,5 | 47,7 | 48,5 | 47,9 |
| 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 | 33,6 |
| Doctorant·es | 5 947 | 6 234 | 6 598 | 6 867 | 6 975 |
| Proportion de femmes (%) | 30,4 | 30,8 | 33,6 | 33,9 | 34,0 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 72,6 | 75,0 | 78,1 | 78,6 | 78,6 |
| Taux d'encadrement | | | | | |
| Doctorant·es par professeur·e | 7,7 | 7,6 | 7,7 | 8,0 | 8,0 |
| Etudiant·es et doctorant·es¹ | 28 046 | 31 293 | 35 235 | 36 110 | 37 116 |
| Proportion de femmes (%) | 29,4 | 30,6 | 32,0 | 32,3 | 32,4 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 43,3 | 45,7 | 47,7 | 48,1 | 49,5 |
| Taux d'encadrement | | | | | |
| Etudiant·es et doctorant·es par professeur·e | 36,5 | 38,0 | 41,2 | 42,3 | 42,6 |
| Diplômes | | | | | |
| Bachelor | 2 249 | 2 602 | 3 007 | 3 213 | 3 148 |
| Diplôme, master | 2 663 | 3 065 | 3 344 | 3 898 | 3 760 |
| MAS / MBA | 346 | 394 | 249 | 304 | 318 |
| Doctorat | 993 | 1 258 | 1 171 | 1 257 | 1 458 |
| Enseignement et encadrement par les établissements de recherche | | | | | |
| Heures d'enseignement | 15 670 | 17 992 | 18 553 | 19 305 | 21 348 |
| Travaux de bachelor, master et diplôme | 532 | 602 | 608 | 736 | 727 |
| Doctorant·es | 797 | 807 | 842 | 872 | 924 |
| Proportion de femmes (%) | 36,3 | 39,0 | 39,9 | 39,0 | 38,4 |
| Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%) | 67,9 | 67,7 | 70,3 | 70,8 | 69,4 |
| Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%) | 13,4 | 10,3 | 9,1 | 11,0 | 12,1 |

| | | | | | |
|--|---------|----------|----------|----------|----------|
| RECHERCHE | | | | | |
| Publications ² | – | – | – | – | – |
| Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques (en mio CHF) | – | 743,2 | 774,1 | 787,7 | 795,4 |
| dont Fonds national suisse (FNS) | 209,0 | 260,3 | 262,6 | 267,8 | 268,3 |
| dont Innosuisse | 36,8 | 62,6 | 50,6 | 41,3 | 44,3 |
| dont programmes-cadres de recherche de l'UE (PCRD) | 135,2 | 139,2 | 146,4 | 160,2 | 154,4 |
| TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE (TST) | | | | | |
| Déclarations d'inventions ³ | – | 343 | 310 | 330 | 310 |
| Déclarations de logiciels ^{3,4} | – | 26 | 32 | 39 | 37 |
| Brevets | 193 | 206 | 217 | 213 | 227 |
| Licences ⁵ | 223 | 377 | 338 | 181 | 180 |
| Spin-off | 43 | 48 | 66 | 60 | 54 |
| PERSONNEL (EPT) | | | | | |
| Professeur·es | 767,7 | 823,8 | 854,6 | 854,6 | 872,0 |
| Proportion de femmes (%) | 12,4 | 14,8 | 18,6 | 20,0 | 21,8 |
| Proportion d'étranger·ères (%) | 67,1 | 67,2 | 67,3 | 67,7 | 67,7 |
| Personnel scientifique | 9 927,3 | 11 204,4 | 11 994,6 | 12 277,4 | 12 245,5 |
| Personnel technique | 3 157,3 | 3 439,8 | 3 676,3 | 3 722,3 | 3 772,4 |
| Personnel administratif | 2 279,0 | 2 690,0 | 3 118,9 | 3 214,9 | 3 326,2 |
| Apprenant·es | 435,0 | 473,6 | 472,6 | 464,6 | 462,1 |
| 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 | 2 666,2 |
| dont contribution financière de la Confédération | 2 073,9 | 2 377,9 | 2 355,1 | 2 373,3 | 2 441,4 |
| dont crédit d'investissement dans les constructions du Domaine des EPF | 197,5 | 152,9 | 241,0 | 226,8 | 224,8 |

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 30294 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* (MAS/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'étran-

ger 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 maîtres 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: Étudiant·es et doctorant·es par discipline

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Δ 2021/2022 | |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | | en % |
| Architecture | 3 097 | 3 066 | 3 060 | 3 030 | 3 047 | 3 041 | 3 090 | 3 035 | 3 169 | 3 254 | 85 | 2,7 |
| ETH Zurich | 1 852 | 1 783 | 1 805 | 1 771 | 1 823 | 1 855 | 1 904 | 1 923 | 2 031 | 2 136 | 105 | 5,2 |
| EPFL | 1 245 | 1 283 | 1 255 | 1 259 | 1 224 | 1 186 | 1 186 | 1 112 | 1 138 | 1 118 | -20 | -1,8 |
| Construction et géomatique | 3 074 | 2 946 | 2 882 | 2 860 | 2 791 | 2 777 | 2 716 | 2 700 | 2 641 | 2 576 | -65 | -2,5 |
| ETH Zurich | 1 740 | 1 731 | 1 716 | 1 701 | 1 688 | 1 667 | 1 614 | 1 646 | 1 606 | 1 537 | -69 | -4,3 |
| EPFL | 1 334 | 1 215 | 1 166 | 1 159 | 1 103 | 1 110 | 1 102 | 1 054 | 1 035 | 1 039 | 4 | 0,4 |
| Sciences de l'ingénieur | 7 245 | 7 502 | 7 903 | 8 069 | 8 398 | 8 699 | 9 081 | 9 577 | 9 795 | 10 045 | 250 | 2,6 |
| ETH Zurich | 4 549 | 4 729 | 4 930 | 4 993 | 5 135 | 5 224 | 5 467 | 5 851 | 6 053 | 6 202 | 149 | 2,5 |
| EPFL | 2 696 | 2 773 | 2 973 | 3 076 | 3 263 | 3 475 | 3 614 | 3 726 | 3 742 | 3 843 | 101 | 2,7 |
| Informatique et technologie de la communication | 2 536 | 2 665 | 2 809 | 3 033 | 3 261 | 3 648 | 4 031 | 4 529 | 4 929 | 5 417 | 488 | 9,9 |
| ETH Zurich | 1 158 | 1 247 | 1 405 | 1 536 | 1 753 | 1 991 | 2 246 | 2 560 | 2 776 | 3 021 | 245 | 8,8 |
| EPFL | 1 378 | 1 418 | 1 404 | 1 497 | 1 508 | 1 657 | 1 785 | 1 969 | 2 153 | 2 396 | 243 | 11,3 |
| Sciences exactes et sciences naturelles | 4 883 | 4 944 | 5 145 | 5 442 | 5 595 | 5 810 | 5 940 | 6 290 | 6 412 | 6 689 | 277 | 4,3 |
| ETH Zurich | 2 972 | 3 024 | 3 157 | 3 352 | 3 505 | 3 691 | 3 794 | 4 039 | 4 063 | 4 238 | 175 | 4,3 |
| EPFL | 1 911 | 1 920 | 1 988 | 2 090 | 2 090 | 2 119 | 2 146 | 2 251 | 2 349 | 2 451 | 102 | 4,3 |
| Médecine humaine¹ | - | - | - | - | 99 | 192 | 286 | 296 | 311 | 302 | -9 | -2,9 |
| ETH Zurich | - | - | - | - | 99 | 192 | 286 | 296 | 311 | 302 | -9 | -2,9 |
| Sciences de la vie | 3 879 | 3 990 | 4 051 | 4 216 | 4 312 | 4 500 | 4 624 | 4 859 | 4 864 | 4 942 | 78 | 1,6 |
| ETH Zurich | 2 923 | 3 012 | 3 044 | 3 162 | 3 218 | 3 326 | 3 433 | 3 566 | 3 595 | 3 658 | 63 | 1,8 |
| EPFL | 956 | 978 | 1 007 | 1 054 | 1 094 | 1 174 | 1 191 | 1 293 | 1 269 | 1 284 | 15 | 1,2 |
| Sciences naturelles orientées système | 2 159 | 2 211 | 2 284 | 2 411 | 2 437 | 2 520 | 2 538 | 2 569 | 2 542 | 2 447 | -95 | -3,7 |
| ETH Zurich | 2 159 | 2 211 | 2 284 | 2 411 | 2 437 | 2 520 | 2 538 | 2 569 | 2 542 | 2 447 | -95 | -3,7 |
| Management, technologie, économie | 897 | 913 | 913 | 972 | 973 | 966 | 954 | 937 | 962 | 965 | 3 | 0,3 |
| ETH Zurich | 549 | 579 | 582 | 571 | 583 | 573 | 560 | 566 | 571 | 574 | 3 | 0,5 |
| EPFL | 348 | 334 | 331 | 401 | 390 | 393 | 394 | 371 | 391 | 391 | 0 | 0,0 |
| Sciences humaines, sociales et politiques² | 276 | 300 | 310 | 318 | 380 | 378 | 382 | 443 | 485 | 479 | -6 | -1,2 |
| ETH Zurich | 276 | 300 | 310 | 318 | 366 | 358 | 351 | 406 | 435 | 425 | -10 | -2,3 |
| EPFL | - | - | - | - | 14 | 20 | 31 | 37 | 50 | 54 | 4 | 8,0 |
| Total d'étudiant·es et de doctorant·es | 28 046 | 28 537 | 29 357 | 30 351 | 31 293 | 32 531 | 33 642 | 35 235 | 36 110 | 37 116 | 1 006 | 2,8 |
| ETH Zurich | 18 178 | 18 616 | 19 233 | 19 815 | 20 607 | 21 397 | 22 193 | 23 422 | 23 983 | 24 540 | 557 | 2,3 |
| EPFL | 9 868 | 9 921 | 10 124 | 10 536 | 10 686 | 11 134 | 11 449 | 11 813 | 12 127 | 12 576 | 449 | 3,7 |
| dont femmes | 8 238 | 8 414 | 8 677 | 9 091 | 9 587 | 10 167 | 10 675 | 11 280 | 11 660 | 12 027 | 367 | 3,1 |
| ETH Zurich | 5 560 | 5 701 | 5 873 | 6 164 | 6 563 | 6 917 | 7 304 | 7 768 | 7 995 | 8 194 | 199 | 2,5 |
| EPFL | 2 678 | 2 713 | 2 804 | 2 927 | 3 024 | 3 250 | 3 371 | 3 512 | 3 665 | 3 833 | 168 | 4,6 |
| dont étranger·ères | 12 152 | 12 354 | 12 804 | 13 615 | 14 290 | 15 160 | 15 993 | 16 799 | 17 368 | 18 387 | 1 019 | 5,9 |
| ETH Zurich | 6 751 | 6 949 | 7 226 | 7 563 | 7 972 | 8 433 | 8 876 | 9 438 | 9 808 | 10 371 | 563 | 5,7 |
| EPFL | 5 401 | 5 405 | 5 578 | 6 052 | 6 318 | 6 727 | 7 117 | 7 361 | 7 560 | 8 016 | 456 | 6,0 |

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

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Δ 2021/2022 | |
|---|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | | en % |
| Etudes de bachelor | 13 995 | 13 944 | 14 292 | 14 727 | 14 385 | 14 792 | 15 243 | 15 983 | 16 650 | 16 995 | 345 | 2,1 |
| ETH Zurich | 8 817 | 8 820 | 9 087 | 9 309 | 9 262 | 9 517 | 9 895 | 10 355 | 10 642 | 10 665 | 23 | 0,2 |
| EPFL | 5 178 | 5 124 | 5 205 | 5 418 | 5 123 | 5 275 | 5 348 | 5 628 | 6 008 | 6 330 | 322 | 5,4 |
| Etudes de master | 7 241 | 7 781 | 8 126 | 8 662 | 8 895 | 9 517 | 10 163 | 11 143 | 11 741 | 12 329 | 588 | 5,0 |
| ETH Zurich | 4 811 | 5 187 | 5 480 | 5 861 | 6 158 | 6 590 | 7 037 | 7 790 | 8 206 | 8 641 | 435 | 5,3 |
| EPFL | 2 430 | 2 594 | 2 646 | 2 801 | 2 737 | 2 927 | 3 126 | 3 353 | 3 535 | 3 688 | 153 | 4,3 |
| MAS/ MBA | 863 | 805 | 836 | 828 | 840 | 827 | 809 | 816 | 852 | 817 | -35 | -4,1 |
| ETH Zurich | 661 | 634 | 640 | 635 | 646 | 635 | 626 | 644 | 675 | 673 | -2 | -0,3 |
| EPFL | 202 | 171 | 196 | 193 | 194 | 192 | 183 | 172 | 177 | 144 | -33 | -18,6 |
| 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 | 22 099 | 22 530 | 23 254 | 24 217 | 25 059 | 26 140 | 27 275 | 28 637 | 29 243 | 30 141 | 898 | 3,1 |
| ETH Zurich | 14 289 | 14 641 | 15 207 | 15 805 | 16 515 | 17 222 | 18 025 | 19 106 | 19 523 | 19 979 | 456 | 2,3 |
| EPFL | 7 810 | 7 889 | 8 047 | 8 412 | 8 544 | 8 918 | 9 250 | 9 531 | 9 720 | 10 162 | 442 | 4,5 |
| Etudes de doctorat | 5 947 | 6 007 | 6 103 | 6 134 | 6 234 | 6 391 | 6 367 | 6 598 | 6 867 | 6 975 | 108 | 1,6 |
| ETH Zurich | 3 889 | 3 975 | 4 026 | 4 010 | 4 092 | 4 175 | 4 168 | 4 316 | 4 460 | 4 561 | 101 | 2,3 |
| EPFL | 2 058 | 2 032 | 2 077 | 2 124 | 2 142 | 2 216 | 2 199 | 2 282 | 2 407 | 2 414 | 7 | 0,3 |
| Total d'étudiant·es et de doctorant·es¹ | 28 046 | 28 537 | 29 357 | 30 351 | 31 293 | 32 531 | 33 642 | 35 235 | 36 110 | 37 116 | 1 006 | 2,8 |
| ETH Zurich | 18 178 | 18 616 | 19 233 | 19 815 | 20 607 | 21 397 | 22 193 | 23 422 | 23 983 | 24 540 | 557 | 2,3 |
| EPFL | 9 868 | 9 921 | 10 124 | 10 536 | 10 686 | 11 134 | 11 449 | 11 813 | 12 127 | 12 576 | 449 | 3,7 |

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

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Δ 2021 / 2022 | |
|---|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|------------|
| | | | | | | | | | | | | en % |
| Architecture | 604 | 564 | 573 | 569 | 437 | 450 | 468 | 498 | 550 | 546 | - 4 | - 0,7 |
| Construction et géomatique | 613 | 486 | 493 | 488 | 366 | 370 | 383 | 403 | 384 | 336 | - 48 | - 12,5 |
| Sciences de l'ingénieur | 1429 | 1393 | 1550 | 1518 | 1350 | 1303 | 1353 | 1327 | 1333 | 1401 | 68 | 5,1 |
| Informatique et technologie de la communication | 547 | 595 | 596 | 679 | 582 | 662 | 708 | 780 | 799 | 897 | 98 | 12,3 |
| Sciences exactes et sciences naturelles | 969 | 952 | 1001 | 1108 | 985 | 928 | 952 | 1074 | 1091 | 1162 | 71 | 6,5 |
| Médecine humaine ¹ | - | - | - | - | 100 | 100 | 100 | 100 | 99 | 99 | 0 | 0,0 |
| Sciences de la vie | 744 | 721 | 695 | 778 | 635 | 696 | 725 | 719 | 659 | 620 | - 39 | - 5,9 |
| Sciences naturelles orientées système | 335 | 316 | 366 | 372 | 288 | 307 | 259 | 326 | 288 | 219 | - 69 | - 24,0 |
| Management, technologie, économie | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - | - |
| Sciences humaines, sociales et politiques | 14 | 14 | 16 | 19 | 13 | 11 | 18 | 18 | 15 | 15 | 0 | 0,0 |
| Total | 5 255 | 5 041 | 5 290 | 5 531 | 4 756 | 4 827 | 4 966 | 5 245 | 5 218 | 5 295 | 77 | 1,5 |

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

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

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|---------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| % au niveau bachelor | 28,6 | 28,7 | 29,2 | 30,0 | 30,6 | 31,6 | 31,9 | 32,0 | 32,5 | 32,4 |
| % au niveau master | 29,4 | 29,5 | 28,6 | 28,5 | 29,4 | 29,6 | 29,8 | 30,3 | 30,4 | 30,9 |
| % au niveaux bachelor et master | 28,9 | 29,0 | 28,9 | 29,4 | 30,1 | 30,8 | 31,1 | 31,3 | 31,6 | 31,8 |
| % en programme MAS/MBA | 34,6 | 35,0 | 38,6 | 37,9 | 38,8 | 40,6 | 40,3 | 42,6 | 42,1 | 41,7 |
| % au niveau doctorat | 30,4 | 30,6 | 30,6 | 31,0 | 30,8 | 31,4 | 32,8 | 33,6 | 33,9 | 34,0 |

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

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|----------------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Taux d'encadrement | | | | | | | | | | |
| Niveau bachelor / master | 27,7 | 28,0 | 28,6 | 29,2 | 28,3 | 29,7 | 30,6 | 31,7 | 33,2 | 33,6 |
| Niveau doctorat | 7,7 | 7,8 | 7,8 | 7,7 | 7,6 | 7,8 | 7,7 | 7,7 | 8,0 | 8,0 |
| Taux d'encadrement élargi | | | | | | | | | | |
| Niveau bachelor / master | 18,7 | 18,8 | 19,3 | 19,8 | 19,2 | 20,0 | 20,7 | 21,5 | 22,5 | 22,8 |
| Niveau doctorat | 5,2 | 5,2 | 5,3 | 5,2 | 5,1 | 5,3 | 5,2 | 5,2 | 5,4 | 5,4 |

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

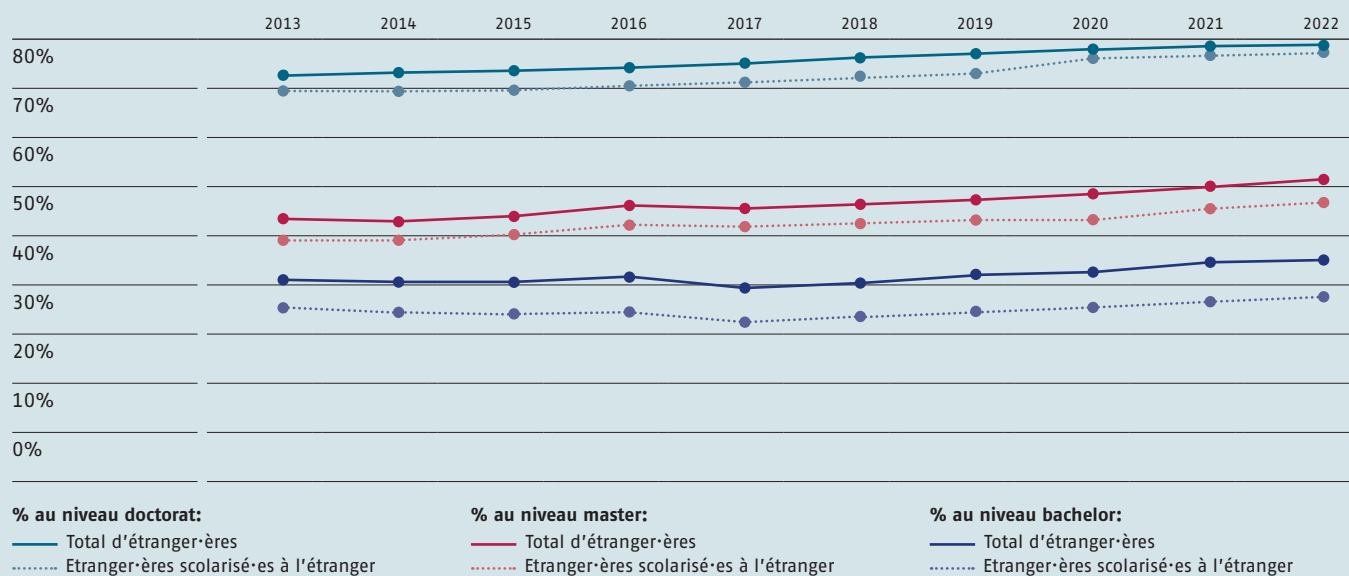


Fig. 10: Titres obtenus par niveau d'études

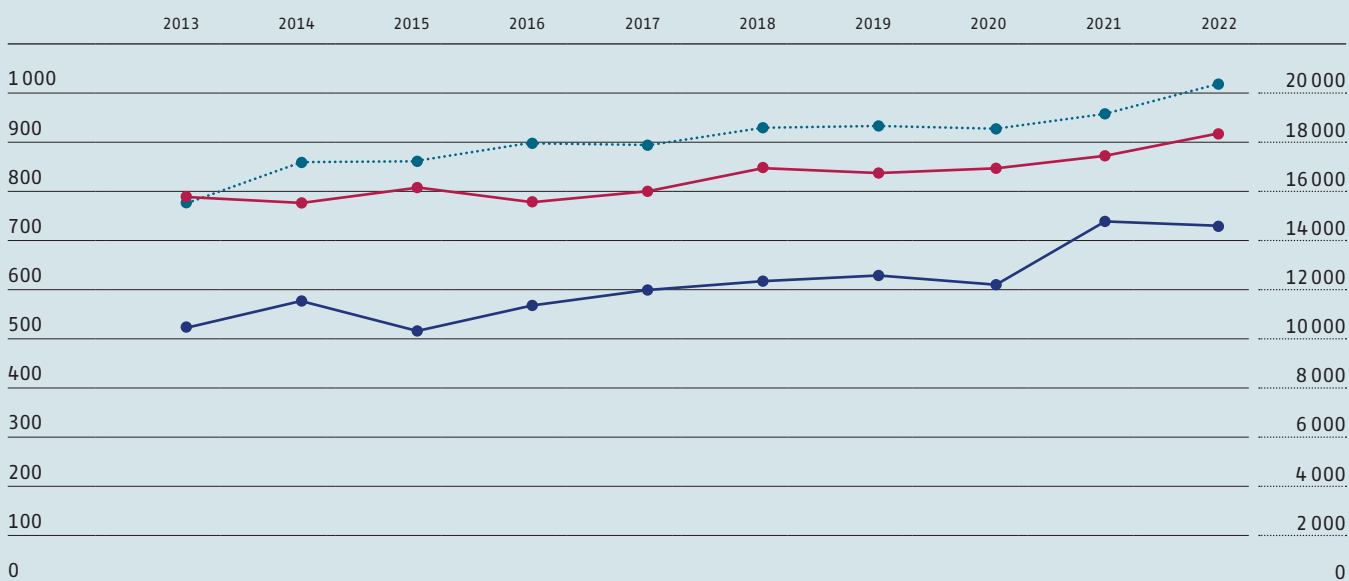
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | Δ 2021/2022 | |
|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | | en % |
| Bachelor | 2249 | 2538 | 2528 | 2500 | 2602 | 2686 | 2876 | 3007 | 3213 | 3148 | -65 | -2,0 |
| ETH Zurich | 1447 | 1579 | 1564 | 1571 | 1606 | 1678 | 1758 | 1843 | 2084 | 1934 | -150 | -7,2 |
| EPFL | 802 | 959 | 964 | 929 | 996 | 1008 | 1118 | 1164 | 1129 | 1214 | 85 | 7,5 |
| Master | 2663 | 2711 | 2821 | 2989 | 3065 | 3240 | 3368 | 3344 | 3898 | 3760 | -138 | -3,5 |
| ETH Zurich | 1847 | 1839 | 1879 | 2015 | 2072 | 2196 | 2335 | 2260 | 2723 | 2512 | -211 | -7,7 |
| EPFL | 816 | 872 | 942 | 974 | 993 | 1044 | 1033 | 1084 | 1175 | 1248 | 73 | 6,2 |
| MAS / MBA | 346 | 260 | 254 | 303 | 394 | 343 | 324 | 249 | 304 | 318 | 14 | 4,6 |
| ETH Zurich | 228 | 205 | 175 | 203 | 272 | 232 | 245 | 160 | 219 | 236 | 17 | 7,8 |
| EPFL | 118 | 55 | 79 | 100 | 122 | 111 | 79 | 89 | 85 | 82 | -3 | -3,5 |
| Doctorat | 993 | 1197 | 1109 | 1256 | 1258 | 1209 | 1290 | 1171 | 1257 | 1458 | 201 | 16,0 |
| ETH Zurich | 579 | 769 | 718 | 851 | 827 | 802 | 866 | 781 | 820 | 1005 | 185 | 22,6 |
| EPFL | 414 | 428 | 391 | 405 | 431 | 407 | 424 | 390 | 437 | 453 | 16 | 3,7 |

Fig. 11: Etudiant·es de mobilité

| | 2021 | | 2022 | |
|-------------------|-----------------------|--------------------|-----------------------|--------------------|
| | Semestre de printemps | Semestre d'automne | Semestre de printemps | Semestre d'automne |
| Entrant·es | | | | |
| à l'ETH Zurich | 287 | 460 | 401 | 385 |
| à l'EPFL | 552 | 622 | 786 | 629 |
| Sortant·es | | | | |
| de l'ETH Zurich | 76 | 154 | 228 | 255 |
| de l'EPFL | 264 | 396 | 373 | 460 |

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

| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Déclarations d'inventions¹ | – | – | – | – | 343 | 358 | 329 | 310 | 330 | 310 |
| ETH Zurich | – | – | – | – | 171 | 205 | 159 | 165 | 169 | 142 |
| EPFL | – | – | – | – | 134 | 119 | 132 | 107 | 121 | 138 |
| Etablissements de recherche | – | – | – | – | 38 | 34 | 38 | 38 | 40 | 30 |
| Déclarations de logiciels^{1,2} | – | – | – | – | 26 | 36 | 40 | 32 | 39 | 37 |
| ETH Zurich | – | – | – | – | 20 | 19 | 26 | 18 | 24 | 28 |
| EPFL | – | – | – | – | 6 | 13 | 13 | 14 | 12 | 6 |
| Etablissements de recherche | – | – | – | – | 0 | 4 | 1 | 0 | 3 | 3 |
| Brevets | 193 | 211 | 219 | 230 | 206 | 230 | 224 | 217 | 213 | 227 |
| ETH Zurich | 103 | 82 | 98 | 109 | 84 | 109 | 102 | 115 | 99 | 104 |
| EPFL | 66 | 99 | 88 | 100 | 95 | 95 | 98 | 75 | 88 | 95 |
| Etablissements de recherche | 24 | 30 | 33 | 21 | 27 | 26 | 24 | 27 | 26 | 28 |
| Licences³ | 223 | 270 | 311 | 353 | 377 | 341 | 324 | 338 | 181 | 180 |
| ETH Zurich | 38 | 35 | 50 | 78 | 82 | 87 | 62 | 43 | 27 | 29 |
| EPFL | 41 | 46 | 48 | 58 | 50 | 39 | 50 | 53 | 40 | 43 |
| Etablissements de recherche | 144 | 189 | 213 | 217 | 245 | 215 | 212 | 242 | 114 | 108 |
| Spin-off | 43 | 49 | 48 | 50 | 48 | 55 | 59 | 66 | 60 | 54 |
| ETH Zurich | 24 | 22 | 25 | 25 | 25 | 27 | 30 | 34 | 25 | 26 |
| EPFL | 12 | 24 | 18 | 20 | 15 | 25 | 23 | 25 | 32 | 21 |
| Etablissements de recherche | 7 | 3 | 5 | 5 | 8 | 3 | 6 | 7 | 3 | 7 |

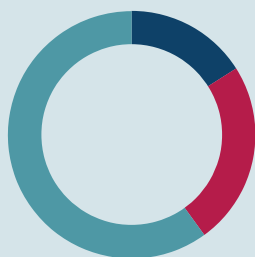
¹ Les déclarations d'inventions et les déclarations de logiciels sont prises en compte comme indicateurs TST supplémentaires depuis 2017.

² Logiciels *Open Source* non compris.

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 406 en 2021.

Licences

180



| | |
|-----------------------------|-----|
| ETH Zurich | 29 |
| EPFL | 43 |
| Etablissements de recherche | 108 |

Déclarations d'inventions

310

Déclarations de logiciels

37

Spin-off

54

Brevets

227



| | |
|-----------------------------|-----|
| ETH Zurich | 104 |
| EPFL | 95 |
| Etablissements de recherche | 28 |

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

| | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Contrats de collaboration avec l'économie privée | 507 | 594 | 570 | 610 | 585 | 566 |
| dont financement par l'économie privée | 316 | 415 | 404 | 388 | 396 | 390 |
| ETH Zurich | 122 | 149 | 163 | 143 | 172 | 171 |
| EPFL | 99 | 120 | 125 | 95 | 94 | 120 |
| Etablissements de recherche | 95 | 146 | 116 | 150 | 130 | 99 |
| dont financement par Innosuisse et les UE-PCRD* | 191 | 179 | 166 | 222 | 189 | 176 |
| ETH Zurich | 57 | 74 | 55 | 72 | 72 | 62 |
| EPFL | 66 | 49 | 61 | 56 | 45 | 41 |
| Etablissements de recherche | 68 | 56 | 50 | 94 | 72 | 73 |
| Contrats de collaboration avec le secteur public suisse | 285 | 261 | 278 | 262 | 272 | 281 |
| ETH Zurich | 88 | 100 | 88 | 92 | 94 | 87 |
| EPFL | 54 | 43 | 51 | 47 | 46 | 42 |
| Etablissements de recherche | 143 | 118 | 139 | 123 | 132 | 152 |

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 collaboratrices et collaborateurs ainsi qu'en fonction du nombre de scientifiques 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 scientifiques 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 2022/2023

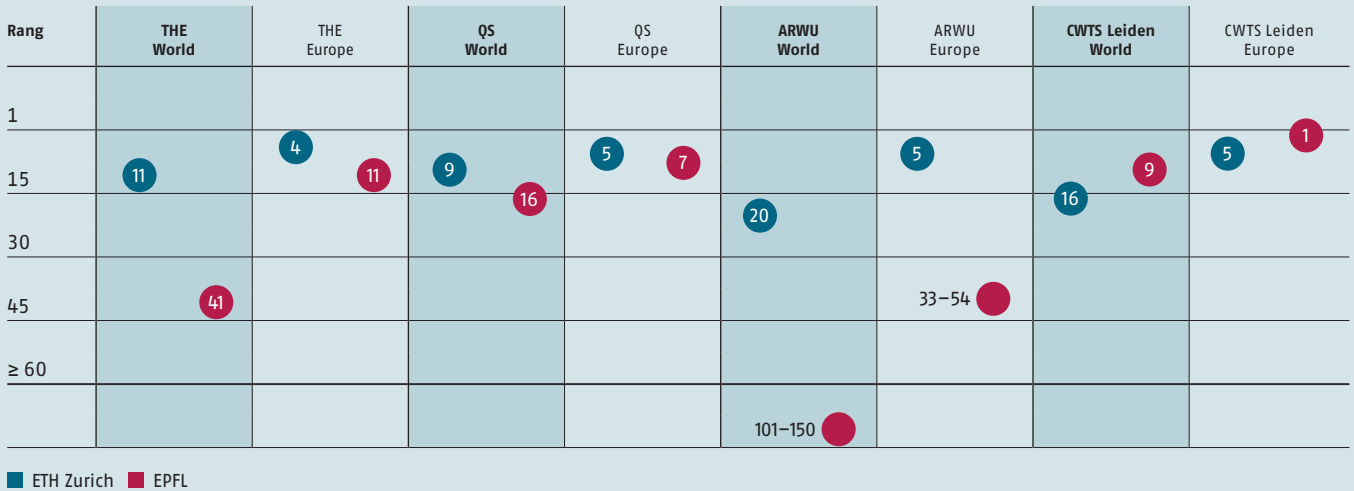
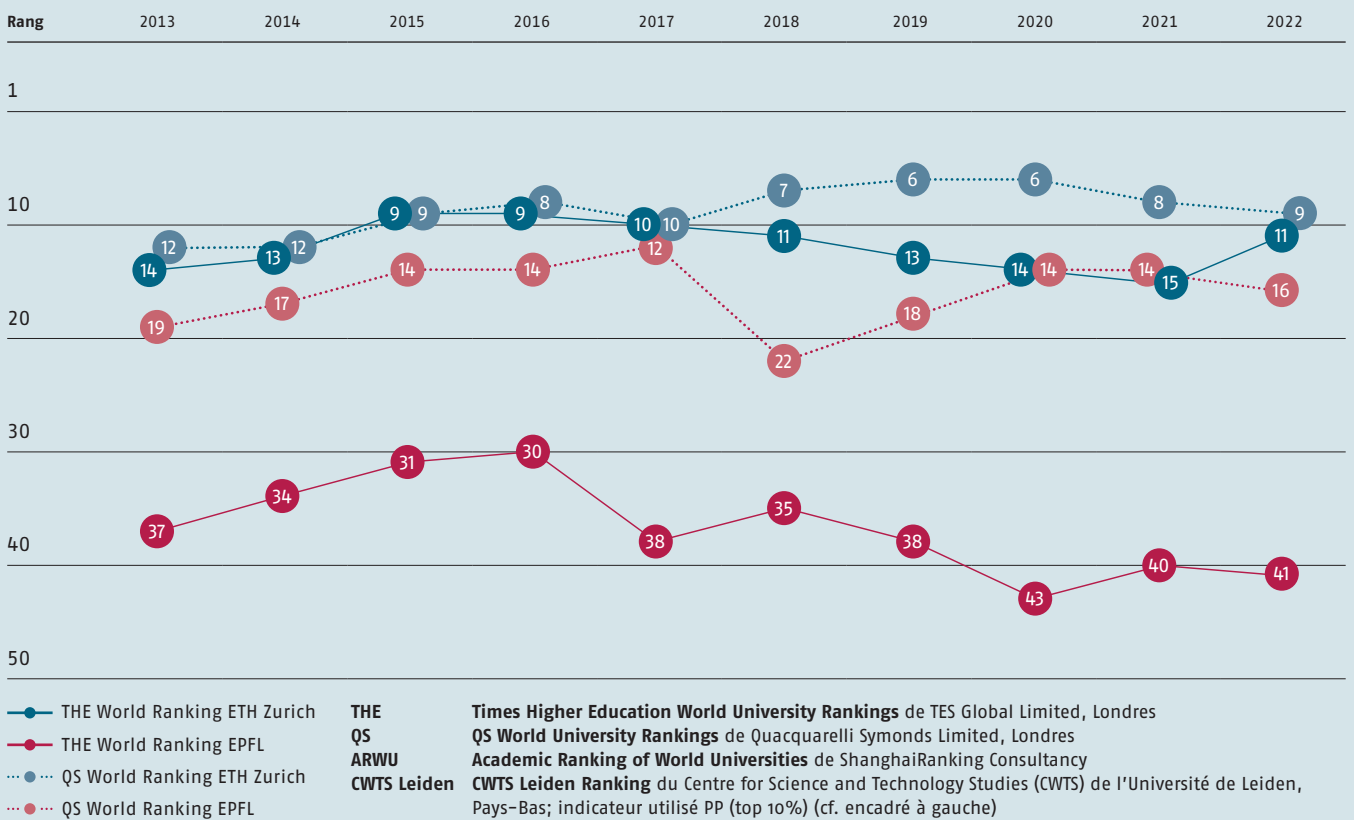


Fig. 16: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE et QS World Rankings 2013–2022



Personnel

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

| 2022 | Hommes | | | Femmes | | | Domaine des EPF | | |
|--|---------------|-----------------|-------------|--------------|----------------|-------------|-----------------|-----------------|-------------|
| | CT | EPT | T0-Ø en % | CT | EPT | T0-Ø en % | CT | EPT | T0-Ø en % |
| Professeur·es (o./a.) | 591 | 566,4 | 95,8 | 124 | 118,2 | 95,3 | 715 | 684,6 | 95,7 |
| Professeur·es avec <i>tenure track</i> | 86 | 86,0 | 100,0 | 59 | 58,2 | 98,6 | 145 | 144,2 | 99,4 |
| Professeur·es sans <i>tenure track</i> | 30 | 29,8 | 99,3 | 15 | 13,4 | 89,3 | 45 | 43,2 | 96,0 |
| Personnel scientifique | 9 843 | 8 342,7 | 84,8 | 4 847 | 3 902,8 | 80,5 | 14 690 | 12 245,5 | 83,4 |
| dont <i>senior scientists</i> et MER | 695 | 666,0 | 95,8 | 130 | 120,2 | 92,5 | 825 | 786,2 | 95,3 |
| Personnel technique | 3 223 | 3 026,5 | 93,9 | 940 | 745,9 | 79,4 | 4 163 | 3 772,4 | 90,6 |
| Personnel administratif | 1 402 | 1 220,7 | 87,1 | 2 752 | 2 105,5 | 76,5 | 4 154 | 3 326,2 | 80,1 |
| Apprenant·es | 317 | 317,0 | 100,0 | 146 | 145,1 | 99,4 | 463 | 462,1 | 99,8 |
| Total | 15 492 | 13 589,1 | 87,7 | 8 883 | 7 089,1 | 79,8 | 24 375 | 20 678,2 | 84,8 |

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 6975 doctorant·es inscrits. 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

| | 2022 | | | 2021 | | | Variations | | |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|
| | Hommes | Femmes | Total | Hommes | Femmes | Total | Hommes en % | Femmes en % | Total en % |
| Professeur·es (o./a.) | 591 | 124 | 715 | 595 | 115 | 710 | -0,7 | 7,8 | 0,7 |
| Professeur·es avec <i>tenure track</i> | 86 | 59 | 145 | 86 | 44 | 130 | 0,0 | 34,1 | 11,5 |
| Professeur·es sans <i>tenure track</i> | 30 | 15 | 45 | 30 | 17 | 47 | 0,0 | -11,8 | -4,3 |
| Total professeur·es | 707 | 198 | 905 | 711 | 176 | 887 | -0,6 | 12,5 | 2,0 |

Evolution du nombre de professeur·es des trois catégories: professeur·es ordinaires 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.

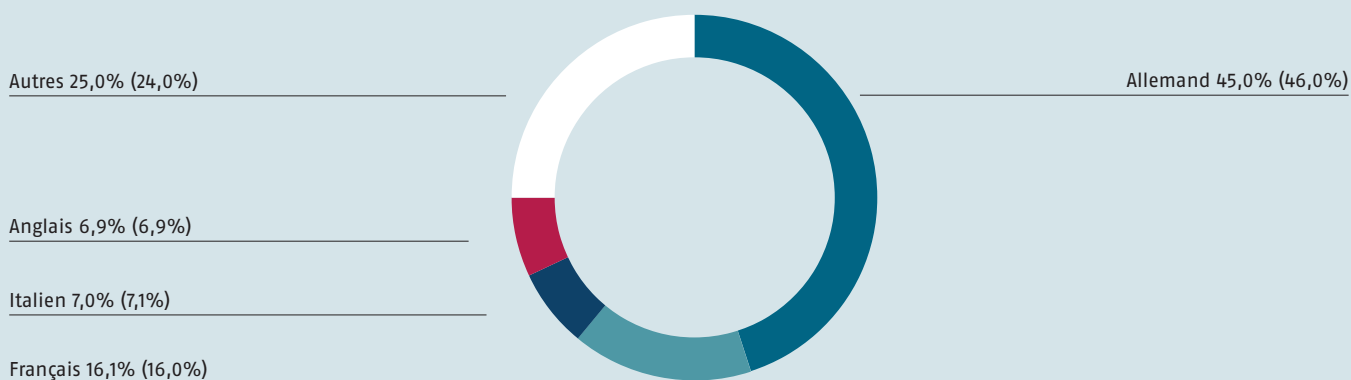
En reconnaissance d'excellents résultats dans l'enseignement et la recherche, le titre de professeur·e titulaire peut être décerné à des collaboratrices et collaborateurs scientifiques de haut niveau (*senior scientists*/maîtres d'enseignement et de recherche, MER). Depuis 2022, le Conseil des EPF peut octroyer le titre de *professor of practice* à des personnes externes qui disposent d'une vaste expérience professionnelle et se sont particulièrement distinguées dans leur domaine de spécialité. Elles assument alors une tâche d'enseignement. L'«ordonnance sur le corps professoral des EPF» ne s'applique pas à ces deux catégories de personnes.

Fig. 19: Origine du corps professoral

| | Suisse | | | UE | | | Autres | | |
|--|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|------------|-----------|------------|
| | Hommes | Femmes | Total | Hommes | Femmes | Total | Hommes | Femmes | Total |
| Professeur·es (o. / a.) | 223 | 43 | 266 | 275 | 60 | 335 | 93 | 21 | 114 |
| Professeur·es avec <i>tenure track</i> | 11 | 8 | 19 | 44 | 26 | 70 | 31 | 25 | 56 |
| Professeur·es sans <i>tenure track</i> | 8 | 4 | 12 | 10 | 9 | 19 | 12 | 2 | 14 |
| Total professeur·es | 242 | 55 | 297 | 329 | 95 | 424 | 136 | 48 | 184 |

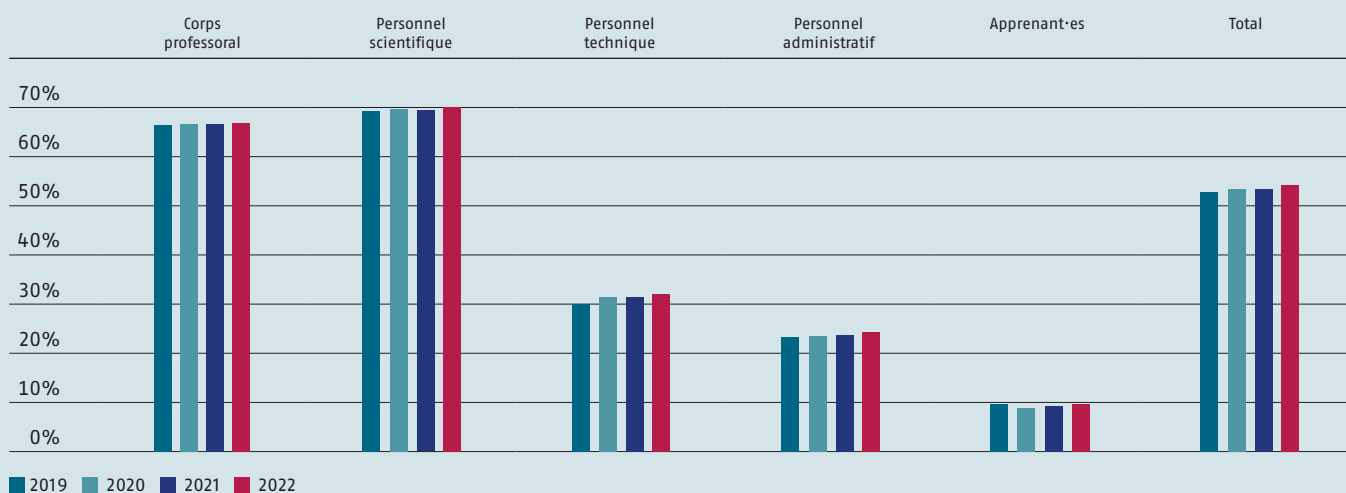
Nombre de professeur·es originaires de Suisse, de l'UE et d'autres pays.

Fig. 20: Langue maternelle des collaborateur·trices



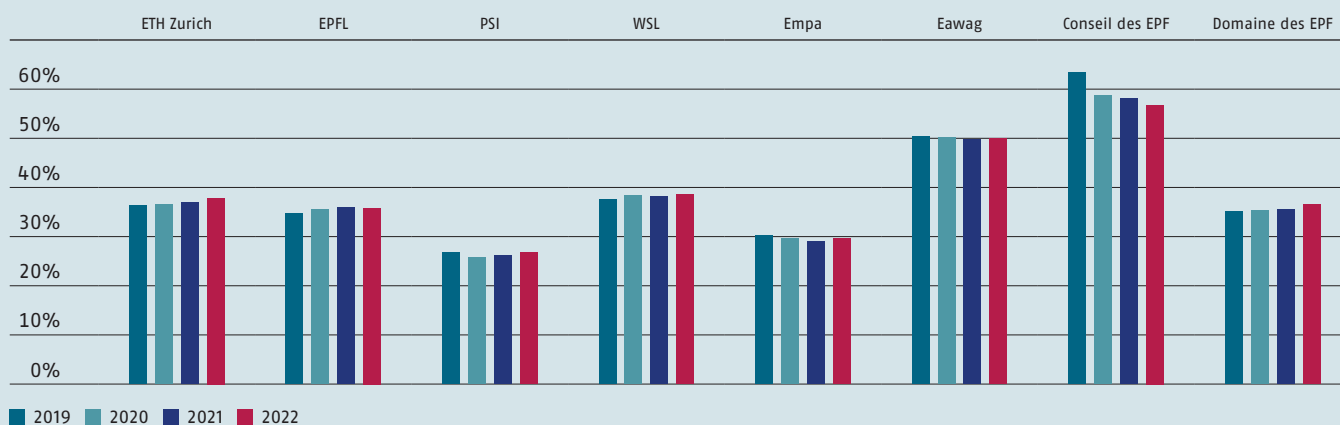
Langue maternelle des collaborateur·trices du Domaine des EPF en 2022. Les valeurs de de l'année précédente sont marquées entre parenthèses.

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: Évolution de la part de femmes occupant des postes de direction dans le Domaine des EPF

| | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 |
|--------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 2643 | 2 697 | 2745 | 2767 | 2793 | 2 810 | 2 853 | 2 897 | 2 928 | 2 982 | 3049 | 3061 |
| Femmes | 413 | 445 | 464 | 492 | 507 | 521 | 561 | 576 | 610 | 644 | 693 | 733 |
| Hommes | 2230 | 2252 | 2281 | 2275 | 2286 | 2289 | 2292 | 2321 | 2318 | 2338 | 2356 | 2328 |
| en % Femmes | 15,6 | 16,5 | 16,9 | 17,8 | 18,2 | 18,5 | 19,7 | 19,9 | 20,8 | 21,6 | 22,7 | 23,9 |
| en % Hommes | 84,4 | 83,5 | 83,1 | 82,2 | 81,8 | 81,5 | 80,3 | 80,1 | 79,2 | 78,4 | 77,3 | 76,1 |

Evolution de la part des femmes dans l'effectif des cadres en chiffres et en pourcentage, c'est-à-dire à partir de l'échelon de fonction 10 à 15 et du professorat (avec un contrat de travail, CT)

Fig. 24: 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 | 2021 | 778,0 | 6 086,9 | 3 045,9 | 2 853,3 | 12 764,1 |
| Contribution financière de la Confédération | 2022 | 795,5 | 6 213,6 | 3 118,4 | 2 928,5 | 13 056,0 |
| | Δ 2021/2022 | 17,5 | 126,7 | 72,5 | 75,2 | 291,9 |
| Fonds de tiers | 2021 | 31,0 | 4 350,1 | 262,8 | 81,3 | 4 725,2 |
| Promotion de la recherche (FNS, Innosuisse, autre), de la recherche sectorielle et des programmes-cadres de recherche de l'UE | 2022 | 29,8 | 4 118,8 | 236,2 | 80,8 | 4 465,6 |
| | Δ 2021/2022 | -1,2 | -231,3 | -26,6 | -0,5 | -259,6 |
| Recherche axée sur l'économie, dons / legs | 2021 | 45,6 | 1 835,6 | 413,6 | 285,1 | 2 579,9 |
| | 2022 | 46,7 | 1 913,9 | 417,3 | 316,6 | 2 694,5 |
| | Δ 2021/2022 | 1,1 | 78,3 | 3,7 | 31,5 | 114,6 |
| Total | 2021 | 854,6 | 12 272,6 | 3 722,3 | 3 219,7 | 20 069,2 |
| | 2022 | 872,0 | 12 246,3 | 3 771,9 | 3 325,9 | 20 216,1 |
| | Δ 2021/2022 | 17,4 | -26,3 | 49,6 | 106,2 | 146,9 |

Origine des fonds par groupe de fonctions (en EPT) en 2022 et par rapport à 2021. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (462,1 EPT) et les stagiaires.

Immobilier

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

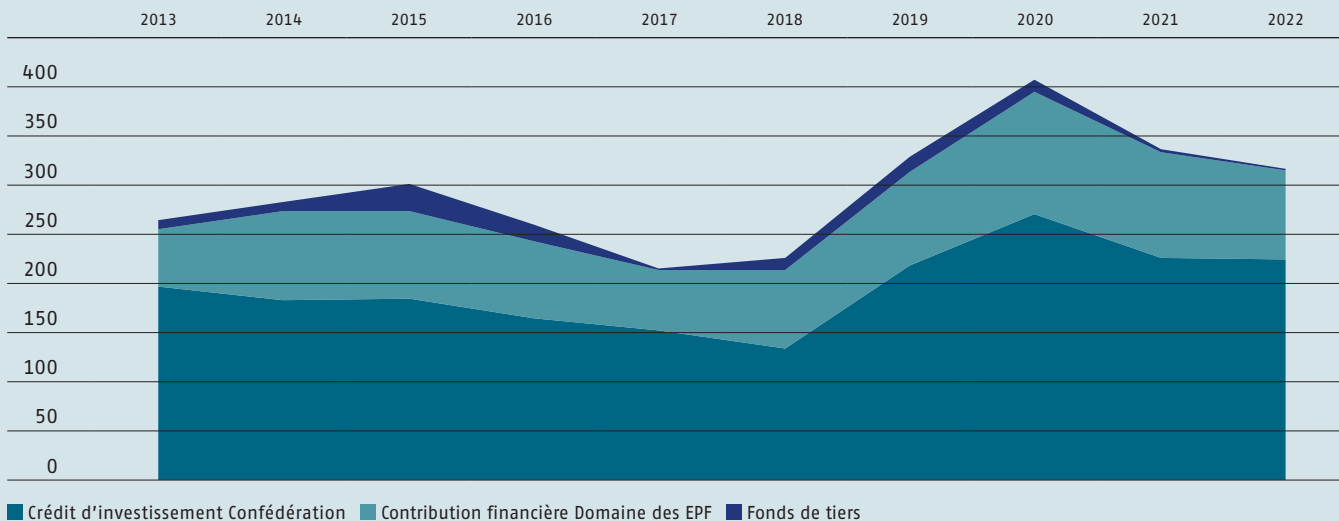
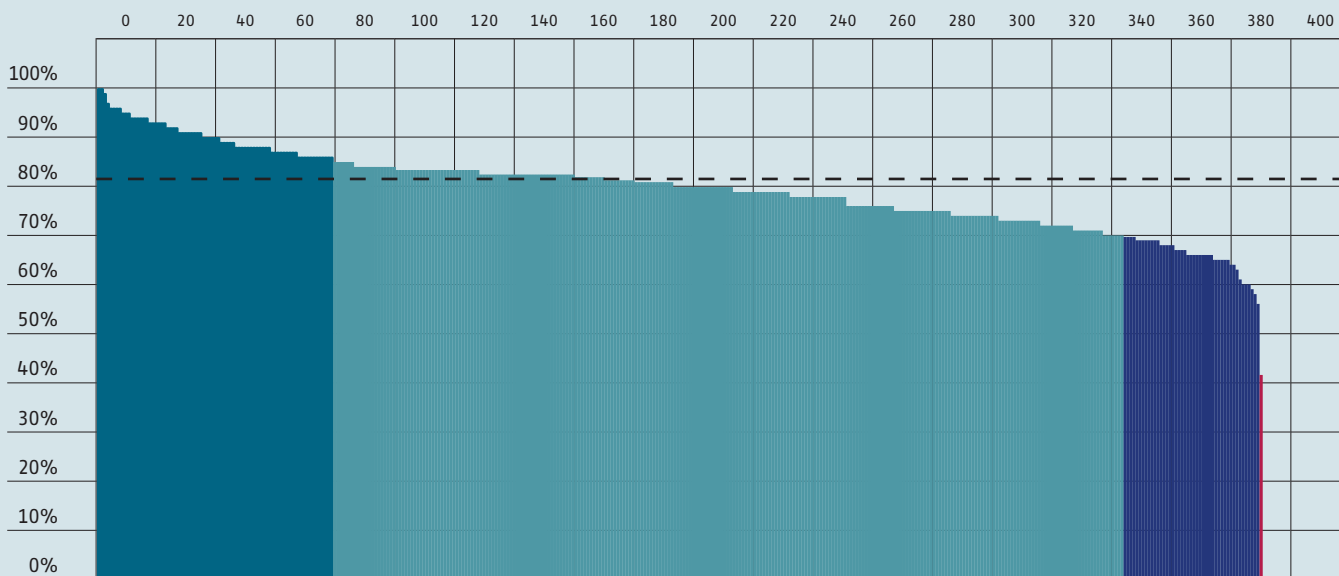


Fig. 26: Valeurs d'état au 31 décembre 2022



Nombre d'objets saisis: 375

- 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: 81,1%

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

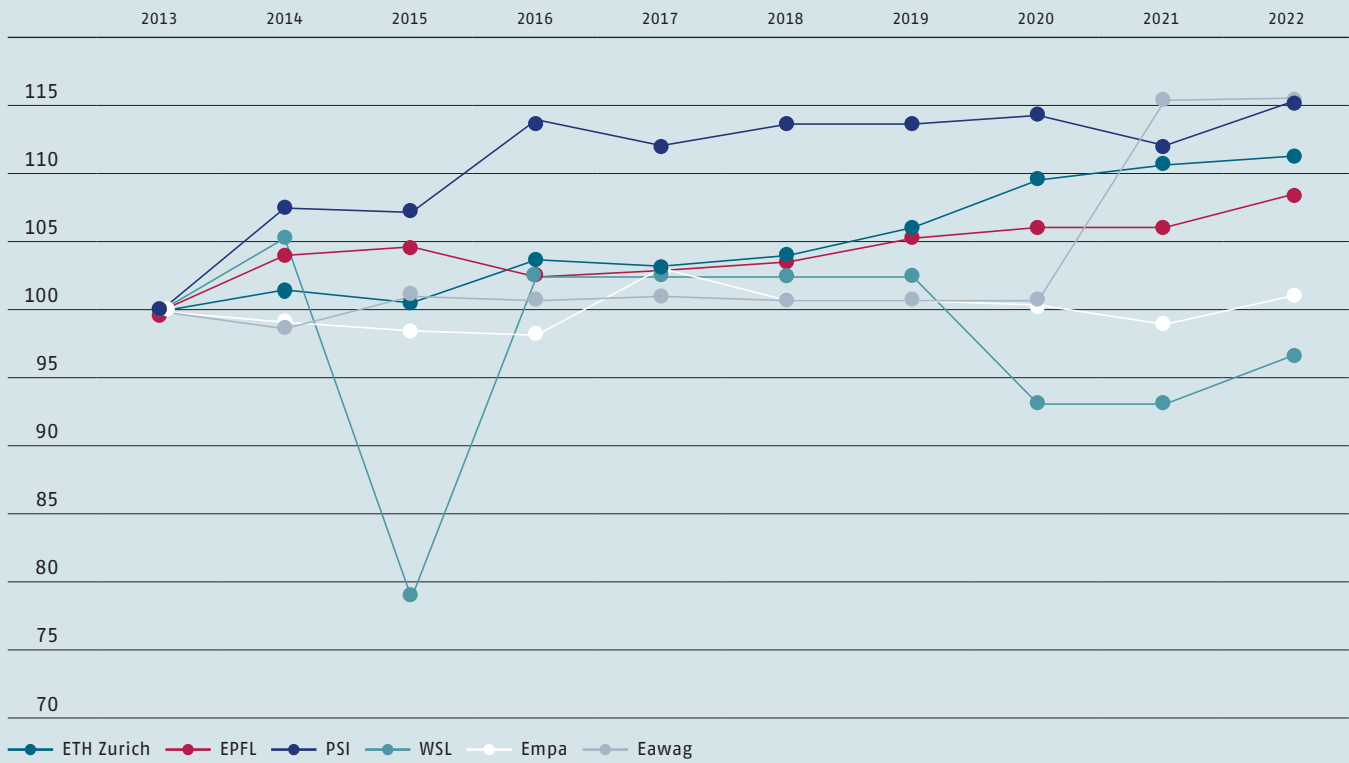


Fig. 28: Mix de surfaces (en 1000 m²)

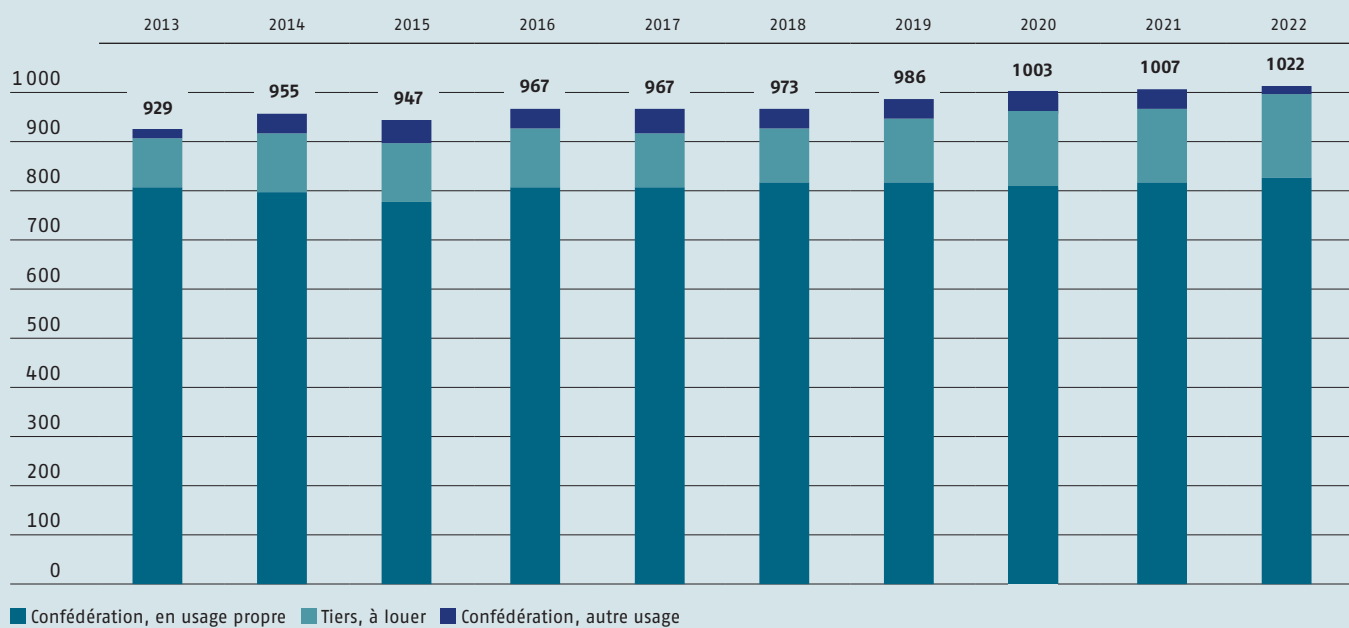


Fig. 29: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

| mio CHF | ETH Zurich | EPFL | PSI | WSL | Empa | Eawag | Total |
|--|--------------|--------------|------------|-----------|------------|-----------|--------------|
| Bâtiments | | | | | | | |
| Nombre | 133 | 79 | 131 | 22 | 24 | 12 | 401 |
| Valeur d'acquisition | 3 654 | 1 758 | 642 | 111 | 369 | 125 | 6 660 |
| Valeur comptable | 1 166 | 837 | 201 | 47 | 74 | 63 | 2 388 |
| Parcelles | | | | | | | |
| Nombre | 65 | 19 | 10 | 16 | 4 | 4 | 118 |
| Valeur comptable | 693 | 243 | 30 | 24 | 63 | 10 | 1 063 |
| Valeur comptable constructions en cours | 579 | 37 | 27 | 1 | 59 | 6 | 708 |
| Droits relatifs aux constructions (non évalués conformément aux directives) | | | | | | | 0 |
| Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers) | 2 437 | 1 117 | 258 | 72 | 196 | 79 | 4 160 |
| Provisions (p. ex. pour les sites contaminés, l'amiante et les déchets radioactifs) | | | | | | | 256 |

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

Fig. 30: Investissements

| 1000 CHF | ETH Zurich | EPFL | PSI | WSL | Empa | Eawag | Total |
|--|------------|---------|---------|--------|--------|--------|-----------|
| Crédit d'investissement Confédération | 136 000 | 24 000 | 18 650 | 4 750 | 37 600 | 3 760 | 224 760 |
| pour construction neuve ou remplacement | 46 667 | 6 196 | 16 511 | 4 711 | 36 262 | 631 | 110 977 |
| pour maintien de la valeur et de la fonction | 89 333 | 17 804 | 2 139 | 39 | 1 338 | 3 129 | 113 783 |
| Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur) | 64 621 | 16 338 | 4 198 | 925 | 4 596 | 1 118 | 91 797 |
| Fonds de tiers | 404 | 0 | 0 | 0 | 520 | 0 | 923 |
| Dépenses en construction des institutions | 201 025 | 40 338 | 22 848 | 5 675 | 42 716 | 4 878 | 317 480 |
| Surface utile principale SUP (en m ²) | 512 600 | 297 100 | 113 920 | 18 920 | 60 040 | 19 950 | 1 022 530 |
| Dépenses en construction par m ² SUP (CHF/m ²) | 392 | 136 | 201 | 300 | 711 | 245 | 310 |

Investissements 2022 dans le portefeuille immobilier du Domaine des EPF par rapport à la surface utile principale (SUP, m²). Celle-ci correspond à la surface utile (SU) directement associée à la tâche principale d'enseignement et de recherche. Comme les instituts de recherche ne dispensent pas eux-mêmes d'enseignement, un ratio d'ensemble en surfaces – par exemple sur la base du nombre d'étudiants – serait peu significatif.

Environnement et énergie

Fig. 31: Données énergétiques et environnementales

| | | Domaine des EPF 2020 | Domaine des EPF 2021 | ETH Zurich | EPFL | PSI | WSL | Empa | Eawag | Domaine des EPF Tend. 2022 ¹ |
|---|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|-------------------|------------------|---|
| DONNÉES DE BASE | | | | | | | | | | |
| Surface de référence énergétique SRE ² | m ² | 1467944 | 1482996 | 699961 | 428019 | 171330 | 25924 | 123442 | 34320 | 1485864 |
| Equivalent plein temps ³ | EPT | 39941 | 41738 | 23974 | 12966 | 2066 | 858 | 1175 | 699 | 42596 |
| ENERGIE⁴ | | | | | | | | | | |
| Energie finale nette⁷ | kWh / a | 439 003 317 | 473 031 646 | 196 969 112 | 99 074 850 | 152 449 753 | 4 597 462 | 16 466 808 | 3 473 661 | 456 887 089 |
| Electricité nette (sans autoprod.) | kWh / a | 321 431 871 | 371 014 550 | 135 363 313 | 71 870 000 | 146 527 598 | 3 204 016 | 11 050 808 | 2 998 815 | 363 597 880 |
| Achat d'électricité non certifiée | kWh / a | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| Achat d'électricité certifiée | kWh / a | 321431871 | 369540975 | 134831120 | 71870000 | 146202176 | 3083966 | 10720864 | 2832849 | |
| Electricité (sans <i>naturemade star</i>) | kWh / a | 312189265 | 346346751 | 130831120 | 55870000 | 145929449 | 810089 | 12906093 | 0 | |
| Photovoltaïque <i>naturemade star</i> | kWh / a | 2080997 | 2343548 | 0 | 2000000 | 272727 | 0 | 0 | 70821 | |
| Hydraulique <i>naturemade star</i> | kWh / a | 13599888 | 22762028 | 4000000 | 14000000 | 0 | 2000000 | 0 | 2762028 | |
| Eolienne <i>naturemade star</i> | kWh / a | 150705 | 273877 | 0 | 0 | 0 | 273877 | 0 | 0 | |
| Vente d'électricité | kWh / a | -6588984 | -2185229 | 0 | 0 | 0 | 0 | -2185229 | 0 | |
| Energie thermique | kWh / a | 116 069 503 | 101 842 296 | 61 522 000 | 27 016 000 | 6 059 860 | 1 014 178 | 5 589 446 | 640 812 | |
| Mazout | kWh / a | 791168 | 2217705 | 1513000 | 284000 | 287860 | 103995 | 0 | 28850 | |
| Gaz naturel, biogaz | kWh / a | 80275186 | 69303289 | 39650000 | 25724000 | 0 | 0 | 3724289 | 205000 | |
| Chaleur à distance | kWh / a | 59197109 | 58209445 | 48472000 | 1008000 | 5772000 | 0 | 2550483 | 406962 | |
| Copeaux de bois | kWh / a | 858019 | 910183 | 0 | 0 | 0 | 910183 | 0 | 0 | |
| Vente d'énergie thermique | kWh / a | -25051979 | -28798326 | -28113000 | 0 | 0 | 0 | -685326 | 0 | |
| Carburants (propres véhicules) | kWh / a | 1 501 943 | 1 648 375 | 615 992 | 188 850 | 187 717 | 499 318 | 156 498 | 0 | |
| Informations supplémentaires | | | | | | | | | | |
| Energie | | | | | | | | | | |
| Frais d'électricité et de prod. de chaleur ⁵ | CHF / a | 48998517 | 55472888 | 27798034 | 9861280 | 14937635 | 522858 | 1833636 | 519445 | 59960021 |
| Electricité produite à partir d'énergies renouvelables | kWh / a | 914989 | 1473575 | 532193 | 0 | 325422 | 120050 | 329944 | 165966 | |
| Total vente à des tiers | kWh / a | -31133984 | -30298229 | -28113000 | 0 | 0 | 0 | -2185229 | 0 | |
| EAU (POTABLE) | M³ | 4 80 661 | 4 22 675 | 189 954 | 150 000 | 53 563 | 6 523 | 16 611 | 6 024 | 576 641 |
| MATIÈRES | | | | | | | | | | |
| Papier | kg | 184 528 | 134 785 | 77 500 | 28 226 | 18 097 | 3 906 | 3 859 | 3 197 | 157 647 |
| Papier de fibres nouvelles | kg | 50119 | 45316 | 14000 | 21083 | 9714 | 307 | 174 | 38 | 52776 |
| Papier recyclé | kg | 134409 | 89469 | 63500 | 7143 | 8383 | 3599 | 3685 | 3159 | 104871 |
| INDICES D'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT | | | | | | | | | | |
| Energie primaire⁶ | kWh / a | 510 064 300 | 554 189 208 | 219 573 347 | 119 879 439 | 184 291 891 | 7 195 220 | 18 582 236 | 4 667 075 | |
| Dont énergies renouvelables | % | 66 | 72 | 58 | 62 | 94 | 58 | 75 | 77 | |
| Emissions de t CO₂ | t CO₂ / a | 32 704 | 29 704 | 18 330 | 9 081 | 613 | 384 | 1 078 | 217 | |

¹ Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2023.

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

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

⁴ Les principaux ratios englobent la consommation totale de chaleur et d'électricité pour les bâtiments et 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

| | |
|--------------------------------|-----|
| Comptes annuels consolidés * | 108 |
| Compte de résultat consolidé * | 108 |
| Bilan consolidé * | 109 |
| Financement fédéral | 110 |

* Extrait du rapport financier 2022

Rapport financier:
www.cepf.ch/rapportfinancier2022

Comptes annuels consolidés

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

| mio CHF | Annexe | Budget 2022 | Réalisé 2022 | Réalisé 2021 | Ecart réalisé absolu |
|---|-----------|--------------|--------------|--------------|----------------------|
| Contribution financière de la Confédération | | 2 441 | 2 441 | 2 373 | 68 |
| Contribution aux loyers | | 202 | 202 | 230 | - 29 |
| Financement fédéral | 7 | 2 643 | 2 643 | 2 604 | 39 |
| Taxes d'études, formation continue | 8 | 53 | 58 | 56 | 2 |
| Fonds national suisse (FNS), contributions ordinaires à la recherche | | 274 | 267 | 268 | - 1 |
| Fonds national suisse (FNS), dispositions transitoires de la Confédération | | n/a | 1 | n/a | n/a |
| Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse), contributions ordinaires à la recherche | | 53 | 44 | 41 | 3 |
| Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse), dispositions transitoires de la Confédération | | n/a | - | n/a | n/a |
| Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle) | | 79 | 87 | 87 | - |
| Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRD), contributions ordinaires à la recherche | | 155 | 137 | 160 | - 23 |
| Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRD), dispositions transitoires de la Confédération | | n/a | 17 | n/a | n/a |
| Recherche axée sur l'économie (secteur privé) | | 141 | 136 | 136 | - |
| Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales), contributions ordinaires à la recherche | | 85 | 105 | 95 | 10 |
| Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales), dispositions transitoires de la Confédération | | n/a | - | n/a | n/a |
| Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques | 9 | 786 | 795 | 788 | 8 |
| Dons et legs | 10 | 95 | 138 | 122 | 16 |
| Autres produits | 11 | 121 | 146 | 127 | 19 |
| Produits d'exploitation* | | 3 698 | 3 780 | 3 697 | 83 |
| Charges de personnel | 5, 12, 28 | 2 466 | 2 503 | 2 426 | 77 |
| Charges de biens et services | 13 | 931 | 944 | 893 | 51 |
| Amortissements | 21, 23 | 260 | 243 | 266 | - 23 |
| Charges de transfert | 14 | 99 | 60 | 56 | 4 |
| Charges d'exploitation | | 3 755 | 3 750 | 3 641 | 109 |
| RÉSULTAT D'EXPLOITATION | | - 57 | 30 | 56 | - 26 |
| RÉSULTAT FINANCIER* | 15 | - 1 | - 27 | 26 | - 53 |
| Résultat des entités associées et co-entreprises* | 20 | - | - 25 | 28 | - 53 |
| RÉSULTAT DE L'EXERCICE | | - 58 | - 21 | 110 | - 131 |
| *Produit total | | 3 697 | 3 729 | 3 751 | - 22 |

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

| mio CHF | Annexe | 31.12.2022 | 31.12.2021 | Ecart absolu |
|---|--------|--------------|--------------|--------------|
| ACTIF CIRCULANT | | | | |
| Liquidités et placements à court terme | 16 | 742 | 1862 | -1120 |
| Créances à court terme sur transactions sans contrepartie | 17 | 622 | 637 | -15 |
| Créances à court terme sur transactions avec contrepartie | 17 | 72 | 73 | -2 |
| Placements financiers et prêts à court terme | 22 | 1540 | 488 | 1051 |
| Stocks | 18 | 12 | 12 | - |
| Actifs de régularisation | 19 | 60 | 70 | -10 |
| Total de l'actif circulant | | 3 048 | 3 143 | - 95 |
| ACTIF IMMOBILISÉ | | | | |
| Immobilisations corporelles | 21 | 2 179 | 2 032 | 147 |
| Immobilisations incorporelles | 21 | 59 | 60 | -1 |
| Créances à long terme sur transactions sans contrepartie | 17 | 1 045 | 979 | 66 |
| Créances à long terme sur transactions avec contrepartie | 17 | - | - | - |
| Participations dans des entités associées et co-entreprises | 20 | 246 | 271 | -24 |
| Placements financiers et prêts à long terme | 22 | 72 | 64 | 8 |
| Cofinancements | 23 | 109 | 114 | -5 |
| Total de l'actif immobilisé | | 3 709 | 3 518 | 191 |
| TOTAL DE L'ACTIF | | 6 757 | 6 661 | 96 |
| CAPITAUX DE TIERS | | | | |
| Engagements courants | 24 | 171 | 168 | 3 |
| Engagements financiers à court terme | 25 | 17 | 14 | 2 |
| Passifs de régularisation | 26 | 194 | 179 | 15 |
| Provisions à court terme | 27 | 99 | 105 | -6 |
| Capitaux de tiers à court terme | | 480 | 466 | 14 |
| Fonds de tiers affectés | 29 | 1 641 | 1 605 | 36 |
| Engagements financiers à long terme | 25 | 382 | 327 | 55 |
| Engagements nets de prévoyance | 28 | 320 | 615 | -294 |
| Provisions à long terme | 27 | 603 | 604 | -1 |
| Capitaux de tiers à long terme | | 2 947 | 3 150 | - 204 |
| Total des capitaux de tiers | | 3 427 | 3 616 | - 189 |
| CAPITAUX PROPRES | | | | |
| Réserves de réévaluation | | 721 | 424 | 297 |
| Réserves d'entités associées | 20 | 246 | 271 | -24 |
| Dons, soutiens financiers, cofinancements | | 948 | 953 | -5 |
| Autres capitaux propres | | 1 415 | 1 397 | 18 |
| Total des capitaux propres | | 3 330 | 3 045 | 285 |
| TOTAL DU PASSIF | | 6 757 | 6 661 | 96 |

Financement fédéral

Conformément aux normes IPSAS, le compte de résultat à la page 108 présente le résultat de l'exercice après régularisation des produits et des charges qui ne relèvent pas de la période considérée. Dans le compte de résultat, le financement fédéral se compose du crédit de charges (A231.0181) et du crédit de contribution aux loyers (A231.0182: contribution aux loyers du Domaine des EPF), qui concerne l'utilisation des biens immobiliers de la Confédération. En 2022, la contribution aux loyers s'élevait à 201,6 mio CHF. Avec la contribution financière de 2441,4 mio CHF de la Confédération (A231.0181), le financement fédéral (sur le compte de résultat) atteint 2643,0 mio CHF.

Dans le message FRI, le financement fédéral se compose des crédits de contribution financière de la Confédération (A231.0181) et des investissements dans les constructions du Domaine des EPF (A202.0134). Ceux-ci sont mis en compte sur le plafond de dépenses. Le financement fédéral est expliqué ci-après du point de vue du plafond de dépenses, qui se fonde sur la vue des crédits ayant une incidence sur les dépenses et qui s'élevait à 2666,4 millions CHF en 2022. Il comprend les deux crédits de dépenses pris en compte au plafond de dépenses du Domaine des EPF et approuvés chaque année par le Parlement: le crédit de charges (A231.0181: contribution financière de la Confédération) et le crédit d'investissement (A202.0134: investissements dans les constructions du Domaine des EPF).

Plafond de dépenses 2021–2024 pour le Domaine des EPF

Dans son message FRI 2021–2024, le Conseil fédéral a demandé la fixation, pour la mise en place de la planification stratégique 2021–2024 du Domaine des EPF, d'un plafond de dépenses de 10 810,7 mio CHF (croissance annuelle moyenne de 2,5% sur la base des prévisions budgétaires 2020 de 2556,2 mio CHF). Ledit plafond a été approuvé le 10 décembre 2020 par l'AF 4 relatif au message FRI 2021–2024 (FF 2021 72). Il inclut les coûts de 11 mio CHF par an liés au démantèlement et à l'élimination des accélérateurs du PSI. En revanche, le plafond de dépenses ne comprend pas les dépenses de 10,4 mio CHF liées au démantèlement et à l'élimination des installations nucléaires possédées par la Confédération au PSI, qui l'augmentent. Sans ces dépenses, le Domaine des EPF n'utilise temporairement pas 13,8 mio CHF de crédits inclus dans le plafond de dépenses (cf. fig. 32).

Crédits autorisés en 2022

Avec l'AF la sur le budget 2022, les Chambres fédérales ont approuvé 2666,2 mio CHF pour les deux crédits mis en compte sur le plafond de dépenses. L'augmentation par rapport à 2021 (2600,1 mio CHF) se chiffrait à 66,1 mio CHF.

La contribution financière fédérale (crédit A231.0181) s'élevait à 2441,4 mio CHF et le crédit d'investissement à 224,8 mio CHF. Comme le crédit d'investissement ne mentionnait ni la constitution, ni la liquidation de réserves affectées, le Domaine des EPF a bénéficié au total de 2666,2 mio CHF issus du financement fédéral (2021: 2600,1 mio CHF).

Fig. 32: Plafond de dépenses et crédits du Domaine des EPF pour la période FRI 2021-2024

mio CHF

| | 2 588,0 | 2 660,9 | 2 740,1 | 2 821,7 | 10 810,7 |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|-----------------|
| Effectif 2021 | 2 373,3 | - 226,8 | | | 2 600,1 |
| Effectif 2022 | | 2 441,4 | - 224,8 | | 2 666,2 |
| Budget 2023 | | | 2 521,5 | 214,5 | 2 736,0 |
| PF 2024 | | | | 2 608,4 | 196,6 2 805,0 |
| Temporairement non sollicité* | | | | | 3,4 (eff. 13,8) |

* L'utilisation prévue du plafond de dépenses 2021-2024 s'élève à 10 807,3 mio CHF. Elle n'inclut pas les dépenses de 10,4 mio CHF liées au démantèlement et à l'élimination des installations nucléaires possédées par la Confédération au PSI (arrêté du Conseil fédéral du 10 juin 2022). Celles-ci viendraient augmenter le plafond si le total du plafond de dépenses 2021-2024 approuvé par le Parlement devait être dépassé.

■ A231.0181 Contribution financière de la Confédération
 ■ A202.0134 Investissements dans les constructions du Domaine des EPF

Plan des finances (PF)

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: Hej AG, Zurich
Réalisation graphique: Linkgroup AG, Zurich
Reportages: Lüchinger Publishing GmbH, Zurich et Ori Schipper,
Berne, ainsi que les institutions du Domaine des EPF et
la Communication du Conseil des EPF
Photographie: Kellenberger Photographie, Männedorf
ou selon crédit photo; photo p. 15: GetYourGuide
Traductions, relecture: Diction AG, Buchs
Système de publication: mms solutions AG, Zurich
Impression: Cavelti AG, Gossau
Clôture de la rédaction: 9 mars 2023

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 électro-
nique sur www.cepf.ch/rapportdegestion2022.

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 mon-
tants sont calculés sur des chiffres non arrondis et peuvent diffé-
rer d'une valeur basée sur les chiffres arrondis figurant dans
les tableaux.

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 2023



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.cepfc.ch

Les institutions du Domaine des EPF:

ETH zürich

ETH Zurich

520 professeures et professeurs, plus de 24 540 étudiantes et étudiants, doctorantes et doctorants, 3000 collaboratrices et collaborateurs dans le secteur technique et administratif et 6700 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 des deux douzaines de spin-off qui voient le jour chaque année dans des domaines d'avenir comme la nanotechnologie, la medtech, la cybersécurité ou l'informatique. www.ethz.ch

EPFL

EPFL

Forte d'une communauté dynamique de plus de 16 000 personnes, l'EPFL a su créer un esprit de curiosité unique et une atmosphère de dialogue ouvert. Elle transmet à ses étudiantes et étudiants de solides connaissances techniques tout en les encourageant à développer leur imagination, leur créativité et leur esprit d'entreprise dans des projets pluridisciplinaires. Sur ses différents sites, l'EPFL dispose d'une forte communauté de recherche qui s'intéresse à des sujets tels que la science des données, la santé personnalisée ou la robotique. C'est par le biais du transfert de connaissances et de technologies que la recherche de l'EPFL trouve son chemin vers la société. L'EPFL est un acteur majeur de l'innovation en Suisse et propose des solutions au changement climatique ou au vieillissement de la population – au bénéfice de l'humanité tout entière. www.epfl.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, humain et santé. www.psi.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. L'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF Davos fait partie du WSL. www.wsl.ch



Materials Science and Technology

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 innovantes 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 internationale de l'économie suisse au sein d'un environnement de plus en plus concurrentiel. www.empa.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

Maryna Viazovska est la lauréate de la médaille Fields 2022. Professeure de théorie des nombres à l'EPFL, elle a résolu une question mathématique qui hante les scientifiques depuis des siècles (cf. également p. 19 s).

Verso

«Un pronostic sur mon téléphone portable concernant la pente de neige que je suis en train de dévaler ? Ce serait une vision d'avenir fascinante», dit Jürg Schweizer, directeur du SLF, à propos des possibilités numériques dans la recherche sur la neige (cf. aussi p. 26 s).



Conseil des EPF
Conseil des écoles
polytechniques fédérales

Zürich:
Händeliweg 15
8092 Zurich
Suisse

Berne:
Hirschengraben 3
3011 Berne
Suisse

www.cepf.ch