



CONSEIL DES EPF

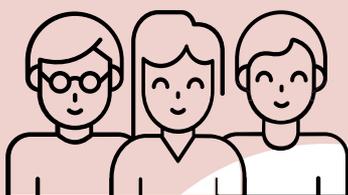
# RAPPORT DE GESTION DU CONSEIL DES EPF SUR LE DOMAINE DES EPF 2023



Domaine des EPF

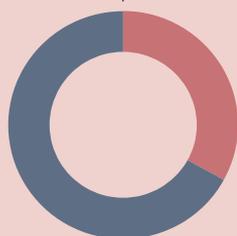
# FAITS & CHIFFRES 2023

## Corps étudiant et doctoral



**38 437**

Etudiant/es et  
doctorant/es



**32,7%**

Proportion  
de femmes

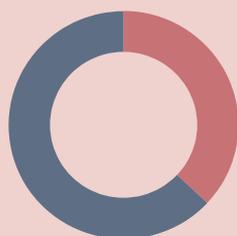
## Personnel en contrat de travail



**14 932** personnel  
scientifique  
**4 312** personnel  
technique  
**4 262** personnel  
administratif

**24 890**

Collaborateur/trices  
y c. professeur/es, doctorant/es et  
apprenant/es



**36,7%**

Proportion  
de femmes

**478**

Apprenant/es

## Corps professoral

**906**

**82** nominations,  
dont  
**45** personnes nouvellement  
nommées  
**37** promotions

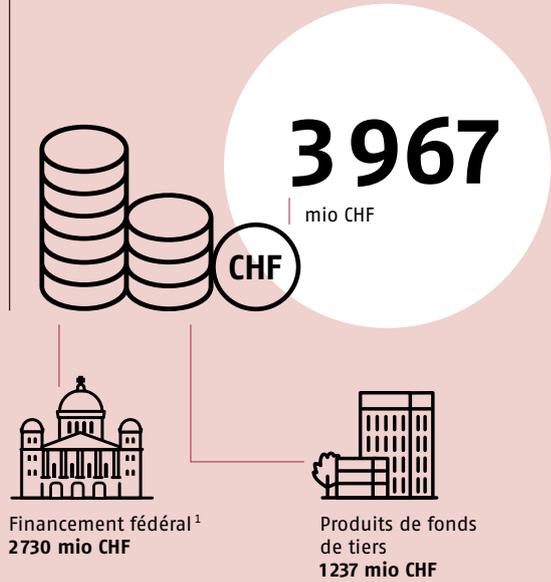


**48,9%**

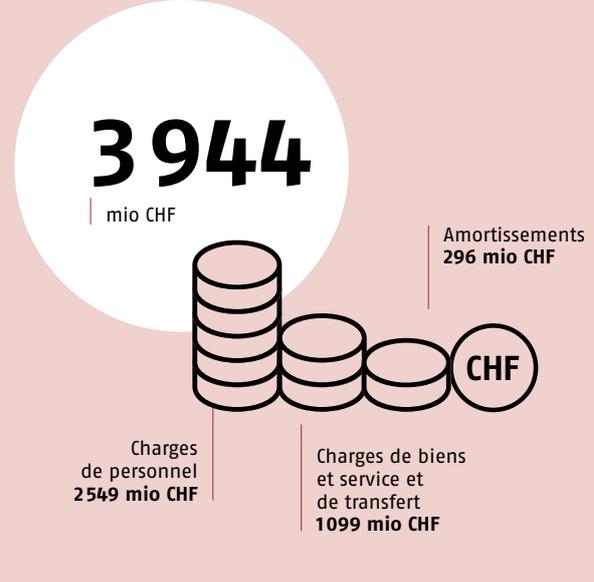
proportion de femmes  
dans les nouvelles  
nominations



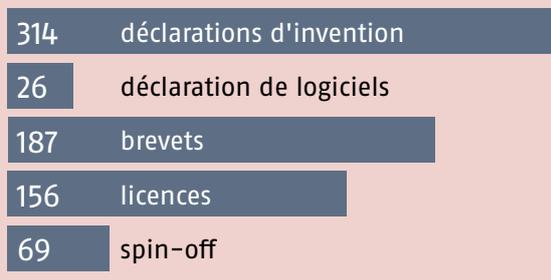
### Produit total



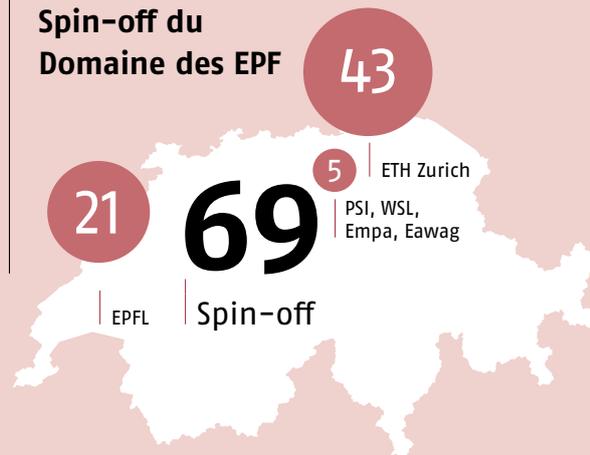
### Charges d'exploitation



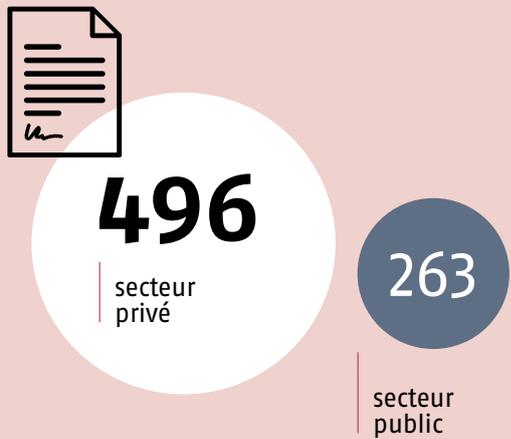
### Transfert de technologie et de savoir



### Spin-off du Domaine des EPF



### Nombre de contrats de collaboration<sup>2</sup>



### Classements des hautes écoles

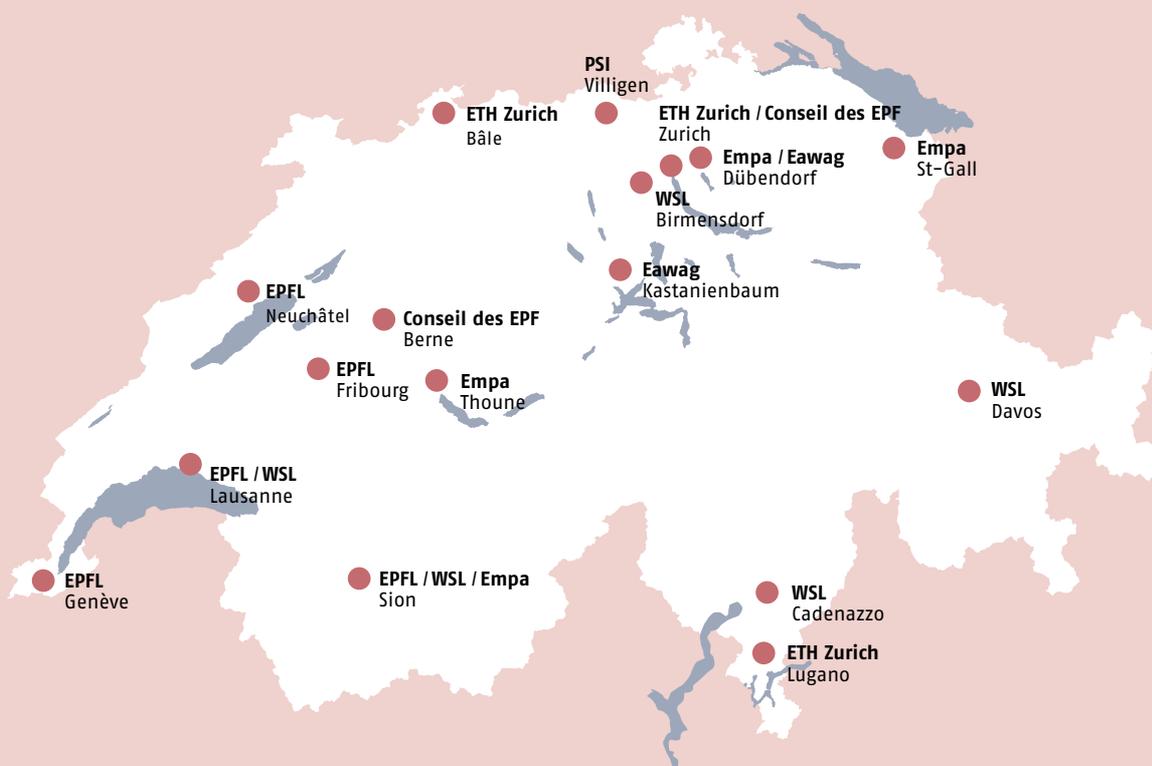


<sup>1</sup> Financement fédéral selon les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF.

<sup>2</sup> D'un volume d'au moins 50 000 CHF.

# VISION

En misant sur une recherche scientifique et un enseignement d'excellence ainsi que sur le transfert de savoir et de technologie, le Domaine des EPF renforce la prospérité ainsi que la compétitivité de la Suisse et contribue au développement durable de la société.



## Le Domaine des EPF et ses institutions

Enseignement, recherche et innovation au plus haut niveau: le Domaine des EPF les fournit avec près de 25 000 collaboratrices et collaborateurs, environ 38 500 étudiantes et étudiants ainsi que doctorantes et doctorants et un corps professoral de plus 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](http://www.domainedesepf.ch) | [www.cepf.ch](http://www.cepf.ch)

# Rapport de gestion du Conseil des EPF sur le Domaine des EPF 2023

Avant-propos du président	6
Rétrospective de l'année	8
La science en marche	11
Gouvernance	35
Objectifs stratégiques	49
Chiffres-clés	91
Finances	109
Mentions légales	114

Rapport financier:  
[www.cepf.ch/rapportfinancier2023](http://www.cepf.ch/rapportfinancier2023)

# Table des matières



Image générée par Midjourney

Domaine des EPF: intelligence artificielle

## Prévisions reposant sur l'IA: malédiction ou bénédiction?

L'intelligence artificielle promet de révolutionner la façon dont nous établissons des prévisions. Cependant: quel est le degré de fiabilité de ces prévisions et modélisations? Quelles sont les questions de confiance qui se posent? Nous avons demandé aux institutions du Domaine des EPF comment l'IA permet de se projeter dans l'avenir. Et le lien entre tout cela et ChatGPT.

# 8

Rétrospective 2023

## Une recherche de pointe en période de tension

L'évaluation intermédiaire quadriennale du Domaine des EPF a eu lieu au cours de l'exercice 2023. Dans sa prise de position concernant les recommandations de la commission d'expertes et d'experts, le Conseil des EPF a présenté une série de mesures qui lui permettront, ainsi qu'aux institutions du Domaine des EPF, d'aborder lesdites recommandations au cours des prochaines années. Le Conseil des EPF reste préoccupé par la non-association au programme de recherche et d'innovation *Horizon Europe* ainsi que par la situation financière de la Confédération et ses conséquences pour le domaine FRI.



ETH Zurich: ETH I Space

## «Je suis venu pour apprendre, pour faire bouger les choses»

Que faire après avoir occupé le poste le plus prestigieux dans le domaine de la recherche spatiale? Après de longues années comme chef de la recherche à la NASA, Thomas Zurbuchen a choisi l'ETH Zurich. Une évolution de carrière pas si surprenante que cela, puisque l'objectif déclaré est de faire de l'école polytechnique un pionnier européen de la recherche spatiale.

EPFL: contrôle de la marche par la pensée

## Stimuler les nerfs et défrayer la chronique

Les personnes paralysées peuvent-elles un jour remarcher? Oui, la science fait parfois des miracles. Que faut-il pour qu'une idée soit mise en œuvre dans le domaine médical et que des patientes et patients puissent en profiter concrètement?





PSI: SLS 2.0 – des temps sombres à la SLS

## La lumière à l'intérieur du tunnel

La Source de Lumière Synchrotron Suisse du PSI bénéficie d'une mise à niveau afin de rester une installation d'excellence pour la recherche future. Le chef de projet, Hans-Heinrich Braun, fait visiter le chantier.



WSL: télédétection – identifier suffisamment tôt le stress des arbres

## «Les forêts sont des systèmes complexes»

Petra D'Odorico, spécialiste en télédétection, aime faire voler des drones. Non pour s'amuser, mais pour réaliser des prises de vue thermiques et multispectrales à haute résolution. Il s'agit ainsi d'établir un système d'alerte précoce qui permette de détecter le stress hydrique en forêt avant que celui-ci ne devienne visible.



Empa: Mining the Atmosphere

## «Du bouc émissaire à la bouée de sauvetage»

Quel est le rôle du secteur de la construction dans l'aggravation de la crise climatique? Un rôle majeur, selon Peter Richner. Entretien avec le directeur adjoint de l'Empa et coresponsable du pôle de recherche Construction durable.

Eawag: l'épidémiologie basée sur les eaux usées

## Traces significatives

L'épidémiologie basée sur les eaux usées apporte un précieux éclairage sur l'évolution de maladies telles que le COVID-19, tant en termes de charge virale que de dynamique évolutive. En recueillant ces données provenant des eaux usées, l'Eawag peut fournir des informations complémentaires à la perspective médicale concernant la pandémie.



# AVANT-PROPOS



Président du Conseil des EPF:  
Michael O. Hengartner

Chères lectrices,  
chers lecteurs,

La pénurie de main-d'œuvre qualifiée est un sujet omniprésent dans les médias, en politique et surtout dans les entreprises concernées. Informaticiennes, informaticiens, ingénieures et ingénieurs comptent parmi les profils les plus recherchés. Au cours des dix dernières années, les deux EPF ont réussi à former un nombre remarquablement élevé d'étudiantes et d'étudiants ainsi que de doctorantes et doctorants en sciences de l'ingénieur (+38%) et en informatique (+120%). Néanmoins, davantage d'efforts et d'investissements restent nécessaires pour inciter plus de jeunes, notamment des femmes, à étudier dans les branches MINT et pour leur offrir une formation de haute qualité. L'économie suisse a besoin de ces diplômées et diplômés.

Le Domaine des EPF ne se contente pas d'investir massivement dans l'enseignement afin de former du personnel qualifié pour la Suisse. Il apporte aussi sa contribution à la recherche et au transfert de savoir et de technologie pour relever les plus grands défis de notre époque. Fin 2023, les deux hautes écoles ETH Zurich et EPFL ont lancé l'initiative *Swiss AI*. Elles entendent ainsi positionner la Suisse

comme cheffe de file mondiale dans le développement et l'utilisation d'une intelligence artificielle (IA) transparente et digne de confiance. Par ailleurs, elles avaient déjà lancé en juin une coalition pour l'énergie verte avec le PSI et l'Empa. En collaboration avec des partenaires du monde politique, scientifique et industriel, les institutions du Domaine des EPF élaborent des solutions pour le stockage et le transport des énergies renouvelables.

Pour pouvoir réaliser des investissements urgents dans l'enseignement, la recherche et le transfert de savoir et de technologie, le Domaine des EPF a besoin d'un financement suffisant et fiable. En raison des réductions budgétaires décidées par la Confédération dans les dépenses faiblement liées et de l'abandon de la compensation du renchérissement, le Domaine des EPF se verra privé d'environ 80 millions de francs par an à partir de 2024. Ces réductions touchent le Domaine des EPF à un moment où il a déjà perdu, et perdra encore, de son attrait et de sa réputation internationale en raison de la non-association de la Suisse à *Horizon Europe*.

La prospérité et le succès de notre pays reposent sur notre excellent système de formation et sur notre solide position en matière de recherche et d'innovation. Benjamin Franklin le disait déjà: «L'investissement dans la connaissance rapporte les meilleurs intérêts.»

Le Conseil des EPF espère que le Parlement continuera à donner la priorité au domaine FRI et à celui des EPF, et qu'il accordera les moyens financiers nécessaires dans le cadre du message FRI 2025–2028.

Zurich / Berne, janvier 2024



Michael O. Hengartner,  
président du Conseil des EPF

## Le Conseil des EPF sur le Domaine des EPF

# UNE RECHERCHE DE POINTE EN PÉRIODE DE TENSION

L'évaluation intermédiaire quadriennale du Domaine des EPF a eu lieu au cours de l'exercice 2023. Dans sa prise de position concernant les recommandations de la commission d'expertes et d'experts, le Conseil des EPF a présenté une série de mesures qui lui permettront, ainsi qu'aux institutions du Domaine des EPF, d'aborder lesdites recommandations au cours des prochaines années. Le Conseil des EPF reste préoccupé par la non-association au programme de recherche et d'innovation Horizon Europe ainsi que par la situation financière de la Confédération et ses conséquences pour le domaine FRI.

Tous les quatre ans, le Domaine des EPF est évalué de manière approfondie par un groupe d'expertes et d'experts nationaux et internationaux travaillant sur mandat du Département de l'économie, de la formation et de la recherche (DEFR). Pour le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF, ces évaluations réalisées par des personnes indépendantes sont très précieuses. La commission d'expertes et d'experts de l'évaluation intermédiaire 2023 a commencé par se faire une idée du Domaine des EPF en examinant le rapport d'autoévaluation complet établi par le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF, ainsi que des documents complémentaires sur les activités, les processus et les ressources. Ensuite, la commission a mené pendant une semaine des entretiens avec des actrices et acteurs clés du Conseil des EPF et des institutions – y compris, par exemple, des représentantes et représentants du corps enseignant et étudiantin – et a interrogé des parties prenantes du Domaine des EPF issues des milieux scientifiques, économiques et politiques. L'examen des forces et des faiblesses actuelles ainsi que les échanges productifs et les discussions passionnantes ont débouché sur des recommandations tournées vers l'avenir, utiles et stimulantes. Ce qu'il faut retenir en résumé: le Conseil des EPF se félicite de la très bonne évaluation globale

réalisée par la commission d'expertes et d'experts. Celle-ci souligne la qualité exceptionnelle des institutions du Domaine des EPF. Elle constate des progrès considérables depuis la dernière évaluation intermédiaire de 2019. Cependant, le Conseil des EPF est conscient du fait que le Domaine des EPF doit continuer à optimiser constamment sa performance et son impact pour pouvoir relever les défis futurs. L'excellent positionnement international du Domaine des EPF et son avance doivent être maintenus, voire renforcés. Avec les dénomées lignes d'action pour la mise en œuvre des recommandations de la commission d'expertes et d'experts, le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF indiquent la direction à suivre pour leur développement futur dans l'intérêt du secteur suisse de la formation et de la recherche, de l'économie et de la société.

### **Enseignement, recherche et infrastructures de recherche de grande qualité**

Les recommandations de la commission d'expertes et d'experts sur la qualité de la formation et le maintien de l'attractivité internationale revêtent une importance particulière pour le Conseil des EPF et les institutions du Domaine des EPF. Celui-ci a pour principale priorité l'enseignement basé sur la recherche. Dans les

La commission d'expertes et d'experts indépendante et internationale de l'évaluation intermédiaire du Domaine des EPF 2023.  
 > Ines Egli / Conseil des EPF



années à venir, les institutions continueront à prendre les mesures nécessaires pour maintenir et améliorer, à long terme, la qualité élevée de la formation, dans un contexte d'augmentation du corps étudiant. Elles contribuent ainsi de manière importante à la lutte contre la pénurie de main-d'œuvre qualifiée en Suisse.

Les institutions du Domaine des EPF continueront à mener une recherche de pointe visant à anticiper et relever les défis locaux, nationaux et internationaux les plus urgents. Compte tenu de la situation mondiale actuelle tendue, de l'évolution rapide de la technologie et des grandes problématiques, par exemple dans le domaine du climat et de l'énergie, les spécialistes du Domaine des EPF sont également sollicités afin de contextualiser, de mettre en évidence les relations et de développer des scénarios. A cet égard, le Domaine des EPF a participé avec les autres acteurs FRI suisses, suite à la pandémie de coronavirus, à l'élaboration et à la mise en oeuvre de stratégies destinées à renforcer l'implication de la communauté scientifique dans les situations de crise à venir. Dans sa prise de position sur les recommandations de l'évaluation intermédiaire, le Conseil des EPF a également souligné, par une ligne d'action, la grande importance de ce champ d'action. Une condition essentielle pour une recherche de

pointe est d'attirer et de retenir les meilleurs talents. Les infrastructures de recherche de premier ordre de la Suisse constituent un autre facteur clé de l'attractivité internationale du Domaine des EPF. Les institutions du Domaine des EPF continueront de jouer leur rôle prépondérant dans la conceptualisation et le développement, ainsi que dans l'exploitation et l'aménagement d'infrastructures et de plates-formes de recherche d'importance nationale et internationale. Ainsi, le Conseil des EPF et les institutions ont participé au processus de la Feuille de route 2023 pour les infrastructures de recherche du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI). Six projets d'infrastructure du Domaine des EPF sont inscrits dans la Feuille de route.

En font partie, entre autres, d'importantes mises à niveau d'infrastructures de recherche déjà existantes. Par exemple, le Swiss Data Science Center (SDSC) doit devenir une infrastructure numérique nationale décentralisée (SDSC+), accessible à toute la Suisse, y compris à la communauté scientifique, à l'industrie et au public. Au Centre suisse de calcul scientifique (CSCS), il est prévu de moderniser l'infrastructure de calcul et de données du *Sustained Scientific User Laboratory for Simulation and Data-based Science* et de développer

d'autres services, en particulier dans les domaines de l'apprentissage automatique et des prévisions climatiques. Outre les institutions du Domaine des EPF, MétéoSuisse et d'autres hautes écoles suisses sont directement impliquées dans cette extension via différents projets de collaboration.

#### **Innovation: intelligence artificielle**

En renforçant, au profit de l'économie, de l'industrie, du secteur public et de la société, leur rôle clé dans le transfert de savoir et de technologie (TST), les institutions du Domaine des EPF contribuent activement à la force d'innovation de la Suisse. L'ETH Zurich et l'EPFL font de l'intelligence artificielle (IA) une priorité (cf. le reportage p. 12 ss). Actuellement, la Suisse est très bien positionnée en matière d'IA, le Domaine des EPF ayant beaucoup investi ces dernières années. Ainsi, l'*ETH AI Center* de l'ETH Zurich fait office de point nodal central pour l'IA. Avec ses nombreux partenaires industriels, le centre mène des projets de recherche communs et assure le transfert de connaissances. Un centre IA a été également créé à l'EPFL au cours de l'année 2023, reliant les initiatives existantes, comme le Centre des systèmes intelligents (CIS), créé en 2019, ainsi que l'ensemble des laboratoires et des centres de l'EPFL travaillant sur des thèmes liés à l'IA. Ensemble, l'ETH Zurich et l'EPFL ont lancé l'initiative *Swiss AI* à l'automne 2023. Celle-ci vise à offrir à la recherche suisse une plateforme ouverte pour les grands modèles linguistiques (*Large Language Models*, LLMs) et à positionner la Suisse en tant que leader mondial pour le développement et l'utilisation d'une intelligence artificielle transparente et digne de confiance.

Le Conseil des EPF est convaincu de la nécessité de regrouper les forces dans le domaine de l'IA à l'échelle de la Suisse et de fournir les infrastructures nécessaires à la recherche, à l'enseignement et au TST. L'industrie, la société et le secteur public ne doivent pas dépendre d'infrastructures dont les propriétaires ne représentent pas les valeurs du pays. Le Domaine des EPF veut se concentrer sur une IA responsable et digne de confiance, sur la formation d'un nombre suffisant d'expertes et d'experts en IA, sur la promotion de start-up dans ce domaine et sur la préparation de la société aux défis et aux opportunités que représente l'IA.

#### **Des conditions-cadres stables et une ouverture internationale**

Le Domaine des EPF ne peut continuer à jouer son rôle de fleuron du domaine FRI suisse et maintenir, dans un contexte d'augmentation du corps étudiant, la qualité de la formation tout en répondant aux demandes de personnel hautement qualifié émanant de l'économie, de l'industrie et du secteur public que s'il dispose de ressources financières suffisantes. Le domaine FRI, et en particulier les institutions du Domaine des EPF, subissent de plein fouet la tension de la situation financière actuelle. En février 2023, le Conseil fédéral a ainsi décidé de réduire de 2% le budget 2024 du Domaine des EPF et de renoncer à la compensation du renchérissement. Sur la base de ce budget revu à la baisse, le message FRI prévoit, entre 2025 et 2028, une croissance nominale de 1,6%. Pour le Domaine des EPF, cela représente un énorme défi compte tenu de l'augmentation des frais de personnel, de la hausse des prix des matériaux et de l'énergie, et de la croissance du corps étudiant. Le Conseil des EPF exprime sa préoccupation.

Outre la situation financière tendue, la non-association de la Suisse au programme-cadre de recherche et d'innovation de l'Union européenne *Horizon Europe* représente une difficulté supplémentaire. L'ouverture internationale et la coopération scientifique multilatérale sont primordiales pour que le pays reste compétitif et maintienne l'excellence au plus haut niveau international.

La commission d'expertes et d'experts chargée de l'évaluation intermédiaire 2023 souligne également dans son rapport la nécessité d'un financement stable et d'une ouverture internationale pour assurer le succès du Domaine des EPF. Ce financement et cette ouverture sont notamment indispensables pour traduire les résultats de la recherche en solutions et en stratégies concrètes permettant de répondre rapidement aux défis actuels pour notre société.

# LA SCIENCE EN MARCHÉ

Additifs à base de carbone provenant de l'atmosphère pour le béton et l'asphalte.

Prévisions reposant sur l'IA: malédiction ou bénédiction? <small>Domaine des EPF</small>	12
«Je suis venu pour apprendre, pour faire bouger les choses» <small>ETH Zurich</small>	15
Stimuler les nerfs et défrayer la chronique <small>EPFL</small>	19
La lumière à l'intérieur du tunnel <small>PSI</small>	23
«Les forêts sont des systèmes complexes» <small>WSL</small>	26
Nouvelle initiative de recherche: Mining the Atmosphere <small>Empa</small>	29
Traces significatives <small>Eawag</small>	32

DOMAINE des EPF

# PRÉVISIONS REPOSANT SUR L'IA: MALÉDICTION OU BÉNÉDICTION?

L'intelligence artificielle (IA) promet de révolutionner la façon dont nous établissons des prévisions et modélisations. Mais quel est leur degré de fiabilité? Quelles sont les questions de confiance qui se posent? Il existe différentes approches permettant d'analyser, de traduire et d'établir des projections pour l'avenir avec l'IA. Le Domaine des EPF a identifié le potentiel existant.

Une théorie scientifique se révèle juste lorsqu'elle permet de réaliser des pronostics fiables sur des situations ou événements futurs. On crée un modèle du monde et on en déduit des prévisions que l'on teste. Comprendre pourquoi une chose se produit est une autre histoire. Une sorte de compréhension du monde qui restera peut-être toujours inaccessible à l'IA. Mais ce qu'elle sait très bien faire, c'est traiter les données.

L'IA est souvent assimilée aux GPT (*generative pre-trained transformers*) et autres modèles génératifs. Pourtant, les récents succès de l'apprentissage automatique et de l'IA sont bien plus significatifs que ne le laisse supposer cet engouement. En effet, le secret derrière les progrès des modèles linguistiques, qui étonnent même les spécialistes, n'est rien d'autre que leur capacité à anticiper. Ces réseaux neuronaux d'une taille indescriptible n'ont pas, à vrai dire, résolu le «problème» du langage. Ils parviennent simplement bien mieux que leurs prédécesseurs à deviner la suite la plus probable d'une phrase. Ce qui nous étonne tant, nous les humains, n'est «que» le résultat de la prédiction du mot suivant.

## Les modèles linguistiques apprennent aussi des images

«Mais trouver le mot suivant exact est une tâche assez difficile», objecte Robert West, professeur assistant en informatique à l'EPFL, où il dirige le *Data Science Lab* (dlab) et étudie de tels modèles linguistiques. «Il faut comprendre un peu le monde pour y parvenir.» Ce qui nous amènerait déjà au cœur de la grande controverse qui marque actuellement le monde de l'IA: ces modèles linguistiques sont-ils peut-être un peu plus que de simples modèles de langage? Depuis peu, ces modèles n'apprennent pas seulement le langage ou les images, mais tout à la fois. «La saisie d'images améliore le système linguistique. Un modèle renforce l'autre», explique R. West. Ces modèles «multimodaux» pourraient alors effectivement apprendre des choses rien qu'en observant. A titre d'exemple, R. West cite le simple fait que «lorsqu'on lâche une chose, elle tombe par terre».

Et que se passe-t-il si l'on équipe les robots de tels systèmes? «L'intelligence humaine est ancrée dans le monde physique», poursuit R. West. Les enfants sont de véritables petits scientifiques, ils apprennent en faisant des essais et des erreurs, tout

comme nous, les adultes. Les machines en seraient capables elles aussi. En tout cas, elles sont déjà en mesure de soulager les scientifiques en chair et en os d'une grande partie de leur travail.

## «Langage de la nature» comme modèle

Modéliser, tester, valider. Siddhartha Mishra, professeur à l'ETH Zurich, connaît bien cette triade scientifique. Ce mathématicien et expert en apprentissage automatique travaille depuis longtemps à apprendre ce type d'analyse aux machines. S. Mishra s'est spécialisé dans les équations différentielles partielles, un outil mathématique qui permet de décrire de nombreux processus naturels. Il désigne celles-ci comme le «langage de la nature». Mais comprendre ce langage et travailler avec lui est bien plus complexe que ce que ChatGPT et consorts accomplissent. En fin de compte, le langage humain contient une version fortement comprimée du monde. «La nature est beaucoup plus sauvage et le défi de modéliser ce système est donc bien plus grand. D'un autre côté, nous avons déjà une bien plus grande connaissance de la nature, et il nous faut désormais l'intégrer aux modèles.» Jusqu'ici, les calculs comprenant des équations différentielles partielles auraient rapidement nécessité la



Image générée par Midjourney

puissance de calcul d'un superordinateur. Avec l'IA, ces problèmes sont résolus beaucoup plus facilement. Par exemple, S. Mishra a développé avec une équipe de recherche de l'Empa des algorithmes rapides pour la simulation de procédés de fabrication au laser pour l'impression 3D. Avant, une simulation prenait quatre heures. L'IA y parvient en quelques microsecondes. Cela signifie qu'il est possible de simuler et d'imprimer en temps réel. L'utilisation d'équations différentielles partielles est également courante dans les systèmes d'alerte précoce aux tsunamis. L'approche de S. Mishra pourrait sauver des vies si elle permet de calculer rapidement la simulation des événements attendus à la suite d'un tremblement de terre.

### Scénarios de politique énergétique

Philipp Heer, responsable du domaine de l'IA dans le secteur de la construction et de l'énergie au *Digital Hub* (dhub) de l'Empa, décrit un cas similaire. Outre les problèmes d'optimisation classiques, p. ex. comment chauffer une maison le plus efficacement possible, l'IA est utilisée ici entre autres pour calculer des scénarios de politique énergétique pour la Suisse. Quelle question de confiance se pose si les machines nous disent à l'avenir quel type de politique nous devrions mener? Ph. Heer est d'avis que l'IA ne fait pas fondamentalement autre chose que les spécialistes humains, mais qu'elle le fait beaucoup plus rapidement. «Le résultat

serait semblable si dix scientifiques étudiaient le problème pendant dix ans.» Avec les systèmes actuels, il est désormais possible de modéliser un nombre bien plus grand de scénarios.

### Nowcasting des inondations urbaines

João P. Leitão, chef de groupe dans le département Gestion des eaux urbaines de l'Eawag, ne parle pas dans ce contexte de *forecasting*, mais de *nowcasting*. Prévoir les crues urbaines après de fortes pluies n'est possible que grâce à l'utilisation de modèles d'IA. Auparavant, les ordinateurs devaient tourner pendant des heures pour obtenir des simulations à haute résolution similaires; les éventuelles alertes arrivaient alors trop tard.

Cela nous incite à avoir des idées de science-fiction. Pourra-t-on tout simuler dans un avenir proche? L'IA sera-t-elle capable de calculer l'évolution future de n'importe quelle suite de données? Les modélisations physiques ne connaissent pas encore une trajectoire aussi fulgurante que ChatGPT, comme le précise S. Mishra: «Nous n'avons pas encore ce moment magique.» Mais qui peut dire où nous allons, vu la vitesse à laquelle les choses se passent? Il est dans tous les cas rempli d'espoir et d'optimisme. «D'une certaine manière, le grand objectif de mes recherches est le suivant: une IA qui fait paraître la modélisation de la nature aussi simple que GPT le fait pour la modélisation du langage.»

R. West pense lui aussi que les modèles actuels peuvent faire bien plus que simplement générer des résultats linguistiques. «Ils sont utilisés comme prédicteurs de mots suivants. Mais la prédiction ne doit pas nécessairement concerner des mots.» Avec la base de données correspondante, cela fonctionne également avec les transactions par carte de crédit ou avec des comportements en ligne, et même avec les séquences génétiques.

### Prévisions de la croissance du plancton

Modèles et *success stories* tous azimuts. À cet égard, Marco Baity Jesi adopte un point de vue plus terre-à-terre sur les développements actuels. Le physicien étudie à l'Eawag des approches appliquées et théoriques de l'IA, par exemple pour simuler la croissance du plancton dans les lacs. Mais les gros avantages sont évidents: l'IA permet de traiter de grandes quantités de données, de modéliser les choses, même si au fond on ne sait pas vraiment «comment elles fonctionnent», et de faire des prévisions. «Nous avons tendance à tomber trop facilement amoureux de nos modèles.» Et souvent, il n'est justement pas si facile de valider les résultats. Mais cette force nous invite aussi à la prudence: l'avenir reste toujours incertain, toute prévision est juste jusqu'à un certain point. Il déplore l'absence de voix critiques dans la communauté de l'IA et rappelle l'importance d'évaluer la fiabilité des prédictions.

### Détection d'erreurs systématiques

Konrad Bogner du WSL connaît lui aussi le phénomène. C'est un vétéran dans le domaine des prévisions de l'IA. L'hydrologue déclare avoir déjà travaillé avec des réseaux neuronaux il y a vingt ans pour sa thèse de doctorat afin de modéliser les débits, par exemple après des intempéries. Si personne ou presque n'avait entendu parler de ce terme à l'époque, aujourd'hui, tout le monde s'essaie à l'IA. Si ce mot à la mode permet de vendre plus facilement ses propres travaux scientifiques, il est important de considérer qu'il y a un avantage réel à tout cela. Il existe des domaines d'application qui peuvent tout aussi bien être modélisés avec des moyens plus simples. Si l'on utilise l'IA de manière aussi différenciée, elle recèle alors un grand potentiel, comme l'explique K. Bogner. Ainsi, les modélisations de l'IA pourraient aider à détecter les erreurs systématiques dans les prévisions. Concernant les modèles linguistiques, on connaît ce phénomène sous le nom de «biais»: les modèles ne sont pas neutres, ils ont repris nos préjugés. Cela peut aussi être le cas en météorologie et en hydrologie, et peut aiguïser notre regard sur les points faibles des modèles traditionnels.

S. Mishra pense que c'est justement cet «ancrage» qui fait la force des modèles qui modélisent la nature, contrairement à ChatGPT et consorts, qui eux tentent de maîtriser le concept plutôt flou de langage. «Dans la nature, la «vérité» est très bien définie.» Les prévisions en sont un bon exemple. Nous le faisons depuis longtemps et avons de ce fait déjà une grande expérience pour tester la précision des modèles. Et s'il ne s'agit pas de phénomènes naturels, mais d'un diagnostic médical? Allons-nous développer dans ce cas la même confiance fondamentale? S. Mishra ne tarde pas à répondre: «Je ferais d'emblée confiance à un système d'assistance automatique.» Sa femme est médecin, et il est convaincu qu'elle et ses collègues ne pratiquent rien d'autre qu'une sorte d'apprentissage automatique. «Beaucoup de gens ne sont pas conscients du fait que le corps médical travaille aussi avec

des modèles, faisant constamment des approximations de la vérité.» C'est pourquoi la combinaison de l'approche humaine et de l'approche algorithmique est pour lui une évidence.

### Dépistage précoce du cancer

Le PSI étudie actuellement comment cela pourrait se traduire dans la pratique. G.V. Shivashankar, directeur du Laboratoire de biologie à l'échelle nanométrique au PSI et professeur de mécano-génomique à l'ETH Zurich, utilise l'IA de reconnaissance d'image pour extraire des informations médicales pertinentes de cellules sanguines spéciales. Ce qui a en fait été développé pour identifier des objets dans des photos aide à reconnaître les processus de vieillissement dans les cellules ou permet le dépistage précoce du cancer. Les chercheuses et chercheurs profitent du fait que l'ADN est «emballé» différemment selon l'état de la cellule, comme peuvent le montrer les procédés de microscopie sensibles correspondants. Grâce à l'apprentissage semi-supervisé (technique hybride qui utilise des données marquées et non marquées), l'IA est entraînée de sorte à reconnaître avec une grande précision les cellules sanguines dans un corps dans lequel une tumeur se développe. «Notre philosophie a toujours été que chaque cellule est importante pour comprendre la maladie», explique G.V. Shivashankar. Mais suivre les changements cliniquement pertinents au niveau des cellules individuelles est un gros défi, qui ne peut en réalité être surmonté qu'avec l'IA. Il considère que les procédés actuels sont «si puissants» et leur application en médecine si fructueuse que cette interaction donnera naissance à de toutes nouvelles méthodes d'IA. Il est dans tous les cas convaincu que le diagnostic sera bien plus important déjà dans les stades précoces de la maladie que c'est le cas aujourd'hui.

### L'homme et la machine

Il est évident que le rapport homme-machine évoluera au cours des prochaines années. Dans le domaine du bâtiment, on a développé une certaine méfiance pour cela depuis longtemps déjà, déclare

Ph. Heer. L'automatisation des systèmes de chauffage a clairement montré que nous «aimons garder de l'influence sur notre environnement». Les gens se méfient des systèmes automatiques et autorégulés.

J. P. Leitão pense lui aussi que les processus reposant sur l'IA nécessitent impérativement un contrôle humain. Tels qu'ils sont conçus actuellement, les systèmes d'IA ne disposent pas des capacités humaines cruciales pour prendre des décisions: «Les décisions concrètes doivent toujours être prises par des personnes.»

R. West est convaincu que la renégociation de cette relation ne pourra pas se faire sans réglementation politique et considère les efforts actuels, par exemple au niveau de l'UE, comme «louables». Mais il faut toujours garder à l'esprit le potentiel que recèlent les méthodes d'IA. Il mentionne lui aussi spécifiquement le domaine médical. Mais les défis sont de taille: «Réguler un robot industriel ou une machine à vapeur, ce n'est pas la même chose.» Les modèles d'IA ont selon lui la possibilité de s'améliorer eux-mêmes. «Ils peuvent quasiment «aller dans le monde réel» et découvrir par eux-mêmes comment celui-ci fonctionne.» A l'heure actuelle, il est difficile de prévoir ce que cela signifie exactement, et si cela mène à une amélioration exponentielle des modèles. «Si un tel développement devait avoir lieu, alors nous ne pourrions plus en tant qu'êtres humains faire aucune prévision» en ce qui concerne l'avenir de l'IA.

R. West n'est sûr que d'une seule chose pour le moment: «Quelque chose d'important est sur le point d'arriver.» Un large public en a désormais pris conscience avec ChatGPT. «Le langage est si évident parce qu'il est si humain et parce qu'il est possible de représenter tellement de choses avec lui. Mais cela ne s'arrêtera pas là.»

## «L'être humain apprend en faisant des essais et des erreurs. Les machines en sont capables elles aussi.»

— Le professeur Robert West dirige le *Data Science Lab* (dlab), où il étudie les modèles linguistiques.

ETH ZURICH

«JE SUIS VENU POUR  
APPRENDRE, POUR  
FAIRE BOUGER LES  
CHOSSES»



# Que faire après avoir occupé le poste le plus prestigieux dans le domaine de la recherche spatiale? Après de longues années comme chef de la recherche à la NASA, Thomas Zurbuchen a choisi l'ETH Zurich. Une évolution de carrière pas si surprenante que cela, puisque l'objectif déclaré est de faire de la haute école un pionnier européen de la recherche spatiale.

«Je veux offrir l'un des meilleurs masters interdisciplinaires au monde en sciences et technologies spatiales afin de former la prochaine génération de *leaders* dans ce domaine», Thomas Zurbuchen, professeur de sciences et technologies spatiales à l'ETH Zurich.

«...explorer de nouveaux mondes étranges, découvrir de nouvelles vies, d'autres civilisations...», comme le dit le légendaire générique de la série *Star Trek*. Cela ne ressemble pas du tout au pragmatisme et à l'ingénierie suisses, mais plutôt à des possibilités infinies, à de grandes idées et à des budgets importants, à l'instar de ceux de Thomas Zurbuchen lorsqu'il était chef de la recherche à la NASA. Il est venu à l'ETH Zurich donner un coup de pouce au domaine *ETH I Space* lancé fin 2022 et aux activités qui y sont liées dans la haute école. Les effets de réseau devraient notamment permettre d'y parvenir, grâce aux échanges avec tous les départements qui mènent déjà des recherches pionnières sur l'espace à l'ETH Zurich.

## «Un potentiel incroyable»

Les forces et les atouts technologiques suisses – précision, esprit de recherche, technologie de pointe – sont particulièrement précieux pour le domaine des sciences de l'espace.

Le secteur spatial connaît un boom sans précédent: «Nous avons une croissance de 10% par an.» Il y voit un «potentiel incroyable» pour la Suisse. En effet, nos atouts technologiques dans la *deep tech* sont particulièrement recherchés dans l'espace: précision, esprit de recherche, technologie de pointe. Selon lui, l'ETH Zurich est particulièrement bien positionnée sur ces points: «Nous ne partons pas de zéro, l'avenir est déjà là: nous devons juste le mettre à la bonne échelle.» En effet, le nombre de projets de l'ETH Zurich en lien avec l'espace est impressionnant: qu'il s'agisse du *Large Interferometer for Exoplanets*, un concept de mission dirigé par l'ETH Zurich pour étudier des exoplanètes, ou du codéveloppement d'un des instruments centraux du *James Webb Space Telescope*. La haute école endosse également un rôle de pionnier en ce qui concerne l'utilisation des données satellites dans la recherche écologique. Le chercheur veut regrouper les activités existantes dans ce nouveau domaine et les rendre ainsi plus efficaces. Il sait comment relier les nombreux acteurs entre eux et faire interagir les différents champs d'action, évoquant notamment la formation, la recherche et l'entrepreneuriat. Sitôt arrivé, il a déjà mis sur pied une équipe composée de quatre départements et du rectorat qui lancera le premier master suisse en sciences et technologies spatiales à l'ETH Zurich en été 2024.

Il est évident que la dynamique de l'entrepreneuriat lui tient à cœur. Le «raz-de-marée» auquel on assiste actuellement est en grande partie dû au fait que de plus en plus de programmes commerciaux tentent de conquérir l'espace. Il veut renforcer cet esprit en Suisse aussi: selon lui, les nouveautés proviennent bien plus souvent des entreprises que des gouvernements. Il suffit de penser à Elon Musk et à ses audacieuses expérimentations de fusées. Les jeunes et leurs propositions de «solutions un peu folles» sont nécessaires. Th. Zurbuchen veut essayer de créer un endroit en Suisse pour accueillir ces esprits brillants qui souhaitent conquérir l'espace. Cela rappelle un peu le Luxembourg. Le pays s'est positionné avec succès ces dernières années comme un acteur central d'exploration pour les matières premières venant de l'espace. Selon Th. Zurbuchen, nous pourrions tout à fait nous en inspirer: un petit pays économiquement fort d'où émergent de nouveaux marchés. La Suisse serait ainsi en mesure de développer par exemple de nouveaux capteurs, mais aussi de s'établir comme référence en matière de bonnes pratiques pour la recherche spatiale.

Comment envisage-t-il les conditions éthiques, alors que de plus en plus d'entreprises se lancent dans le spatial, vers la dernière frontière? Le scientifique mentionne les accords Artemis, censés réglementer l'exploration et l'utilisation de la Lune au niveau international. «Des principes conjoints sont nécessaires pour l'exploration et l'utilisation civiles de l'espace», peut-on y lire. C'est ce qu'il souligne également: la coopération internationale est essentielle. Ce ne sera pas forcément facile, mais «nous avançons dans la bonne direction». Et qui sait, peut-être la Suisse pourra-t-elle y jouer un rôle plus important, car nous sommes non seulement compétents en matière de capteurs *high-tech*, mais aussi en matière d'accords internationaux.

Encore faut-il savoir à quoi ressemblera exactement ce décollage pour la Suisse, «comment s'y prendre pour faire bouger les choses ici», admet-il avec une franchise désarmante. «Je suis venu pour apprendre.» Mais on le croit sur parole lorsqu'il dit qu'il considère sa «singularité» comme une force et non comme un défaut. Il a connu le succès aux Etats-Unis, précisément parce qu'il était différent, parce qu'il devait d'abord apprendre à connaître les réalités culturelles. L'histoire se répète aujourd'hui, dans des circonstances inverses.

## Record du monde: de 0 à 100 en 0,956 seconde



Durant près d'un an, des étudiantes et étudiants de l'ETH Zurich et de la Haute école spécialisée de Lucerne ont passé chaque minute de leur temps libre sur leur voiture de course électrique baptisée «mythen», mettant ainsi en pratique les connaissances théoriques acquises. Avec succès, puisque le *Guinness World Records* a confirmé que «mythen» avait battu le précédent record du monde d'accélération pour véhicules électriques de plus d'un tiers. En effet, cette voiture de course est passée de 0 à 100 km/h en 0,956 seconde. L'ensemble des composants du bolide ont été développés par les étudiantes et étudiants. L'utilisation de carbone léger et d'aluminium alvéolaire permet de limiter son poids à environ 140 kilos. L'engin affiche une puissance impressionnante de 240 kW (326 ch) grâce à quatre moteurs et un groupe propulseur spécial.



Voir le record du monde sur YouTube.

## Un nouvel espace pour la recherche clinique

L'hôpital cantonal de Baden (KSB) et l'ETH Zurich collaborent ensemble depuis 2017. Dans un premier temps dans l'enseignement, avec les 100 premières étudiantes et étudiants inaugurant la toute nouvelle filière de bachelor en médecine humaine de l'ETH Zurich, puis de plus en plus dans la recherche clinique. Trois nouvelles chaires de la haute école ont emménagé dans de nouveaux locaux situés sur le campus de l'hôpital. «Nous voulons que notre recherche fondamentale et nos avancées en sciences de l'ingénieur profitent plus que jamais à la société, que ce soit sous la forme de médicaments, de traitements, de procédés de diagnostic ou d'appareils médicaux», déclare Christian Wolfrum, vice-président de l'ETH Zurich pour la recherche. L'objectif est également de faire progresser ensemble la numérisation des données de santé et leur utilisation en faveur de la recherche.



En savoir plus.



En savoir plus sur les plumes de poulet.

Le KSB offre au personnel de recherche un environnement orienté sur la pratique et profite de la force d'innovation et du savoir-faire de l'ETH Zurich.

> Alessandro Della Bella / ETH Zurich

Des scientifiques de l'ETH Zurich et de l'Université technique de Nanyang utilisent des plumes de poulet pour rendre les piles à combustible plus économiques et plus durables.

> Adobe Stock / Généré par l'IA



## Produire de l'électricité verte avec des plumes de poulet

L'industrie agroalimentaire, dont notamment la production de volailles, produit d'énormes quantités de déchets et de sous-produits. Chaque année, ce sont quelques 40 millions de tonnes de plumes de poulet qui sont incinérées, libérant au passage de grandes quantités de CO<sub>2</sub> et de gaz toxiques. Les équipes de recherche de l'ETH Zurich et de l'Université technologique de Singapour (NTU) ont trouvé une utilisation judicieuse à ces plumes. A l'aide d'un procédé simple et écologique, les scientifiques extraient la kératine, une protéine dont les plumes de poulet sont composées à 90%, pour la transformer en fibres très fines. Ces dernières servent ensuite à former la membrane d'une pile à combustible. Les piles à combustible génèrent de l'électricité sans CO<sub>2</sub> à partir d'hydrogène et d'oxygène. Leur rôle en tant que source d'énergie durable pourrait être décisif dans le futur. Les membranes traditionnelles contiennent des produits chimiques coûteux et extrêmement toxiques. La membrane développée par les équipes de l'ETH Zurich et de la NTU est composée quant à elle principalement de kératine biologique, respectueuse de l'environnement et dont la fabrication en laboratoire est trois fois moins chère.



## La 55<sup>e</sup> édition des Olympiades de chimie s'est tenue pour la première fois en Suisse

Les Olympiades internationales de chimie (IChO) se sont tenues en juillet 2023 pour la première fois en Suisse, à l'ETH Zurich. 348 élèves originaires de 89 pays différents étaient là pour démontrer leur connaissance en chimie dans une compétition amicale. Les épreuves imaginées par le comité scientifique sous la supervision de Wendelin Stark, professeur à l'ETH Zurich et trois fois lauréat des IChO, constituaient un défi de taille. «Enchaîner cinq heures de pratique de la chimie en laboratoire avec cinq heures de théorie à un niveau universitaire est une vraie épreuve, même pour l'élite mondiale», précise Wendelin Stark. «Je suis d'autant plus impressionné par l'implication et les connaissances que chacune et chacun a démontrées.» En marge des épreuves, un programme complet offrait l'occasion aux participantes et participants de découvrir la Suisse, sa recherche et ses formations de haut niveau. Ce programme comptait notamment la visite

du PSI, de l'Empa, de l'Eawag et de Lonza à Visp, ainsi que des excursions au Rigi et dans la vieille ville de Berne.



En savoir plus.

Un total de 217 médailles d'or, d'argent et de bronze ont été décernées. L'équipe suisse a reçu une «mention honorable».

› ETH Zurich

## Quand un apprenant fait gagner du temps à la recherche avec des électrons «inventés»

Jingo Bozzini, apprenant électronicien à l'ETH Zurich, a mis au point pour son travail de fin d'études un appareil de test qui va permettre aux spécialistes en physique de gagner beaucoup de temps dans le développement d'un microscope innovant. «Il est important précisément en physique expérimentale d'avoir des spécialistes qui savent résoudre des problèmes techniques et mettre en œuvre des choses de manière pratique», explique Yves Acremann du groupe de recherche en physique des solides. La formation professionnelle à l'ETH Zurich se distingue par la collaboration étroite entre le personnel de recherche et les apprenantes et apprenants. Les deux premières années de formation des électroniciennes et électroniciens se déroulent dans le laboratoire didactique d'électronique où sont acquises les connaissances fondamentales en technique de circuits imprimés, de fabrication et de mesure, ainsi qu'en programmation. Durant les deux années suivantes, les apprenantes et apprenants suivent une formation au sein de l'ETH Zurich, par exemple dans un laboratoire de recherche. J. Bozzini a co-signé avec Y. Acremann un article sur son travail publié dans le *Journal of Instrumentation*.

## Savoir où les tremblements de terre peuvent frapper

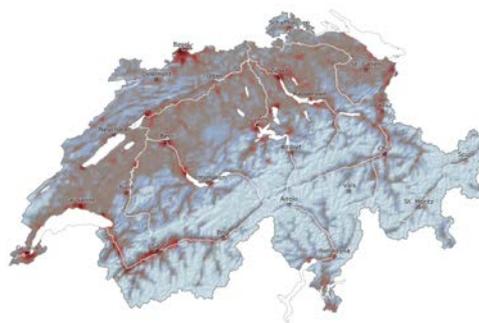
En moyenne, il se produit un séisme dévastateur d'une magnitude de 6, tous les 50 à 150 ans, sur le territoire suisse ou à proximité de ses frontières. «Jusqu'à aujourd'hui, on connaissait mal les conséquences possibles des séismes en Suisse», précise Stefan Wiemer, directeur du Service Sismologique Suisse (SED) à l'ETH Zurich. En coopération avec l'Office fédéral de l'environnement et l'Office fédéral de la protection de la population, et sur mandat du Conseil fédéral, le SED a dressé le premier modèle de risque sismique. Pour y parvenir, les sismologues ont combiné les informations relatives au risque sismique, à l'influence du sous-sol local, à la vulnérabilité des bâtiments, ainsi qu'aux personnes et marchandises qui seraient concernées par un séisme. Ce modèle de risque a pour vocation d'aider les autorités à prendre des décisions en matière de prévoyance des séismes et de gestion des catastrophes.



En savoir plus.



En savoir plus sur J. Bozzini.



Carte des risques sismiques: zones en rouge foncé à risque très élevé, zones en bleu clair à risque très faible

› Service Sismologique Suisse (SED)



EPFL

# STIMULER LES NERFS ET DÉFRAYER LA CHRONIQUE

# Les personnes paralysées peuvent-elles un jour remarcher? Oui, la science fait parfois des miracles. Que faut-il pour qu'une idée évidente soit mise en œuvre dans le domaine médical et que des patientes et patients puissent en profiter concrètement?



Prof. Jocelyne Bloch (à droite), neurochirurgienne, et Prof. Grégoire Courtine, neuroscientifique, effectuent tous deux leur recherche au CHUV, à l'UNIL et à l'EPFL, où ils dirigent ensemble le centre .NeuroRestore.

Il est plutôt rare qu'une découverte scientifique retentissante soit aussi simple à comprendre. Partie de Lausanne, une telle annonce a fait le tour du monde au printemps 2023: une nouvelle technologie permet aux personnes paralysées de remarcher! Les scientifiques Jocelyne Bloch de l'Université de Lausanne (UNIL) et Grégoire Courtine de l'EPFL, professeure et professeur titulaires à l'EPFL, à l'UNIL et au Campus Biotech de Genève, ont enfin pu annoncer l'avancée majeure réalisée avec leur interface entre le cerveau et la moelle épinière. Les premiers tests étaient prometteurs, mais le miracle numérique a maintenant montré pour la première fois son efficacité sur un être humain: l'implant est parvenu à pallier la lésion de la moelle épinière au niveau des vertèbres cervicales d'un patient devenu paraplégique après un accident de vélo. Celui-ci a pu se tenir debout, marcher et même monter des escaliers. Mais comment est-ce possible? En adoptant une approche très interdisciplinaire, soulignent les deux scientifiques. Et il ne s'agit pas seulement de la combinaison entre l'expertise neurologique et chirurgicale qu'ils apportent chacun au projet, cela signifie aussi des connaissances approfondies en IA, des connaissances dans le domaine de la robotique et une série de compétences qui ne sont pas directement liées à leur spécialisation.



Marc, 62 ans, vit avec la maladie de Parkinson depuis près de trente ans. Maintenant, il peut de nouveau monter des escaliers.

Neuroscientifique et neurochirurgienne renommée, J. Bloch reçoit régulièrement des appels de chercheuses et chercheurs qui ont «une idée brillante», confie-t-elle. Mais cela ne suffit pas, il faut le petit plus pour transformer une idée, aussi brillante et innovante soit-elle, en un projet médical transposable dans la réalité. Elle a tout de suite ressenti chez G. Courtine ce «petit plus qui fait toute la différence»: son énergie et, détail non négligeable, son talent d'organisateur. Après les premiers succès d'expérimentations animales, elle a tout de suite été «enthousiasmée» à l'idée de pouvoir aider réellement des personnes atteintes de lésions de la moelle épinière. G. Courtine ajoute qu'il faut aussi beaucoup de persévérance, car cette idée l'occupe depuis une vingtaine d'années. «Et aussi une bonne dose de chance.»



«L'idée de développer une neuroprothèse qui stimule électriquement la moelle épinière pour corriger les mouvements et traiter les paralysies dues à des lésions dans cette région est le fruit de plusieurs années de recherche», explique Grégoire Courtine.

C'est l'ancien président de l'EPFL, Patrick Aebischer, qui a mis en contact J. Bloch et G. Courtine et il a eu un excellent flair; la collaboration entre les deux scientifiques a déjà bien avancé, mais n'est probablement que le début d'un projet beaucoup plus important. En effet, nombre d'indicateurs suggèrent que la technologie de stimulation est enfin arrivée à maturité. Même si le duo souligne que la phase de test n'est pas encore terminée et qu'il est important pour le moment de valider la sécurité du procédé. Après les gros titres du printemps 2023, les deux scientifiques ont annoncé dans un article paru dans *Nature* en octobre que la technologie donne aussi de bons résultats chez des personnes ayant des difficultés à marcher à cause de la maladie de Parkinson. «D'autres projets sont en cours», précise G. Courtine, «je ne peux pas encore en dire plus, mais nous sommes sur la piste de neurones spéciaux, dotés d'une sorte de fonction de réparation, qui réagissent aussi à la stimulation électrique.»

Cette prochaine découverte d'envergure avait d'ailleurs déjà été évoquée dans un premier article de *Nature* au printemps. L'entraînement à la marche avec l'interface numérique a visiblement aidé le patient à récupérer progressivement des fonctions neurologiques perdues. Les scientifiques ont enregistré des améliorations notables de ses capacités sensorielles et motrices, même lorsque l'implant était désactivé. Cela suggère que de nouvelles connexions nerveuses se sont formées à la suite de la stimulation.

G. Courtine explique qu'en tant que physicien, il a rapidement compris qu'il ne souhaitait pas faire de la recherche fondamentale pure, mais quelque chose de concret lié à un vrai problème scientifique. Il s'est alors tourné vers la recherche neurologique et l'idée de pallier les connexions nerveuses endommagées à l'aide de procédés de pointe a mûri. Développer une idée en laboratoire est une chose, l'intégrer efficacement au corps humain avec un réel bénéfice pour la patiente ou le patient en est une autre.

«Je dirais que nous nous complétons bien», précise J. Bloch, avec modestie, elle qui apporte son expertise médicale et a le courage d'oser ce qui n'a jamais été expérimenté en salle d'opération, selon les mots de G. Courtine. Le projet lui offre l'opportunité de réaliser un travail clinique inédit, mais aussi d'élargir ses connaissances du fonctionnement et surtout de la capacité de régénération des connexions neuronales. Il se pourrait donc que Lausanne ne se contente pas de montrer le potentiel de la médecine *high-tech made in Switzerland*, mais ouvre aussi de nouveaux chapitres pour la neurologie.

## La bataille de Morat: un trésor national suisse en cours de numérisation



Voir l'œuvre et en savoir plus.

Analyse du niveau de conservation de la peinture avant le procédé d'imagerie numérique  
 > EPFL

La célèbre peinture le «Panorama de la bataille de Morat», réalisée par l'Allemand Louis Braun en 1893 sur quelque 1000 m<sup>2</sup> de toile, n'avait jamais été présentée durablement au grand public. Après une courte exposition, cette œuvre épique a passé les vingt dernières années dans une base militaire. Elle a donné vie aujourd'hui à la plus grande image numérique du monde (environ 1,6 térapixels). Cela a été rendu possible grâce à une caméra hors normes qui a pris environ 400 000 clichés de la surface du tableau, un support mécanique sur mesure et un patient travail de restauration mené par le laboratoire de muséologie expérimentale (EM+) de l'EPFL. Cette image doit en fin de compte générer une suite d'initiatives pour la science et la mise en valeur des données, ainsi qu'une expérience interactive à 360 degrés à destination du grand public. Il sera non seulement possible d'étudier jusqu'au dernier coup de pinceau, mais aussi de la faire «vivre» grâce à des technologies d'intelligence artificielle.



## Des filtres pour capturer l'hydrogène

La production efficace d'hydrogène propre est un défi pour l'avenir énergétique de la planète. Des chercheuses et chercheurs de l'EPFL à Sion, spécialisés dans les réseaux organométalliques (MOFs, *metal-organic frameworks*), ont réussi à développer une membrane de l'épaisseur d'une seule cellule, capable d'atteindre des performances inédites pour la séparation de l'hydrogène et de l'azote. Pour le professeur Kumar Varoon Agrawal, à l'origine de cette découverte, «cela permet une combinaison exceptionnelle de flux d'hydrogène et de sélectivité, offrant un immense potentiel pour des applications hautement efficaces de séparation des gaz». La technologie des réseaux organométalliques est en plein essor et peut également être utilisée pour le captage du CO<sub>2</sub> ou la dépollution des eaux, des applications qui sont également étudiées à l'EPFL.

## Trente ans de plasma au cœur de l'EPFL

En septembre 2023, le *Swiss Plasma Center* (SPC) célébrait le 30<sup>e</sup> anniversaire du Tokamak à configuration variable (TCV), une installation de recherche mondialement reconnue, dédiée au développement de la fusion nucléaire. Les scientifiques y chauffent à plus de 100 millions de degrés un gaz de deutérium: un isotope de l'hydrogène. Un champ magnétique complexe doit impérativement contenir le plasma au centre de la chambre afin de ne pas en toucher les parois. Des collisions très énergétiques se produisent au cœur du réacteur entre les noyaux des atomes. «Nous avons constamment une cinquantaine de doctorantes et doctorants, et tous ou presque travaillent au développement d'un nouvel outil de mesure ou de contrôle du plasma», souligne Yves Martin, adjoint du directeur. Ces travaux sont ensuite intégrés dans le développement du projet international ITER, dont le SPC est membre. Dans les usines à fusion du futur, la chaleur produite par les réactions de fusion alimentera des turbines afin de produire de grandes quantités d'une électricité durable et sans émissions de gaz à effet de serre ni déchets radio-actifs à longue durée de vie.

## Les grèves du climat ont eu un impact mesurable

Les mobilisations climatiques pacifistes portées par Greta Thunberg ont influencé les comportements environnementaux individuels des résidentes et résidents suisses. C'est ce que révèle une étude du Laboratoire des relations humaines et environnementales dans les systèmes urbains (HERUS) de l'EPFL. Le sondage, mené en 2019 par Livia Fritz, postdoctorante, a révélé que près de 30% des personnes interrogées avaient modifié leur comportement vers davantage d'attention à l'environnement à la suite des mouvements initiés par Greta Thunberg. Les changements

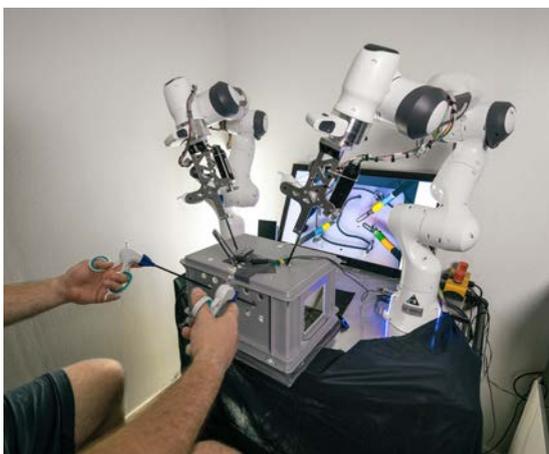
observés touchaient tant aux déplacements (moins d'avion et plus de mobilité douce), qu'à la consommation (davantage de produits locaux, biologiques et d'origine végétale) et au recyclage. «Cela témoigne d'une réelle prise de conscience de leurs habitudes environnementales et d'un processus de transformation substantiel au niveau individuel», analyse la chercheuse.



En savoir plus.

## Quatre bras pour opérer plus précisément

Des roboticiennes et roboticiens de l'EPFL ont combiné la manipulation de plusieurs membres avec une augmentation du contrôle partagé, permettant une avancée sans précédent dans le domaine de la chirurgie laparoscopique. Des spécialistes ont déjà été formés avec succès à ce système et des essais cliniques ont été réalisés à Genève. Chaque main contrôle un outil de manipulation, tandis qu'un pied contrôle la caméra ou l'endoscope et l'autre une pince motorisée, ces derniers étant pourvus d'un retour haptique qui permet d'aider le guidage de l'instrument vers la cible. «En incorporant des assistants robotiques commandés au pied et des stratégies de contrôle partagé, nous réduisons la charge mentale et physique des chirurgiennes et chirurgiens et nous émettons l'hypothèse d'améliorer les résultats chirurgicaux», souligne la professeure Aude Billard, co-auteure de ce projet avec le professeur Mohamed Bourri.



## Un rayon laser pour dévier la foudre

Un paratonnerre d'un genre nouveau a pu être testé avec succès au sommet du Säntis. Le *Laser Lightning Rod* (LLR) développé par un consortium européen comprenant l'Université de Genève (UNIGE), l'École polytechnique (Paris), l'EPFL, la Haute École d'ingénierie et de gestion du canton de Vaud (HEIG-VD) et TRUMPF *scientific lasers* (Munich) a pu démontrer son efficacité pour dévier la foudre de plusieurs dizaines de mètres. Les chercheuses et chercheurs de l'EPFL, sous la conduite du professeur Farhad Rachidi et en partenariat avec la HEIG-VD, ont étudié l'initiation des décharges de foudre ascendantes et ont déployé des installations expérimentales pour l'observation de la foudre. La prochaine étape consistera à augmenter encore davantage la hauteur d'action du laser, qui fonctionne aussi à travers les nuages. L'objectif, à terme, est notamment de parvenir à prolonger de 500 m un paratonnerre de 10 m grâce au LLR.



Voir la vidéo sur la chirurgie assistée par robot sur YouTube.



Les résultats, publiés dans le *International Journal of Robotics Research*, confirment la faisabilité du système.

› EPFL

› Photo (à gauche): M. Stollberg/EPFL/Trumpf

PSI  
LA LUMIÈRE  
À L'INTÉRIEUR  
DU TUNNEL



# La Source de Lumière Synchrotron Suisse du PSI bénéficie d'une mise à niveau afin de rester une installation d'excellence pour la recherche future. Le chef de projet, Hans-Heinrich Braun, fait visiter le chantier.

Normalement non accessible:  
Hans-Heinrich Braun (photo) dans l'anneau de la Source de Lumière Synchrotron Suisse SLS en cours de démontage.

Les temps sont «sombres» au PSI à Villigen. Mais on voit déjà, pour filer la métaphore, la lumière au bout du tunnel – ou plutôt, à l'intérieur du tunnel. Nous sommes accueillis par Hans-Heinrich Braun, chef du projet SLS 2.0, qui nous invite à le suivre jusqu'au bâtiment le plus emblématique du PSI. Depuis une bonne vingtaine d'années, un énorme ovni rond se dresse à l'extrémité sud du site: la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS), dont l'anneau constitue le cœur de l'installation. Les électrons y circulent presque à la vitesse de la lumière. En temps normal.

Encore environ 400 jours avant la fin des jours sombres à la SLS et le retour de la lumière synchrotron produite par les électrons.

Lors d'une visite, en octobre 2023, seules deux importantes grues industrielles tournaient sous l'impressionnant dôme. H.-H. Braun en désigne une: «Nous l'avons fait installer spécialement pour pouvoir réaliser la transformation.» Pour ne pas perdre un temps précieux, de nombreux changements s'imbriquent les uns dans les autres: nous observons à la fois le montage de nouveaux éléments et le démantèlement d'anciennes structures. Il explique ce qui se passe depuis une surface surélevée, d'où l'on a une vue imprenable sur l'installation. Ici, on s'active à démonter et à évacuer, là à visser et à installer. Un peu à l'écart se trouve déjà une section du nouveau synchrotron, un mince tube de cuivre dans une structure en métal. Au final, peu de choses resteront en l'état actuel. L'installation sera à l'arrêt pendant 15 mois. C'est une longue période vu le nombre d'expériences réalisées ici en même temps: 16 lignes de faisceau (*beamlines*) sont transférées de l'anneau vers les stations d'expérimentation réparties tout autour du bâtiment. Les rayons X de la SLS sont utilisés, entre autres, pour des recherches dans les domaines de la physique, des sciences des matériaux, de la chimie et de la médecine. Chaque année, plus de 1000 scientifiques de Suisse et de l'étranger viennent au PSI pour réaliser des expériences, qui vont de l'analyse de nouveaux matériaux à l'étude des cristaux de protéines.

C'est justement pour ce dernier point que la SLS est souvent utilisée par des partenaires industriels. Le PSI travaille en étroite collaboration avec des entreprises pharmaceutiques et les méthodes utilisées constituent actuellement l'étalon-or pour l'élucidation de structures protéiques complexes. Le PSI est donc ici davantage un prestataire de services qu'un institut de recherche fondamentale. Est-ce que les partenaires peuvent attendre aussi longtemps?

En d'autres termes: un tel arrêt n'est-il pas délicat du fait de la concurrence avec d'autres installations de synchrotron? Selon H.-H. Braun, il serait au contraire problématique de ne pas procéder à la transformation. «Les meilleures chercheuses et chercheurs vont vers les meilleures installations.» Et après vingt ans d'exploitation réussie, on risque de perdre le contact avec les évolutions techniques sans une mise à jour complète.

La rénovation récente de l'installation de synchrotron de Grenoble, l'*European Synchrotron Radiation Facility* (ESRF), s'est avérée être un coup de chance: «Nous avons en quelque sorte fait un échange.» Pendant l'arrêt, des expériences ont été menées à Villigen. Les équipes de recherche sont désormais autorisées à se rendre à Grenoble. Il va de soi que l'on souhaite ensuite voir revenir les scientifiques de haut niveau au PSI, ce qui est précisément l'objectif de cette mise à niveau de la SLS. La description par le chef de projet de la future installation trahit son enthousiasme: après la transformation, on disposera de lignes de rayonnement beaucoup plus intenses, ce qui permettra de réaliser des expériences pour lesquelles on aurait dû «effectuer des mesures pendant des années» avec l'installation actuelle. Cependant, cela implique aussi de rehausser significativement le niveau d'exigence pour la technologie du synchrotron. Certains des défis ont pu être relevés dans l'atelier du PSI, où l'on travaille, par exemple, sur des prototypes d'aimants de dernière génération. Le fait de produire certaines pièces confère un avantage au PSI dans les discussions avec les entreprises chargées de fabriquer plusieurs autres éléments, car on négocie alors «d'égal à égal». En effet, il s'agit souvent de «procédures qui ne figurent dans aucun manuel». Les exigences d'une telle installation, la précision requise, l'ultra-vide pour que les électrons aient une trajectoire libre, tout cela n'est connu que dans la fabrication de puces électroniques.

H.-H. Braun avait déjà dirigé la construction du SwissFEL. Il a appris à ne négliger aucun détail, comme le volume de données à traiter, qui peut être énorme pour ce genre de mesures sur des installations ultramodernes. Le véritable défi d'un projet d'une telle envergure réside dans les multiples aspects qui doivent s'imbriquer parfaitement à la fin. Toutes ces explications montrent à quel point cette mise à jour est titanesque. Même si tout semble calme et concentré sous le dôme de la SLS, on réalise la pression ressentie lorsqu'on planifie des instruments qui ouvriront de nouvelles possibilités à la prochaine génération de chercheuses et chercheurs: «Nous voulons en effet aller aux limites du possible, nous voulons essayer l'extrême.» Encore environ 400 jours avant la fin des temps «sombres».

## L'aide de RADEM à bord de la mission Jupiter



Suivez la mission JUICE sur Internet.

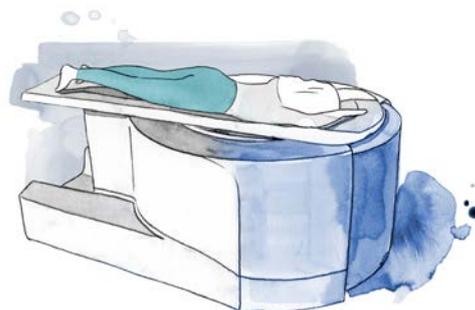
Représentation de la mission JUICE pour l'exploration du système de Jupiter.  
 > ESA/ATG medialab

Le 14 avril 2023, la mission JUICE (*Jupiter Icy Moons Explorer*) de l'ESA a décollé en direction des trois plus grosses lunes de Jupiter. Elle devra éclairer sur les interrogations autour de la naissance de Jupiter et chercher des signes éventuels de l'existence d'océans renfermant une vie extraterrestre sous les couches de glace de ses lunes. Parmi les nombreux instruments embarqués figure le RADEM (*Radiation-hard Electron Monitor*), un moniteur d'électrons *high-tech* résistant aux radiations et développé au PSI. Il fournira des indications sur les conditions complexes de rayonnement ainsi que sur l'environnement magnétique extrêmement dynamique du système jovien. RADEM joue également un rôle de sentinelle: s'il détecte des valeurs de rayonnement élevées constituant un danger, les autres instruments plus sensibles de la mission JUICE pourront être éteints, et ainsi protégés.



## Dépister le cancer du sein plus précocement

L'interférométrie à réseaux basée sur des grilles, un procédé développé récemment, pourrait améliorer à l'avenir le dépistage précoce du cancer du sein. Des scientifiques du PSI travaillent sur ce point avec des équipes de l'ETH Zurich, de l'Hôpital cantonal de Baden et de l'Hôpital universitaire de Zurich. Cette méthode est une évolution de la tomographie informatisée, au cours de laquelle le tissu mammaire est examiné à l'aide de rayons X. Elle ajoute au processus habituel l'information tirée de la phase des ondes lumineuses des rayons X. Il s'agit de signaux qui sont générés par la réfraction et la diffraction des rayons lorsqu'ils atteignent les tissus. Cette information est rendue accessible par le fait que les rayons X traversent trois grilles optiques. Pour une intensité de rayonnement équivalente, la résolution et le contraste des images produites sont bien supérieurs aux rayons X traditionnels, ce qui simplifie l'identification des plus petits changements dans les tissus.



Les scientifiques continuent de faire évoluer la radioscopie pour dépister le cancer du sein. Cette technique permet d'obtenir des résultats beaucoup plus fiables et moins désagréables pour les patientes.

> Julia Ossko

## L'aviation peut-elle être climatiquement neutre?

Des équipes de recherche du PSI et de l'ETH Zurich ont évalué les possibilités de rendre les transports aériens climatiquement neutres d'ici 2050. Elles en ont conclu qu'outre le passage à un carburant durable produit artificiellement, il faudrait non seulement stocker du dioxyde de carbone sous terre, mais aussi réduire le volume du trafic aérien. Leur étude a porté sur l'observation, entre autres, des effets non-CO<sub>2</sub>. On nomme ainsi par exemple les traînées de condensation et les cirrus qui se forment à haute altitude à cause des émissions de gaz des avions. Si ces effets ont une durée de vie plus courte que d'autres, ils représentent actuellement la majeure partie des conséquences de l'aviation sur le climat tant que celle-ci augmente. Pourtant, si le trafic aérien diminuait, ces effets non-CO<sub>2</sub> disparaîtraient rapidement. En combinaison avec un passage progressif à des carburants plus respectueux de l'environnement et provenant d'énergies renouvelables, une baisse du trafic aérien de 0,2% suffirait à ce que l'aviation n'aggrave plus à partir de 2050 le réchauffement climatique.



WSL

«LES FORÊTS SONT  
DES SYSTÈMES  
COMPLEXES»

Petra D'Odorico, spécialiste en télé-détection, aime faire voler des drones. Non pour s'amuser, mais pour réaliser des prises de vue thermiques et multispectrales à haute résolution. Il s'agit ainsi d'établir un système d'alerte précoce qui permette de détecter le stress hydrique en forêt avant que celui-ci ne devienne visible.

Une excursion en fin d'été invite à s'attarder sur un banc en lisière de la forêt, profiter des derniers rayons de soleil et de la tranquillité. Un tracteur ronronne au loin, à peine un bruissement dans les buissons. Quand soudain un bourdonnement se fait entendre, d'abord tout juste perceptible, puis de plus en plus distinct. Un coup d'œil en direction du ciel identifie l'origine du bruit: il s'agit d'un drone. Mais que fait-il ici? Se pourrait-il qu'il soit en mission au service de la science? Peut-être sert-il à examiner la forêt d'en haut? Les spécialistes de la forêt ont en effet découvert depuis longtemps les divers avantages de ces petites merveilles volantes, notamment pour obtenir un aperçu concret des effets de la sécheresse. Il suffit de leur donner les bons «yeux».

Les spectres font surgir beaucoup d'indices à la surface, allant des caractéristiques biochimiques et morphologiques jusqu'aux propriétés comportementales des arbres.

Equipés de capteurs couvrant de nombreuses longueurs d'onde, les drones de Petra D'Odorico ne perçoivent pas seulement la lumière visible. Le spectre élargi et à plus haute résolution permet de révéler ce qu'une forestière ou un forestier n'aurait sans doute remarqué que bien plus tard: le stress hydrique. Lorsqu'il fait trop sec sur une longue période, un mécanisme de protection très particulier se déclenche dans les feuilles. Celui-ci fait en sorte que la lumière absorbée soit «dissipée» autrement que par photosynthèse. La photosynthèse a besoin de suffisamment d'humidité pour fonctionner, le processus de transformation biochimique impliquant l'utilisation de dioxyde de carbone. Ce mécanisme de protection entraîne une conversion des pigments. «Un peu comme en automne», illustre la chercheuse. Trop subtile pour l'œil humain, cette modification de la composition des pigments foliaires, et par conséquent du spectre, n'est d'abord visible que sur l'écran d'ordinateur; elle constitue un signe avant-coureur certain de stress.

Les prises de vue aériennes présentent un autre avantage: elles permettent de scanner des milliers d'arbres en même temps, ce qui relève de l'impossible au sol. Par le passé, P. D'Odorico travaillait principalement à partir d'images satellites. Mais elle a ensuite voulu «zoomer plus près». C'est seulement grâce à l'utilisation des drones qu'elle a pu atteindre une résolution

Grâce aux données récoltées par des drones, il est possible de définir un portefeuille d'essences propices à la forêt suisse du futur.

spatiale suffisante pour pouvoir étudier les évolutions en forêt à partir de l'examen d'arbres individuels, car tous les arbres et toutes les essences ne réagissent pas de la même manière au stress. En outre, à la différence des satellites qui se déplacent selon un horaire fixe, il est possible de choisir la résolution temporelle de manière autonome. Les drones permettent donc par exemple de «zoomer plus près» pendant une canicule.

P. D'Odorico nous présente ses «outils» dans une salle au sous-sol du WSL à Birmensdorf. Ses drones s'avèrent bien plus grands que les exemplaires que l'on a l'habitude de voir de temps en temps. Il s'agit de versions professionnelles coûteuses et dont la manipulation n'est pas sans danger: «Il est impératif d'être accompagné lorsque l'on manœuvre ce type de drone», précise la spécialiste. Certes, un logiciel spécial facilite la planification du vol au-dessus d'une zone prédéfinie. De même, la plupart des manœuvres de balayage se déroulent de manière automatisée, mais le pilotage est manuel au décollage, à l'atterrissage et pour des prises de vue spécifiques. Une certaine prudence demeure: «Les capteurs que l'on manœuvre ainsi à 100 mètres au-dessus du sol sont plutôt coûteux.» Il vaut mieux savoir ce que l'on fait. P. D'Odorico, elle-même formée au vol par un ancien pilote de l'armée américaine au Canada, explique que dans l'agriculture, les prises de vue par drone et les procédés d'analyse d'imagerie numérique sont utilisés depuis longtemps pour évaluer la capacité de rendement et la résistance au stress des cultures. «Mais les forêts sont des systèmes plus complexes». En ce sens, son travail consiste encore en grande partie en de la recherche fondamentale. Il s'agit avant tout de comprendre ce que les prises de vue permettent de voir. Les spectres contiennent beaucoup d'informations parfois difficiles à départager, allant des caractéristiques biochimiques et morphologiques jusqu'aux propriétés comportementales des arbres. C'est pourquoi la chercheuse insiste volontiers sur le caractère indispensable des observations et des connaissances humaines de la forêt. «Le travail avec les drones est loin d'être suffisant. Les écosystèmes forestiers sont tout simplement trop complexes.» En ce moment, sa tâche principale consiste à trier et à valider l'abondance de données en échangeant avec les spécialistes sur le terrain: «Le savoir des forestières et forestiers ne disparaît pas comme ça.»

Les données des drones contribuent toutefois à élargir le champ de vision. Les prises de vue permettent notamment d'étudier avec précision les essences s'adaptant mieux à un climat plus sec et plus chaud et de définir un portefeuille d'essences propices à la forêt suisse du futur. La valeur précieuse de ces connaissances forestières est évidente, en particulier face au changement climatique qui s'accélère.

## De l'espoir pour le frêne

Le dépérissement des pousses du frêne a été dévastateur pour ce qui était autrefois la deuxième espèce feuillue la plus fréquente en Suisse. Alors que plus de 90% des frênes sont tombés malades, ce sont surtout les jeunes arbres qui sont morts en grand nombre. La faute en revient à un champignon originaire d'Asie qui fait flétrir les jeunes pousses. Ces arbres sont également sous la menace de l'agrile du frêne, un coléoptère envahissant originaire lui aussi d'Asie et qui se répand à travers l'Europe. Ses larves grandissent sous l'écorce de l'arbre et sont fatales au frêne. L'espoir est pourtant permis: les chercheuses et chercheurs du WSL ont démontré que les arbres qui résistent au champignon se défendent également mieux contre l'agrile. Les frênes résistants produisent des substances de défense contre le champignon qui nuisent aussi au développement des larves. Il s'agit à présent de peupler les forêts du plus grand nombre possible de ces frênes porteurs de la résistance croisée afin d'assurer la survie de cette essence.



Essai sur un frêne au laboratoire phytosanitaire du WSL.

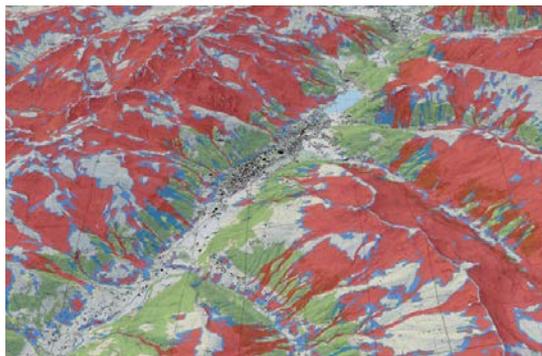
› Michael Eisenring/WSL

## Des mangeurs de plastique découverts dans des sols alpins et arctiques

Les micro-organismes suscitent de grands espoirs pour le développement d'une économie circulaire du plastique. Certaines espèces produisent des enzymes qui accélèrent la décomposition du plastique en éléments plus petits et réutilisables. Les enzymes des micro-organismes connus jusqu'à présent nécessitent toutefois des températures supérieures à 30° C, ce qui est très gourmand en énergie et en moyens financiers. Les chercheuses et chercheurs du WSL ont découvert dans les Alpes, au Groenland et au Spitzberg des microbes capables de décomposer certains types de plastiques à 15°C. Au total, ce sont 19 souches de bactéries et champignons capables de décomposer les plastiques biodégradables, hormis le polyéthylène (PE), qui ont été identifiées. Le défi consiste désormais à identifier les enzymes produites par les souches microbiennes et à optimiser le processus afin d'obtenir de grandes quantités d'enzymes. Les conclusions pourront ensuite être utilisées dans le cadre du recyclage des plastiques biodégradables.

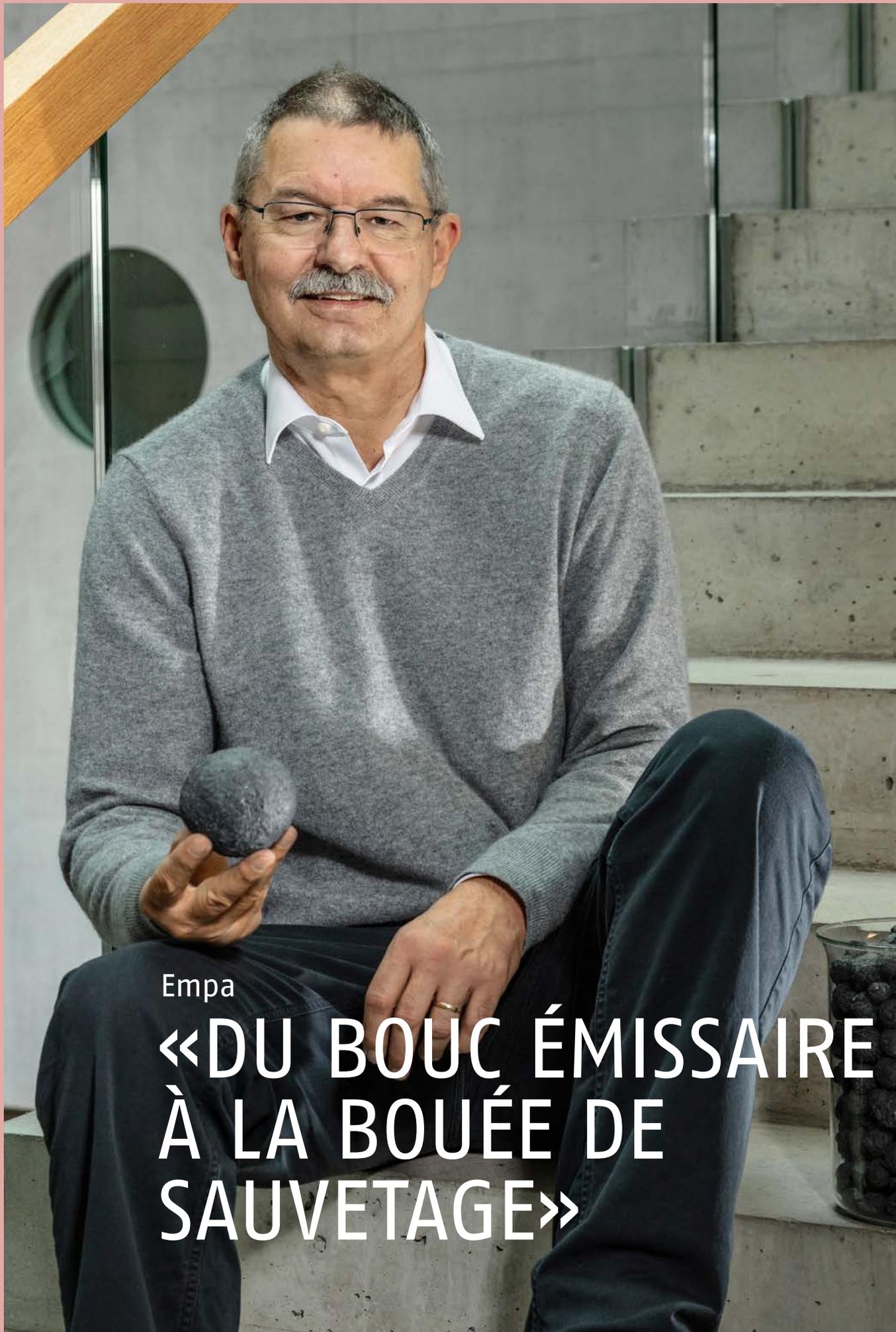
## Cartographier automatiquement les risques d'avalanche

Dresser des cartes des zones menacées par des risques d'avalanche est un travail long et complexe, ce qui explique qu'il en existe presque uniquement pour les zones urbanisées. Les équipes de recherche du SLF ont utilisé le logiciel de simulation RAMMS pour cartographier les risques d'avalanche sur l'ensemble du canton des Grisons. La comparaison entre les cartes émises de manière traditionnelle et celles générées automatiquement, lorsque cela est possible, démontre que la nouvelle méthode fournit des résultats fiables. L'approche adoptée peut être transposée à d'autres territoires, pour autant qu'il existe pour ceux-ci des modèles de terrain précis et des informations en matière de climatologie nivologique. Depuis, les chercheuses et chercheurs ont également généré des cartes des dangers pour les cantons du Valais et du Tessin, ainsi que pour des régions en Italie, en Alaska, en Nouvelle-Zélande, en Géorgie et en Afghanistan.



Carte des dangers d'avalanche calculée automatiquement pour la région entourant Davos.

› SLF



Empa

# «DU BOUC ÉMISSAIRE À LA BOUÉE DE SAUVETAGE»

Quel est le rôle du secteur de la construction dans l'aggravation de la crise climatique? Un rôle majeur, selon Peter Richner. Entretien avec le directeur adjoint de l'Empa et coresponsable du pôle de recherche Construction durable.

**Monsieur Richner, vous souhaitez utiliser l'atmosphère comme source de CO<sub>2</sub>, vous appelez cela Mining the atmosphere.**

**En quoi cela consisterait-il?** Tout d'abord, nous devons prendre conscience d'une chose: nous faisons tout pour atteindre notre objectif de zéro émission nette d'ici à 2050. Aussi difficile que cela puisse déjà être, ce n'est qu'une étape intermédiaire! Après 2050, nos émissions doivent devenir négatives, et ce massivement, sinon cela n'aura servi à rien.

**Négatives? Peut-on faire plus que de ne pas émettre de CO<sub>2</sub>?** Oui, tout à fait. En récupérant dans l'atmosphère une bonne partie du CO<sub>2</sub> émis jusque-là.

**En quoi votre approche diffère-t-elle du concept très controversé de carbon capture and storage (CCS)?** Le CCS pourra et devra très probablement apporter une contribution importante pour atteindre notre objectif. Mais son désavantage, selon moi, c'est que la valeur ajoutée de cette méthode est nulle et que le procédé consistant à capturer le CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère et à le stocker dans le sol ne génère que des coûts. Si la première étape de notre proposition est similaire, nous souhaitons ensuite utiliser le carbone obtenu. On pourrait appeler ce concept le CCU, *carbon capture and use*.

**En quoi le carbone pourrait-il être utile?** C'est la question la plus importante: qui aurait besoin d'énormes quantités de carbone? Non pas comme combustible, mais comme matériau. Le secteur de la construction, bien sûr. Il ne s'agit pas de quelques milliers de tonnes, mais de centaines de millions.

**Et cela servirait à la construction de bâtiments en carbone?** Pas tout à fait, mais ça va dans ce sens. Nous avons mis au point un béton léger auquel sont ajoutés des granulés de carbone. Ce n'est pas un béton haute performance, mais il suffit pour la plupart des applications. Nous avons ainsi un puits de carbone où le CO<sub>2</sub> disparaît durablement.

**La production de ce béton n'émet-elle pas, elle aussi, du CO<sub>2</sub>?** Avec les matériaux dont nous disposons, nous atteignons déjà un bilan d'émissions nul. Mais nous pensons que nous parviendrons finalement à -100 kg de CO<sub>2</sub>/m<sup>3</sup>, voire moins. Cela signifie donc que plus l'on utilise de béton, mieux c'est pour le climat! Cette approche ouvre de nouvelles perspectives, surtout au vu de l'évolution du secteur de la construction à l'échelle mondiale. Pensez par exemple aux projets de construction et d'infrastructure en Chine ou à tous les pays qui n'ont encore quasiment aucune infrastructure.

**Mais où et surtout avec quelle énergie ce carbone sera-t-il produit?** C'est le deuxième point essentiel: nous ne le faisons pas ici, mais là où se trouvent les plus grandes quantités d'énergie. Et j'é mets ici une hypothèse, qui ne fait peut-être pas l'unanimité, mais dont je suis totalement convaincu: il arrivera un moment où l'énergie renouvelable sera disponible en abondance. Les pays producteurs de pétrole savent bien que le temps de l'argent fossile facilement gagné est bientôt révolu. Ils voudront cependant continuer de compter parmi les plus grands fournisseurs d'énergie. Ils investissent donc massivement dans le photovoltaïque.

**C'est tout de même étrange: nous produisons du carbone avec de l'énergie solaire?** Pas directement. Avec l'électricité, nous produisons de l'hydrogène que nous transformons en méthane avec du CO<sub>2</sub>. Ce méthane, nous l'amenons ici sous forme de gaz liquide. Cela nous permet donc d'importer de l'énergie renouvelable en Suisse. Il y aura des besoins, surtout en hiver. Mais ce qui est décisif, c'est la conversion du méthane en carbone, par un procédé de pyrolyse. Celui-ci libère de nouveau de l'hydrogène et génère du charbon comme sous-produit, ce qui est pratique, car le charbon est le matériau contenant le plus de carbone.

**Le béton est-il le seul réservoir adéquat?**

Nous examinons aussi d'autres options. L'asphalte pourrait éventuellement convenir, mais aussi certains matériaux isolants. Il y a encore un potentiel de développement.

**Il existe d'autres propositions pour faire du secteur de la construction un puits de CO<sub>2</sub>. Le climatologue allemand Hans Joachim Schellnhuber est partisan du bois. Le bois n'est-il pas plus efficace?**

Là où les ressources en bois sont suffisantes, il est judicieux de l'utiliser dans la construction. Mais il est important que le bois ne soit pas brûlé à la fin de sa durée d'utilisation, sinon il produit à nouveau du CO<sub>2</sub>; nous devons supprimer celui-ci du cycle pour plusieurs siècles, pas seulement pour 50 ans.

**Les maisons ne sont pas non plus éternelles. Que se passe-t-il lors de la démolition?**

Ici également, il faudra penser différemment: nous avons besoin d'un *design for disassembly*, ou conception pour le démontage. Le carbone reste en circulation pendant quelques cycles et les éléments sont réutilisés pour de nouvelles constructions. A la fin, ils sont envoyés dans une décharge minérale, laquelle constitue un puits définitif.

**Cela semble convaincant, mais le climat est aussi une question politique. Comment mettre cela en œuvre à grande échelle?**

Cela ne peut se faire que progressivement. Au début, on peut aussi convertir de la matière organique en carbone par pyrolyse. Il est évident que les émissions de CO<sub>2</sub> doivent avoir un prix. Celles et ceux qui émettent doivent payer. Et inversement: celles et ceux qui construisent récupèrent de l'argent! Il faut trouver les bonnes incitations. Je suis convaincu que nous avons besoin de solutions qui peuvent être soutenues par la majorité de la population.

**Vous parlez comme un expert en politique climatique. Considérez-vous aussi ce travail de recherche comme un engagement sociétal?**

Absolument. Je suis conscient des défis, mais nous souhaitons montrer des voies praticables au lieu de crier que tout est perdu. Nous avons émis gratuitement pendant deux cents ans et notre dette est aujourd'hui énorme. Nous devons maintenant réparer les dégâts.

## De nouvelles nanoparticules pour un traitement plus doux des tumeurs



En savoir plus.



La radiothérapie est l'une des pierres angulaires du traitement du cancer. Toutefois, certains types de tumeurs répondent peu aux radiations. Des chercheuses et chercheurs de l'Empa développent, en collaboration avec l'hôpital universitaire de Zurich, l'hôpital cantonal de Saint-Gall, le PSI et l'ETH Zurich, des « radiosensibilisateurs » composés de nanoparticules afin de rendre les cellules tumorales plus sensibles. Les candidats les plus prometteurs sont les structures organométalliques (MOFs) et les MXènes, des composés métalliques bidimensionnels. Lors des expériences en laboratoire, les radiosensibilisateurs amplifient nettement l'effet des rayons sur les cellules tumorales, tout en préservant les cellules saines. Une telle précision dans le traitement par rayonnement renforce l'efficacité du traitement contre le cancer et le rend moins agressif pour les tissus proches.

Une équipe de recherche de l'Empa développe des « radiosensibilisateurs » novateurs à partir de composés métalliques organiques pour un traitement des tumeurs plus efficace.

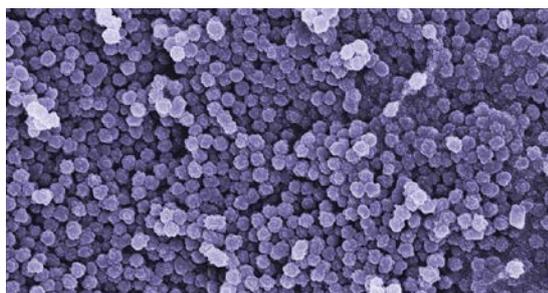
> Empa

## Quelle quantité de microplastiques se trouve dans les eaux suisses?



En savoir plus sur les microplastiques.

Chaque année, 14 000 tonnes de plastique environ sont déversées dans l'environnement en Suisse, dont des microplastiques issus des cosmétiques ou des vêtements en fibres synthétiques. Plusieurs tonnes se retrouvent dans les rivières et les lacs. Pour autant, il n'est pas encore possible de se faire une idée globale réaliste de cette pollution. Les scientifiques de l'Empa ont par conséquent développé un modèle qui montre le comportement des sept plastiques les plus courants dans les eaux suisses. Résultat: environ la moitié des microplastiques restent dans le pays, un tiers se dépose dans les lacs et le reste demeure dans les rivières. La pollution est la plus forte en aval des grandes villes. A Bâle par exemple, le Rhin charrie chaque année environ quatre tonnes et demie de microplastiques en direction de l'Allemagne.



Avec leur petite taille, les microplastiques tels que le polystyrène (gros ici 50 000 fois) se retrouvent très facilement dans les eaux.

> Empa/ETH Zurich

## Accélérer la recherche sur les batteries avec des robots et des start-up

Les chercheuses et chercheurs de l'Empa veulent profiter de l'aide du robot-batterie «Aurora» pour donner un coup d'accélérateur au développement des accumulateurs d'énergie dont le besoin est urgent. Le projet fait partie de l'initiative de recherche Battery2030+ récemment financée par l'UE à hauteur de plus de 150 mio. d'euros. «Aurora» doit prendre en charge de manière entièrement automatisée, et à l'avenir également autonome grâce à l'IA, la sélection des matériaux, l'assemblage et l'analyse des cellules de batteries. Le processus de développement serait alors dix fois plus rapide, quel que soit le type de batterie concerné. L'objectif visé par BTRY, le spin-off de l'Empa, est clair: des batteries à couches minces totalement novatrices, plus sûres et avec une durée de vie plus longue que les batteries lithium-ion, mais aussi dont la fabrication soit bien plus respectueuse de l'environnement et qui se chargent et se déchargent en une minute. La start-up a déjà rencontré quelques succès malgré sa très récente création, en août 2023: encouragement par Innosuisse, Empa Entrepreneur Fellowship et enregistrement dans le Business Incubator de l'Agence spatiale européenne (ESA).



Abdessalem Aribia, co-fondateur de BTRY, dans le *Life Stream*.

EAWAG

# TRACES SIGNIFICATIVES



## L'épidémiologie basée sur les eaux usées apporte des renseignements précieux sur l'état de santé de la population. En analysant des échantillons d'eaux usées, l'Eawag a pu fournir des éléments complémentaires du point de vue médical sur l'évolution des infections pendant la pandémie de coronavirus. Mais cette méthode peut faire bien plus encore.

Les archéologues adorent les décharges. Ce sont de véritables mines de découvertes: tessons, os, restes de nourriture. Toutes donnent un aperçu de domaines très variés du quotidien de la société. Il en va de même pour les eaux usées. Christoph Ort et Tim Julian sont un peu comme des archéologues du présent. Ils explorent les traces que nous laissons pour en savoir plus sur notre état de santé.

Tout a commencé par la détection de résidus de drogue dans les eaux usées. Ch. Ort a démontré que leur analyse pouvait efficacement compléter les programmes nationaux de surveillance des stupéfiants. Mais cette méthode a vraiment pris son essor pendant la pandémie de coronavirus: la recherche de traces dans les eaux usées fonctionne aussi pour le matériel

Les chercheurs de l'Eawag dirigés par Tim Julian (à gauche sur la photo) et Christoph Ort analysent chaque mois des centaines d'échantillons d'eaux usées à la recherche du SARS-CoV-2 et d'autres agents pathogènes des voies respiratoires.

Depuis février 2021, les prélèvements sont stockés à  $-80^{\circ}\text{C}$ , comme on peut le voir ici, afin que les échantillons puissent être analysés à l'avenir pour d'autres agents pathogènes importants pour la santé publique.

génétique viral. Tout comme les résidus de drogues, celui-ci est éliminé dans les toilettes et finit tôt ou tard dans les stations d'épuration. T. Julian a lancé il y a dix ans le groupe de recherche Agents pathogènes et santé humaine à l'Eawag. «Les eaux usées sont extrêmement précieuses», explique-t-il, «elles recèlent une grande quantité de données sur notre santé». De véritables mines d'informations attendent d'être exploitées sérieusement.

Le projet Coronavirus, soutenu par l'Office fédéral de la santé publique, reste d'actualité. Même si le public semble avoir quasiment oublié le coronavirus, celui-ci est toujours présent dans les stations d'épuration. «La Suisse est l'un des pays où la surveillance des coronavirus dans les eaux usées se poursuit même après la pandémie», précise Ch. Ort, spécialiste en sciences de l'environnement. Les autorités ont reconnu l'utilité de ces méthodes. Lors du pic de la pandémie, les eaux usées d'une centaine de stations d'épuration ont été analysées. Aujourd'hui, 14 d'entre elles restent sous surveillance. Le personnel des stations prélève automatiquement des échantillons d'eau à intervalles réguliers. Une partie d'entre eux est envoyée à Dübendorf, où le laboratoire de l'Eawag les analyse. Outre le Covid-19, la surveillance englobe désormais toute une série d'autres maladies infectieuses, comme la grippe, le virus respiratoire syncytial (VRS) et le staphylocoque doré résistant à la méticilline (SARM). Selon le microbiologiste T. Julian, l'idée de rechercher des pathogènes non seulement à l'hôpital, mais aussi dans l'environnement n'est pas nouvelle. On parle depuis longtemps déjà d'*environmental surveillance*, ou surveillance de l'environnement. Reste bien sûr

la question de savoir quel est le meilleur endroit pour y placer des capteurs? Depuis plus de dix ans, on tente d'établir une épidémiologie basée sur les eaux usées. Pendant longtemps, cette méthodologie est restée purement «décorative», ajoute Ch. Ort. Il semblerait qu'ayant définitivement prouvé son utilité, elle puisse désormais être prise en compte à sa juste valeur.

La surveillance des virus permet d'exploiter une deuxième source de données pour suivre la charge virale hors du contexte clinique. Et également en dehors des régimes de test actuels, lesquels exercent une grande influence sur les données provenant des hôpitaux, des centres de test ou des cabinets médicaux. Là où l'on teste beaucoup, on trouve aussi beaucoup. Et inversement. Les eaux usées se comportent de manière plus «neutre». L'étroite collaboration avec des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich et de l'EPFL a permis non seulement de déterminer la charge virale, mais aussi de suivre l'évolution des variants. Et si l'on parvenait à placer un capteur au bon endroit: serait-il envisageable d'établir une sorte de système d'alerte précoce, permettant de détecter l'évolution d'une maladie dans les eaux usées, avant même qu'elle ne déclenche des perturbations dans la pratique médicale quotidienne? «En théorie, oui, déclare T. Julian, il y aurait des techniques pour séquencer de grandes quantités d'ADN inconnu.» Mais il est un peu tôt pour leur mise en pratique: les procédés sont encore trop compliqués.

Toutefois, il est déjà possible aujourd'hui d'établir des liens entre les analyses virologiques et pharmacologiques. Dans les eaux usées, on peut en effet détecter non seulement les virus et les drogues, mais aussi les sirops pour la toux ou les antihistaminiques liés aux allergies. Cela ouvre de nouvelles perspectives en matière de santé publique: les symptômes au sein de la population peuvent ainsi être suivis presque en temps réel. Il devient aussi possible d'établir des corrélations qui, autrement, passeraient peut-être inaperçues. L'intérêt pour ce type de connaissances ne cesse de croître. Cependant, il est primordial «d'utiliser prudemment les informations obtenues», estime Ch. Ort.

## Optimiser le rafraîchissement des villes grâce aux images satellites

Les infrastructures vertes et bleues sont censées réduire la hausse des températures dans des villes de plus en plus denses. Mais il faut un certain temps pour que la plantation d'arbres et la création de surfaces de verdure, de plans d'eau ou autres fontaines produisent un effet mesurable. Une équipe de l'Eawag a utilisé pour la première fois des informations provenant

d'images et de capteurs satellites pour chiffrer ce laps de temps: avec les arbres et les plantes grimpantes, il faut entre sept à dix ans pour obtenir une modification notable de la température de surface. Les résultats sont beaucoup plus rapides, de l'ordre d'un à trois ans, avec les surfaces enherbées ou les structures arrosées.

## Inventaire de la diversité des poissons de nos rivières achevé

A peine deux centimètres: c'est la taille de la plus petite épineche recensée par les chercheuses et chercheurs du *Progetto Fiumi*. Tout à l'opposé, le plus grand silure observé dans le Rhin mesurait plus de 140 centimètres. Cette disparité de tailles traduit bien l'immense diversité d'espèces de poissons que recèlent les cours d'eau suisses. Pendant cinq ans, les chercheuses et chercheurs ont inventorié les poissons des cours d'eau suisses avec l'aide de garde-pêches, de fermiers, de spécialistes de bureaux d'études et de bénévoles. Au total, 324 sites ont été pêchés à des altitudes allant de la plaine jusqu'à plus de 2200 mètres d'altitude. Plus de 20 000 poissons de plus de 50 espèces ont été capturés, 12 000 échantillons d'ADN et 5000 échantillons d'écaillés ont été prélevés et stockés pour leur future analyse. Ces connaissances approfondies doivent permettre aux conseillères et conseillers, à la science, aux autorités spécialisées et aux politiques de prendre les décisions optimales pour la gestion des écosystèmes et de la biodiversité.



## Traitement décentralisé de l'eau: de la motivation à la réalisation

Un cinquième de la population mondiale n'a pas accès à de l'eau potable. Les technologies décentralisées pourraient permettre de traiter l'eau directement sur site à des coûts abordables. Il faut toutefois souvent passer par de nombreuses petites étapes pour motiver les gens à utiliser ces technologies. Des chercheuses et chercheurs de l'Eawag ont résumé les connaissances actuelles à ce sujet, les facteurs psychologiques qui influencent l'utilisation des technologies décentralisées du traitement de l'eau, et les mesures qui pourraient encourager leur introduction. Ces informations pourront à l'avenir aider les spécialistes sur le terrain travaillant pour des entreprises, des ONG ou les autorités locales à prévoir les mesures d'accompagnement et de promotion adaptées.



Vers l'interview complète.



Vers le rapport *Progetto Fiumi*.



La petite station d'eau décentralisée (à droite) transforme l'urine en engrais et l'eau résiduelle pour le lavage des mains.

› Luca Barausse/Eawag

› Photo (à gauche): Michel Roggo

# 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 (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. 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 des étudiants ainsi que du personnel qualifié dans les domaines scientifique et technique. Ils doivent aussi 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 des recherches qui y sont menées. 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. Conformément à l'art. 34b de la Loi sur les EPF, l'Assemblée fédérale fixe, en vue de couvrir les besoins financiers des EPF, un plafond de dépenses pour quatre ans. L'Assemblée fédérale fixe la contribution financière annuelle dans le budget.

## 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. Pour ce faire, il s'appuie, 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 dans l'exercice de sa compétence. 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 d'experts pour une évaluation par des pairs. La dernière évaluation a eu lieu au cours de l'année de référence.

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

## Conseil des EPF, 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 des présidentes ou des présidents des deux EPF et des directrices ou des directeurs des quatre établissements de recherche (art. 28, al. 1 et 7, Loi sur les EPF). Il nomme en outre les autres membres de la direction des deux EPF et de celles des quatre établissements de recherche (art. 28, al. 4 et 7, Loi sur les EPF). Enfin, il nomme le corps professoral sur proposition des présidentes ou des présidents des deux EPF (art. 14, al. 2 et 3, Loi sur les EPF).

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

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

<sup>1</sup> [https://www.efv.admin.ch/efv/fr/home/themen/finanzpolitik\\_grundlagen/cgov/grundlagen.html](https://www.efv.admin.ch/efv/fr/home/themen/finanzpolitik_grundlagen/cgov/grundlagen.html)

La structure du  
Domaine des EPF

\* Contrats de travail,  
y c. des doctorantes et  
des doctorants, état au:  
31 décembre 2023.

## Domaine des EPF

### Conseil des EPF

11 membres

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

## Ecoles polytechniques fédérales

### ETH Zurich

24 540 étudiant/es et doctorant/es

13 850 collaboratrices et collaborateurs \*

### EPFL

12 576 étudiant/es et doctorant/es

6 521 collaboratrices et collaborateurs \*

## Etablissements de recherche

### PSI

2 220

collaboratrices et  
collaborateurs \*

### WSL

648

collaboratrices et  
collaborateurs \*

### Empa

1 058

collaboratrices et  
collaborateurs \*

### Eawag

536

collaboratrices et  
collaborateurs \*

### Liens d'intérêts et mesures de sensibilisation

Les liens d'intérêt sont, conformément aux attentes en matière de bonne gouvernance, globalement régis comme suit: 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; principe directeur n° 6 de gouvernance d'entreprise du Conseil fédéral pour les entités indépendantes de la Confédération<sup>2</sup>; 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 du Domaine des EPF; art. 56a Ordonnance sur le personnel du Domaine des EPF (OPers-EPF); directives des deux EPF relatives aux conflits d'intérêts et aux activités accessoires. Le Conseil des EPF, dans son domaine de compétence, applique systématiquement les dispositions légales: l'ensemble des liens d'intérêts et des 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 et les activités accessoires inédites 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 (absence de risques de réputation ni de conflits d'intérêts; charge de travail totale, avec l'activité accessoire, ne dépassant 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 les sites web de la Confédération<sup>3</sup> et du Conseil des EPF<sup>4</sup>; les institutions sont responsables de la publication des activités accessoires des membres des directions des EPF et des établissements de recherche. Dans son rapport (CDF-22472) sur l'audit transversal des activités accessoires mettant l'accent sur les conflits d'intérêts du Conseil des EPF, de l'ETH Zurich, de l'EPFL, du PSI, du WSL, de l'Empa et de l'Eawag, le Contrôle fédéral des finances (CDF) constate que les règles applicables en matière d'activités accessoires sont suffisamment uniformisées pour le Domaine des EPF. Un potentiel d'amélioration existe en partie dans la mise en œuvre des réglementations.<sup>5</sup>

### Comités d'audit et de gestion

Le comité d'audit assiste le Conseil des EPF dans la surveillance des finances et 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, dans les nominations aux fonctions dirigeantes au sein des 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 de la présidente ou du président du Conseil des EPF (présidence), des présidentes ou 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.

<sup>1</sup> Les bases légales applicables sont publiées sur le site web du Conseil des EPF: [www.cepf.ch/basesjuridiques](http://www.cepf.ch/basesjuridiques)

<sup>2</sup> [www.efv.admin.ch/efv/fr/home/themen/finanzpolitik\\_grundlagen/cgov/grundlagen.html](http://www.efv.admin.ch/efv/fr/home/themen/finanzpolitik_grundlagen/cgov/grundlagen.html)

<sup>3</sup> [www.admin.ch/ch/f/efk/ko/Gremien\\_interessenbindung\\_79.html](http://www.admin.ch/ch/f/efk/ko/Gremien_interessenbindung_79.html)

<sup>4</sup> [www.cepf.ch/liensdinterets](http://www.cepf.ch/liensdinterets)

<sup>5</sup> CDF-22472, rapport publié sur le site web du CDF le 31 janvier 2024: [www.efk.admin.ch/fr/publications/formation-et-social/formation-et-recherche/activites-accessoires-avec-accent-sur-les-conflits-dinterets-conseil-des-epf-epfz-epfl-psi-wsl-empa-eawag](http://www.efk.admin.ch/fr/publications/formation-et-social/formation-et-recherche/activites-accessoires-avec-accent-sur-les-conflits-dinterets-conseil-des-epf-epfz-epfl-psi-wsl-empa-eawag)

**Indemnisation du Conseil des EPF**

En 2023, le président du Conseil des EPF a touché, pour son poste à 80%, un salaire brut de 301 922 CHF (avec un salaire annuel de 377 403 CHF pour 100%). L'employeur a également versé 95 715 CHF de cotisations aux assurances sociales. Le président est assuré auprès de 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 2023 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 2023. Par ailleurs, les membres externes du Conseil des EPF ont reçu au total 79 500 CHF, notamment pour les dialogues et la commission préparatoire d'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 (y c. la compensation des frais) pour le poste à 70% de la déléguée des assemblées d'écoles des deux EPF, afin de garantir son indépendance d'une institution.

## Les organes de direction du Domaine des EPF

**Présidence et membres du Conseil des EPF**

- Prof. Michael O. Hengartner<sup>1</sup>, président
- Dr dr h. c. Barbara Haering<sup>2</sup>, vice-présidente (jusqu'en décembre 2023)
- Cornelia Ritz Bossicard<sup>2</sup>, présidente du comité d'audit
- Prof. Joël Mesot<sup>1</sup>
- Prof. Martin Vetterli<sup>1</sup>
- Prof. Christian Rüegg<sup>1</sup>
- Kristin Becker van Slooten<sup>1</sup>
- Marc Bürki<sup>2</sup>
- Beatrice Fasana<sup>3</sup>
- Prof. dr sc. nat., dr h. c. mult. Susan Gasser
- Christiane Leister

**Nouveaux membres du Conseil des EPF**

- Pascale Bruderer, vice-présidente (depuis janvier 2024)

**Direction de l'ETH Zurich**

- Prof. Joël Mesot, président
- Prof. Günther Dissertori, recteur
- Julia Dannath-Schuh, vice-présidente pour le développement du personnel et le leadership
- Robert Perich, vice-président pour les finances et le controlling (jusqu'en décembre 2023)
- Stefan Spiegel, vice-président pour les finances et le controlling (depuis avril 2023)
- Prof. Ulrich Weidmann, vice-président pour l'infrastructure
- Prof. Christian Wolfrum, vice-président pour la recherche (dès janvier 2023)
- Prof. Vanessa Wood, vice-présidente pour le transfert de savoir et les relations économiques

**Direction de l'EPFL**

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

**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 (jusqu'en juillet 2023)
- Christoph Hegg, *Acting Director* (depuis août 2023)
- Prof. Jürg Schweizer, membre et *Acting Deputy Director* (depuis août 2023)
- Prof. dr h. c. Anna Hersperger, membre
- Birgit Ottmer, membre
- Anita Risch, membre (depuis octobre 2023)
- Thomas Wohlgemuth, membre

**Direction de l'Empa**

- Prof. Tanja Zimmermann, directrice
- Peter Richner, directeur adjoint
- Brigitte Buchmann, membre (jusqu'en juillet 2023)
- Pierangelo Gröning, membre (jusqu'en août 2023)
- Lorenz Herrmann, membre (depuis janvier 2023)
- Urs Leemann, membre

**Direction de l'Eawag**

- Prof. dr Martin Ackermann, directeur (depuis janvier 2023)
- Prof. dr Rik Eggen, directeur adjoint (jusqu'en avril 2023, membre jusqu'en décembre 2023)
- Dr Christian Stamm, directeur adjoint (depuis avril 2023)
- Prof. Florian Altermatt, membre (depuis avril 2023)
- Prof. Jukka Jokela, membre (jusqu'en février 2023)
- Prof. Tove Larsen, membre (jusqu'en octobre 2023)
- Dr Sara Marks, membre (depuis novembre 2023)
- Gabriele Mayer, membre
- Prof. Carsten Schubert, membre
- Prof. Lenny Winkel, membre (depuis avril 2023)
- Prof. Christian Zurbrügg, membre (jusqu'en février 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 le personnel. La commission est soutenue par un secrétariat propre (art. 11 s. Ordonnance sur la Commission de recours interne des EPF). Les décisions de la Commission de recours interne des EPF peuvent être portées en appel devant le Tribunal administratif fédéral.

- Maître Barbara Gmür Wenger, avocate et présidente
- Beatrix Schibli, vice-présidente
- Prof. Simone Deparis, membre
- Maître 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<sup>ter</sup> Loi sur les EPF, qui assure la révision interne pour les institutions du Domaine des EPF.

- Patrick Graber, directeur

<sup>1</sup> Membre du comité de gestion

<sup>2</sup> Membre du comité d'audit

<sup>3</sup> Membre du comité d'audit depuis janvier 2024

Etat au 31 décembre 2023  
(avec indication des modifications déjà décidées en 2023 et effectives en 2024).

---

## 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 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.

Le service d'ombudsman est composé de:

- Maître Res Nyffenegger, avocat externe à Berne (jusqu'en décembre 2023)
- Maître Michael Daphinoff, avocat externe à Berne (depuis janvier 2024), et
- Maître Cendrine Rouvinez, avocate externe à Lausanne et Sion (depuis janvier 2024)

---

## 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 (l'employeur et le personnel) 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 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 du côté de l'employeur:

- Hélène Füger, EPFL (membre)
- Andreas Kirstein, ETH Zurich (membre)
- David Heusser, Empa / WSL (membre suppléant)
- Beatrice Lamprecht, PSI / Eawag (membre suppléante)

Représentation du côté 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 d'un système de contrôle interne (art. 35<sup>a</sup><sup>bis</sup> Loi sur les EPF) introduit selon les directives 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. Ce système met l'accent sur les processus financiers.

### Audit interne

L'audit interne assure la révision interne des institutions du Domaine des EPF (art. 35<sup>a</sup><sup>ter</sup>, al. 1 Loi sur les EPF). Son personnel est directement subordonné, administrativement, à la présidente ou 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<sup>a</sup><sup>ter</sup>, al. 3, Loi sur les EPF). En 2023, il a révisé les comptes consolidés des deux EPF ainsi que ceux du Domaine des EPF et il a procédé à des révisions intermédiaires. Le CDF effectue la révision des établissements de recherche en collaboration avec l'entreprise Pricewaterhouse Coopers (PwC). Le reporting du CDF sur la révision des comptes consolidés du Domaine des EPF comprend un rapport de révision et un rapport complet. Lesdits rapports sont discutés tous les ans, au cours du comité d'audit tenu avec des représentantes et représentants des EPF. En 2023, le CDF a facturé un montant total de 553 798 CHF au Conseil des EPF (dont 330 215 CHF pour la révision de clôture des comptes 2023 et 223 583 CHF pour la révision intermédiaire des comptes annuels 2023).

### 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, afin d'expliquer les décisions du Conseil et de consolider la position et la réputation du Domaine des EPF. La responsabilité de ladite communication incombe à sa présidente ou à son 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](http://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 de la Confédération et des directives du Conseil des EPF. Les participations et les relations avec les entités contrôlées et associées sont listées sous les points 20 et 35 des comptes annuels dans le rapport de gestion et le rapport financier du Conseil des EPF. Il s'agit essentiellement de participations dans des fondations ou des sociétés simples qui répondent aux exigences de présentation des comptes. Les entités contrôlées Société du Quartier d'innovation (SQIE) et Société du Quartier Nord de l'EPFL (SQNE), qui entretiennent des bâtiments en *leasing* financier avec des contrats sur une durée de location allant jusqu'à 40 ans, génèrent des sorties de fonds d'environ 10 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 8 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 2014 à 2020. Il a également présidé *swissuniversities* de 2016 à 2020. Il a la double nationalité suisse et canadienne. Il a grandi à Québec où il 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 au *Cold Spring Harbor Laboratory*, aux Etats-Unis. En 2001, il a été nommé professeur à l'Institut de biologie moléculaire de l'UZH et a été doyen de la Faculté de mathématiques et de sciences naturelles de cette même université de 2009 à 2014. Il est titulaire d'un *Executive MBA* de l'IMD de Lausanne et ses compétences en recherche et enseignement ont été récompensées de plusieurs prix.



### Barbara Haering

\* 1953, Suisse / Canadienne  
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 Sàrl*, 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 universitaire de la *Technische Universität* de Dresde, du comité consultatif de recherche et de technologie de la *Technische Universität* de Graz, du conseil de certification pour les formations continues universitaires de l'EVALAG dans le BadeWuerttemberg et de la Commission internationale sur les personnes disparues à La Haye.



### 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 a rejoint l'ETH Zurich et l'Institut Paul Scherrer (PSI), où il a dirigé le laboratoire de diffusion neutronique à partir de 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* et le conseil d'administration de *CREATE* (Singapour).

> Markus Bertschi / ETH Zürich



### 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, 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 SA*, 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, 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 que membre du conseil d'administration 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 en outre été professeure ordinaire de biologie moléculaire à l'Université de Bâle de 2005 à 2021. Depuis 2021, elle est professeure invitée à l'Université de Lausanne et directrice de la Fondation *ISREC* au pôle de recherche *AGORA*. S. Gasser est présidente du conseil scientifique des centres de la santé de la *Helmholtz-Gemeinschaft*. Elle est membre du conseil du *Francis Crick Institute* à Londres et du Laboratoire européen de biologie moléculaire (*EMBC*) à Heidelberg. Elle a présidé la commission du *FNS* pour l'égalité 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 reçu son diplôme d'ingénieur en génie électrique à l'ETH Zurich en 1981, un master ès sciences à la *Stanford University* en 1982 et son doctorat à l'EPFL en 1986. 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 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 and Associated Professor* à l'UCL. De 2011 à 2016, il a été directeur du Laboratoire de diffusion neutronique et d'imagerie de la division de recherche neutrons et muons du PSI, division qu'il a dirigée de 2017 à 2020. Il représente le PSI aux nombreux comités internationaux pour les installations de recherche à grande échelle ainsi que dans le cadre d'importantes initiatives cantonales et nationales pour promouvoir l'innovation, telles que *Switzerland 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/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 diplômée

Membre du Conseil des EPF depuis 2017. Présidente du conseil d'administration du groupe Leister depuis 1993.

Au terme de ses études d'économie à l'Université Christian-Albrecht de Kiel, Christiane Leister a entamé sa carrière chez Jungheinrich (chariots de manutention et systèmes d'entreposage). Elle a ensuite dirigé les départements du controlling et des finances 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. Durant cette période, 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 agréée

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'expertecomptable 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 SA* 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 de l'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



### Nouvelle vice-présidente depuis 2024: Pascale Bruderer

Pascale Bruderer (\* 1977, Suisse), ancienne conseillère aux Etats, conseillère nationale et présidente du Conseil national, est entrepreneuse et administratrice indépendante. Elle dispose d'une grande expérience dans la régulation, la communication et la transformation numérique ainsi que d'un réseau étendu dans l'économie et la politique. De 2002 à 2011, elle a été conseillère nationale. Elle a occupé la fonction de présidente du Conseil national en 2009 et 2010 et celle de conseillère aux Etats de 2011 à 2019. Elle est aujourd'hui entrepreneuse indépendante et administratrice au sein de plusieurs conseils. Ainsi, elle est fondatrice et présidente du conseil d'administration de *Swiss Stablecoin SA* et membre du conseil d'administration du groupe *Galenica* et de *TX Group/Tamedia*. La présence de P. Bruderer en tant que nouveau membre du Conseil permet de garantir le maintien d'un lien étroit entre la science, l'économie et la politique.

Vous trouverez une synthèse complète des liens d'intérêts des membres du Conseil des EPF sur [www.cepf.ch/liensdinterets](http://www.cepf.ch/liensdinterets).

# Personnel élu

## Personnel élu par le Conseil fédéral

### **Election de la nouvelle vice-présidente du Conseil des EPF**

Le 24 mai 2023, le Conseil fédéral a élu Pascale Bruderer vice-présidente du Conseil des EPF. Elle a pris ses fonctions le 1<sup>er</sup> janvier 2024 et remplace l'ancienne vice-présidente Barbara Haering, qui a quitté ses fonctions fin 2023. P. Bruderer dispose d'une grande expérience et d'un réseau étendu dans l'économie et la politique. Elle est ancienne conseillère aux Etats, conseillère nationale et présidente du Conseil national. Elle est aujourd'hui entrepreneuse indépendante et administratrice au sein de plusieurs conseils. Ses vastes compétences constituent un complément idéal pour le Conseil des EPF. La présence de P. Bruderer en tant que nouveau membre du Conseil permet de garantir le maintien d'un lien étroit entre la science, l'économie et la politique au sein du Conseil des EPF.

### **Réélection du directeur du PSI**

Sur proposition du Conseil des EPF, le Conseil fédéral a confirmé le 8 décembre 2023 du prof. Christian Rüegg dans sa fonction de directeur du PSI. Son mandat sera prolongé de quatre ans à partir du 1<sup>er</sup> avril 2024. Sous la direction du prof. Rüegg, le PSI a renforcé sa position de plus grand centre de recherche en sciences naturelles et en sciences de l'ingénieur de Suisse. Il est membre du Conseil des EPF et y représente les quatre établissements de recherche PSI, WSL, Empa et Eawag.

### **Départ de la directrice du WSL**

Le 28 juin, le Conseil fédéral a accepté la démission de la prof. Beate Jessel, laquelle a quitté son poste de directrice du WSL fin juillet 2023. La prof. Jessel remet l'accent sur l'enseignement et la recherche sur le paysage et a pris ses fonctions de professeure de développement et gestion du paysage à l'EPFL en août 2023. Le poste d'une directrice/de directeur a été mis au concours fin 2023; la procédure de préparation de l'élection est en cours.

## Personnel élu par le Conseil des EPF

### **Nomination à la direction de l'ETH Zurich**

Le Conseil des EPF a nommé Stefan Spiegel nouveau membre de la direction de l'ETH Zurich. Il a pris la vice-présidence des finances et du controlling le 1<sup>er</sup> avril 2023 et a succédé à Robert Perich. S. Spiegel a étudié la physique théorique à l'université de Zurich et a obtenu un *Executive MBA* dans le cadre du programme *Dual Degree* de l'Université d'économie de Vienne et de la *Carlson School of Management* de l'Université du Minnesota. Il possède une longue expérience de direction en tant que directeur financier ainsi que directeur du contrôle de gestion et chef de projet pour le développement organisationnel dans le domaine financier d'entreprises nationales et internationales. Dernièrement, S. Spiegel était directeur financier et membre de la direction de CFF Cargo SA.

### **Nomination à la direction du WSL**

Le Conseil des EPF a nommé Anita Risch en tant que membre de la direction du WSL. A. Risch est une éminente chercheuse spécialiste de la biodiversité et dispose d'un vaste réseau en Suisse et à l'étranger. Cette écologue et privat-docente à l'ETH Zurich et au WSL étudie les interactions et les fonctions d'animaux, de plantes et d'organismes du sol dans les écosystèmes. Avec la nomination d'Anita Risch le 1<sup>er</sup> octobre 2023, la direction du WSL compte trois femmes et trois hommes.

### **Nominations à la direction de l'Eawag**

Le Conseil des EPF a nommé Sara Marks membre de la direction de l'Eawag. S. Marks est une spécialiste de l'application des résultats de recherche dans la pratique. Grâce à sa formation à l'Université Stanford, à ses travaux de recherche à l'Université Johns-Hopkins et aux projets qu'elle a dirigés dans onze pays différents, elle saura élargir la perspective mondiale de la direction de l'Eawag. Avec la nomination de S. Marks le 1<sup>er</sup> novembre 2023, celle-ci compte désormais trois femmes et quatre hommes.

### **Affaires professorales**

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

# Affaires professorales

## Nomination du corps professoral

En 2023, le Conseil des EPF a traité, durant ses séances, 185 affaires professorales. Il a nommé, au total, 82 personnes au sein du corps professoral, dont 45 nouvelles nominations et 37 promotions internes. 21 femmes et 29 hommes ont été nommés dans le corps professoral de l'ETH Zurich, 9 femmes et 23 hommes dans celui de l'EPFL.

Sur les 27 nominations de professeures et professeurs ordinaires, 15 étaient des promotions de professeures et professeurs associés et une était une promotion d'un professeur assistant avec *tenure track*. Sur les 25 nominations de professeures associées et professeurs associés, 21 étaient des promotions de professeures assistantes et professeurs assistants avec *tenure track*.

Sur les 45 personnes nouvellement nommées en 2023, 22 étaient des femmes, soit une proportion de 48,9%. Pour ces quatre dernières années, la proportion moyenne de femmes parmi les professeurs nouvellement nommés est de 43,9%.

Le Conseil des EPF a décerné le titre de professeure et professeur titulaire à 18 scientifiques, dont trois femmes. Il a également décerné le titre de *Professor of Practice* à une femme et à un homme.

## Retraites et départs

En 2023, le Conseil des EPF a pris connaissance de 28 départs à la retraite: 18 à l'ETH Zurich et 10 à l'EPFL. L'ETH Zurich et l'EPFL ont en outre annoncé au Conseil des EPF un total de 5 départs pour d'autres motifs.

### Nominations

# 82

professeures et professeurs,  
dont 21 femmes et 29 hommes à l'ETH Zurich,  
9 femmes et 23 hommes à l'EPFL

### Proportion de femmes

# 48,9%

dans les nominations  
de nouvelles personnes

Ces 82 nominations se répartissent de la manière suivante:

#### Professeur/es ordinaires

# 27

dont 11 femmes

#### Professeur/es associés

# 25

dont 6 femmes

#### Professeur/es assistants avec *tenure track*

# 16

dont 8 femmes

#### Professeur/es assistants sans *tenure track*

# 14

dont 5 femmes

# Situation et gestion des risques

Organe de direction et de surveillance, le Conseil des EPF définit la politique de risque du Domaine des EPF. Il a déterminé différents objectifs pour les deux EPF et les quatre établissements de recherche. Il s'agit de garantir d'une part que les missions pourront être effectuées de façon efficace, économique et prévoyante tout en préservant l'esprit d'innovation et la qualité du fonctionnement; et d'autre part, d'assurer au mieux la sécurité des personnes, des objets et des autres biens. Les institutions du Domaine des EPF 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.

La présidence des EPF ainsi que la direction des établissements de recherche sont responsables de la gestion des risques. Toutes les institutions du Domaine des EPF disposent de leur propre processus de gestion des risques, qui identifie et évalue les risques individuels, de stratégies pour y faire face ainsi que d'un controlling adéquat. Dans chaque institution, une personne responsable de la gestion des risques et/ou un comité des risques coordonne les activités dans le cadre de la gestion des risques et pilote le processus afférent. Chaque institution tient son propre catalogue des risques, qui décrit en détail les risques identifiés et les évalue sur la base de leur probabilité de survenance et leur impact potentiel. La répercussion possible d'un risque sur la réputation est également prise en compte. Le profil individuel, l'orientation spécifique et la taille de chaque institution se reflètent dans son catalogue des risques. Les deux hautes écoles ne sont donc pas exposées aux mêmes risques de base que les quatre établissements de recherche, et l'évaluation d'un même risque peut varier.

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

Les répercussions d'un environnement politique et juridique inhibitif (notamment les rapports Suisse/UE et

la non-association de la Suisse à *Horizon Europe* en résultant), 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 pour le Domaine des EPF. La non-association comporte 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 ou conflits géopolitiques), les cyberattaques, l'éventuel non-respect de l'intégrité scientifique et des bonnes pratiques scientifiques, la violence ou les menaces à l'encontre de personnes et la perte de personnes-clés, la prise d'engagements financiers excessifs, le manque de vision d'ensemble de ces engagements et de leurs conséquences ainsi que la perte de maîtrise et de contrôle du fait de la création de structures externes.

Malgré une gestion attentive des risques, on ne peut exclure qu'une institution soit affectée par un événement dommageable qui 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 demande 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.

## Assurances

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 utilisés par le Domaine des EPF et appartenant à la Confédération ne sont pas assurés, car cette dernière suit la stratégie du propre assureur. Les dommages causés aux conduites d'eau de refroidissement du campus de l'EPFL à Ecublens par la propagation très rapide de la moule quagga dans le lac Léman entrent dans cette catégorie.

# 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
Position et coopération sur le plan international <small>Objectif 6</small>	72
Sources de financement et utilisation des ressources <small>Objectif 7</small>	76
Gestion immobilière et développement durable <small>Objectif 8</small>	80
Conditions de travail, égalité des chances et relève scientifique <small>Objectif 9</small>	86

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](http://www.sefri.admin.ch) à la rubrique Hautes écoles / Hautes écoles fédérales.

## Objectifs stratégiques

# ENSEIGNEMENT

# 1

La population étudiante et doctorante de l'ETH Zurich et de l'EPFL a continué d'augmenter et comptait 38 437 personnes en 2023. Cette hausse constitue un risque pour la qualité de l'enseignement à long terme. Dans ce cadre, le Conseil des EPF a publié durant l'année sous revue la Stratégie relative à l'évolution des effectifs étudiants au sein du Domaine des EPF.

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

En 2023, la population étudiante et doctorante de l'ETH Zurich et de l'EPFL comptait 38 437 personnes, représentant une hausse de 1,8% pour l'ETH Zurich et 6,9% pour l'EPFL par rapport à l'année précédente. La proportion de femmes au sein de la communauté étudiante et doctorante a continué d'augmenter légèrement (2023: 32,7%, 2022: 32,4%). Cette proportion est passée de 31,8% en 2022 à 32,1% en 2023 pour les niveaux bachelor et master. La part des personnes de nationalité étrangère a augmenté de 49,5% à 50,5% (38,3% au niveau bachelor, 52,4% au niveau master et 79,1% au niveau doctorat) (pour les chiffres détaillés sur l'enseignement, cf. p. 92 ss).

Les institutions du Domaine des EPF développent continuellement leurs offres de formation, notamment pour répondre au mieux aux besoins de la société. Ainsi, en 2023, l'ETH Zurich a lancé un nouveau programme de master interdisciplinaire, conjointe-

ment organisé avec l'Université de Zurich, intitulé *Brain Sciences*, axé sur la biologie du cerveau, le système neuronal et les neurosciences. L'ETH Zurich a également élargi son éventail de programmes en introduisant un nouveau master en biochimie – biologie chimique, ainsi que le tout premier master en Suisse en sciences et technologies spatiales (cf. aussi le reportage, p. 15). À l'EPFL, un nouveau mineur interdisciplinaire en *Imaging* a été lancé en 2023, offrant une vaste gamme de concepts et de compétences en imagerie, allant des techniques d'instrumentation à l'analyse du traitement d'images. Les trois programmes de master *NeuroX*, *Quantum Science and Engineering* et statistiques, mis en place en 2022 par l'EPFL, ont rencontré un grand succès en 2023 également. En plus des nouveaux programmes qui ont débuté durant l'année sous revue, l'ETH Zurich a entrepris plusieurs grandes réformes de cursus de bachelor et de master existants. Au niveau doctorat, l'ETH Zurich propose un nouveau programme en ingénierie translationnelle des systèmes biologiques (*Translational Engineering of Biological Systems*), en collaboration avec l'*Institute of Human Biology* du Centre d'innovation de l'entreprise Roche, à Bâle (cf. aussi Objectif 5, p. 71). Le programme de doctorat en *Learning Sciences*, commun à l'ETH Zurich et à l'EPFL, maintient son attrait, avec la deuxième cohorte de doctorantes et doctorants ayant rejoint le programme en 2023.

Les établissements de recherche participent également à la création et au développement de nouveaux cursus, que ce soit au sein du Domaine des EPF ou dans d'autres hautes écoles universitaires en Suisse. L'Empa a par exemple soutenu la création d'une nouvelle filière d'ingénierie à l'Université de Berne et l'Eawag a contribué à la création d'une nouvelle filière d'études

Un lieu de travail inspirant sous la coupole de l'ETH Zurich.

> Alessandro Della Bella / ETH Zurich



sur la biodiversité à l'Université de Zurich. Avec un total de 25 617 heures de cours dispensées dans les hautes écoles, la charge d'enseignement fournie par le PSI, le WSL, l'Empa et l'Eawag s'est fortement accrue (en 2022, elle s'élevait à 21348 heures). Les travaux de bachelor et master ainsi que les thèses de doctorat encadrés en leur sein se montaient respectivement aux nombres de 716 et 950 durant l'année sous revue. Lors de la même période, plusieurs scientifiques des établissements de recherche ont d'ailleurs été nommés au sein du corps professoral des hautes écoles universitaires en Suisse.

#### Promotion des compétences transversales

L'acquisition de compétences transversales constitue un élément essentiel d'une formation de haute qualité, renforce les perspectives professionnelles et permet aux diplômées et diplômés d'apporter une contribution positive à la société. Dans un but d'orientation ainsi que pour informer sur les possibilités existantes, l'ETH Zurich encourage les personnes chargées de l'enseignement d'indiquer dans la description de leurs cours quelles compétences méthodologiques, personnelles et sociales les étudiantes et étudiants peuvent développer en les suivant. À l'EPFL, l'accent sur le développement des compétences transversales a été renforcé en 2023 avec la transformation du Centre de carrières en Centre de compétences transversales et de carrière. Cette évolution élargit la mission du centre pour promouvoir l'enseignement et l'acquisition de compétences pertinentes dans divers domaines tels que la gestion de projet, l'entrepreneuriat, l'éthique et la durabilité. Depuis septembre 2023, les étudiantes et étudiants de l'EPFL peuvent avoir un aperçu des formations en compétences transversales proposées grâce à une plateforme dédiée ([EPFLcareer.ch](https://www.epfl.ch/career)).

Les deux EPF continuent à mettre en œuvre leurs programmes respectifs visant à promouvoir des approches interdisciplinaires et l'enseignement basé sur des projets (tels qu'*ETH Talent* à l'ETH Zurich ou le programme *MAKE* de l'EPFL) tout en travaillant sur de nouvelles initiatives ou en proposant de nouveaux projets en ce sens. L'ETH Zurich a par exemple lancé l'initiative stratégique PBLabs (*Project-Based Labs*) pour développer et améliorer l'enseignement basé sur des projets. PBLabs propose différents programmes interdisciplinaires grâce auxquels les étudiantes et étudiants élargissent leurs compétences transversales, en étant suivis par des coaches. L'objectif est de contribuer à l'innovation de l'enseignement avec une offre complémentaire, qui se situe entre les cours traditionnels et l'environnement complètement autonome de la *Student Project House*. Du côté de l'EPFL, le centre *LEARN*, en collaboration avec le Collège du management de la technologie, a lancé en 2023 le projet *3T play*. Ce projet est financé par la Fondation LEGO et vise à créer des outils d'apprentissage innovants pour développer et améliorer les compétences transversales des étudiantes et étudiants.

Les compétences computationnelles font partie intégrante des cursus développés par l'ETH Zurich et l'EPFL. Les deux EPF s'engagent dans le cadre des projets liés à des contributions, subventionnés par la Confédération, en participant au programme «Renforcement des *digital skills* dans l'enseignement». Les ateliers organisés depuis 2021 par l'EPFL pour l'utilisation de cahiers programmables dans l'enseignement à l'EPFL, à l'ETH Zurich et à l'Université de Neuchâtel, continuent de rencontrer du succès. Un nouveau volet d'activités de ces ateliers concerne les aspects éthiques liés à une utilisation responsable des systèmes d'information. L'intelligence artificielle (IA)

dans l'enseignement est également un sujet très actuel. La division de l'ETH Zurich chargée du développement et des technologies de l'enseignement a proposé en 2023 différentes manifestations au personnel enseignant à ce sujet. Celles-ci complètent les manifestations organisées par la bibliothèque de l'ETH Zurich, pour les étudiantes et étudiants, sur l'utilisation de l'IA. Les compétences computationnelles et l'IA sont également centrales dans les offres de formation continue.

Les institutions participent également activement à la formation en informatique et pensée computationnelle du personnel enseignant des écoles primaires et secondaires. Le centre de formation MINT de l'ETH Zurich (*MINT-Lernzentrum*), fondé en 2009, a justement pour objectif d'améliorer la formation dans les branches MINT. En plus de ces activités usuelles dans ce domaine, le Service de promotion de l'éducation de l'EPFL s'est associé à l'Académie suisse des sciences techniques SATW pour organiser le colloque «Former pour le futur» dans l'année sous revue. L'idée était de réunir les acteurs du paysage de l'éducation pour découvrir des pratiques innovantes, partager leurs expériences dans ce domaine et réfléchir ensemble aux défis qui attendent l'école de demain. Depuis 2020, des enseignantes et enseignants de toute la Suisse participent au programme de formation continue *GymInf*, une formation coordonnée au niveau suisse destinée aux enseignantes et enseignants déjà en poste dans les écoles de maturité et qui souhaitent acquérir le titre requis pour l'enseignement de l'informatique. Le *Center for Digital Trust (C4DT)*, basé à l'EPFL, soutient cet effort, en participant aux cours donnés en cybersécurité.

Les compétences en communication prennent aussi de plus en plus de place dans la formation des scientifiques. Depuis 2023, les chercheuses et chercheurs du PSI, de l'Empa, du WSL et de l'Eawag ont accès au programme de formation continue en communication scientifique de la *Communication Academy* de l'ETH Zurich.

### **Innovations et assurance-qualité dans l'enseignement**

Offrir une formation de haute qualité est prioritaire pour le Domaine des EPF. Ses institutions prennent les mesures nécessaires pour garantir en permanence l'excellence de leurs cours. Cela passe entre autres par l'évaluation de leurs programmes et de la satisfaction des étudiantes et étudiants. L'évaluation des filières d'études à l'ETH Zurich se fait entre autres dans le cadre des évaluations des départements. L'enseignement a récemment gagné encore plus d'importance dans ces évaluations, qui se déroulent au minimum tous les huit ans par département. Tous les programmes d'ingénierie de bachelor et master de l'EPFL passent actuellement par un processus d'évaluation par l'Agence suisse d'accréditation et d'assurance qualité (AAQ) et la Commission des titres d'ingénieur (CTI) française. Par ailleurs, pour les établissements de recherche aussi, les enseignements font l'objet d'évaluations institutionnelles régulières.

La satisfaction du corps étudiant est également régulièrement évaluée. Les étudiantes et étudiants de l'ETH Zurich évaluent à tour de rôle les cours et les examens. De plus, chaque semestre, ils peuvent donner un retour sur les cours qu'ils suivent. L'ETH Zurich a entrepris d'examiner l'enquête qu'elle soumet aux étudiantes et étudiants concernant la qualité des cours et des examens, ceci afin de déterminer les possibilités d'amélioration de l'enquête et du processus qui en découle. Inauguré en 2023, le *Peer Feedback on Teaching* de l'ETH Zurich constitue un nouvel outil visant à améliorer l'enseignement. L'idée est d'instaurer des visites réciproques aux cours, entre personnes enseignantes, afin de pouvoir recevoir et donner de précieuses suggestions pour la conception des cours. A l'EPFL, une évaluation approfondie de l'enseignement par les étudiantes et étudiants est réalisée pour tous les cours à la fin de chaque semestre; l'évaluation peut être personnalisée sur demande de la personne enseignante.

L'ETH Zurich a lancé en 2023 le vaste projet *PAKETH* (examens et calendrier académique à l'ETH Zurich) afin d'assurer une formation d'excellence et attractive à long terme. *PAKETH* vise à éliminer les obstacles liés au développement de l'enseignement à l'ETH Zurich et de donner aux étudiantes et étudiants une plus grande souplesse. Au centre des réflexions se trouvent la complexité des examens et le calendrier académique. Les orientations du projet ont été élaborées dans le cadre d'un avant-projet, qui est en cours, et la mise en œuvre du projet est planifiée pour l'été 2024. L'EPFL, qui souhaite alléger la pression ressentie par les étudiantes et étudiants, a augmenté de 30 minutes

la durée des examens pour les cours principaux de première année, sans toutefois modifier le niveau ou la difficulté de l'examen. Cette mesure, en phase d'évaluation pour déterminer son effet sur la réussite des études, est en place depuis le printemps 2022. Les deux EPF introduisent également des mesures visant à encourager la réussite des étudiantes et étudiants dans leurs études. Un soutien complémentaire en première année a été mis en place à l'EPFL en 2023 à l'attention de celles et ceux ayant peu d'accès à des ressources complémentaires (aide dans le cercle familial, cours privés, etc). Ainsi, toute la communauté étudiante de première année peut solliciter une équipe d'assistantes et d'assistants, tous les soirs de la semaine, pour obtenir de l'appui dans les matières principales du premier semestre.

#### **Promotion de la mobilité nationale et internationale**

Les institutions du Domaine des EPF encourage la mobilité au cours des études. En 2023, l'ETH Zurich comptait environ 300 étudiantes et étudiants de mobilité entrants par semestre. Pour l'EPFL, ils étaient 763 au semestre de printemps et 575 au semestre d'automne. A l'inverse, environ 250 personnes inscrites en bachelor ou master à l'ETH Zurich et à peu près 450 à l'EPFL, ont fait un séjour dans une autre haute école universitaire en Suisse ou à l'étranger (cf. Chiffre-clés, p. 98).

L'ETH Zurich fait partie depuis 2022 de l'alliance d'universités européennes *ENHANCE*, qui a l'ambitieux projet de mettre en place un «campus européen». Les dix universités partenaires visent entre autres à promouvoir la mobilité de leur population étudiante en développant des cours ouverts à toutes et à tous, ou en se penchant sur le développement de cours communs, dont les crédits seront reconnus par tous les membres de l'alliance. De son côté, l'EPFL s'est engagée auprès de l'alliance d'universités européennes *EuroTeQ*, dont la vocation est, entre autres, de favoriser la mobilité étudiante (cf. également Objectif 6, p. 73–74).

Les écoles d'été sont un élément important de la promotion des échanges interinstitutionnels. Durant l'année sous revue, l'EPFL et l'ETH Zurich ont soutenu six écoles d'été au niveau doctorat dans le cadre de leur programme commun, dont l'une a été organisée en tripartite avec le PSI. L'Eawag a conduit la 14<sup>e</sup> édition de l'école d'été sur l'analyse des systèmes environnementaux et le PSI a organisé pour la quatrième fois le *Condensed Matter Summer Camp*, auquel plus de 100 personnes ont participé en 2023, dont de nombreuses doctorantes et doctorants. Le WSL est également un organisateur actif d'écoles d'été internationales (cf. également Objectif 6, p. 73).

#### **Formation continue**

Toutes les institutions du Domaine des EPF proposent une offre de formations continues développée en fonction des besoins de la société. La vaste offre de formation continue de l'ETH Zurich intègre de plus en plus de thèmes liés au développement durable. Ainsi, un CAS en *Climate Innovation* et un CAS en *Regenerative Systems* ont été mis sur pied pour la première fois en 2023. L'EPFL, quant à elle, a introduit un MAS en *Sustainable Energy Systems Engineering* et un MAS en *Sustainable Resilient Value Chains*, ainsi que d'autres cours de plus courte durée dans ce domaine. L'EPFL a également sondé sa communauté afin de trouver davantage d'idées de nouveaux cours pertinents pour compléter son offre.

Afin de créer une valeur ajoutée, les établissements de recherche ont décidé de joindre leurs forces et de collaborer plus étroitement dans le domaine de la formation continue en créant le *Lead Campus*. Celui-ci est devenu, depuis janvier 2024, le centre de formation commun aux quatre établissements de recherche. Il est également ouvert aux personnes externes. Dans un souci d'efficacité, le PSI a mis en place un nouveau système de gestion pour ses offres de formation.

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

Le Conseil des EPF a publié la Stratégie relative à l'évolution des effectifs étudiants dans l'année sous revue. Celle-ci a été développée avec les institutions du Domaine des EPF et propose des orientations et des mesures susceptibles d'atténuer les risques qu'une augmentation des effectifs pourrait représenter pour la qualité de la formation. Les approches présentées dans la stratégie sont réparties en trois champs d'action: identifier et définir les seuils en termes de qualité et de capacités; implémenter les mesures visant à garantir la qualité et les capacités à long terme; et limiter l'accès aux études en dernier recours. Les institutions du Domaine des EPF sont responsables de la mise en œuvre des mesures correspondantes.

La croissance de la population étudiante et doctorante est principalement due à une augmentation des effectifs observée dans le domaine de l'informatique et technologie de la communication (+120% d'étudiantes et étudiants, de doctorantes et doctorants entre 2014 et 2023, pour une moyenne de +34,7% sur toutes les disciplines; cf. Chiffres-clés p. 94). La croissance de la population étudiante est cohérente avec la demande de spécialistes sur le marché du travail, mais pose un grand défi. Afin d'y répondre, l'ETH Zurich a mis en place une *task force* qui s'est chargée d'examiner les aspects liés à la croissance de l'effectif étudiant. C'est dans ce cadre que la direction de l'ETH Zurich a décidé d'une stratégie d'admissions, qui s'aligne sur la stratégie d'ordre général du Conseil des EPF. Les établissements de recherche soutiennent quant à eux les deux EPF dans la réponse à ces défis en participant activement à l'enseignement et la supervision des travaux d'étudiantes et étudiants (cf. également ci-avant, p. 50–51)

## Objectifs stratégiques

# RECHERCHE

## 2

La recherche au sein du Domaine des EPF bat son plein avec des développements importants dans plusieurs thématiques phares telles que les technologies quantiques, l'intelligence artificielle (IA), la recherche spatiale ou l'énergie et le climat. Les deux EPF se placent dans le haut des classements internationaux et les prix et bourses de soutien à la recherche reçus en 2023 sont nombreux.

### Position de leader au niveau international dans la recherche

Les institutions du Domaine des EPF s'engagent dans une recherche de pointe qui couvre une large palette d'activités, allant de la recherche fondamentale à des travaux davantage orientés applications. L'IA est un axe de recherche important au sein du Domaine des EPF. L'EPFL a lancé en 2023 un centre dédié à cette technologie, avec une orientation comparable à l'*ETH AI Center*, établi en 2020 à l'*ETH Zurich*. La fin de l'année sous revue a également vu le lancement de l'initiative conjointe de l'EPFL et de l'*ETH Zurich Swiss AI*. Celle-ci fournit à la recherche suisse une plateforme ouverte dédiée aux grands modèles de langage et devrait permettre à la Suisse de se hisser à une position d'acteur mondial dans le développement et l'utilisation d'une IA transparente et fiable. La signature, fin 2023, d'un partenariat entre l'*ETH Zurich* et la fondation Dieter Schwarz pour la création d'un nouveau centre d'enseignement et de recherche pour une transformation

numérique responsable peut également être mentionnée comme un point fort de l'année sous revue. Ce partenariat doit permettre à l'*ETH Zurich* de développer sa recherche et son enseignement, notamment dans le domaine de l'IA.

L'IA est également implémentée dans de nombreux projets et technologies qui sont développés au sein du Domaine des EPF (cf. le reportage, p. 12 ss). Dans le cadre de l'initiative *Engineering Humanitarian Action* (cf. Objectif 6, p. 74), conjointement menée par l'*ETH Zurich*, l'EPFL et le Comité International de la Croix-Rouge (CICR), une approche d'apprentissage automatique a été conçue pour démontrer les schémas de violence sur le terrain. Cela permet au CICR de suivre l'impact de ses actions et facilite les prises de décision. Des équipes de l'EPFL et des Hôpitaux universitaires de Genève ont pour leur part développé un nouvel algorithme d'IA qui sera intégré à un stéthoscope intelligent pour permettre de mieux gérer les maladies respiratoires dans les endroits du globe les plus isolés ou à faibles ressources.

Pour avancer encore plus dans le domaine quantique, l'agence américaine *Intelligence Advanced Research Projects Activity* (IARPA) a accordé un financement conséquent à deux projets avec participation du département de physique de l'*ETH Zurich* et du PSI. Ces projets ont pour objectif extrêmement ambitieux de connecter deux qubits corrigés. La correction d'erreurs en informatique quantique permet de préserver les informations en les protégeant contre les erreurs induites par la décohérence et d'autres interférences. La connexion de deux qubits après correction demeure toutefois l'un des défis majeurs à surmonter pour faire progresser les technologies quantiques. Une équipe de recherche de l'Empa, avec des scientifiques de

L'Université de Pékin et de l'Université de Warwick, ont quant à eux réussi à fixer des électrodes sur des nanorubans de graphène d'une précision atomique, ouvrant ainsi la voie à une utilisation éventuelle de ces rubans dans la technologie quantique.

Dans les technologies de l'information et de la micro-technique, la miniaturisation prend toute son importance. Une équipe de recherche du PSI, en collaboration avec l'*University College London*, a fait un pas important vers la poursuite de la miniaturisation de puces électroniques. Il a réussi à créer les plus petites structures jamais décrites avec des photons sans utiliser de couche photosensible. Des scientifiques de l'Empa, de l'ETH Zurich et du *Politecnico di Milano* ont développé un nouveau type de composant informatique plus performant et plus simple à fabriquer que ses prédécesseurs. Il a la particularité, à l'instar du cerveau humain, de traiter de grandes quantités de données rapidement et avec une grande efficacité énergétique.

Le Domaine des EPF a entrepris des efforts considérables dans le domaine de la recherche et innovation spatiale. L'extension de l'ETH | Space de l'ETH Zurich et la nomination de Thomas Zurbuchen fait partie des points forts de 2023 (cf. le reportage, p. 15 s.). La mise en place, conjointement avec l'ESA, du centre de compétence *European Space Deep-Tech Innovation Center* (ESDI) au PSI est également en bonne voie (cf. également Objectif 6, p. 73). S'ajoutent à ceci de nombreux autres projets au sein des institutions. Les scientifiques de l'Eawag participent par exemple au programme de recherche spatiale MELISSA (*Micro Ecological Life Support System Alternative*) qui vise à développer un système de support de vie pour les missions spatiales à long terme. Le PSI mènera aussi un projet dans le cadre du soutien accordé par le DEFR pour la recherche et l'innovation multidisciplinaires dans le domaine spatial. Le projet, nommé *openSPACE*, se fait en collaboration avec l'ETH Zurich et Almatech SA, et a pour objectif la création d'une plateforme européenne de simulation nucléaire qui sera utilisée pour des applications spatiales et des évaluations conceptuelles.

Essentielles pour la société sont également les études pointues faites sur le changement climatique et la biodiversité. Des scientifiques du WSL, grâce à leurs études sur les cernes des arbres, ont par exemple pu démontrer que l'anomalie climatique médiévale (période de redoux inhabituel autour de l'an mille) n'était pas aussi chaude qu'on le pensait jusqu'à présent, tandis que le réchauffement actuel se situe au-delà des variations naturelles observées dans le passé. D'autres scientifiques du WSL, en coopération avec l'Université de Zurich et Agroscope, ont démontré dans une étude que le sol est l'espace vital le plus riche en espèces de la planète. Une étude de l'Eawag vise quant à elle à fournir des indications sur la dynamique de la

biodiversité grâce au développement des lacs au cours des 10 000 dernières années.

La Suisse étant toujours considérée comme un pays tiers non-associé au programme *Horizon Europe*, les chercheuses et chercheurs basés en Suisse ne peuvent pour l'instant pas participer aux appels à projets pour les prestigieuses *ERC Grants*. Ils ont toutefois répondu avec succès aux appels à projets lancés par le Fonds national suisse en 2023 dans le cadre des mesures transitoires. Les institutions de recherche en Suisse ont la possibilité de participer aux subventions européennes *ERC Synergy Grants*, conçues pour financer des projets de collaboration impliquant une équipe de recherche de deux à quatre personnes. L'ETH Zurich et l'EPFL sont chacune engagées dans deux projets ayant obtenu une *ERC Synergy Grant* en 2023. Les projets en question sont réalisés en collaboration avec des partenaires européens et couvrent les thèmes suivants: la régénération des neurones, la cryo-microscopie, les capteurs utilisés dans l'Internet des objets (IoT) et la combustion d'hydrogène à haute pression.

Les institutions du Domaine des EPF s'engagent également dans des programmes d'encouragement nationaux tels que les Pôles de recherche nationaux (PRN) ou les Programmes nationaux de recherche (PNR). Sur les 14 PRN actifs en 2023, huit étaient placés sous la direction ou la codirection de l'ETH Zurich ou de l'EPFL. On peut également s'attendre à une forte participation du Domaine des EPF à l'appel à projet pour la sixième série de PRN, publié en 2023.

Tant les classements internationaux que les nombreuses distinctions, prix et bourses de recherche attribués aux chercheuses et chercheurs témoignent de l'excellence du Domaine des EPF (cf. aussi Classement des hautes écoles, p. 101). Au niveau national peuvent être mentionnés le Watt d'Or 2023, récompensant les meilleurs projets énergétiques de l'année précédente, remis à Arno Schlüter pour la façade solaire adaptative installée sur le NEST; alors le Grand Prix suisse d'art/Prix Meret Oppenheim 2023 qui a été attribué à l'initiative *Parity Group* de l'ETH Zurich. Le Prix scientifique suisse Latsis 2023 a quant à lui été remis à la physicienne Lesya Shchutka pour ses recherches sur des particules encore inconnues; et le prix Cloëtta, qui récompense la recherche médicale, est revenu à Tanja Stadler et Barbara Treutlein. A cela se rajoutent de nombreux prix internationaux.

Les études bibliométriques permettent également d'évaluer l'excellence scientifique des institutions du point de vue de leurs publications. L'étude bibliométrique réalisée dans le cadre de l'évaluation intermédiaire du Domaine des EPF 2023 a été publiée sur le site du Conseil des EPF. Cette étude montre que 18% des publications du Domaine des EPF font partie des 10% des publications les plus citées dans le monde.

Grâce aux prises de vue effectuées par des drones, les expertes et experts du WSL obtiennent la résolution spatiale nécessaire pour étudier les processus qui se déroulent en forêt à partir d'arbres ou d'essences isolés (cf. aussi le reportage, p. 26 s.).



L'étude indique également que les publications du Domaine des EPF se font très souvent dans le cadre de collaborations internationales. La part des publications ouvertes n'a cessé de croître les dernières années et l'impact de celles-ci est plus élevé que celui des publications traditionnelles.

#### **Compétences complémentaires au sein du Domaine des EPF**

Les initiatives conjointes sont des instruments de collaboration qui ont été introduits dans le cadre des priorités stratégiques du Domaine des EPF pour la période 2025–2028 (cf. Objectif 5, p. 68 ss). Par exemple, le *Swiss Center of Excellence on Net-Zero Emission* (SCENE) réunit l'expertise de plus de 30 groupes de recherche et offre une plateforme de collaboration interdisciplinaire et interinstitutionnelle. L'initiative SCENE est étroitement liée avec l'initiative conjointe SPEED2ZERO, qui mène également des recherches visant à atteindre l'objectif zéro net en matière d'émissions de CO<sub>2</sub>. Certaines des initiatives conjointes recouvrent plusieurs priorités stratégiques. Ceci est par exemple illustré avec l'initiative E3TOTO (*Engage Everyone with Energy – the Topic of Today*) dans l'axe stratégique «Engagement et dialogue avec la société», qui a inauguré l'exposition *Experience Energy!* au Musée suisse des transports à Lucerne.

Plusieurs projets de recherche sont également en cours dans le cadre de l'initiative *Blue-Green Biodiversity* de l'Eawag et du WSL, qui avait initialement été soutenue comme projet de coopération par le Conseil des EPF grâce à un financement provenant de ses réserves. L'initiative *ENRICH* est aussi un instrument central mis en place par les établissements de recherche pour renforcer leur coopération dans certains domaines scientifiques pour se coordonner au mieux dans certains secteurs d'activité (cf. Objectif 5, p. 68).

### Activités de recherche dans le secteur énergétique

L'ETH Zurich et l'EPFL ont lancé La *Coalition for Green Energy & Storage* (CGES) en 2023, en collaboration avec le PSI et l'Empa, et avec des partenaires et des donateurs issus de la science et de l'industrie. Il s'agit d'un autre exemple pertinent de mise en commun de compétences complémentaires au sein du Domaine des EPF, et au-delà. Cette initiative veut développer des solutions évolutives et mettre une infrastructure ambitieuse en place. Son but est d'atteindre un système énergétique indépendant et neutre sur le plan climatique. Les initiatives conjointes relevant de la priorité stratégique «Énergie, climat et durabilité» font également partie des activités phares du Domaine des EPF dans le secteur énergétique. Trouver des solutions aux défis énergétiques requiert en effet une mise en commun des capacités de recherche et d'innovation existantes, et de créer des synergies. C'est dans cette optique que l'EPFL a initié le programme *Solutions4Sustainability* en 2023, encourageant l'ensemble de la communauté scientifique de l'EPFL à soumettre des propositions de solutions durables visant à diminuer la dépendance énergétique et l'empreinte carbone. Un projet de recherche et d'innovation visant à capter et revaloriser le CO<sub>2</sub> émis par l'usine d'incinération Enevi, en Valais, a par exemple été lancé par l'EPFL dans le cadre de cette initiative. Dans le cadre du projet «Avenir énergétique 2050», l'Empa, en partenariat avec l'Association des entreprises électriques suisses AES, a réalisé une modélisation du système énergétique en Suisse, en prenant en compte non seulement tous les secteurs énergétiques, mais également les pays voisins. Les institutions participent également aux différentes initiatives *Flagship* d'Innosuisse en lien avec l'énergie ou la décarbonisation et continuent de jouer un rôle central au sein du programme d'encouragement SWEET (*SWiss Energy research for the Energy Transition*).

### Renforcement des sciences computationnelles et de l'informatique

La digitalisation est un élément essentiel dans l'évolution du mode de travail, y compris celui des scientifiques. Par exemple, l'Empa utilise désormais le système de gestion *openBIS* développé par l'ETH Zurich. Ce système de gestion des données facilite le traitement des données de recherche tout au long de leur cycle de vie: de leur saisie à leur archivage en passant par leur analyse. L'ETH Zurich a quant à elle lancé un réseau appelé *Data Stewardship Network* (DSN), pour connecter les employés travaillant sur la gestion des données de recherche. Ce réseau vise à faciliter la collaboration entre les personnes expertes dans ce domaine, ou celles qui fournissent un soutien aux équipes de recherche, instituts et départements de l'ETH Zurich.

L'apport de l'ETH Zurich et de l'EPFL à la formation en informatique et pensée computationnelle du personnel enseignant des écoles primaires et secondaires est décrit plus amplement sous l'Objectif 1, p. 51–52.

### Protection contre les cyberrisques

Le *Swiss Support Centre for Cyber-Security* (SSCC) a élargi de manière notable ses activités auprès d'organisations étatiques telles que le *Cyber-Defence Campus* d'Armasuisse, le Centre national pour la cybersécurité (NCSC) et le Réseau national de sécurité. Par le biais du SSCC, le Domaine des EPF a par exemple participé activement à la réorientation de la Stratégie cybernétique nationale, publiée en 2023. Le *Center for Digital Trust* (C4DT), qui réunit un certain nombre de partenaires publiques et privés, a quant à lui poursuivi sa croissance et un cinquième secteur a été créé pour traiter des questions de politiques et gouvernance. L'ETH Zurich et l'EPFL, au travers du SSCC et du C4DT, soutiennent également la Confédération pour la réorientation du contenu et de la législation de l'e-ID.

### Accents dans la recherche

Deux études cliniques basées sur des technologies développées dans le Domaine des EPF ont pu être organisées durant l'année sous revue, dans le cadre du grand axe stratégique (*Strategic Focus Area, SFA*) pour les années 2021–2024 *Personalized Health and Related Technologies* (PHRT). L'une de ces études, menée en collaboration entre le PSI, l'ETH Zurich et l'hôpital universitaire de Bâle, teste un nouveau médicament développé au PSI à base d'un isotope radioactif pour le traitement du cancer de la prostate. Dans l'autre, l'hôpital universitaire de Zurich va employer une méthode développée par l'ETH Zurich pour évaluer l'effet des différents médicaments administrés aux patients atteints de leucémie myéloïde. A l'initiative PHRT s'ajouteront tout bientôt les initiatives conjointes lancées dans le cadre de la priorité stratégique 2025–2028 «Santé humaine» pour laquelle le premier appel à projets a été publié en 2023. Dans le cadre de l'initiative *ENRICH*, les quatre établissements de recherche ont également organisé plusieurs événements et ateliers afin d'établir un réseau, de faciliter l'échange de connaissances et de collaborer sur des projets existants ou futurs dans le domaine de la recherche sur la santé humaine.

Un certain nombre des projets PHRT se fait en collaboration avec le SDSC, centre établi au travers du SFA Science des données. Le SDSC accompagne de nombreux projets dans les domaines les plus variés, que ce soit en collaboration avec des acteurs académiques ou autres. Le SDSC collabore par exemple avec l'OFEN pour faire avancer l'innovation numérique dans le secteur de l'énergie, en ayant par exemple aidé à mettre au point le dashboard de l'énergie Suisse fin 2022. Cette plateforme permet de surveiller l'approvisionnement énergétique national de la Suisse avec une haute résolution.

Le SFA *Advanced Manufacturing (AM)* continue sa série d'événements *Swiss Advanced Manufacturing Community Events (SAMCE)*, lancée en 2022, afin de promouvoir l'échange interinstitutionnel et la collaboration entre les jeunes scientifiques. Un atelier industriel a eu lieu dans ce cadre en 2023. Le SFA AM continue également de soutenir plusieurs projets de recherche au sein du Domaine des EPF. C'est par exemple le cas du projet SCALAR, qui a pour but de développer l'impression par héliogravure pour l'industrie. Le projet devrait pouvoir renforcer le rôle de leader des imprimeurs et des fabricants de cylindres suisses dans le domaine de l'impression en héliogravure.

Le Domaine des EPF est très attentif au respect de l'intégrité dans la recherche. L'ETH Zurich a étendu son offre de cours dans le domaine de l'éthique et de l'intégrité scientifique pour les personnes suivant une formation doctorale. La commission d'éthique de l'ETH Zurich a également publié des directives internes en matière de médias sociaux durant l'année sous revue. Les établissements de recherche promeuvent la réflexion concernant l'impact de ChatGPT et de l'IA sur les questions d'intégrité scientifique en ayant organisé des événements d'information à ce sujet.

L'emploi d'animaux dans la recherche fait également partie des préoccupations éthiques au sein du Domaine des EPF. A l'ETH Zurich, les chercheuses et chercheurs qui effectuent des expériences neuroscientifiques sur les animaux peuvent désormais s'entraîner à leurs manipulations sur des modèles imprimés en 3D, dans le souci du bien-être animal. L'impact des biais de genres dans la recherche est aussi un aspect important pour la mise en œuvre de bonnes pratiques en recherche. Ce thème a été abordé en séance plénière durant le symposium annuel organisé par l'Eawag, tout comme le thème de la science ouverte. La science ouverte et l'accessibilité des données de recherche sont d'ailleurs des questions centrales pour le Domaine des EPF. Une nouvelle série d'appels à projets pour soutenir les pratiques ORD (Données de recherche en libre accès) au sein du Domaine des EPF a été lancées en 2023. L'EPFL a assuré la présidence tournante de l'*ORD Council* en 2023, conseil qui se charge d'assurer l'implémentation de la stratégie ORD nationale.

## Objectifs stratégiques

# INFRASTRUCTURES DE RECHERCHE

# 3

Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont poursuivi la mise en œuvre de leurs grandes infrastructures de recherche figurant sur la Feuille de route suisse 2019 pour la période 2021–2024. Deux nouvelles infrastructures et quatre mises à niveau majeures issues du Domaine des EPF ont également été inscrites sur la Feuille de route suisse 2023 pour la période 2025–2028. D'autre part, le Domaine des EPF a continué à s'engager dans la collaboration internationale en participant à des infrastructures et réseaux d'infrastructure de recherche au niveau européen et mondial.

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

Le Domaine des EPF possède et exploite de grandes infrastructures de recherche uniques en Suisse, qu'il met à disposition de la communauté scientifique nationale et internationale. Celles-ci comprennent par exemples les grandes installations de recherche du PSI, les infrastructures de recherche numérique ou encore les grandes plateformes de recherche.

En 2023, la nouvelle ligne de faisceau «Debye» a été mise en service à la Source de Lumière Synchrotron Suisse (SLS) du PSI. Cette ligne de faisceau, réalisée

avec le soutien financier du Conseil des EPF, de l'EPFL et du PSI, permettra d'étudier avec une grande précision des matériaux et des systèmes essentiels pour une transformation du système énergétique. Au PSI également, le service aux utilisatrices et utilisateurs du laser à rayons X à électrons libres SwissFEL a été étendu sur la ligne de faisceau ARAMIS: la station expérimentale CRISTALLINA-MX, inaugurée en 2022, permet désormais aux chercheuses et chercheurs en biologie structurale de mener des mesures à résolution temporelle de la structure des protéines. Un premier appel à projets dans ce domaine a été lancé durant l'année sous revue.

Les grandes infrastructures de recherche du PSI restent très demandées. Le nombre d'utilisatrices et d'utilisateurs des différentes installations est supérieur à celui de l'année précédente, sauf à la SLS. Cette dernière a enregistré une baisse d'environ 15% par rapport à 2022 en raison de son arrêt fin septembre 2023 dans le cadre du projet de mise à niveau SLS 2.0 (voir plus bas). La disponibilité annuelle moyenne des accélérateurs du PSI s'élève à 94,3% pour la période 2020–2023.

En 2023, l'utilisation des ressources de calcul à haute performance du Centre suisse de calcul scientifique (CSCS) est restée aussi élevée que l'année précédente. Dans le cadre du *User Program*, qui lance deux appels à projets par année, le CSCS a attribué en 2023 des ressources à de nombreux nouveaux projets. En outre, une dizaine de projets ont eu accès au puissant supercalculateur paneuropéen LUMI, consortium dont le CSCS fait partie, grâce à l'appel à projets annuel CHRONOS du CSCS. En outre, le calculateur «Alps» (cf. aussi p. 62 ci-dessus) permettra de faire avancer l'initiative *SwissTwins*, lancée en 2022 par le Conseil fédéral, et qui se concentre sur le développement et la diffusion

de technologies logicielles, telles que le générateur de flux de travaux AiiDA, développé à l'EPFL.

Pour compléter les efforts de la Confédération pour consolider l'excellente position de la Suisse dans le domaine des technologies quantiques, le Conseil des EPF a décidé en 2023 d'allouer un total de 10 mio CHF pour les années 2023 et 2024 au programme commun d'infrastructures de l'ETH Zurich, l'EPFL et le PSI: le *Quantum Technology Network (QTNNet)* du Domaine des EPF. Ce programme soutient la recherche, le développement et la formation en sciences quantiques notamment en augmentant les capacités de micro et nanofabrication dans les salles blanches des trois institutions et grâce à l'acquisition d'équipements de recherche ultramodernes.

À l'EPFL, le projet de neuro-informatique *Blue Brain (BBP)* a apporté des raffinements scientifiques pour compléter les modèles régionaux de tissus cérébraux de souris et ouvrir la voie à leur diffusion publique.

En plus des grandes installations de recherche, le Domaine des EPF développe également des plateformes de recherches ainsi que des démonstrateurs, qui permettent d'accélérer le processus d'innovation. Ces projets à grande échelle sont menés par plusieurs partenaires de recherche et en étroite collaboration avec l'industrie. C'est le cas par exemple du bâtiment modulaire de recherche et d'innovation dans le domaine de la construction NEST de l'Empa et de l'Eawag. La construction de la nouvelle unité STEP2 a débuté à l'automne 2023. Celle-ci vise à stimuler l'innovation dans les domaines de la construction circulaire, de la fabrication industrielle et numérique, de l'enveloppe du bâtiment ainsi que des concepts énergétiques. Un projet d'unité pour étudier l'in-

teraction entre drones, infrastructures et nature est aussi en cours de conception. La plateforme *move* de l'Empa, entend accélérer la transition vers la mobilité du futur. Un nouveau concept de réacteur y est développé, pour la synthèse de méthane à partir de CO<sub>2</sub> et d'eau captée dans l'atmosphère grâce à un collecteur de la spin-off *Climeworks* de l'ETH Zurich. Depuis 2003, le WSL étudie les effets d'une sécheresse accrue du sol dans la forêt de Finges en Valais, dans le cadre d'une expérience d'irrigation de longue durée. Désormais une installation unique au monde avec des buses de brumisation et des canopées pluviales complète ce dispositif expérimental. Elle doit montrer quelles sont les conséquences de la sécheresse atmosphérique par rapport à la sécheresse du sol.

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

La mise en œuvre des infrastructures de recherche du Domaine des EPF figurant sur la Feuille de route suisse pour les infrastructures de recherche (ci-après Feuille de route) pour la période FRI 2021–2024 s'est poursuivie en 2023.

La SLS a été complètement arrêtée fin septembre 2023 dans le cadre du grand projet de sa mise à niveau (SLS 2.0). L'objectif est de maintenir la compétitivité internationale de la SLS pour les vingt prochaines années. Une fois la mise à niveau achevée, la SLS sera remise en service en 2025 en tant que première source nationale de ce type en Europe et fournira une lumière X encore plus intense pour permettre la réalisation d'expériences de l'avenir (cf. reportage, p. 23 s). Dans le cadre de l'initiative HPCN-24 (*High-Performance Computing and Networking*), le CSCS a développé en 2023 les environnements logiciels pour les *clusters* prévus sur Alps, l'infrastructure qui remplacera le cal-

Un absorbeur de rayonnement synchrotron refroidi par eau, faisant partie de la chambre à vide de 18 mètres de long du nouveau synchrotron SLS 2.0. Ces absorbeurs sont nécessaires pour que la lumière synchrotron qui ne va pas vers les stations expérimentales soit dissipée à un endroit défini et ne chauffe pas de manière incontrôlée d'autres parties du système de vide (cf. aussi le reportage, p. 23 s.).



culateur Piz Daint. Ces clusters, sortes de superordinateurs spécifiques à un domaine de recherche au sein d'Alps, répondent aux besoins des scientifiques, notamment en apprentissage automatique et pour les simulations climatiques. Une approche innovante, basée entre autres sur la technologie en nuage (*cloud*) permet une utilisation optimale de cette nouvelle infrastructure de calcul numérique et de données, dont la puissance sera désormais démultipliée. Cette performance accrue sera particulièrement utile à l'apprentissage automatique, domaine que le CSCS a intégré dans son portefeuille en 2023 notamment à travers de nouveaux partenariats avec le *ETH AI Center* de l'ETH Zurich, la division *Scientific Computing, Theory and Data* du PSI ou encore le *Swiss Data Science Center* (SDSC).

Le *Catalysis Hub* (Swiss Cat+) est une infrastructure automatisée basée sur les données pour la découverte et l'optimisation de catalyseurs. Elle propose de réaliser des expériences à haut débit combinées à l'intelligence artificielle pour soutenir le développement en Suisse de processus catalytiques innovants pour les énergies renouvelables. Après avoir mis sur pied une infrastructure moderne et constitué une équipe d'expertes et d'experts, les deux *hubs* sur les campus de l'ETH Zurich et de l'EPFL ont validé les premières procédures expérimentales automatisées.

Durant l'année sous revue, le SEFRI a publié la Feuille de route pour les infrastructures de recherche en vue du Message FRI 2025–2028. Y figurent six grandes infrastructures de recherche du Domaine des EPF reconnues d'importance pour la communauté scientifique suisse et internationale.

#### **Participation aux infrastructures de recherche internationales**

Les institutions du Domaine des EPF contribuent au rayonnement de la place de recherche suisse à travers le monde grâce à leur participation dans des infrastructures de recherche internationales.

Le *Swiss Plasma Center* (SPC) de l'EPFL constitue l'un des principaux centres en Europe pour la recherche sur la fusion nucléaire. La haute école a d'ailleurs fêté 30 ans de recherche en énergie de fusion en 2023. Les activités du SPC sont intégrées et soutenues par le consortium EUROfusion, qui opère pour le compte d'EURATOM et poursuit la feuille de route européenne vers un réacteur à fusion. La collaboration et les infrastructures du SPC jouent un rôle crucial dans l'effort d'EUROfusion et contribuent directement au projet ITER (*International Thermonuclear Experimental Reactor*). En vue de son

statut actuel de pays tiers non-associé, la Suisse n'est plus considérée par l'Union européenne comme un Etat participant à la construction d'ITER. Cependant, un accord de coopération a pu être établi entre l'EPFL et l'agence européenne *Fusion for Energy*, responsable de la contribution européenne à ITER, permettant à la Suisse de continuer de contribuer au développement scientifique et technologique de ITER. Un accord avec l'institute Max Planck en Allemagne permet également au SPC de contribuer à EUROfusion.

La Suisse est membre de plusieurs réseaux européens d'infrastructures de recherche, entre autres à travers la participation des institutions du Domaine des EPF. Le PSI, par exemple, contribue à la construction et à l'exploitation de la Source européenne de spallation (ESS) à Lund en Suède. La construction de deux des instruments auxquels le PSI participe a bien progressé en 2023, de sorte que ceux-ci pourront être achevés dès 2024. En outre, le PSI fournit aussi des résultats de recherche qui seront importants pour le fonctionnement futur de l'ESS. Ainsi, le comportement d'échantillons métalliques de tungstène, un matériau d'intérêt pour l'ESS, a pu être étudié dans des conditions d'irradiation extrêmes grâce à la Source suisse de neutron de spallation (SINQ) du PSI. Le PSI participe également au projet *EURO-LABS*, qui regroupe de nombreuses institutions de recherche et universités, et offre depuis 2023 un accès transnational aux infrastructures de recherche en physique des particules. Depuis 2023, l'ETH Zurich et le PSI participent au projet *ReMade@ARI*, un réseau paneuropéen d'infrastructures de recherche analytique dans le domaine de l'économie circulaire. Au cours de la première année du projet, trois appels à projets destinés au monde académique et à l'industrie ont été lancés pour des campagnes de mesures sur certaines installations des partenaires du projet, dont certaines grandes installations de recherche du PSI.

Les institutions du Domaine des EPF coordonnent les nœuds suisses de certains réseaux européens d'infrastructures de recherche. C'est le cas par exemple du système d'observation intégré de carbone (ICOS), dont le nœud suisse est mené par l'ETH Zurich et auquel le WSL et l'Empa participent également; et d'ACTRIS, une infrastructure paneuropéenne produisant des données sur les constituants atmosphériques, dont le nœud suisse est mené par le PSI avec la participation de l'ETH Zurich et de l'Empa.

## Objectifs stratégiques

# TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE

## 4

Les chiffres-clés actuels relatifs aux brevets, aux contrats de collaboration et aux spin-off mettent en lumière la contribution importante du Domaine des EPF au transfert de savoir et de technologie pour une Suisse innovante. Durant l'année sous revue, deux nouveaux centres de transfert de technologie ont démarré leur activité dans le domaine Advanced Manufacturing. L'échange direct avec la société et la politique a également constitué un thème central. A cet égard, le Domaine des EPF a été largement impliqué dans le nouveau concept de la Confédération sur l'intégration de la science dans les situations de crise.

### Coopération scientifique avec l'économie suisse et le secteur public

Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont déposé 187 brevets, 156 licences, 314 déclarations d'inventions et 26 déclarations de logiciels (cf. p. 99). Elles ont également signé 496 nouveaux contrats de collaboration avec l'économie privée et 263 avec le secteur public (pour un minimum de 50 000 CHF chacun, cf. fig. 14, p. 100). Ces chiffres-clés confirment le succès du transfert des avancées

scientifiques visant à développer des innovations commercialisables. Ce transfert est subordonné à une condition importante: l'existence d'échanges étroits entre les chercheuses et chercheurs et l'économie. De tels échanges sont soutenus de façon structurelle par différents types de manifestations. Les grandes manifestations classiques telles que l'*Engineering Industry Day* de l'EPFL, qui, après une pause prolongée en raison de la pandémie du coronavirus, s'est tenu dans un nouveau format en 2023, portent sur des thèmes très divers. L'*Industry Day* de l'ETH Zurich a également de nouveau attiré un public nombreux. L'Empa était présent dans le parc d'innovation zurichois lors de la Journée de l'innovation des PME du canton de Zurich et a présenté des modèles de coopération avec l'économie et le bâtiment de recherche et d'innovation NEST de l'Empa et de l'Eawag. Le PSI a, avec l'Empa et le CSEM, utilisé la forme du *Technology Briefing* pour présenter aux sociétés suisses, en novembre 2023, à Neuchâtel, les dernières découvertes sur le stockage de l'énergie. L'Empa a effectué cet été, pour l'industrie du bois suisse, un *Technology Briefing* sur les innovations en matière de bois feuillu. Le programme KNOVA, créé en 2021 et qui dure à chaque fois un an, a permis à une bonne douzaine d'entreprises d'obtenir, à l'EPFL, un aperçu direct et particulier du monde académique.

Les projets concrets réalisés avec l'industrie suite aux prises de contacts initiales, étaient, une fois de plus, nombreux durant l'année sous revue. Le PSI a notamment lancé une coopération scientifique avec Hitachi Zosen Inova dans le domaine du développement des procédés de technologies de *Power to X* et l'Empa a contribué, dans une large mesure, au développement d'une substance luminescente particulièrement claire utilisée par l'industrie horlogère et présente, notamment, dans la collection *MoonSwatch* de Swatch et d'Omega.

L'agence d'encouragement Innosuisse joue un grand rôle dans la collaboration avec l'industrie. Ainsi, des équipes de recherche du PSI travaillent actuellement avec la société Imerys, dans le cadre d'un projet encouragé par Innosuisse, au développement de dispersions de carbone innovantes comme nouveaux matériaux pour des cellules électrochimiques. L'Empa est représenté dans l'équipe de base qui travaille actuellement sur plusieurs Innovation Boosters d'Innosuisse tels que l'*EnergyLab* ou la *Circular Building Industry*. De nouveaux programmes d'Innosuisse, comme les *Start-up Innovation Projects* et *Swiss Accelerator*, sont présentés aux équipes de recherche par les offices de TST des institutions. Les institutions du Domaine des EPF ont également une fonction clé dans les projets Flagships qui visent à promouvoir des innovations utiles à une grande partie de l'économie ou de la société.

De plus, les institutions du Domaine des EPF ont coopéré avec différents partenaires du secteur public, mettant souvent l'accent sur des études et sur des améliorations concrètes de notre espace de vie. Durant l'année sous revue, l'Empa a analysé, en collaboration avec l'Office fédéral des constructions et de la logistique, le parc de bâtiments dudit office et a initié, avec des grands maîtres d'ouvrage publics et privés, une «Charte de la construction circulaire» (cf. également Objectif 8, p. 87). L'Eawag s'est penché sur les défis posés aux villes par le changement climatique et par l'augmentation de leur densité de population. A cet égard, l'infrastructure «bleue et verte», avec davantage d'espaces aquatiques et verts, constitue un axe central pour la recherche de solutions.

Des spécialistes du WSL, de l'Eawag, de l'EPFL et de l'ETH Zurich ont collaboré avec l'Office fédéral de l'environnement et d'autres partenaires pour montrer comment mettre judicieusement en œuvre la loi fédérale sur la protection des eaux révisée, qui vise à rendre aux paysages fluviaux un caractère plus naturel. Le PSI a mis à disposition son expertise ainsi que des instruments de mesure pour une étude de l'Office fédéral de l'aviation civile et des Forces aériennes suisses dans le cadre de laquelle les premiers essais avec du carburant durable pour avions ont été réalisés.

Le WSL a participé à un projet pilote TST international. Sur invitation du ministère groenlandais des ressources naturelles, l'établissement de recherche a installé, au cours de l'été 2023, des instruments sismiques particulièrement adaptés aux zones isolées sur un versant de fjord potentiellement instable situé dans le Groenland occidental. L'objectif est d'enregistrer des signaux sismiques indiquant la dynamique du versant et permettant ainsi de détecter immédiatement toute rupture.

Enfin, les travaux liés au postulat «Sécuriser le flux de données de l'administration fédérale», qui a été adopté lors de la session d'automne 2023, contribuent également au transfert de technologie. Dans son rapport, le Conseil fédéral met notamment l'accent sur le standard de communication ouvert SCION qui a été développé à l'ETH Zurich en vue de renforcer la cybersécurité des réseaux de communication de l'administration. Des chercheuses et chercheurs de l'ETH Zurich et de l'EPFL se sont en outre fortement impliqués dans la mise en œuvre des premières mesures de la stratégie de la Confédération en matière de science des données, par exemple en définissant des modèles d'application.

#### Conditions favorables au TST et à l'entrepreneuriat

Avec différentes offres de conseil et divers *fellowships*, les institutions du Domaine des EPF soutiennent les ambitions entrepreneuriales du corps étudiant et des équipes de recherche.

Depuis de nombreuses années, le PSI exécute son programme *Founder Fellowship*, qui soutient le lancement de spin-off basées sur des technologies développées au PSI. Durant l'année sous revue, deux *PSI Founder Fellows* ont commencé à travailler sur leur projet. A l'Empa, le programme *Entrepreneur Fellowship*, mis en place en 2021, a désormais pris ses marques. Le cours d'entrepreneuriat donné en collaboration avec l'ETH Zurich a de nouveau été proposé l'an dernier, après un début prometteur. L'ETH Zurich et l'EPFL fournissent diverses offres, comme les *Pioneer Fellowships*, qui ont fait leurs preuves, ou les programmes *Changemaker* et *blaze*, qui accompagnent les initiatives étudiantes vers le marché. L'EPFL a récemment lancé la nouvelle plateforme *Future Leaders* pour soutenir et orienter le corps étudiant dans ses activités entrepreneuriales. Elle a en outre renforcé la visibilité de son *Startup Launchpad*, qui propose divers services pour ses spin-off de l'EPFL.

Ce soutien varié s'est traduit par la poursuite, en 2023, un nombre record de créations de spin-off. Trois des 69 nouvelles spin-off (cf. p. 99) sont décrites à titre d'exemple. De l'Eawag est née *Eclose*, une entreprise qui se voue à la création de valeur ajoutée à partir des déchets organiques. Elle les utilise pour fabriquer, à l'aide de stratiomyidae noires, de précieux produits de fourrage. La spin-off BTRY de l'Empa développe des batteries à l'état solide avec un temps de charge très court (cf. p. 31). Et la spin-off ASTRA Therapeutics créée au PSI travaille au développement de médicaments pour lutter contre des maladies parasitaires telles que le paludisme ou la toxoplasmose, qui touchent chaque année des millions de personnes dans le monde entier.

*Mining the Atmosphere* «Extrait de l'air» est une initiative de recherche à grande échelle de l'Empa visant à transformer le carbone de l'atmosphère en matériaux à valeur ajoutée tels que les polymères ou les matériaux de construction (cf. aussi le reportage, p. 29 s).



#### 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, le Swiss m4m Center et ANAXAM, auxquels participent, respectivement, l'Empa et le PSI, sont désormais soutenus par la Confédération en tant qu'établissements de recherche d'importance nationale. ANAXAM propose aux entreprises des services d'analyse appliquée des matériaux en utilisant les rayonnements X et neutroniques des grandes installations de recherche du PSI et poursuit dans la bonne voie. Ce centre a, par exemple, analysé, dans le cadre d'un projet réalisé en 2023 avec un partenaire industriel argovien, la répartition tridimensionnelle des fibres issues de pièces en plastique renforcé par ce moyen afin d'optimiser le parcours des fibres de verre.

Durant l'année sous revue, deux nouveaux centres ont été lancés: le *Swiss Robotics Competence Center* pour la robotique collaborative, auquel l'ETH Zurich et l'EPFL participent comme partenaires scientifiques, et le *Swiss Photonics Integration Center*. Ce dernier a pour partenaire fondateur le PSI et est implanté dans le Park Innovaare. Il vise à générer de l'expertise et des innovations dans le domaine de l'intégration de systèmes optiques et de les rendre accessibles à l'industrie de précision suisse.

#### Forte participation à Switzerland Innovation

Les institutions du Domaine des EPF soutiennent activement les différents sites du parc d'innovation suisse pour améliorer la mise en réseau de la science et de l'économie et offrir aux entrepreneuses et entrepreneurs et aux chercheuses et chercheurs des conditions favorables à l'innovation. En 2023, l'ETH Zurich a confirmé son engagement à long terme dans le *Switzerland Innovation Park Zurich* de Dübendorf par la signature d'un contrat de location de deux anciens hangars pour avions et des surfaces extérieures y afférentes, ceci à des fins de recherche. Elle y mène déjà, dans certaines parties d'un hangar, une activité de recherche intense. La transformation des autres hangars démarrera en 2024 et l'ETH Zurich continuera à y axer une recherche principalement basée sur la mobilité et les systèmes intelligents. L'Empa participe, lui aussi, aux réflexions menées autour du positionnement et de l'orientation à venir du parc d'innovation de Zurich et soutient le conseil de fondation et la direction de ce dernier. Le programme *Academia Industry Collaboration*, auquel huit entreprises, venant principalement du Canada, du Japon, d'Australie et de Corée, participent, a été développé sur le *Park Network West* EPFL. Le 20 décembre 2023, le *Park Innovaare* a célébré une étape importante: son projet de construction, vaste et exigeant, a pu être achevé comme prévu après environ quatre ans de travaux, de sorte que la société exploitante innovAARE AG tout comme le PSI et d'autres entreprises peuvent emménager depuis le début de l'année 2024.

dans les nouveaux bâtiments, qui abritent aussi bien des bureaux que des laboratoires de recherche et des salles blanches à l'abri des vibrations et des variations de température. Dans le parc d'innovation Est, l'Empa a travaillé, durant l'année sous revue, à la mise en place d'Innovation Hubs sur les thèmes *Health, Sensors and Business*.

#### **Dialogue avec la société et tâches confiées par la Confédération**

Engager un dialogue direct avec le public sur des thèmes de recherche touchant la société constitue une mission importante pour les institutions du Domaine des EPF. Différents événements publics de vulgarisation scientifique ont été organisés en 2023. A l'automne, des milliers de personnes venues visiter le Scientifica, le plus grand festival scientifique de Suisse, ont échangé avec les équipes de recherche de l'université de Zurich et de l'ETH Zurich. Lors des événements *Rethinking Living* organisés par l'ETH Zurich, des personnalités mondiales ont discuté, devant le public, sur différents projets d'avenir. Sur son campus, l'EPFL a organisé les grands événements publics Scientastic, qui s'est déroulé à l'occasion de la Journée portes ouvertes, et «Ma thèse en 180 secondes». L'EPFL a aussi été présente lors de divers festivals et salons comme l'initiative tunBern pour la promotion de la relève qualifiée. L'Empa a également participé à la Journée portes ouvertes de l'EPFL avec un stand et des exposés sur différents thèmes de recherche comme l'avenir du bâtiment. L'Institut SLF du WSL a lui aussi ouvert ses portes au public à l'occasion de l'inauguration d'un nouveau bâtiment situé à Davos et comprenant des ateliers et des bureaux. Un grand nombre de visiteuses et visiteurs ont pu découvrir des informations sur l'institut et sur son activité de recherche autour de la neige, des écosystèmes montagnards, des avalanches et des autres dangers naturels encourus dans l'espace alpin. A l'occasion du double anniversaire (25 ans du centre des visiteurs PSI forum et 15 ans du laboratoire iLab destiné aux écolières et écoliers), le PSI a organisé en septembre un événement avec des activités pour petits et grands et dont la devise était «La recherche, c'est amusant».

Les institutions du Domaine des EPF donnent également un aperçu de leurs activités grâce à des formats média comme des vidéos ou des livres. Les quatre établissements de recherche se présentent et exposent leur vision au grand public dans un nouveau court métrage intitulé *4RI – 4 our future*. Leur objectif commun est de développer, sur la base d'une recherche d'excellence, des solutions innovantes et durables pour les défis actuels. L'Eawag a produit

une vidéo sur les apprenantes et les apprenants de son laboratoire d'analyse et de formation qui participent à la Surveillance nationale continue des cours d'eau suisses (NADUF). L'Empa a lancé la série de vidéos et de *streaming* en direct *Bright Minds* afin de mettre en lumière des chercheuses et chercheurs de pointe et leur travail. La biographie de Paul Scherrer intitulée «*Erzählte Physik – Paul Scherrer und die Anfänge der Kernforschung*» est également parue durant l'année sous revue.

Les institutions du Domaine des EPF tiennent particulièrement à échanger avec les écoles et les gymnases et à encourager les jeunes à s'intéresser aux mathématiques, à l'informatique, aux sciences naturelles et à la technique (branches MINT). Pour ce faire, elles adaptent et développent en permanence des offres éprouvées, comme le programme «Les sciences, ça m'intéresse!» de l'EPFL. En 2023, la partie du programme exclusivement réservée aux élèves a été étendue avec des activités organisées dans toute la Suisse romande ainsi que dans les cantons de Lucerne, Zoug, Zurich, Bâle, Soleure, Schaffhouse et dans le Tessin. Les «semaines pré-universitaires» de l'EPFL ont été complétées par de nouveaux thèmes comme la théorie des jeux ou l'intelligence artificielle. A l'ETH Zurich, le partenariat stratégique conclu avec l'UBS s'est développé. Lancé en 2022, il vise à mettre en place, au cours des dix prochaines années, des initiatives d'encouragement aux matières MINT en ciblant les groupes actuellement les moins bien atteints. De plus, les institutions du Domaine des EPF ont échangé avec les élèves lors de divers événements spéciaux en 2023. A l'ETH Zurich, les Olympiades internationales de chimie ont eu lieu pour la première fois en Suisse, attirant près de 900 personnes venues de près de 90 pays. Quelques participantes et participants ont également été au PSI, à l'Empa et à l'Eawag afin de mieux connaître ces établissements de recherche. L'EPFL a, dans le cadre de «*Sportech*», accueilli des élèves tessinois au centre national de sport pour la jeunesse de Tenero et leur a donné un aperçu des possibilités d'intégrer la science et la technologie dans le sport et le quotidien. Le PSI met l'accent sur les apprenantes et les apprenants avec son événement annuel «Apprentissages à la carte», qui permet aux jeunes de se renseigner sur son offre de postes d'apprentissage. Trois des apprenantes et des apprenants du PSI se sont vus remettre des médailles en 2023 lors des *SwissSkills Championships*. Une apprenante et un apprenant laborantins en physique de l'Empa ont remporté le concours «Science et jeunesse» (*Schweizer Jugend forscht*) et représenteront la Suisse lors de la Conférence internationale des jeunes chercheuses et chercheurs, qui se tient au Mexique.

Le conseil basé sur la science à l'intention des autorités et des décideurs politiques concernant des questions d'actualité constitue également une composante du transfert de connaissances qui repose sur le dialogue. Sur le plan structurel, le Domaine des EPF était largement impliqué dans l'élaboration du concept communiqué en décembre 2023 par le Conseil fédéral sur l'intégration future de la science dans les situations de crise. Le bureau de coordination central de l'interface *Science Policy*, créée en 2022 à l'ETH Zurich, a progressé durant l'année sous revue et a organisé différentes tables rondes entre l'administration et la recherche, ainsi que des ateliers pour les chercheuses et chercheurs visant à renforcer les compétences pour les échanges avec les actrices et acteurs politiques. En automne 2023, une offre pour les cadres de l'administration fédérale a été organisée par ce bureau de coordination, afin de mettre ces derniers en réseau avec les groupes de recherche adéquats de l'ETH Zurich par le biais d'un programme sur mesure. L'ETH Zurich a également mis en place un *Science Policy Advisory Board* en 2023 afin de développer les activités à l'interface avec la politique et les autorités en continu. En collaboration avec alliance F, l'ETH Zurich a, en outre, créé la *Public Discourse Foundation*, qui souhaite assumer une fonction de conseil autour du *Hate Speech* et du discours public sur Internet. Les quatre initiatives conjointes lancées en 2022 dans le cadre de la priorité stratégique «Engagement et dialogue avec la société» du Domaine des EPF 2025–2028 ont pu être poursuivies durant l'année sous revue (cf. également Objectif 5, p. 68).

Plus spécifiquement, des équipes de recherche du Domaine des EPF se sont engagées dans un grand nombre de plateformes, en faveur d'initiatives et lors d'événements d'échange à l'interface entre la science, la politique et les autorités. Les sujets récurrents ont été l'énergie, l'environnement et le développement durable. Les plateformes «Techniques de traitement des micropolluants» et «Qualité de l'eau» ont été créées en 2012 et 2015 par l'Eawag, l'OFEV et l'Association suisse des professionnels de la protection des eaux (VSA) afin de soutenir les applications pratiques. Cette collaboration a été prolongée en 2023 pour quatre années supplémentaires. Durant l'année sous revue, l'Eawag a également fait avancer l'épidémiologie basée sur les eaux usées et a mis l'accent sur le thème *Public Health* (cf. le reportage, p. 32 s.). L'institution est d'ailleurs en train de créer un centre de compétences pour s'occuper de cette question. Dans le cadre du *National Centre for Climate Services NCCS*, le WSL a lancé un nouveau projet, intitulé NCCS-Impacts et abordant les effets du changement climatique

sur les services écosystémiques en Suisse. Les résultats du projet sont mis à disposition de différents groupes d'utilisatrices et d'utilisateurs au moyen d'un tableau de bord numérique. Le SLF a soutenu la commune d'Albula dans la surveillance de l'écroulement à Brienz. La recherche de l'Empa a servi de base à la législation européenne et suisse pour l'économie circulaire dans l'industrie automobile. En collaboration avec la fondation pour l'évaluation des choix technologiques TA-Swiss, des équipes de recherche de l'Empa ont analysé cinq technologies d'émission négative afin de déterminer leur aptitude et leur potentiel pour la Suisse. Des représentantes et représentants de la politique et de l'administration ont eu l'occasion de s'informer sur les activités de recherche et les défis actuels dans le domaine des carburants synthétiques, lors d'un *Energy Briefing Event* consacré à l'essence synthétique. Celui-ci a été organisé par le PSI et l'Empa, en collaboration avec des entreprises partenaires, des organisations environnementales et l'Office fédéral de l'aviation civile (OFAC). Enfin, il convient de mentionner le rôle de modèle que joue le Domaine des EPF lui-même en matière d'énergie et de climat (cf. Objectif 8, p. 80 ss).

Pour conclure, voici quelques exemples de développements récents concernant les tâches confiées par la Confédération au Domaine des EPF. Actuellement, le WSL réalise, en collaboration avec l'OFEV, le cinquième inventaire forestier national. Les premiers résultats intermédiaires montrent que les phénomènes météorologiques extrêmes des dernières années ont laissé des traces évidentes dans la forêt suisse. Il y a davantage d'arbres morts ou abîmés. De plus, peu de jeunes arbres repoussent. Les clairières privilégient désormais les espèces d'arbres les mieux adaptées au climat de demain. Le centre suisse d'écotoxicologie appliquée, que l'Eawag et l'EPFL abritent, a notamment fait progresser un grand projet de surveillance afin d'évaluer la qualité des eaux et des sédiments. Durant l'année sous revue, le Service sismologique suisse à l'ETH Zurich a présenté le premier modèle de risque sismique pour la Suisse. Ce dernier montre les répercussions de tremblements de terre sur la population et les bâtiments en Suisse. Le PSI contribue de manière significative au maintien des compétences en matière de sécurité nucléaire. Le programme de master Nuclear Engineering de l'ETH Zurich et de l'EPFL, pour lequel le PSI assume une grande partie de l'enseignement, joue dans ce cadre un rôle clé. L'Agence internationale de l'énergie atomique des Nations unies a classé cette filière comme un modèle pour les programmes de formation initiale et continue nucléaires.

Objectifs stratégiques

# COOPÉRATION ET COORDINATION

## 5

Durant l'année sous revue, les institutions du Domaine des EPF ont coopéré de façon intensive entre elles et avec d'autres institutions suisses d'éducation et de recherche. L'initiative de coopération ENRICH lancée par les quatre établissements de recherche a franchi, avec le centre de formation continue *Lead Campus*, une étape importante. Outre les hôpitaux, des entreprises et des spin-off ont été des partenaires importants dans le domaine de la médecine et de la technologie médicale.

### Coopération dans le Domaine des EPF et en dehors

La coopération entre les institutions du Domaine des EPF a été encore renforcée au cours de l'année sous revue par l'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 relatives aux défis mondiaux définies par le Conseil des EPF dans son Plan stratégique 2025–2028. Dans les deux priorités «Energie, climat et durabilité de l'environnement» et «Engagement et dialogue avec la société», une série d'initiatives conjointes, qui ont pris corps au cours de l'année sous revue, ont déjà été approuvées pour une mise en œuvre en 2022 (cf. l'Objectif 2, p. 57 ss et l'Objectif 4, p. 66 ss). En 2023, des appels à

projets ont été lancés concernant les priorités stratégiques «Santé humaine», «Transformation numérique responsable» et «Matériaux de pointe et technologies-clés». L'initiative *bottom-up*, intitulée ENRICH, lancée par les quatre établissements de recherche du Domaine des EPF, a également franchi une étape importante au cours de l'année sous revue, avec la signature du contrat pour le *Lead Campus*. Ce campus, qui tire son nom de l'expression anglaise *learning and development*, sera, dès 2024, le centre de formation intersites pour la formation initiale et continue des collaboratrices et collaborateurs du PSI, du WSL, de l'Empa et de l'Eawag.

La coopération au sein du Domaine des EPF est également favorisée par des formats établis tels que, en ce qui concerne la recherche, les grands axes stratégiques du Domaine des EPF pour les années 2021–2024 (SFA; cf. Objectif 2, p. 55 ss) et les grandes infrastructures de recherche (cf. Objectif 3, p. 60 ss). Dans l'enseignement, les deux filières de masters conjointes en sciences nucléaires et en cybersécurité contribuent à la coopération. 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 ss). Une chaire financée par l'Empa et l'ETH Zurich ainsi que par d'autres institutions partenaires de la région de Saint-Gall a par exemple été créée au cours de l'année sous revue dans le domaine des biocapteurs. La formation continue offre aussi des opportunités de collaboration et d'exploitation des synergies. L'*Extension School* de l'EPFL et le *Swiss Data Science Center* (SDSC), porté par l'ETH Zurich, l'EPFL et le PSI, ont conclu un accord pour des cours de formation continue conjoints dans le domaine de la science des données. Autour d'une chaire cofinancée, des

chercheuses et chercheurs du WSL et de l'ETH Zurich ont lancé ensemble, en 2023, le premier MOOC (*Massiv Open Online Course*) sur l'analyse de l'ADN environnemental à des fins de surveillance et de conservation de la biodiversité.

Les institutions du Domaine des EPF travaillent en étroite collaboration non seulement entre elles, mais aussi avec divers partenaires dans toute la Suisse. Au cours de l'année sous revue, l'Eawag a par exemple étudié les empreintes génétiques dans les eaux souterraines en collaboration avec des chercheuses et chercheurs de l'Université de Zurich. Il a pu être démontré qu'une grande diversité d'êtres vivants laissent des traces de leur ADN dans les eaux souterraines, ce qui pourra être utilisé à l'avenir pour en évaluer la qualité. Grâce à une nouvelle donation, l'ETH Zurich a lancé deux nouveaux projets au *Wyss Zurich Translational Center*, conjointement avec l'Université de Zurich. Ceux-ci portent sur le développement d'un drone sous-marin et d'un dispositif médical neurostimulant portable permettant de soulager la douleur. Le WSL a lancé le projet INSECT avec, entre autres, les instituts de recherche Agroscope et FiBL. Celui-ci étudie les effets du changement climatique et de l'utilisation des terres sur la composition et la fréquence des communautés d'insectes au cours des dernières décennies. A l'été 2023, l'ETH Zurich et l'EPFL ont lancé avec le PSI et d'autres partenaires scientifiques, politiques et industriels, une initiative particulière: la *Coalition for Green Energy and Storage* (CGES). Cette dernière vise à développer des solutions évolutives pour un système énergétique indépendant et climatiquement neutre ainsi qu'à mettre en place des installations pilotes (cf. Objectif 2, p. 57). Au niveau structurel, la collaboration entre institutions voisines est souvent particulièrement étroite. L'EPFL et l'Université de Lausanne ont renouvelé et renforcé

leur accord de collaboration dans le domaine de la formation continue. Les activités de l'*Extension School* de l'EPFL seront intégrées dans la Fondation Formation Continue Unil-EPFL (FCUE) afin de créer une homogénéité et de mieux exploiter les synergies.

**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. Les projets de coopération soutenus par la Confédération via *swissuniversities*, par le biais des contributions liées à des projets, jouent un rôle important à cet égard. Les six institutions du Domaine des EPF participent activement à cet instrument. Le Conseil des EPF centralise les moyens financiers pour la participation des établissements de recherche. Dans le cadre du programme «Diversité, inclusion et égalité des chances», l'ETH Zurich, l'EPFL, le PSI ainsi que plusieurs universités et hautes écoles spécialisées ont lancé un projet visant à exploiter le potentiel trop peu utilisé des femmes créatrices de spin-off. Dans le cadre de ce même programme, le WSL s'est engagé, au nom des quatre établissements de recherche du Domaine des EPF, dans la Journée nationale contre le harcèlement sexuel dans les hautes écoles. L'un des objectifs des contributions liées à des projets est également de renforcer la collaboration entre les hautes écoles universitaires et les hautes écoles spécialisées au niveau de la formation doctorale. L'ETH Zurich, l'Université de Zurich et la Haute école d'art de Zurich soutiennent par exemple le programme doctoral Epistémologies des pratiques esthétiques, qui promeut les thèses abordant des questions artistiques et scientifiques fondamentales dans le domaine de l'esthétique. L'EPFL et la Haute école spécialisée de Suisse occidentale ont signé un accord afin d'encadrer conjointement des thèses et de renforcer encore leur collaboration.

L'initiative stratégique ENRICH des quatre établissements de recherche (4RI) encourage la collaboration et complète les compétences dans certains domaines de recherche afin de servir au mieux la Suisse. Avec toujours en ligne de mire: les SDG.

> Conseil des EPF



Le Domaine des EPF contribue, grâce à ses infrastructures de recherche mises à la disposition de l'ensemble de la communauté de la recherche (cf. aussi Objectif 3, p. 60 ss), à la répartition des tâches à l'échelle de la Suisse dans des domaines particulièrement onéreux. D'autres offres du Domaine des EPF s'adressent également à tous les partenaires intéressés en Suisse, comme c'est le cas, dans le domaine spatial, du *European Space Deep-Tech Innovation Centre* (ESDI), créé au PSI (cf. Objectif 6, p. 73), ou du *ESA Business Incubation Program Switzerland*, que l'ETH Zurich mène pour le compte de l'ESA pour toute la Suisse et qui a enregistré un nombre record de candidatures de start-up en 2023.

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

Le Conseil des EPF examine actuellement l'organisation et la structure du Domaine des EPF afin d'être mieux à même de relever les défis urgents actuels et futurs. L'objectif est de renforcer encore la collaboration au sein du Domaine des EPF et d'intégrer plus facilement de nouveaux thèmes stratégiques. Durant l'année sous revue, les représentantes et représentants des directions des quatre établissements de recherche et des deux EPF ont élaboré plusieurs options pour une future structure du Domaine des EPF, dont le Conseil des EPF a discuté. Le Conseil des EPF s'entretiendra également avec différentes parties prenantes internes et externes. Par la suite, une procédure de préconsultation interne sera organisée, qui servira de base au Conseil des EPF pour rendre sa décision concernant l'orientation à donner au projet en 2024.

#### **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. Ces coopérations englobent aussi bien l'enseignement que la recherche ainsi que de savoir et de technologie (TST). L'ETH Zurich cultive ainsi 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. L'EPFL, quant à elle, maintient ses relations avec le Centre Suisse d'Electronique et de Microtechnique (CSEM) et l'Institut de recherche Idiap, spécialisé dans l'intelligence artificielle (IA). Ce dernier a accueilli un nouveau directeur au cours de l'année sous revue, en la personne d'Andrea Cavallaro. Cavallaro a également été nommé professeur à l'EPFL *School of Engineering*. Il consolidera le rôle déjà important de l'Idiap et de l'EPFL dans le domaine de la science des données et de l'apprentissage automatique. En 2023, l'EPFL a mis en place un *steering committee* aussi bien avec l'Idiap qu'avec le CSEM,

afin de renforcer la mise en œuvre de l'alliance au niveau stratégique. La formation continue en numérisation et en conception technologique apparaît comme une nouvelle possibilité de collaboration entre l'Idiap et l'EPFL.

Au cours de l'année sous revue, le CSEM a de nouveau enregistré un succès dans la recherche sur le photovoltaïque en collaboration avec l'EPFL (cellules solaires d'une efficacité de conversion énergétique supérieure à 30%). Une évaluation du CSEM, commandée par le Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI) et publiée en 2023, a permis de constater que la collaboration avec l'EPFL dans le cadre de l'alliance stratégique est très satisfaisante et qu'il convient de la faire connaître encore davantage au public.

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

Il est primordial pour la recherche en technologie médicale des institutions du Domaine des EPF que celles-ci collaborent étroitement avec les hôpitaux suisses. Au cours de l'année sous revue, le PSI a conçu, en collaboration avec l'ETH Zurich, l'Empa, le canton d'Argovie et ses hôpitaux, un programme visant à promouvoir la collaboration entre les médecins et les chercheuses et chercheurs du Domaine des EPF. L'objectif de ce programme est d'intégrer très tôt dans les projets de recherche les expériences issues du quotidien clinique. La Fondation Botnar a fait une autre donation de 50 mio CHF à l'ETH Zurich et à l'Université de Bâle pour développer conjointement le *Botnar Research Centre for Child Health*, qui travaille en étroite collaboration avec l'hôpital pédiatrique universitaire des deux Bâle, avec la création de six nouvelles chaires. A Schlieren, l'ETH Zurich a loué un nouveau bâtiment de laboratoires pour la recherche médicale à proximité immédiate du *Bio-Technopark*. L'environnement de recherche est idéal: la recherche médicale de l'hôpital universitaire de Zurich mais aussi de nombreuses spin-off médicales de l'ETH Zurich sont implantées sur place.

Au cours de l'année sous revue, l'Empa a initié une nouvelle coopération avec, entre autres, l'hôpital cantonal de Saint-Gall pour développer des modèles de cancer in vitro; en outre, l'Empa a lancé de nouvelles coopérations dans le domaine de l'antibiorésistance avec l'hôpital universitaire et l'hôpital pédiatrique de Zurich. Le Centre de protonthérapie du PSI a traité pour la première fois avec des protons un patient atteint d'un cancer de l'œsophage. L'objectif était de réduire les complications pulmonaires, fréquentes en radiothérapie classique. De même en Suisse romande, la collaboration déjà étroite entre le milieu académique et les hôpitaux s'est encore renforcée.

L'EPFL a signé avec le Centre hospitalier universitaire vaudois (CHUV) et l'Université de Lausanne, ainsi qu'avec les Hôpitaux universitaires de Genève (HUG) et l'Université de Genève, des contrats-cadres dans le domaine de la science des données. Ceux-ci regrouperont les compétences du *Biomedical Data Science Center* du CHUV et des HUG avec celles du SDSC, et permettront ainsi d'améliorer la qualité des soins tout en consolidant le positionnement de la région dans le domaine de l'oncologie de précision. Par ailleurs, l'EPFL a rejoint la *Swiss School of Public Health (SSPH+)*, qui réunit des institutions académiques actives en matière de santé publique et d'épidémiologie. Elle entend ainsi affirmer sa volonté de jouer un rôle de pionnier dans ces domaines. Les entreprises pharmaceutiques sont des partenaires importants pour la recherche médicale dans le Domaine des EPF. En 2023, l'ETH Zurich a lancé avec Roche des appels à projets pour un programme de recherche conjoint. Au cours des trois ou quatre prochaines années, jusqu'à 20 doctorantes, doctorants, postdoctorantes et postdoctorants travailleront au développement et à l'application de systèmes humains modélisés basés sur les cellules et les gènes, ainsi qu'à la recherche de nouvelles thérapies (cf. également Objectif 1, p. 50). A l'EPFL, le partenariat avec le *Roche Institute of Human Biology* a démarré. Il permettra la création de plusieurs chaires.

Enfin, l'ETH Zurich et l'EPFL contribuent aussi activement à la formation de la relève médicale, notamment par le biais de la filière de bachelor en médecine humaine de l'ETH Zurich. Au cours de l'année sous revue, l'ETH Zurich a, en outre, ouvert des négociations pour un programme de doctorat conjoint en médecine avec l'Università delle Svizzera Italiana (USI). L'EPFL prévoit de communiquer plus activement afin de mieux faire connaître à ses étudiantes et étudiants la possibilité d'emprunter la passerelle vers la Faculté de médecine de l'Université de Lausanne.

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

Le Conseil des EPF a élaboré en 2022 une stratégie destinée aux sites associés des institutions du Domaine des EPF, et visant à garantir une approche stratégique cohérente et à identifier rapidement les enjeux. Celle-ci concerne les sites créés après 2006. Elle doit être mise en œuvre avant la fin de la prochaine période FRI et s'appliquera également à tous les futurs sites associés. La première étape, qui se déroule actuellement, consiste à examiner les procédures d'évaluation existantes qui peuvent être utilisées pour sa mise en œuvre.

## Objectifs stratégiques

# POSITION ET COOPÉRATION SUR LE PLAN INTERNATIONAL

# 6

En 2023, les institutions du Domaine des EPF ont poursuivi activement leur engagement pour maintenir leur importance mondiale et leur attractivité. Elles ont renforcé leurs alliances et collaborations internationales et se sont fortement engagées dans des initiatives en faveur de la paix, de l'action humanitaire et du développement durable. Enfin le Domaine des EPF a mis son expertise à contribution dans des domaines technologiques d'importance mondiale, tels que l'intelligence artificielle et les technologies quantiques, afin de favoriser un développement responsable et fiable de ces avancées technologiques.

### Attractivité du Domaine des EPF

L'attrait du Domaine des EPF résulte entre autres de l'importance accordée par ses institutions à l'excellence et à la liberté académiques, de l'écosystème unique d'infrastructures et de plateformes de recherche (cf. Objectif 3, p. 60 ss) à disposition des chercheuses et chercheurs, ainsi que du développement et de la continuation de grandes initiatives collaboratives et des centres présentant un rayonnement international (cf. Objectif 2, p. 55 ss). La bonne réputation du

Domaine des EPF est notamment due à son positionnement international en lien avec les programmes de recherche et d'innovation de l'UE. Le Domaine des EPF s'engage à ce que, malgré la non-association de la Suisse au programme *Horizon Europe*, il perde le moins possible de sa réputation.

Pour continuer de renforcer leur attractivité et visibilité à l'étranger, les institutions du Domaine des EPF octroient entre autres des bourses aux talents internationaux, par exemple dans le cadre du programme de partenariat de l'Eawag (EPP), qui offre chaque année depuis 2008 six bourses à des étudiantes et étudiants de pays en développement. En 2023, Le WSL a accueilli plusieurs scientifiques expérimentés issus de différentes institutions de recherche du monde entier grâce au programme *Visiting Fellow*, qui met chaque année au concours des bourses permettant à des chercheuses et chercheurs internationaux d'effectuer une partie de leurs travaux au WSL. L'EPFL offre aux étudiantes et étudiants les plus qualifiés, venant d'universités partenaires prestigieuses à travers le monde, la possibilité d'effectuer des stages de recherche dans ses laboratoires grâce au programme *Excellence Research Internship*. L'organisation d'événements majeurs, tels que *ETH Meets You* de l'ETH Zurich au Forum économique mondial de Davos, permet non seulement d'entretenir le dialogue avec le public, mais renforce aussi la visibilité du Domaine des EPF à l'international.

Les programmes de mobilité internationale sont clés pour assurer l'attractivité du Domaine des EPF auprès des scientifiques de talent. Ainsi, le PSI a pu recruter pour la dernière fois en 2023 trente postdoctorants au bénéfice du dispositif *COFUND PSI-Fellows-III-3i*. Après trois cycles de financement réussis, le programme ne peut malheureusement plus être poursuivi en raison de

Le programme de partenariat de l'Eawag (*Eawag Partnership Program, EPP*) accorde chaque année six bourses à des étudiantes et étudiants de pays en développement. Sur la photo: les chercheuses Nida Maqbool de la National University of Sciences and Technology au Pakistan (à gauche) et Linda Strande de l'Eawag.

› Paul Donahue/Eawag



la non-association de la Suisse au programme-cadre Horizon Europe. Les institutions du Domaine des EPF continuent cependant de s'associer activement aux réseaux de formation doctorale *Doctoral Networks* des Actions Marie Skłodowska-Curie (MSCA) qui représentent un instrument important pour la mobilité internationale. Ainsi, en plus de sa participation à trois réseaux déjà lancés en 2022, le PSI participe à un nouveau réseau créé en 2023, qui a été évalué avec succès par la Commission européenne. Toutes les participations sont cofinancées par le SEFRI.

Le rayonnement international du Domaine des EPF s'articule également autour de la création d'un environnement d'enseignement et d'apprentissage qui attire un public mondial. Ainsi les institutions accueillent et contribuent régulièrement à des écoles d'été internationales en collaboration avec diverses institutions d'Europe et d'ailleurs. Le WSL, par exemple, a organisé en 2023 quatre écoles d'été sur divers thèmes. Parallèlement, les deux EPF persistent dans leurs investissements précoces dans les cours en ligne ouverts à tous (MOOCs). Le projet *African Cities Lab* de l'initiative *Excellence in Africa* (EXAF) de l'EPFL développe une plateforme d'éducation numérique africaine sur le développement urbain, ciblant un public professionnel. Opérationnelle depuis 2023 après un an et demi de développement avec des partenaires universitaires à travers le continent, la plateforme propose une dizaine de cours en ligne. Un autre projet d'EXAF, co-financé par la Direction du développement et de la coopération (DDC) vise à faciliter le déploiement de la formation numérique dans les régions où les infrastructures sont limitées.

### Coopération internationale

Le réseau mondial des institutions du domaine des EPF se compose entre autres d'institutions académiques, de partenaires industriels, d'organisations internationales et d'ONG. Les institutions renforcent continuellement leurs réseaux et alliances existants et cherchent de nouvelles opportunités pertinentes pour la coopération internationale, guidées par des considérations stratégiques au bénéfice de la Suisse.

Les institutions du Domaine des EPF ont renforcé leurs partenariats stratégiques avec des institutions européennes et du reste du monde durant l'année sous revue. Ainsi, l'EPFL a entériné un nouveau partenariat dans le domaine de l'architecture avec la Singapore University of Technology & Design. En octobre 2023, l'ETH Zurich, en collaboration avec l'Université de Zurich, a organisé avec succès un symposium conjoint dans le cadre de son partenariat stratégique avec l'Université de Tokyo. Dans le cadre d'un projet européen, le PSI a joué un rôle déterminant dans la réalisation de la ligne de faisceau BEATS, inaugurée en 2023 à la source de lumière synchrotron SESAME en Jordanie. Les ingénieures et scientifiques de SESAME travaillant sur la nouvelle ligne de faisceau ont été formés entre autres au PSI. SESAME est l'unique source de lumière synchrotron au Proche-Orient. D'importants travaux préparatoires ont été réalisés en 2023 pour la mise en place du centre de compétence *European Space Deep-Tech Innovation Centre* (ESDI) au PSI, né d'un accord de coopération entre la Suisse et l'Agence spatiale européenne (ESA) en 2022, notamment pour l'emménagement dans le parc *Innovaare*.

Les institutions du Domaine des EPF font partie d'un ensemble d'alliances et de réseaux internationaux. Par exemple, les deux EPF sont membres du *Global University Leaders Forum* (GULF), de l'*International Sustainable Campus Network* (ISCN), du réseau *Science Business* ainsi que de l'association européenne des universités de sciences et technologie (CESAER). En 2023, l'ETH Zurich a intégré la *League of European Research Universities* (LERU). L'initiative «Universités européennes» de la Commission européenne, actuellement en phase d'extension, a pour objectif l'implémentation d'une stratégie de long terme visant à offrir de nouvelles opportunités d'apprentissage, de recherche et d'innovation à l'ensemble de leurs communautés. Elle propose ainsi d'ouvrir une nouvelle voie pour les universités du futur. L'ETH Zurich fait partie de l'alliance d'Universités européennes ENHANCE depuis 2022. De son côté, l'EPFL reste pleinement engagée dans l'alliance *EuroTech Universities*, regroupant six des meilleures universités technologiques d'Europe. De plus, elle a rejoint l'alliance européenne *EuroTeQ* en 2023, qui découle des nombreuses activités déjà mises en place par *EuroTech*. L'objectif est de créer un campus commun et ouvert entre les universités partenaires. Dans le cadre de ces alliances, l'Union européenne finance le projet pour les partenaires européens. Les partenaires suisses reçoivent un soutien financier de Movetia en tant qu'institutions appartenant à un pays tiers non associé.

Le Domaine des EPF s'engage toujours plus en faveur de la paix, de l'action humanitaire et du développement durable à travers des coopérations internationales. En 2023, l'ETH Zurich et l'Organisation des Nations unies (ONU) ont signé un mémorandum d'entente confirmant une volonté commune de collaborer plus étroitement sur les questions d'innovations sociales basées sur la technologie afin de relever les grands défis mondiaux. En 2023, le centre *EssentialTech* de l'EPFL a initié l'alliance *PeaceTech* en collaboration avec l'Institut des Nations unies pour la recherche sur le désarmement (UNIDIR), l'Institut des hautes études internationales et du développement de Genève (IHEID) et la Plateforme de consolidation de la paix de Genève. Cette alliance vise à tirer parti des avancées technologiques pour promouvoir la paix tout en élaborant des stratégies visant à empêcher l'utilisation de la technologie à des fins violentes. Le centre coordonne également l'initiative *Engineering for Humanitarian Action* en partenariat avec l'ETH Zurich et le Comité International de la Croix-Rouge (CICR). Lancée en 2020, l'initiative vise à développer et à tirer parti de technologies

innovantes issues des laboratoires de l'ETH Zurich et de l'EPFL, afin d'améliorer l'efficacité de la planification et la mise en œuvre de l'action humanitaire du CICR. L'Eawag a contribué à l'organisation de cinq sessions lors de la deuxième conférence de l'eau des Nations unies en mars 2023 à New York, qui a rassemblé plus de 10 000 participantes et participants venant de 150 États membres. Grâce à une étude réalisée dans le cadre de l'alliance internationale AGAGE (*Advance Global Atmospheric Gas Experiment*), les chercheuses et chercheurs de l'Empa ont proposé un renforcement du Protocole de Montréal, qui contrôle l'utilisation et l'émission de gaz nocif à la couche d'ozone.

Certaines technologies telles que l'intelligence artificielle (IA) et les technologies quantiques présentent une portée stratégique et politique internationale particulière et offrent des opportunités pour soutenir la diplomatie. Ainsi, l'expertise de l'ETH Zurich est mise à contribution au sein d'un organe consultatif mondial sur l'IA créé par l'ONU en 2023 et chargé d'étudier les risques, les opportunités et la gouvernance internationale de cette technologie. Le Centre pour les sciences et l'ingénierie quantiques (QSE) de l'EPFL s'investit avec des actrices et acteurs internationaux pour contribuer au développement de cette technologie pionnière dans l'intérêt général, par exemple en participant, avec le *Quantum Center* de l'ETH Zurich et le *Quantum Computing Hub* de l'ETH Zurich et du PSI, à la phase d'incubation du *Open Quantum Institute*, une initiative lancée cette année par la fondation *Geneva Science and Diplomacy Anticipator* (GESDA).

Diverses initiatives ascendantes permettent aux institutions du Domaine des EPF de consolider la collaboration internationale. Par exemple, dans le cadre d'un grand projet commun, des chercheuses et chercheurs indiens et du PSI ont pu déterminer la raison pour laquelle le *smog* se forme la nuit à New Delhi, contrairement à toutes les règles de la chimie atmosphérique. Le projet *Greenland-Switzerland Avalanche Collaboration* vise à favoriser la collaboration entre les expertes et experts en gestion des avalanches au Groenland et en Suisse. Financé grâce à la bourse «Konrad Steffen» de l'Institut polaire suisse, le projet permettra à des spécialistes suisses de se rendre au Groenland dès l'hiver 2023 pour prendre la mesure des défis locaux en termes d'avalanches. Des observatrices et observateurs groenlandais se sont rendus à Davos pour participer aux formations organisées par le WSL Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF.

### Rôle actif dans la coopération bilatérale

Sur mandat du SEFRI, l'ETH Zurich joue le rôle de *leading house* pour la coopération bilatérale de recherche de la Suisse avec la Chine, la Corée du Sud, le Japon et les pays de la région ASEAN (*Association of Southeast Asian Nations*). Dans ce cadre, l'ETH Zurich encourage la coopération et les échanges entre les chercheuses et chercheurs du domaine des hautes écoles suisses et leurs partenaires asiatiques à travers plusieurs instruments de financement. Le Centre transnational de recherche de la Mer Rouge (*Transnational Red Sea Center*, TRSC), créé par l'EPFL avec le soutien du Département fédéral des affaires étrangères (DFAE), rassemble chercheuses et chercheurs de l'EPFL et différents partenaires académiques et politiques œuvrant à la protection des écosystèmes des récifs coralliens de la Mer Rouge. En 2023, le TRSC a mené plusieurs missions scientifiques, notamment à Djibouti et au Soudan, a établi une nouvelle collaboration avec l'Erythrée et mené diverses activités visant à sensibiliser le public aux enjeux environnementaux de la région.

Les institutions du Domaine des EPF s'engagent fortement sur le continent africain, notamment grâce aux initiatives ETH4D (*ETH for Development*) de l'ETH Zurich et *Excellence in Africa* (EXAF) de l'EPFL déjà mentionnée plus haut. Deux types de bourses mises au concours par ETH4D en 2023 ont permis à des équipes de recherche de l'ETH Zurich de mener des projets de recherche innovants sur le développement durable et l'action humanitaire, comme le développement d'un test bon marché pour les infections sexuellement transmissibles en Zambie ou encore la création d'un cadre de protection pour les conflits numérisés, en collaboration avec le CICR. Dans le cadre de projets de recherche orientés vers les solutions pour le développement co-financés par le Fonds national suisse (FNS) et la DDC, l'Eawag a lancé un projet visant à permettre et encourager l'adoption de technologies d'élevage d'insectes à base de déchets, pour nourrir les animaux d'élevage en particulier au Malawi et en Ouganda.

Dans cette deuxième année de guerre de la Russie contre l'Ukraine, les mesures de soutien à la communauté étudiante et scientifique impactée ont été maintenues. Ainsi, les institutions du Domaine des EPF ont prolongé les contrats de travail des personnes réfugiées en provenance d'Ukraine. Les deux hautes écoles ont aussi enregistré une augmentation du nombre d'étudiantes et étudiants réfugiés accueillis. Plusieurs initiatives visant à soutenir l'université de Kharkiv à poursuivre ses activités de recherche et d'enseignement ont été mises en place.

Les institutions du Domaine des EPF s'assurent que leur internationalisation s'opère de façon responsable. Dans un contexte d'augmentation de demandes de collaborations scientifiques internationales, le Domaine des EPF a initié une coordination pour la gestion des risques entre ses différentes institutions.

## Objectifs stratégiques

# SOURCES DE FINANCEMENT ET UTILISATION DES RESSOURCES

## 7

Un financement fiable est indispensable pour permettre au Domaine des EPF d'honorer les engagements qu'il a pris à long terme dans l'enseignement et la recherche ainsi que de la mise à disposition d'infrastructures de recherche onéreuses. Il ne peut pas réagir à court terme à d'importants changements des conditions financières. Le financement fédéral reste la principale source de financement garantissant au Domaine des EPF et à ses institutions la possibilité de remplir leur mission avec succès et à la Suisse de rester leader mondial en matière de formation et de recherche.

### Allocation des fonds basée sur des critères pertinents

Conformément à l'article 33a de la Loi sur les EPF, le Conseil des EPF répartit les fonds fédéraux (financement fédéral) 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 accordées au mois de mars par le 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 de façon adéquate 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 au niveau des fonds disponibles sont pris en compte lors de l'allocation des fonds, au mois de mars de l'année suivante.

Les Chambres fédérales ont approuvé, pour le budget 2023 du Domaine des EPF, un total de 2736 mio CHF (AF la du 8 décembre 2022) (cf. fig. 1, p. 78). Les fonds demandés par les institutions du Domaine des EPF pour le budget 2023 dépassaient les fonds fédéraux disponibles de 23 mio CHF. Le Conseil des EPF a donc décidé, en mars 2022, puis par une décision complémentaire prise en mars 2023, de financer cet excédent de dépenses en puisant dans ses réserves et en allouant les 2759 mio CHF disponibles comme suit:

2564 mio CHF ont été alloués pour le mandat de base des institutions (budget de base):

– ETH Zurich	1322 mio CHF
– EPFL	707 mio CHF
– PSI	300 mio CHF
– WSL	62 mio CHF
– Empa	109 mio CHF
– Eawag	63 mio CHF

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

- Infrastructures / grands projets de recherche: 73 mio CHF
- Grands axes stratégiques (SFA): 29 mio CHF
- Initiatives conjointes mises en œuvre dans le cadre des priorités stratégiques: 12 mio CHF
- Mesures prises sur les bâtiments pour protéger le climat: 10 mio CHF
- *ETH Domain Quantum Technology Network (QNet)*: 4 mio CHF
- Financements incitatifs et d'aide au démarrage, autres dépenses centrales et diverses ainsi que fonds spéciaux: 52 mio CHF

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

Le budget 2023 se basait sur une compensation attendue du renchérissement de 0,7%, nettement inférieure au renchérissement annuel réel de 2,1%. D'une part, des mesures d'économie ont été prises et, d'autre part, les institutions ont utilisé leurs réserves pour couvrir les coûts dépassant le budget.

#### Evolution des fonds de tiers

Le produit total 2023 de 3967 mio CHF se compose du financement fédéral (2730 mio CHF, 69%) et des produits de fonds de tiers (1237 mio CHF, 31%).<sup>1</sup> La base de financement du Domaine des EPF conserve une large assise, avec la hausse des fonds de tiers.

Au vu des besoins importants de l'économie suisse en main d'œuvre hautement qualifiée et du recrutement de personnel compétent à tous les niveaux, il est essentiel que le Domaine des EPF bénéficie d'un financement de base stable par la Confédération. Ce soutien financier à long terme permet aux institutions de rester compétitives dans la course aux meilleurs talents. Le développement de l'enseignement et de la recherche ainsi que les mesures de construction et de transformation doivent être planifiés à long terme et soigneusement coordonnés avec les domaines d'enseignement et de recherche concernés. Le corps étudiant et doctoral doit pouvoir achever la formation commencée sans que sa qualité ne soit affectée.

La diversification de la base de financement se reflète dans l'augmentation constante de la part des produits de fonds de tiers dans le total des produits (cf. fig. 2, p. 78). Cela souligne l'importance croissante des revenus de fonds de tiers pour le Domaine des EPF. Les chercheurs des hautes écoles suisses ne peuvent actuellement participer qu'à une partie du programme de recherche Horizon Europe, car la Suisse a le statut de pays tiers non associé à le statut de pays tiers. Il n'est pas encore possible d'estimer si les mesures transitoires décidées par la Confédération couvrent financièrement le déficit créé par les PCRI de l'UE. pourront être entièrement couvertes. Cette circonstance influence donc la part des recettes provenant de fonds de tiers.

Par rapport à 2022, les produits ont augmenté de 151 mio CHF (2022: 1086 mio CHF). Toutes les catégories de revenus enregistrent une augmentation. Les produits inclus et financés par les mesures transitoires s'élèvent à 61 mio CHF en 2023, contre 18 mio CHF en 2022 (cf. p. 110 et le rapport financier du Domaine des EPF).

40% des produits de fonds de tiers 2023 proviennent de projets compétitifs de promotion de la recherche nationale (FNS/Innosuisse: 335 mio CHF; 2022: 313 mio CHF) et du financement européen de la recherche (Horizon 2020, ERC Grants, Horizon Europe: 149 mio CHF; 2022: 154 mio CHF). La collaboration avec l'économie (140 mio CHF; 2022: 136 mio CHF), la promotion de projets de recherche par la Confédération (recherche sectorielle: 92 mio CHF; 2022: 87 mio CHF) et les projets de coopération avec les cantons, les communes et différentes organisations internationales (106 mio CHF; 2022: 105 mio CHF) sont aussi significatifs. Les autres fonds de tiers sont les dons et legs (159 mio CHF; 2022: 138 mio CHF), les taxes d'études et les produits issus de la formation continue (61 mio CHF; 2022: 58 mio CHF), divers produits de prestations de services (autres produits: 155 mio CHF; 2022: 146 mio CHF) et le résultat financier et de participation (38 mio CHF, 2022: – 51 mio CHF).

Les produits présentés correspondent à l'état d'avancement annuel des travaux des projets financés par des fonds de tiers et ne reflètent pas le volume contractuel des fonds de tiers obtenus l'année sous revue. Pour évaluer de façon globale l'évolution des fonds de tiers, il faut se référer au rapport financier 2023 du Domaine des EPF.

Les projets de recherche obtenus doivent être conformes à la mission principale et à la stratégie, et réalisables dans le cadre des ressources financières disponibles, pour ne pas compromettre la mission de base. Lorsque les projets sont financés par des tiers, les frais indirects encourus sont facturés dans la mesure du possible et leur augmentation est répercutée. Les contributions aux frais indirects liés à la recherche servent à indemniser en partie les institutions pour les frais occasionnés par les projets de recherche. Les contributions *overhead* pour les projets financés dans le cadre des mesures transitoires sont environ 10% inférieures à celles des projets financés par l'UE. Certains frais ne sont donc pas couverts.

#### 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 permettre la publication des résultats des projets financés par des tiers et à assurer à tout moment la liberté de publication des personnes et des projets soutenus. La liberté de recherche et les droits d'utilisation des résultats des recherches sont également ancrés dans des directives internes et

<sup>1</sup> Le financement fédéral est présenté ici tel qu'il apparaît dans les comptes annuels consolidés du Domaine des EPF (contribution financière: 2535 mio CHF et contribution aux loyers: 195 mio CHF). Il s'inscrit en regard des deux crédits autorisés mis en compte sur le plafond de dépenses, à savoir 2736 mio CHF (contribution financière ou crédit d'exploitation: 2535 mio CHF et crédit d'investissement: 201 mio CHF).

Fig. 1: Allocation de fonds aux institutions du Domaine des EPF  
(après prise en compte des transferts de crédit/fonds en 2023)

mio CHF	2019	2020	2021	2022	2023	Δ 2021/2022	
						abs.	%
<b>Domaine des EPF<sup>1, 2, 10</sup></b>	<b>2 581,2</b>	<b>2 596,1</b>	<b>2 600,1</b>	<b>2 666,2</b>	<b>2 736,2</b>	<b>70,0</b>	<b>2,6</b>
ETH Zurich <sup>3</sup>	1 298,1	1 314,9	1 316,3	1 349,3	1 372,6	23,3	1,7
EPFL <sup>4</sup>	664,8	698,4	712,1	725,7	747,5	21,8	3,0
PSJ <sup>5, 6</sup>	309,8	315,1	336,5	340,5	346,5	6,0	1,8
WSL	57,7	59,4	63,2	65,3	64,8	-0,4	-0,7
Empa <sup>7</sup>	115,7	114,8	126,9	119,9	126,2	6,3	5,3
Eawag <sup>8</sup>	60,5	62,2	62,2	62,8	67,1	4,4	6,9
Conseil des EPF <sup>9</sup>	74,7	31,3	-17,2	2,8	11,5	8,7	309,0

Informations complémentaires sur les budgets / comptes 2023:

<sup>1</sup> Allocation totale des fonds en 2023.

<sup>2</sup> Tranches annuelles selon plafond de dépenses 2021–2024 autorisé (crédits mis en compte sur le plafond de dépenses): tranche annuelle 2023: 2736 mio CHF/arrêté fédéral budget d'après AF la concernant le budget 2023 et l'augmentation du plafond du ACF en juin 2022: 2745 mio CHF.

<sup>3</sup> y c. upgrade du *Sustained scientific user lab for simulation-based science* au CSCS (HPCN-24): 23 mio CHF, développement SwissCat+: 2 mio CHF, *ETH Domain Quantum Technology Network (QTNet)*: 4 mio CHF.

<sup>4</sup> y c. projet de neuroinformatique *Blue Brain*: 22 mio CHF, développement SwissCat+: 1 mio CHF, *ETH Domain Quantum Technology Network (QTNet)*: 1 mio CHF.

<sup>5</sup> y c. upgrade de la Source de Lumière Suisse (SLS 2.0): 25 mio CHF, *Quantum Matter and Materials Discovery Center (QMMC)*: 3 mio CHF, projet CHART: 1 mio CHF, *ETH Domain Quantum Technology Network (QTNet)*: 1 mio CHF.

<sup>6</sup> y c. fonds spéciaux (11 mio CHF).

<sup>7</sup> y c. *Masterplan* du site de l'Empa (8 mio CHF), financement d'aide au démarrage directrice (4 mio CHF).

<sup>8</sup> y c. financement d'aide au démarrage directeur (3 mio CHF).

<sup>9</sup> y c. projets stratégiques, financement du démantèlement des accélérateurs du PSI (11 mio CHF); année sous revue 2023: le petit produit de 11 mio CHF tient compte du fait que 23 mio CHF de l'allocation des fonds 2023 ont été financés par les réserves du Conseil des EPF.

<sup>10</sup> y c. grands axes stratégiques (santé personnalisée et technologies associées, *Advanced Manufacturing*, science des données): 29 mio CHF, initiatives conjointes mises en œuvre dans le cadre des priorités stratégiques: 12 mio CHF, mesures prises sur les bâtiments pour protéger le climat: 10 mio CHF.

Fig. 2: Evolution des produits 2016–2023



2016–2023

■ 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

réglés dans les contrats de recherche conclus avec les bailleurs de fonds. En outre, le traitement des dons est explicitement régi par le code de conduite.

#### **Efficacité et exploitation de synergies**

Les projets communs et l'utilisation conjointe d'infrastructures et de plateformes de recherche génèrent des gains d'efficacité et des synergies importants. C'est p. ex. le cas pour les projets des SFA ou pour le programme ENRICH des quatre établissements de recherche, qui permet d'examiner et de renforcer la collaboration dans certains domaines scientifiques (p. ex. *Net Zero*, *Sensors*), les activités sur le développement durable du campus et la coordination d'offres et de services complémentaires tels que l'offre de formation continue du *Lead Campus* sur plusieurs sites. L'Eawag abrite la bibliothèque scientifique Lib4RI, commune aux quatre établissements de recherche. L'ETH Zurich et l'EPFL obtiennent des effets positifs avec diverses plateformes utilisées conjointement par leurs scientifiques. D'une part, le partage des appareils augmente fortement leur taux d'utilisation. D'autre part, la mutualisation des équipements permet d'optimiser les investissements et d'économiser des coûts. Le *Swiss Data Science Center* (SDSC), exploité conjointement par l'EPFL, l'ETH Zurich et le PSI, permet de concentrer les compétences dans le secteur clé de la science des données et est également ouvert aux établissements de recherche. recherche ainsi qu'à toutes les universités et à l'industrie. Des synergies sont aussi générées avec des partenaires de recherche hors Domaine des EPF, notamment entre le *Dubochet Center for Imaging* de l'EPFL et l'UNIL ou entre le Centre de recherche translationnelle sur le cancer AGORA de l'EPFL, l'UNIL, l'UNIGE et les hôpitaux universitaires de Vaud et de Genève. Le partenariat entre l'ETH Zurich et Roche favorise la prochaine génération de chercheuses et de chercheurs dans le domaine de la bio-ingénierie translationnelle afin de repousser les limites de la médecine actuelle.

Un bénéfice réciproque est également obtenu dans diverses activités administratives et logistiques. La plateforme de *reporting* sur SAP FC, utilisée dans l'ensemble du Domaine des EPF, a aussi fait ses preuves. L'introduction de nouvelles normes de présentation des comptes se fait aussi, de façon privilégiée, par une approche interdépartementale coordonnée. Toutes les institutions contribuent avec leurs propres ressources au centre de compétence IPSAS, responsable de cette introduction. La coordination des achats au sein du Domaine des EPF (KoBe ETH+) et la plateforme d'achat en ligne P4U, utilisée conjointement avec l'Université de Zurich, permettent également de réaliser des économies substantielles. A l'ETH Zurich, de nombreux processus administratifs ont été entièrement numérisés sur la base de SAPS/4 Hana. Les projets de numérisation des autres institutions progressent aussi rapidement. L'organisation gagne ainsi non seulement en efficacité, mais aussi 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 au bilan) d'au moins 10% d'ici 2024. Les dons, les 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'élevait à 1402 mio CHF et fin 2023 à 1346 mio CHF. 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 351 mio CHF; l'excédent inscrit au bilan a, quant à lui, augmenté de 295 mio CHF. Cette augmentation intègre aussi les effets exceptionnels des années précédentes pour au moins 60 mio CHF. Les détails concernant l'utilisation des fonds issus des réserves sont publiés dans le rapport financier du Domaine des EPF.

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 règlementent la gestion opérationnelle des réserves dans des directives internes. L'emploi ciblé de réserves pour la définition des priorités stratégiques dans l'enseignement et la recherche et pour la réalisation de grandes infrastructures de recherche est intégré à la budgétisation et à la planification des institutions.

Un financement fédéral solide et des réserves suffisantes permettent de préserver la liberté d'action stratégique et financière. Cette flexibilité est indispensable au Domaine des EPF pour rester dans la compétition internationale en matière de formation, de recherche et d'innovation. Une politique de financement durable à long terme, sur la base d'une planification financière pluriannuelle, une gestion du bilan axée sur le long terme et une gouvernance financière moderne apportent ici une contribution majeure. Cela permet de garantir une utilisation durable et conforme à la stratégie des réserves et de l'ensemble des fonds.

#### **Démantèlement et élimination des accélérateurs**

L'utilisation de l'énergie nucléaire et de rayonnements ionisants dans la médecine, l'industrie et la recherche engendre des déchets radioactifs (déchets MIR). La Loi sur l'énergie nucléaire et la Loi sur l'adioprotection fixent les exigences en matière d'élimination. Le financement de la provision pour le démantèlement des accélérateurs du PSI (449 mio CHF) est alimenté par des économies annuelles qui s'ajoutent à la contribution financière. Fin 2023, le montant épargné s'élevait à 62 mio CHF au total (dont montant épargné en 2023: 11 mio CHF). Le PSI a utilisé jusqu'à présent environ 13 mio CHF provenant de celui-ci (dont 3 mio CHF en 2023) pour les mesures liées au démantèlement.

## Objectifs stratégiques

# GESTION IMMOBILIÈRE ET DÉVELOPPEMENT DURABLE

## 8

Malgré l'incertitude persistante entourant la situation sécuritaire mondiale et l'évolution économique, l'inflation évolue désormais de manière plus modérée. Toutefois, certains mandats d'envergure ont dû être attribués à des prix toujours aussi élevés. L'ETH Zurich a pu emménager dans deux nouveaux bâtiments et y poursuivre ses activités d'enseignement et de recherche. Les institutions du Domaine des EPF ont développé des stratégies individuelles pour la neutralité carbone dès 2040.

### Stratégie et développement du portefeuille sur le long terme

La mise en œuvre de méthodes de travail flexibles dans le cadre du *Change concept desksharing* pour le Domaine des EPF a un impact sur la planification à long terme du portefeuille immobilier. Cette mise en œuvre concerne surtout les nouveaux bâtiments et les grands projets de rénovation, mais certaines surfaces existantes font déjà l'objet d'une optimisation, p. ex. la double utilisation de surfaces d'enseignement et de restauration comme postes de travail pour le corps étudiant. Face à la croissance continue du corps étudiant et doctoral (+80% depuis 2008), des mesures organisationnelles ont été prises, p. ex. l'adaptation des méthodes d'enseignement et une plus grande intensité d'utilisation pour limiter le nombre de surfaces (+24% depuis 2008). D'un autre côté, les

prix élevés de l'énergie et les difficultés d'approvisionnement en composants et matériaux compliquent, prolongent et renchérissent la planification et l'exécution de projets. Dans ces conditions, respecter à la fois les objectifs de la Confédération (maintien de la valeur et de la fonction, durabilité ou culture du bâti) et les exigences de la recherche, de l'enseignement et du TST avec les moyens disponibles reste difficile.

A l'ETH Zurich, les changements dynamiques de la planification académique (évolution des besoins de l'activité principale) sont suivis en permanence par les responsables de portefeuille chargés des départements et des unités d'organisation et, si nécessaire, des adaptations sont apportées au développement de l'offre selon les conditions financières. Le projet «Stratégie partielle relative à l'évolution des besoins et de l'offre, stratégie de portefeuille» est en cours. Celui-ci va permettre, entre autres, de développer un modèle de calcul de l'évolution des besoins et de l'offre, en coordination avec toutes les parties prenantes concernées. Les premiers résultats sont attendus pour 2024.

Le facteur déterminant reste la croissance prévue du nombre d'étudiantes et d'étudiants. L'objectif est toutefois d'utiliser les surfaces existantes de manière encore plus efficace.

Depuis quelques années, une réorganisation de la zone universitaire du centre de Zurich (HGZZ) a été envisagée avec l'Université de Zurich et l'hôpital universitaire de Zurich. Ceci dans le but d'offrir à toutes les parties concernées de meilleures conditions-cadres pour le développement futur et la croissance prévue. Pour l'ETH Zurich, il s'est avéré que le gain de surface envisagé ne sera pas réalisable. Une révision de la planification a donc été initiée en 2023.

Les mesures mises en œuvre dans le projet «Zéro obstacle» conduisent constamment à des améliorations: des postes de travail et d'étude accessibles ont été aménagés dans les bibliothèques de l'ETH Zurich et des bâtiments tels que le CHN ont été adaptés pour devenir accessibles, tandis que les enregistrements des cours sont automatiquement sous-titrés depuis le semestre d'automne 2023.

A l'EPFL, une attention particulière est portée au développement de l'enseignement et aux impacts pouvant être induits par ses nouvelles formes, telles que les MOOC et les DLL (*Discovery Learning Laboratories*). La pandémie de coronavirus a renforcé la nécessité d'étendre les réflexions quant aux évolutions futures des postes de travail comme le *desksharing* et la densification des espaces existants avec intégration des aspects de durabilité. L'EPFL s'est basée sur le nombre de postes de travail et leur utilisation. Le plan directeur pour la rénovation et la densification du campus devra permettre d'éditer des *guidelines* pour optimiser l'utilisation des surfaces. La vision d'*Advanced science campus* a été introduite pour mettre en avant les potentialités des laboratoires et la possibilité de les partager entre divers groupes de recherche. Un comité académique a reçu la mission de définir le plan de l'*Advanced Science Building* prévu, pour en permettre une occupation la plus efficace possible. La mise à disposition d'une partie des terrains au Nord (actuels terrains de sports) dédiés à l'extension de la haute école est en cours de négociation avec la ville de Lausanne et le canton de Vaud. La décision de classer les bâtiments de la première étape de l'EPFL en note 1 (intérêt national) au patrimoine sera potentiellement une contrainte pour les interventions futures tout en mettant en valeur ces ouvrages.

La mise en œuvre du *Flex change concept* de la Confédération (introduction du *desksharing*) est aussi en cours au PSI, ainsi que le nouveau concept de postes de travail. La délocalisation d'unités dans le parc Innovaare permet le regroupement physique de certains secteurs et la libération de surfaces pour procéder à des réaffectations, à des rénovations et à des assainissements parasismiques. Les facteurs décisifs sont la couverture du besoin en bureaux et en laboratoires identifié dans les Schémas généraux des espaces et du financement (SGEF) en raison de nouvelles chaires et activités de recherche, ainsi que la rénovation nécessaire de bâtiments.

Les SGEF constituent la stratégie immobilière du WSL. Sur son site de Birmensdorf, le WSL a vérifié, à l'aide d'un concept d'utilisation et d'exploitation, si un nouveau bâtiment de remplacement déjà planifié était encore nécessaire en raison de l'évolution des habitudes de travail du personnel, puis a décidé de réduire le nombre de postes de travail par des mesures organisationnelles plutôt que d'en réaliser davantage par des mesures de construction.

Pour l'Empa et l'Eawag, les SGEF communs constituent également la base des stratégies immobilières. Le parc de bâtiments de l'Empa date d'une époque où celui-ci était une institution de contrôle. Sa transformation en un institut de recherche renommé dans le domaine des sciences des matériaux n'a pas encore pu être réalisée en intégralité au niveau des bâtiments et de l'infrastructure. Avec l'achèvement du projet co-opérate, l'Empa aura concrétisé dans une large mesure sa transformation. Les processus de planification et de construction numériques ont été développés avec la méthode BIM (*Building Information Modeling*) et les processus d'exploitation numériques. Pour ce faire, une stratégie a été définie et des directives et outils ont été élaborés. Un modèle de poste de travail en *desksharing* a été introduit en 2022/2023 dans certains départements, tels que l'immobilier et l'informatique.

En 2023, l'Eawag a aussi travaillé à la mise en œuvre du mandat de la Confédération relatif au *desksharing* pour les postes de travail administratifs.

Aucune évolution substantielle n'a été opérée au sein du portefeuille du Domaine des EPF en 2023.

#### La gestion immobilière en chiffres

La valeur d'acquisition du portefeuille immobilier du Domaine des EPF se montait, fin 2023, à 8,54 mia CHF, soit environ un tiers de la valeur du portefeuille immobilier global de la Confédération. Sa valeur comptable était d'environ 4,22 mia CHF. Le Domaine des EPF exploite environ 400 bâtiments sur 120 parcelles. Fin 2023, la surface utile principale (SUP) de 1067000 m<sup>2</sup> était en hausse de 4,3% par rapport à 2022. Le mix de surfaces (cf. fig. 28, p. 106) entre les bâtiments de la Confédération, en usage propre ou tiers, et les surfaces louées dans des bâtiments de tiers (en m<sup>2</sup> de la SUP depuis 2014) 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 prise en location du Domaine des EPF reste faible à 16,0% des surfaces utiles principales. La hausse des surfaces louées après 2014 résulte d'une nouvelle définition du traitement statistique des surfaces. Sans cet effet, une diminution de l'espace en usage tiers serait observée.

#### Projets en cours et réalisés

Les grands projets de travaux suivants ont été poursuivis ou achevés en 2023: le nouveau bâtiment de recherche GLC, pour l'ETH Zurich dans le centre de Zurich, avec laboratoires et bureaux pour les sciences de la santé, a été réceptionné par l'ETH Zurich avec l'entrepreneur général (EG) et l'installation échelonnée a eu lieu. De même, le nouveau bâtiment BSS à Bâle a été réceptionné avec l'EG, et l'enseignement a commencé, entre autres, dans les laboratoires achevés. Sur le site de Höggerberg, la construction du bâtiment de physique HPQ pour la recherche en physique quantique a été poursuivie. De grands projets ont concerné la rénovation du laboratoire des machines ML/FHK

avec l'approvisionnement énergétique centralisé pour le site du centre, le parking souterrain et l'esplanade HG au centre de Zurich ainsi que la rénovation et l'agrandissement avec un nouveau bâtiment HIF et le bâtiment d'atelier HPT au Höggerberg.

Une évaluation approfondie des bâtiments et des équipements techniques a été réalisée à l'EPFL afin de déterminer les futurs potentiels de rénovation. En outre, la haute école a procédé sur le campus au regroupement des équipements scientifiques par thèmes prioritaires pour optimiser l'utilisation des infrastructures. Le mandat légal de maintien de la valeur et de la fonction a aussi été mis en œuvre dans les projets énergétiques par la rénovation de la centrale énergétique et l'extension de la station de pompage de l'eau du lac.

Au **PSI**, l'exécution du projet SLS 2.0 a démarré comme prévu. Lors de la rénovation du toit, une installation photovoltaïque (PV) innovante (films flexibles) sera mise en place. D'autres rénovations de toitures avec installations PV ont été initiées sur différents bâtiments existants. L'extension du dépôt intermédiaire fédéral ORAB a été achevée; l'emménagement dans le nouvel immeuble de bureaux OBBA a eu lieu mi-2023; la construction de la crèche Kiwi a commencé et une entreprise générale a été mandatée pour la construction du *Quantum Matter and Materials Discovery Center* (QMMC).

Le **WSL** a évalué sur son site de Birmensdorf les besoins en espace pour un nouveau bâtiment de remplacement déjà prévu. Sur la base des résultats déjà mentionnés plus haut, des mesures organisationnelles ont permis de renoncer à la construction du nouveau bâtiment.

L'étape 1 du projet de construction commun *Masterplan Campus* de recherche **Empa-Eawag** a été poursuivie. Ce projet comprend la réalisation de laboratoires modernes manquant cruellement et de concepts intercampus pour la transformation du site en campus de recherche. Les importants travaux d'aménagements extérieurs nécessaires ont constitué un véritable défi pour l'ensemble du personnel du campus. Grâce à une planification prévoyante et intégrale, à l'implication de toutes les parties prenantes concernées et à des solutions flexibles lors de problèmes imprévus, ce défi a pu jusqu'ici être relevé de manière satisfaisante. Sur le site de Kastanienbaum de l'**Eawag**, il est prévu de construire Limnion, un nouveau bâtiment de bureaux, d'entrepôts et de laboratoires. Après révision en conformité avec les recommandations de la Commission fédérale pour la protection de la nature et du paysage (CFNP), le projet a de nouveau été bloqué par une opposition, ce au cours de l'année sous revue.

### Investissements et origine des fonds en 2023

Le crédit d'investissement 2023 pour les constructions dans le Domaine des EPF était de 214,50 mio CHF. Il était légèrement inférieur à celui de 2022 (224,76 mio CHF), mais supérieur à la moyenne pluriannuelle. En 2023, des retards de construction ont entraîné un transfert de crédit de 13,49 mio CHF (6,3%) entre le crédit d'investissement et la contribution financière. Aucune réserve affectée n'a été formée. Les investissements concernaient, pour 44,6%, des constructions neuves et, pour 55,4%, le maintien de la valeur et de la fonction. 0,21 mio CHF de fonds de tiers ont été utilisés pour l'immobilier de la Confédération (cofinancement). Des investissements à hauteur de 96,84 mio CHF, issus des fonds de la contribution financière, ont été consacrés à des équipements à usage spécifique sur des biens des institutions. Ces investissements ont été complétés par un financement de tiers de 1,0 mio CHF. Le volume total des constructions initié par le Domaine des EPF en 2023 s'est élevé à 299,0 mio CHF (cf. fig. 30, p. 107). Le Domaine des EPF a bénéficié en 2023 d'un crédit de loyer de 195,2 mio CHF pour le montant théorique des charges de loyer relatives à l'immobilier de la Confédération. Le graphique «Origine des fonds» (cf. fig. 25, p. 105) montre la provenance des fonds employés pour les constructions du Domaine des EPF depuis 2014. Les fluctuations annuelles dépendent du type d'attribution et de la série de production des projets de construction actuels.

### Programme de construction 2024

Avec son programme annuel de construction, le Domaine des EPF a sollicité en 2023 les crédits d'engagement nécessaires pour les nouveaux projets prévus dans le cadre de constructions neuves, constructions annexes ou rénovations. Le programme de construction 2024, d'un total de 142,1 mio CHF (crédit total), approuvé le 21 décembre 2023 par les Chambres fédérales, prévoit le grand projet suivant: pour Limnion, le nouveau bâtiment de laboratoires et de bureaux, l'Eawag a demandé un crédit d'engagement de 12,1 mio CHF. Le bâtiment sera construit à Kastanienbaum, dans le canton de Lucerne, et servira à la recherche sur l'eau et les lacs.

Un crédit d'engagement de 130,0 mio CHF a été sollicité pour d'autres projets immobiliers dans le Domaine des EPF. Celui-ci permet de réaliser des projets de construction allant jusqu'à 10 mio CHF ou de planifier des projets de plus de 10 mio CHF.

### Maintien de la valeur et de la fonction

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

L'ancienneté relative des bâtiments et de leur utilisation intensive, leur valeur réelle de 81,0% de la valeur à neuf, telle que calculée en 2023, reste à un niveau élevé (cf. fig. 26, p. 105). Les charges de rénovation des bâtiments historiques sont parfois considérables et entraînent des travaux importants. Le plan d'investissement immobilier 2024–2027 comprend des projets de rénovation de plus de 544,8 mio CHF et a généré des investissements d'environ 111,4 mio CHF en 2023. En outre, les travaux d'entretien annuels absorbent en moyenne plus de 50 mio CHF du crédit de financement. Le Domaine des EPF prouve ainsi qu'il s'est appliqué à gérer de façon responsable et durable le patrimoine construit mis à sa disposition par la Confédération.

### Coordination

En 2023 aussi, le service immobilier du Conseil des EPF a assuré la coordination entre les requêtes de l'administration fédérale et celles des institutions du Domaine des EPF, dans le développement de normes, de standards et de directives concernant la planification, la réalisation et l'exploitation de l'immobilier. Cette coordination s'effectue avec le concours et la participation active des institutions. Elle portait principalement sur des réformes structurelles, l'élaboration de stratégies CO<sub>2</sub> individuelles, des mesures de protection du climat et d'économie d'énergie, dans la perspective aussi d'une éventuelle pénurie d'énergie, laquelle représenterait un risque considérable pour les institutions d'enseignement et de recherche à forte consommation d'énergie. Dans le domaine de la durabilité, le service immobilier est intervenu dans différents groupes de travail de la Confédération sur le 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 donner forme. 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

Le Conseil des EPF a commencé à préparer, avec les institutions, la planification à long terme du portefeuille

immobilier pour la période 2025–2036. Les «Schémas généraux des espaces et du financement» présentent comment, avec des moyens financiers limités, couvrir les besoins en surface liés à la croissance continue du nombre d'étudiantes et d'étudiants et satisfaire aux exigences croissantes de la Confédération en tant que propriétaire immobilier en matière de protection du climat, d'énergie, de culture du bâti et de maintien de la valeur et de la fonction.

Durant la période 2020–2023 du plan d'action Culture du bâti, le Domaine des EPF a mis en œuvre trois mesures: «M4 Faire connaître la stratégie Culture du bâti», «M9 Inscrire la culture du bâti dans les standards minimaux» et «M10 Développer les compétences des commanditaires en matière de culture du bâti». La période du plan d'action s'est achevée avec un rapport soumis au Conseil fédéral. L'infestation subite de moules quagga dans l'ensemble du système d'eau de refroidissement du campus de l'EPFL a été très désagréable. La moule quagga, très invasive, se répand vite et inexorablement dans les eaux suisses, et menace également leurs écosystèmes. Cet incident environnemental requiert des mesures immédiates pour éviter une défaillance totale du système de refroidissement, ce qui aurait de graves conséquences sur les activités d'enseignement et de recherche, et d'éventuels dommages consécutifs. Le Conseil des EPF, en sa qualité de service de la construction et des immeubles, a signalé les dommages à la Confédération, la propriétaire. L'EPFL, le Conseil des EPF et les représentantes et représentants du propriétaire discutent actuellement de la marche à suivre ainsi que de la viabilité financière et du financement des dommages.

Pour le projet de construction GLC, le Conseil des EPF a préparé un audit de projet au cours duquel un expert externe indépendant doit répondre à la question de savoir quand et dans quelles circonstances des dysfonctionnements sont apparus dans le déroulement du projet et comment ils auraient pu être évités. Les activités d'enseignement et de recherche ont commencé dans le bâtiment en 2023, mais des défauts subsistent et l'ampleur des coûts supplémentaires est encore controversée.

## 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 immo-

bilier du Domaine des EPF et coordonne la gestion immobilière stratégique avec les institutions afin de maintenir en état le portefeuille immobilier à moyen et à long terme et de préserver sa valeur culturelle. Une planification répondant aux besoins et la réalisation en temps voulu de nouvelles constructions, de transformations et de réfections représentent donc des tâches centrales. Le maintien de la valeur et de la fonction résulte d'une planification basée sur les besoins et orientée, dans l'intérêt du propriétaire, sur des critères coûts-utilité, ainsi que sur un contrôle au niveau du Conseil des EPF. Le propriétaire en prend connaissance via le rapport du Conseil des EPF.

Le nouveau bâtiment de bureaux et de laboratoires BSS de l'ETH Zurich sur le site du Schällemätteli à Bâle a remporté l'*Iconic Award* 2023.

> Achim Birnbaum/ETH Zurich



## Durabilité: environnement et énergie

### Stratégies individuelles de réduction du CO<sub>2</sub>: une étape a été franchie

Au cours de l'année sous revue, le Domaine des EPF a réalisé d'importants progrès dans la gestion de l'environnement et de l'énergie. La mise en œuvre de stratégies énergétiques et de réduction du CO<sub>2</sub>, de mesures écologiques et la sensibilisation du personnel et du corps étudiant soulignent l'engagement pour un développement durable. Le Domaine des EPF continuera à promouvoir des solutions innovantes pour relever les défis environnementaux et énergétiques.

En 2023, l'accent a surtout été mis sur de vastes mesures de réduction, de compensation et de neutralisation du CO<sub>2</sub>, ainsi que sur une orientation stratégique vers une utilisation efficace de l'énergie et la durabilité. Le train de mesures sur le climat de l'administration fédérale en constitue la base. Le Domaine des EPF travaille activement à l'affinement du concept de réduction et de compensation du CO<sub>2</sub> et a lancé une première réflexion sur l'intégration de projets de neutralisation. Les six institutions du Domaine des EPF ont développé des stratégies individuelles ambitieuses servant de guide pour la poursuite de la réduction du CO<sub>2</sub>, surtout à la source. Les institutions du Domaine des EPF sont ainsi pionnières parmi les organismes publics.

Face à la pénurie d'énergie, le Domaine des EPF mise sur des économies volontaires durables et se prépare aussi de manière proactive à de nouvelles réductions en cas de crise. Pour des économies permanentes, des potentiels d'optimisation sont recherchés et mis en œuvre dans toutes les institutions: au PSI,

grâce à un *Energy Award* décerné aux collaboratrices et collaborateurs ayant les meilleures idées pour économiser l'énergie et, à l'EPFL, avec le fonds *Solutions4Sustainability* (cf. Objectif 2, p. 57) doté de 20 mio CHF. Sur les campus Empa-Eawag et le campus Hönggerberg de l'ETH Zurich, des réseaux de chaleur sont mis en place pour l'échange entre bâtiments et processus nécessitant de la chaleur ou du froid. A l'EPFL, toute l'énergie thermique (aussi bien pour le chauffage que pour le refroidissement) est obtenue à partir de l'eau du lac et de systèmes d'échange de chaleur, auxquels le centre de données de l'EPFL est également relié.

La préparation à une éventuelle pénurie permet de garantir la sécurité énergétique de la Suisse, mais entraîne ponctuellement des effets négatifs en termes de réduction permanente. Pendant la pénurie d'énergie et de gaz 2022/2023, l'ETH Zurich est passée p. ex. du gaz naturel au mazout, ce qui a augmenté les émissions de CO<sub>2</sub>. Pour faire face à une possible pénurie d'électricité, l'ETH Zurich a rejoint un pool de groupes électrogènes de secours opérant dans toute la Suisse. Ce regroupement sert de réserve d'hiver partielle en électricité. Sur l'ensemble des institutions, des économies ont toutefois été réalisées pendant la réduction due à la pénurie, p. ex. en baissant la température des locaux, en renonçant à l'eau chaude dans les toilettes et en limitant l'éclairage.

Toutes les institutions disposent d'une commission de l'énergie ou d'une cellule de crise énergie et continueront dans les années à venir à viser des réductions ou à réagir avec agilité en cas de pénurie.

Le développement des installations PV progresse rapidement. En 2023, environ 4,5 GWh d'électricité PV ont été produits sur les sites du Domaine des EPF.<sup>1</sup> Au cours de l'année, le développement du PV dans le Domaine des EPF comprenait des plans directeurs PV, des analyses de potentiel et des cadastres solaires des institutions du Domaine des EPF. Parmi les projets concrets figurent le nouveau bâtiment Limnion de l'Eawag et le projet SLS 2.0 du PSI. Outre le développement des installations PV, d'autres projets contribuent à renforcer la sécurité énergétique: l'ETH Zurich réalise p. ex., avec le groupe de recherche du Professeur Wendelin Jan Stark de l'ETH Zurich, un réservoir d'hydrogène sur le site de Höggerberg (démonstrateur/*Living Lab*). Par ailleurs, la recherche d'un entrepreneur pour une conduite d'eau du lac au campus Zurich Centre de l'ETH a abouti.

La mise en œuvre systématique de mesures énergétiques (efficacité, récupération, développement PV) permettra de réduire encore la dépendance vis-à-vis de fournisseurs d'énergie externes.

Initiatives conjointes: SCENE et Speed2Zero

SCENE (*Swiss center of excellence on net zero emissions*; cf. p. 57)<sup>2</sup> et le projet SPEED2Zero<sup>3</sup> servent d'interfaces entre la recherche et la mise en œuvre opérationnelle dans le domaine de l'environnement et de l'énergie. Par le biais de ces initiatives (cf. p. 68), le Domaine des EPF encourage la transformation des résultats de la recherche en mesures concrètes. L'Empa et la direction des travaux publics du canton de Zurich ont élaboré la Charte de la construction circulaire<sup>4</sup>. Jusqu'ici, douze des plus grands maîtres d'ouvrage de Suisse y ont adhéré, parmi lesquels figure notamment Bau 3 FI, l'autorité commune en matière de construction de l'Empa, de l'Eawag et du WSL. Ces mesures contribuent à la force d'innovation dans le domaine de l'environnement et de l'énergie.

La sensibilisation ciblée du personnel et de la communauté de l'ETH Zurich permet d'encourager des comportements respectueux du climat, p. ex. en matière de mobilité. L'ETH Zurich mise avec succès sur la mobilité durable avec la campagne *Smart Moves*. L'EPFL a élaboré un plan directeur mobilité et défini des mesures pour les déplacements professionnels et pendulaires. Outre l'abonnement général et le demi-tarif pour les transports publics, l'Eawag soutient financièrement les abonnements

pour pendulaires et les offres de *bikesharing* sur tous les sites. Les voyages en avion sont déjà limités par des directives et des règlements.

Un autre domaine de sensibilisation est celui des repas dans les restaurants universitaires et les cantines. Toutes les institutions proposent désormais une part plus importante de produits végétariens. Le WSL organise des semaines de l'environnement axées sur la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> dues à l'alimentation.

La réduction du CO<sub>2</sub> est aussi actuellement à l'étude dans d'autres domaines, p. ex. les laboratoires, avec les *Green Lab Initiatives* de l'ETH Zurich et de l'EPFL, ou les réductions de CO<sub>2</sub> envisagées dans les achats des deux hautes écoles.

Dans le cadre de la sensibilisation, l'EPFL et le PSI indiquent également à leurs collaboratrices et collaborateurs les outils leur permettant de calculer leur propre empreinte carbone. Des campagnes de sensibilisation permettent parfois de soutenir des taxes d'incitation, p. ex. à l'Eawag pour les voyages en avion et l'utilisation de la voiture ou pour le passage d'imprimantes personnelles à des imprimantes centralisées à l'ETH Zurich.

Les institutions du Domaine des EPF continuent à s'engager activement dans le cadre de l'initiative Exemplarité Energie et Climat (EEC), même si l'objectif d'efficacité énergétique d'ici 2030 est déjà dépassé (2022: -24% par rapport à 2018/2019). Cette performance souligne la volonté de ne pas se contenter des standards minimaux, mais de les dépasser.

Par ailleurs, le Domaine des EPF conclut la période de rapport 2020-2023 par la mise à disposition d'une conception «Paysage Suisse» élaboré en collaboration avec les offices fédéraux à l'attention du Conseil fédéral. La réalisation des objectifs du Domaine des EPF avec des contributions de grande valeur écologique et paysagère témoigne de ses propres progrès, mais contribue aussi au débat national sur les pratiques respectueuses de l'environnement. Sur le campus de l'Empa-Eawag, p. ex., l'espace «ceinture verte» est ancré dans le plan directeur; à l'EPFL, le «Plan Climat & Durabilité EPFL, partie Campus» est entré en vigueur et différents sites du Domaine des EPF ont obtenu la recertification de terrains avec le label de la Fondation Nature & Economie.

<sup>1</sup> [www.cepf.ch/environnement-energie](http://www.cepf.ch/environnement-energie).

<sup>2</sup> [www.scene-project.ch](http://www.scene-project.ch).

<sup>3</sup> [www.speed2zero.ethz.ch](http://www.speed2zero.ethz.ch).

<sup>4</sup> [www.cbcharta.ch](http://www.cbcharta.ch).

## Objectifs stratégiques

# CONDITIONS DE TRAVAIL, ÉGALITÉ DES CHANCES ET RELÈVE SCIENTIFIQUE

## 9

La politique du personnel 2023 a été marquée par le *Lifelong learning* et les thèmes du *leadership*, le développement d'instruments de gestion tels que les analyses de sites axées sur les compétences, les entretiens de *leadership* et les processus de retour d'information, ainsi que la transmission et l'intégration de compétences sociales et managériales acquises dans un environnement de travail collaboratif. La diversité et l'inclusion ainsi que la promotion de flux de travail numériques étaient aussi des priorités.

### Promotion d'une attitude professionnelle intégrative

Les institutions du Domaine des EPF ont misé en 2023 sur des analyses de sites axées sur les compétences, des entretiens de *leadership* et des processus de retour d'information pour améliorer la qualité de la direction et développer des compétences managériales. L'**ETH Zurich** a créé le *Lifelong Learning Hub*, lequel donne accès à de nombreux contenus de formation afin d'intégrer l'apprentissage continu dans le quotidien du travail. Pour la première fois, la haute école a mené des entretiens de *leadership* avec le corps professoral nouvellement nommé après les prises de fonction, a défini des étapes de développement personnel et élaboré et transmis les compétences sociales

et managériales qui sont vécues à tous les niveaux. L'**EPFL** a mené le projet pilote *Advanced Academic Leadership for Professors*, développé une nouvelle version du programme de gestion pour les doctorantes et doctorants, intégré un outil d'évaluation psychométrique dans la sélection du personnel pour les postes de direction, créé un guide de recrutement pour le corps professoral et organisé une formation en ligne sur la législation suisse en matière de protection des données. Le **PSI** a effectué un séminaire de deux jours pour le management, axé sur la satisfaction du personnel, les changements dans le monde du travail et le développement stratégique 2025–2028. Lors des *Leadership Days*, divers ateliers de direction étaient consacrés au nouvel entretien avec le personnel, à la capacité d'adaptation du PSI, à la santé mentale et aux expériences avec la charte d'équipe. Le **WSL** a poursuivi la formation systématique et obligatoire au *leadership* de ses responsables de groupe lors de retraites de trois jours et a proposé des formations sur mesure axées sur la modération, l'appropriation et les processus de décision. Il a également mis en place un nouveau système de gestion du temps pour gérer activement les heures de travail. Outre les formations obligatoires, par exemple le *CAS Leadership in Science* ou le *Leadership Impulse*, l'**Empa** a organisé des *Leadership Forums* et une formation sur les processus RH, le recrutement et le *coaching* pour les collaboratrices et collaborateurs confrontés à des situations difficiles. Des spécialistes en ressources humaines ont soutenu les cadres de l'**Empa** et de l'**Eawag** en tant qu'expertes et experts administratifs, *Change Agents* et partenaires opérationnels et stratégiques. L'**Eawag** a intensifié les réseaux internes et externes pour développer le transfert de savoir entre les cadres et le personnel.

### Conditions de travail, développement et formation continue

Grâce à la numérisation, l'ETH Zurich a pu rendre ses programmes de développement accessibles à de nombreuses collaboratrices et de nombreux collaborateurs. Les programmes *Fit für die neue Führungsrolle* et *Advanced Leadership*, un programme avec «un retour d'information à 360°», ont permis d'encourager les cadres à développer leurs compétences sociales et managériales. Avec le nouveau site *Internet Discover* EPFL, l'EPFL a facilité l'accès du personnel à des formations telles que «Préparer mon avenir professionnel», à des formations spécifiques en communication et à la certification *European Computer Driving Licence* (ECDL). Au PSI, le développement de la formation *CAS Leadership in Science* pour tous les cadres et spécialistes a été poursuivi avec les autres établissements de recherche **Empa**, **Eawag** et **WSL**. L'AALP (*Advanced Academic Leadership Programm*) a été organisé pour la deuxième fois à l'intention des cadres du Domaine des EPF aptes à occuper des hauts postes dans la recherche, l'administration et des instances nationales et internationales. Les processus existants tels que *Tenure Track*, *Expert Development Program* et *Professional Development Program* ont été poursuivis. Au PSI, le nouveau format *Non-linear Career Path Event* a été organisé en commun par le *Career Center* et la *PhD and Postdoc Association* (PPA). L'introduction systématique d'accords de *tenure track* avec des objectifs de performance afin de créer de la transparence pour les scientifiques, l'évolution du management, la promotion des cadres et la réalisation de *coachings* de carrière ont été les priorités du **WSL**. L'**Empa** a misé sur des plans de développement individuels sur une période de deux à cinq ans pour la mise en œuvre de mesures de formation continue ciblées afin de maîtriser les tâches actuelles et futures et de préserver l'employabilité sur le long terme. L'**Eawag** a permis à tous les chefs de département et de groupe de bénéficier d'un *coaching* personnel. Avec l'introduction du *Lead Campus*, les quatre établissements de recherche ont créé une plateforme de formation commune proposant un large éventail de formations (cf. Objectif 1, p. 53 et Objectif 5, p. 68).

### Exploitation du potentiel de main-d'œuvre suisse

Au vu de la pénurie croissante de main-d'œuvre qualifiée, le Domaine des EPF a déterminé quelles incitations étaient nécessaires pour mieux exploiter le potentiel de main-d'œuvre suisse, pourvoir tous les postes vacants et employer davantage de personnel avec des taux d'occupation élevés. Le Domaine des EPF salue le retour des femmes après la phase familiale. L'emploi au-delà de l'âge de référence est également possible si nécessaire. D'une manière générale, le Domaine des EPF prend les mesures nécessaires pour appliquer la préférence indigène et tient compte des dispositions et recommandations

légalles. Les postes vacants sont publiés sur des plateformes d'emploi suisses et dans les offices régionaux de placement. La plus grande partie du personnel technique et administratif est de nationalité suisse.

### Egalité des chances, diversité et inclusion

Des projets sur des questions de diversité, par exemple les LGBTQIA+, l'origine sociale, le «zéro obstacle» ou le programme *Respect*, ont été développés à l'ETH Zurich et orientés selon des priorités (*Teaching, Research, Non-Discrimination, Community & Culture*) dans une nouvelle stratégie de diversité en cours d'élaboration. La haute école a organisé divers événements sur la diversité et l'inclusion, portant notamment sur la communication inclusive, l'*empowerment*, l'égalité salariale et des formations *Unconscious Bias*. Un formulaire anonyme de signalement des comportements inappropriés a été introduit et une formation *e-learning* sur les préjugés a été dispensée. La promotion et la sensibilisation à l'inclusion et à la diversité ont été soutenues par des campagnes d'accompagnement et le *Diversity Award*. L'EPFL a remanié son *Compliance Guide*. Le thème de l'inclusion a été traité et expliqué via des campagnes de sensibilisation et des présentations du bureau de l'égalité. La création du *Trust and Support Network* (TSN) et du *Respect Compliance Office* (RCO) pour le soutien et le traitement des recours témoigne également de l'importance accordée à ce thème. Au PSI, le service de Diversité et Inclusion, a soutenu la mise en place d'un réseau interne LGBTQIA+. Les *Confidential Advisors* du PSI, des interlocuteurs neutres et des personnes de confiance pour tout type de conflit, se sont réunis pour échanger et se soutenir mutuellement. Le label de qualité *Employers we trust* a été décerné au **WSL**. Celui-ci a organisé des séances Q&R et constitué un *Diversity Board*. L'**Empa** a créé le comité de pilotage Egalité des chances et diversité. L'inclusion, l'égalité des chances et la diversité, l'augmentation de la proportion de femmes dans des postes de direction et les processus d'identification, de signalement et de vérification des comportements incorrects ont été inscrits dans un plan d'action. L'*Equal Opportunity Committee* de l'**Eawag** a été divisé désormais en trois domaines: *Diversity in Recruitment, Diversity & Belonging et Visibility & Internal Recognition*, pour pouvoir traiter de manière plus ciblée et plus efficace les processus d'embauche, les procédures de sélection et les questions d'égalité des genres. Le service interinstitutionnel Diversité et Inclusion permet aux établissements de recherche d'aborder des thèmes communs et d'exploiter les synergies. En outre, le Domaine des EPF dispose de médiatrices et médiateurs internes des institutions, d'un service d'ombudsman interdépartemental, de la Commission de recours et d'un service de conciliation conformément à la Loi sur l'égalité (LEg).

### Lutte contre le **mobbing**, la **discrimination** et le **harcèlement sexuel**

La sensibilisation au *mobbing*, au harcèlement sexuel, à la discrimination, aux menaces et à la violence a été poursuivie dans toutes les institutions. Durant la semaine d'action contre le racisme et la Journée mondiale contre l'homophobie, la transphobie et la biphobie, de nombreuses actions ont été organisées pour permettre aux membres du Domaine des EPF de s'informer, de s'engager et de dialoguer sur des thèmes liés à l'égalité et à la diversité. Les institutions ont participé au premier *Sexual Harassment Awareness Day*. L'EPFL a mis en place un *e-learning* sur le thème du harcèlement sexuel. La formation en ligne *You are not alone. Promoting respect* fait partie des *EPFL Essentials* pour les nouveaux entrants. La gestion des recours a été complétée par deux nouvelles directives: «LEX 1.8.3 sur les risques psychosociaux» et «LEX 1.8.1 sur le processus de lancement d'alerte». L'EPFL a illustré les risques psychosociaux au moyen de vidéos dans le *Trust Point Tool*. Dans le prolongement de la campagne sur le respect, le **PSI** a mené une enquête pour déterminer dans quelle mesure le respect est ancré au PSI, si le personnel connaît et utilise les points de contact et quelles parties de la campagne peuvent encore être améliorées. Le **WSL** a créé la plateforme *True Stories – Science F(r)iction* pour mettre l'accent sur le thème de la discrimination. Des groupes de projet de l'Eawag ont travaillé sur les structures, directives et le site web en mettant l'accent sur l'inclusion et la sensibilisation aux questions de genre.

### Hausse de la proportion de femmes dans les postes de direction

La hausse de la proportion de femmes, notamment dans les postes de direction, a été une priorité pour toutes les institutions du Domaine des EPF. Les organes de décision et de commissions de l'ETH Zurich ont été constitués de manière aussi diversifiée que possible. Les deux hautes écoles sont parvenues à augmenter la proportion de femmes, tant au niveau des chaires qu'au niveau des postes de cadres. Outre les programmes

communs tels que *Fix-the-Leaky-Pipeline*, *High Potential University Leaders Identity & Skills Training* (H.I.T.), *COFUND-Postdoc* et *We advance*, **CONNECT** (*Connecting Womens Career in Industry and Academia*) a entamé sa cinquième édition avec quatre nouvelles entreprises partenaires. **CONNECT** rapproche davantage les carrières de femmes dans les disciplines MINT au sein des hautes écoles, de l'économie privée et de l'administration pour promouvoir les échanges. L'EPFL a organisé des programmes de mentorat, *coaching* et formation, tels que le Réseau romand de mentoring, les Ateliers REGARD et des événements de réseautage, afin de promouvoir l'égalité des chances pour les carrières académiques et dans l'industrie. Elle a participé au projet FemSpin, lequel vise à promouvoir l'égalité des chances pour les femmes dans des activités de spin-off et de start-up. Le **PSI** a étendu son programme de mentorat pour les femmes ayant des ambitions de direction **feM-LEAD** (*female Mentoring: Leadership for Equity And Diversity*) aux collaboratrices du **WSL** et de l'**Empa**. Pour renforcer les opportunités de carrière, l'**Empa** a organisé des séminaires de direction pour les femmes qui occuperont de futures fonctions de direction. L'**Eawag** se distingue par une politique de recrutement respectueuse de l'égalité des sexes, qui inclut notamment les postes de direction supérieurs.

### Formation et promotion de la relève scientifique

Toutes les institutions du Domaine des EPF mettent à disposition un large éventail de mesures et d'offres pour préparer les étudiantes et étudiants et les jeunes chercheuses et chercheurs à une carrière dans l'économie, l'administration, la recherche ou l'enseignement. L'ETH Zurich a mis en place un programme d'apprentissage par les pairs qui traite des thèmes tels que la gestion de carrière ou le rôle de *leadership* des postdoctorantes et postdoctorants. L'ETH Career Center a également développé une *Career Literacy* et organisé des *Career Weeks* pour postdoctorantes et postdoctorants. Le concept consiste en une combinaison de cours *e-learning* et de sessions d'apprentissage en

Des compétences qui rassemblent: les compétences sociales et de *leadership* ont été élaborées pour toutes les collaboratrices et tous les collaborateurs de l'ETH Zurich. Il s'agit de combinaisons d'aptitudes, de connaissances et d'attitudes qui sont en accord avec la stratégie de l'ETH Zurich.

› ETH Zurich



ligne par les pairs. Le *Research Office* et le *Technology Transfer Office* de l'EPFL ont mis en place des formations et des mesures de promotion qui encouragent les carrières dans la recherche, l'innovation et l'entrepreneuriat et abordent les questions de financement, de gestion et de propriété intellectuelle, d'éthique et de déontologie. En coopération avec le WSL, l'Empa et l'Eawag, le PSI a créé un groupe de réflexion pour attirer davantage de jeunes filles vers les disciplines MINT. Le groupe se compose de personnes occupant différentes fonctions au Domaine des EPF. Le WSL s'est engagé dans l'élaboration du portefeuille de cours commun du *Lead Campus* spécialement pour le développement de cours destinés à la relève scientifique. L'Empa a organisé des cours spécifiques pour postdoctorantes, postdoctorants, doctorantes et doctorants. L'Eawag a mené des entretiens d'évaluation avec le personnel sur les thèmes de la planification de carrière et des possibilités de perfectionnement. Toutes les institutions se sont engagées lors de la journée Futur en tous genres et ont organisé des activités (p. ex. des camps d'été) pour la promotion de la relève.

#### Intégration des personnes handicapées

Garantir l'accessibilité est une contribution à l'intégration des personnes ayant des besoins spécifiques dans le Domaine des EPF. L'ETH Zurich a organisé des ateliers de sensibilisation, par exemple *Hindernisfreie ETH* (ETH sans obstacles). Avec la campagne *Design for all*, elle a mis en œuvre des projets de construction et de développement technologique en tenant compte des besoins des personnes ayant des exigences spécifiques. Des membres du personnel ont pu «expérimenter» l'ETH Zurich en fauteuil roulant ou avec une canne blanche et des lunettes de simulation. Le projet «EPFL sans barrières» visait à évaluer et à améliorer les barrières sociales et environnementales existantes. Pour son engagement, la haute école a obtenu le label Entreprise partenaire 2023 du canton de Vaud (offices AI). Toutes les institutions ont mené des essais de travail en vue de réinsertions et des programmes de réinsertion pour le personnel reprenant le travail après une absence de longue durée. Le PSI a collaboré avec les réseaux externes *MyAbility* et *EnableMe*. Le WSL, l'Empa et l'Eawag ont aussi créé des solutions durables pour les personnes handicapées, en collaboration avec les offices AI.

#### Formation des apprenantes et apprenants

Toutes les places d'apprentissage du Domaine des EPF ont été pourvues et d'autres places ont été créées dans les deux EPF. L'ETH Zurich a développé une nouvelle stratégie de formation professionnelle avec pour devise «Nous donnons aux jeunes les moyens de se préparer au monde du travail de demain». Les apprenantes et apprenants ont accès à une vaste palette de programmes: préapprentissage d'intégration (INVOL; nouveau dans le secteur informatique); un apprentissage de deux ans avec attestation AFP; un apprentissage de

trois ou quatre ans débouchant sur un certificat fédéral de capacité (CFC); une deuxième formation raccourcie ou le programme *way up* qui consiste en une formation raccourcie pour titulaires d'une maturité. L'accent est mis sur la collaboration interdisciplinaire basée sur des projets. L'EPFL s'est focalisée sur la réorganisation des modalités de participation au salon des métiers et des présentations dans les écoles. Des apprenantes et apprenants du PSI ont de nouveau été récompensés par trois médailles aux *SwissSkills* ainsi que des qualifications au *Fa-Best*. L'Empa a encore une fois été distingué par *A great place to work* comme l'une des meilleures entreprises de formation de Suisse. Les services de formation professionnelle du WSL et de l'Eawag ont également mené diverses actions de marketing et organisé des séances d'information pour le recrutement de la relève.

#### Evaluation externe (sous-objectif 9.10)

Avenir Consulting a contrôlé la mise en œuvre des sous-objectifs 9.1 à 9.6 en matière de gestion et de développement du personnel dans les institutions pour 2021–2023 et a rédigé un rapport intermédiaire contenant des mesures pour la poursuite de la mise en œuvre des objectifs pour la période FRI 2021–2024. Le Domaine des EPF a reçu, dans l'ensemble, de bonnes notes. Dans tout le Domaine des EPF, le renforcement du travail stratégique en matière de RH doit être poursuivi. La qualité des services RH doit être maintenue et développée. Les qualifications ou formations de base doivent être obligatoires pour que les connaissances nécessaires sur le travail de direction soient disponibles dans toutes les institutions. Outre une numérisation prioritaire du domaine RH pour différentes offres, les institutions bénéficient déjà d'une collaboration plus intense grâce à plusieurs nouveautés et plans de mesures au sein du Domaine des EPF. Cela sera poursuivi et développé.

#### Perspectives 2024

L'extension du *Lifelong Learning Hub* à l'ETH Zurich permet d'ancrer une culture d'apprentissage commune, de renforcer les compétences sociales et de *leadership*, et de mettre les personnes en réseau. A l'EPFL, le projet Nexus HR 4.0 (transformation des systèmes d'information Finances, Ressources humaines et des processus administratifs associés) va démarrer et un plan d'action va être mis en œuvre pour promouvoir la protection de la personnalité, la prévention et la gestion des situations de harcèlement et risques psychosociaux. L'*Employer Branding*, la numérisation des processus RH, la promotion de la culture du respect et de la diversité, ainsi que les thèmes de la gestion de la santé en entreprise (thèmes GSE) et la mise en œuvre du *Lead Campus* vont occuper à l'avenir les quatre établissements de recherche. Au vu de l'évolution de la situation économique et de la pénurie de main-d'œuvre qualifiée, le marketing du personnel devient aussi de plus en plus important.

## Chiffres-clés du personnel 2023

Au 31 décembre 2023, l'effectif du personnel dans le Domaine des EPF comptait 24 890 contrats de travail (CT), soit 21 008,0 équivalents plein temps (EPT) (cf. fig. 17, p. 102). L'effectif du personnel a augmenté de 515 CT (+2,1%) ou 329,8 EPT par rapport à l'année précédente. La hausse de l'effectif du personnel plus élevée 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 avec un taux d'occupation faible à l'ETH Zurich.

Le personnel scientifique, qui comprend aussi les doctorantes et doctorants, reste de loin, avec 14 932 CT (12 346,9 EPT), le groupe de fonction le plus important du Domaine des EPF (60,0% de l'ensemble des effectifs, cf. fig. 17, p. 102), suivi par les collaboratrices et collaborateurs techniques qui, avec 4 312 CT (3 896,9 EPT), représentent 17,3% des effectifs. 17,1% des membres du personnel, soit 4 262 CT (3 411,3 EPT), sont des collaboratrices et collaborateurs administratifs et 1,9% sont des apprenantes et apprenants. En 2023, 50 chaires ont pu être pourvues à nouveau. Le corps professoral s'élève donc désormais à 906 CT (875,9 EPT). Leur part de l'ensemble des effectifs du personnel est de 3,7%.

### Corps professoral

En 2023, le corps professoral de l'ETH Zurich et de l'EPFL comptait 715 professeures et professeurs ordinaires (o.) et associés (a.), 140 professeures et professeurs assistants avec *tenure track* (TT) et 51 professeures et professeurs assistants sans TT (cf. fig. 18, p. 102).

La proportion de femmes dans ces trois catégories est passée au total de 21,9% à 23,7% en 2023. Elle était de 19,0% pour les professeures o. et a., de 44,3% pour les professeures assistantes avec TT et de 33,3% pour les professeures assistantes sans TT.

En 2023, 67,9% des 906 membres du corps professoral venaient de l'étranger (2022: 67,2%). 47,1% étaient originaires de l'espace européen (2022: 46,9%) et 20,8% d'autres pays (2022: 20,3%) (cf. fig. 19, p. 103).

### Financement du corps professoral

Sur les 540 professeures et professeurs (521,1 EPT) employés à l'ETH Zurich au 31 décembre 2023, 459,4 EPT (88,1%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 17,0 EPT (3,3%) ont été financés par le FNS, 0,7 EPT (0,1%) par la recherche sectorielle, 12,8 EPT (2,5%) par des programmes de recherche européens et 31,2 EPT (6,0%) par des contributions à la recherche axée sur l'économie de tiers, des dons et des legs.

Sur les 366 professeures et professeurs (354,9 EPT) employés à l'EPFL au 31 décembre 2023, 327,1 EPT (92,2%) ont bénéficié d'un financement fédéral, 4,0 EPT (1,1%) ont été financés par le FNS, 1,0 FTE (0,3%) par la recherche sectorielle, 0,1 FTE par des programmes de recherche européens et 22,7 FTE (6,4 %) 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 36,7% en 2023 (2022: 36,4%), cette part variant selon l'institution, le groupe de fonction et la discipline (cf. fig. 22, p. 104).

La proportion de femmes dans des postes de cadres (à partir de l'échelon fonctionnel EF 10) s'est accrue à 24,8% (2022: 23,9%). Les deux hautes écoles, le WSL et l'Eawag ont contribué à cette hausse.

### Apprenantes et apprenants

Le Domaine des EPF a proposé à 478 jeunes des places de formation professionnelle dans plus de 20 métiers au cours de l'année sous revue. En 2023, la proportion de femmes parmi les apprenantes et apprenants était de 31,8%.

# CHIFFRES-CLÉS

Tableau de monitoring	92
Rapport sur les prestations académiques	94
Transfert de savoir et de technologie	99
Classement des hautes écoles	101
Personnel	102
Immobilier	105
Environnement et énergie	108

# 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	2023
<b>ENSEIGNEMENT</b>						
<b>Etudiant/es et doctorant / es ETH Zurich / EPFL (effectifs)</b>						
<b>Nouvelles inscriptions</b>						
Au niveau bachelor	5 255	4 756	5 245	5 218	5 295	5 660
<b>Etudiant / es<sup>1</sup></b>	<b>22 099</b>	<b>25 059</b>	<b>28 637</b>	<b>29 243</b>	<b>30 141</b>	<b>31 600</b>
Proportion de femmes (%)	29,1	30,6	31,7	31,9	32,0	32,3
Proportion d'étranger/ères (%)	35,5	38,4	40,7	40,9	42,8	44,3
Au niveau bachelor <sup>1</sup>	13 995	14 385	15 983	16 650	16 995	17 888
Proportion de femmes (%)	28,6	30,6	32,0	32,5	32,4	33,0
Proportion d'étranger/ères (%)	30,9	29,4	32,6	34,1	36,2	38,3
Au niveau master <sup>1</sup>	7 241	8 895	11 143	11 741	12 329	12 870
Proportion de femmes (%)	29,4	29,4	30,3	30,4	30,9	30,9
Proportion d'étranger/ères (%)	43,1	45,4	48,4	50,0	51,6	52,4
En programme MAS / MBA	863	840	816	852	817	842
Proportion de femmes (%)	34,6	38,8	42,6	42,1	41,7	38,4
Proportion d'étranger/ères (%)	45,7	51,5	47,7	48,5	47,9	49,2
De mobilité (entrants) <sup>1</sup>	–	939	695	–	–	–
Proportion de femmes (%)	–	35,5	33,7	–	–	–
Proportion d'étranger/ères (%)	–	96,5	95,0	–	–	–
<b>Taux d'encadrement</b>						
Etudiant / es (bachelor et master) par professeur / e	27,7	28,3	31,7	33,2	33,6	35,1
<b>Doctorant / es</b>	<b>5 947</b>	<b>6 234</b>	<b>6 598</b>	<b>6 867</b>	<b>6 975</b>	<b>6 837</b>
Proportion de femmes (%)	30,4	30,8	33,6	33,9	34,0	34,6
Proportion d'étranger/ères (%)	72,6	75,0	78,1	78,6	78,6	79,1
<b>Taux d'encadrement</b>						
Doctorant/es par professeur/e	7,7	7,6	7,7	8,0	8,0	7,8
<b>Etudiant/es et doctorant/es<sup>1</sup></b>	<b>28 046</b>	<b>31 293</b>	<b>35 235</b>	<b>36 110</b>	<b>37 116</b>	<b>38 437</b>
Proportion de femmes (%)	29,4	30,6	32,0	32,3	32,4	32,7
Proportion d'étranger/ères (%)	43,3	45,7	47,7	48,1	49,5	50,5
<b>Taux d'encadrement</b>						
Etudiant/es et doctorant/es par professeur/e	36,5	38,0	41,2	42,3	42,6	43,9
<b>Diplômes</b>						
Bachelor	2 249	2 602	3 007	3 213	3 148	3 356
Diplôme, master	2 663	3 065	3 344	3 898	3 760	3 998
MAS / MBA	346	394	249	304	318	309
Doctorat	993	1 258	1 171	1 257	1 458	1 403
<b>Enseignement et encadrement par les établissements de recherche</b>						
Heures d'enseignement	15 670	17 992	18 553	19 305	21 348	25 617
Travaux de bachelor, master et diplôme	532	602	608	736	727	716
Doctorant/es	797	807	842	872	924	950
Proportion de femmes (%)	36,3	39,0	39,9	39,0	38,4	40,8
Proportion d'immatriculations dans le Domaine des EPF (%)	67,9	67,7	70,3	70,8	69,4	68,9
Proportion d'immatriculations dans des universités étrangères (%)	13,4	10,3	9,1	11,0	12,1	11,7

RECHERCHE						
Publications <sup>2</sup>	-	-	-	-	-	-
Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques (en mio CHF)	-	743,2	774,1	787,7	795,4	822,3
dont Fonds national suisse (FNS)	209,0	260,3	262,6	267,8	268,3	287,0
dont Innosuisse	36,8	62,6	50,6	41,3	44,3	47,7
dont programmes-cadres de recherche de l'UE (PCRI)	135,2	139,2	146,4	160,2	154,4	149,3
TRANSFERT DE SAVOIR ET DE TECHNOLOGIE (TST)						
Déclarations d'inventions <sup>3</sup>	-	343	310	330	310	314
Déclarations de logiciels <sup>3,4</sup>	-	26	32	39	37	26
Brevets	193	206	217	213	227	187
Licences <sup>5</sup>	223	377	338	181	180	156
Spin-off	43	48	66	60	54	69
PERSONNEL (EPT)						
Professeur/es	767,7	823,8	854,6	854,6	872,0	875,9
Proportion de femmes (%)	12,4	14,8	18,6	20,0	21,8	23,8
Proportion d'étranger/ères (%)	67,1	67,2	67,3	67,7	67,7	68,3
Personnel scientifique	9 927,3	11 204,4	11 994,6	12 277,4	12 245,5	12 346,9
Personnel technique	3 157,3	3 439,8	3 676,3	3 722,3	3 772,4	3 896,9
Personnel administratif	2 279,0	2 690,0	3 118,9	3 214,9	3 326,2	3 411,3
Apprenant/es	435,0	473,6	472,6	464,6	462,1	477,0
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	2 736,2
dont contribution financière de la Confédération	2 073,9	2 377,9	2 355,1	2 373,3	2 441,4	2 535,0
dont crédit d'investissement dans les constructions du Domaine des EPF	197,5	152,9	241,0	226,8	224,8	201,2

<sup>1</sup> Jusqu'en 2016, les étudiant/es de mobilité (entrants) étaient comptabilisés annuellement dans le total des étudiant/es aux niveaux bachelor et master. Durant la période 2017-2020, les étudiant/es de mobilité entrants étaient reportés par année comme catégorie séparée et comptés dans le nombre total d'étudiant/es. Depuis 2021, les étudiant/es en mobilité sont reportés par semestre dans un tableau séparé (cf. fig. 11) et ne sont plus comptabilisés 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.

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

<sup>3</sup> Indicateurs TST supplémentaires introduits en 2017.

<sup>4</sup> Logiciels *Open Source* non compris.

<sup>5</sup> 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 aurait 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 comptabilisés 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 comptés dans le total des étudiant/es. Les étudiant/es de mobilité entrants (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 sortants (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 reportés par semestre dans un tableau séparé. Les étudiant/es et les doctorant/es étrangers forment deux sous-catégories: les personnes de nationalité étrangère scolarisées à l'étranger (domiciliées à l'étranger

lors de l'obtention de leur certificat d'accès au niveau d'études concerné) et les personnes de nationalité étrangère scolarisées en Suisse (domiciliées en Suisse lors de l'obtention de leur certificat d'accès au niveau d'études concerné).

Toutes les catégories de personnel sont comptabilisées en équivalent plein temps (EPT), selon leur taux d'activité. Les professeur/es (ordinaires, associés, assistants, y compris celles et ceux qui bénéficient d'un *subside Eccellenza Professorial Fellowship* du FNS) qui sont engagés dans l'une des deux EPF sont pris en compte dans le calcul du taux d'encadrement. Les *senior scientists* et maîtres d'enseignement (MER) correspondent à des collaborateur/trices scientifiques avec une fonction dirigeante ou faisant partie des cadres supérieurs. Certain/es d'entre eux/elles sont des professeur/es titulaires. Les *senior scientists* et MER des deux EPF s'ajoutent au corps professoral pour le calcul du taux d'encadrement «élargi». Les heures d'enseignement dispensées par les établissements de recherche ne prennent pas en compte les heures de préparation, mais seulement celles qui sont passées en présence des étudiant/es.

# Rapport sur les prestations académiques

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

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Δ 2022 / 2023	
												en %
<b>Architecture</b>	<b>3 066</b>	<b>3 060</b>	<b>3 030</b>	<b>3 047</b>	<b>3 041</b>	<b>3 090</b>	<b>3 035</b>	<b>3 169</b>	<b>3 254</b>	<b>3 404</b>	<b>150</b>	<b>4,6</b>
ETH Zurich	1783	1805	1771	1823	1855	1904	1923	2 031	2 136	2 204	68	3,2
EPFL	1283	1255	1259	1224	1186	1186	1112	1138	1 118	1 200	82	7,3
<b>Construction et géomatique</b>	<b>2 946</b>	<b>2 882</b>	<b>2 860</b>	<b>2 791</b>	<b>2 777</b>	<b>2 716</b>	<b>2 700</b>	<b>2 641</b>	<b>2 576</b>	<b>2 517</b>	<b>-59</b>	<b>-2,3</b>
ETH Zurich	1731	1716	1701	1688	1667	1614	1646	1606	1 537	1 486	-51	-3,3
EPFL	1215	1166	1159	1103	1110	1102	1 054	1 035	1 039	1 031	-8	-0,8
<b>Sciences de l'ingénieur</b>	<b>7 502</b>	<b>7 903</b>	<b>8 069</b>	<b>8 398</b>	<b>8 699</b>	<b>9 081</b>	<b>9 577</b>	<b>9 795</b>	<b>10 045</b>	<b>10 380</b>	<b>335</b>	<b>3,3</b>
ETH Zurich	4 729	4 930	4 993	5 135	5 224	5 467	5 851	6 053	6 202	6 217	15	0,2
EPFL	2 773	2 973	3 076	3 263	3 475	3 614	3 726	3 742	3 843	4 163	320	8,3
<b>Informatique et technologie de la communication</b>	<b>2 665</b>	<b>2 809</b>	<b>3 033</b>	<b>3 261</b>	<b>3 648</b>	<b>4 031</b>	<b>4 529</b>	<b>4 929</b>	<b>5 417</b>	<b>5 857</b>	<b>440</b>	<b>8,1</b>
ETH Zurich	1 247	1 405	1 536	1 753	1 991	2 246	2 560	2 776	3 021	3 281	260	8,6
EPFL	1 418	1 404	1 497	1 508	1 657	1 785	1 969	2 153	2 396	2 576	180	7,5
<b>Sciences exactes et sciences naturelles</b>	<b>4 944</b>	<b>5 145</b>	<b>5 442</b>	<b>5 595</b>	<b>5 810</b>	<b>5 940</b>	<b>6 290</b>	<b>6 412</b>	<b>6 689</b>	<b>7 040</b>	<b>351</b>	<b>5,2</b>
ETH Zurich	3 024	3 157	3 352	3 505	3 691	3 794	4 039	4 063	4 238	4 417	179	4,2
EPFL	1 920	1 988	2 090	2 090	2 119	2 146	2 251	2 349	2 451	2 623	172	7,0
<b>Médecine humaine<sup>1</sup></b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>99</b>	<b>192</b>	<b>286</b>	<b>296</b>	<b>311</b>	<b>302</b>	<b>314</b>	<b>12</b>	<b>4,0</b>
ETH Zurich	-	-	-	99	192	286	296	311	302	314	12	4,0
<b>Sciences de la vie</b>	<b>3 990</b>	<b>4 051</b>	<b>4 216</b>	<b>4 312</b>	<b>4 500</b>	<b>4 624</b>	<b>4 859</b>	<b>4 864</b>	<b>4 942</b>	<b>5 030</b>	<b>88</b>	<b>1,8</b>
ETH Zurich	3 012	3 044	3 162	3 218	3 326	3 433	3 566	3 595	3 658	3 667	9	0,2
EPFL	978	1 007	1 054	1 094	1 174	1 191	1 293	1 269	1 284	1 363	79	6,2
<b>Sciences naturelles orientées système</b>	<b>2 211</b>	<b>2 284</b>	<b>2 411</b>	<b>2 437</b>	<b>2 520</b>	<b>2 538</b>	<b>2 569</b>	<b>2 542</b>	<b>2 447</b>	<b>2 411</b>	<b>-36</b>	<b>-1,5</b>
ETH Zurich	2 211	2 284	2 411	2 437	2 520	2 538	2 569	2 542	2 447	2 411	-36	-1,5
<b>Management, technologie, économie</b>	<b>913</b>	<b>913</b>	<b>972</b>	<b>973</b>	<b>966</b>	<b>954</b>	<b>937</b>	<b>962</b>	<b>965</b>	<b>979</b>	<b>14</b>	<b>1,5</b>
ETH Zurich	579	582	571	583	573	560	566	571	574	553	-21	-3,7
EPFL	334	331	401	390	393	394	371	391	391	426	35	9,0
<b>Sciences humaines, sociales et politiques<sup>2</sup></b>	<b>300</b>	<b>310</b>	<b>318</b>	<b>380</b>	<b>378</b>	<b>382</b>	<b>443</b>	<b>485</b>	<b>479</b>	<b>505</b>	<b>26</b>	<b>5,4</b>
ETH Zurich	300	310	318	366	358	351	406	435	425	442	17	4,0
EPFL	-	-	-	14	20	31	37	50	54	63	9	16,7
<b>Total d'étudiant/es et de doctorant/es</b>	<b>28 537</b>	<b>29 357</b>	<b>30 351</b>	<b>31 293</b>	<b>32 531</b>	<b>33 642</b>	<b>35 235</b>	<b>36 110</b>	<b>37 116</b>	<b>38 437</b>	<b>1 321</b>	<b>3,6</b>
ETH Zurich	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	23 983	24 540	24 992	452	1,8
EPFL	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	12 127	12 576	13 445	869	6,9
<b>dont femmes</b>	<b>8 414</b>	<b>8 677</b>	<b>9 091</b>	<b>9 587</b>	<b>10 167</b>	<b>10 675</b>	<b>11 280</b>	<b>11 660</b>	<b>12 027</b>	<b>12 572</b>	<b>545</b>	<b>4,5</b>
ETH Zurich	5 701	5 873	6 164	6 563	6 917	7 304	7 768	7 995	8 194	8 353	159	1,9
EPFL	2 713	2 804	2 927	3 024	3 250	3 371	3 512	3 665	3 833	4 219	386	10,1
<b>dont étranger/ères</b>	<b>12 354</b>	<b>12 804</b>	<b>13 615</b>	<b>14 290</b>	<b>15 160</b>	<b>15 993</b>	<b>16 799</b>	<b>17 368</b>	<b>18 387</b>	<b>19 404</b>	<b>1 017</b>	<b>5,5</b>
ETH Zurich	6 949	7 226	7 563	7 972	8 433	8 876	9 438	9 808	10 371	10 731	360	3,5
EPFL	5 405	5 578	6 052	6 318	6 727	7 117	7 361	7 560	8 016	8 673	657	8,2

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.

<sup>1</sup> L'ETH Zurich a introduit une filière de bachelor en médecine humaine en 2017.

<sup>2</sup> L'EPFL a introduit une filière de master en humanités digitales en 2017.

Fig. 5: Etudiant/es et doctorant/es par niveau d'études

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Δ 2022 / 2023	
												en %
<b>Etudes de bachelor</b>	<b>13 944</b>	<b>14 292</b>	<b>14 727</b>	<b>14 385</b>	<b>14 792</b>	<b>15 243</b>	<b>15 983</b>	<b>16 650</b>	<b>16 995</b>	<b>17 888</b>	<b>893</b>	<b>5,3</b>
ETH Zurich	8 820	9 087	9 309	9 262	9 517	9 895	10 355	10 642	10 665	10 948	283	2,7
EPFL	5 124	5 205	5 418	5 123	5 275	5 348	5 628	6 008	6 330	6 940	610	9,6
<b>Etudes de master</b>	<b>7 781</b>	<b>8 126</b>	<b>8 662</b>	<b>8 895</b>	<b>9 517</b>	<b>10 163</b>	<b>11 143</b>	<b>11 741</b>	<b>12 329</b>	<b>12 870</b>	<b>541</b>	<b>4,4</b>
ETH Zurich	5 187	5 480	5 861	6 158	6 590	7 037	7 790	8 206	8 641	8 916	275	3,2
EPFL	2 594	2 646	2 801	2 737	2 927	3 126	3 353	3 535	3 688	3 954	266	7,2
<b>MAS / MBA</b>	<b>805</b>	<b>836</b>	<b>828</b>	<b>840</b>	<b>827</b>	<b>809</b>	<b>816</b>	<b>852</b>	<b>817</b>	<b>842</b>	<b>25</b>	<b>3,1</b>
ETH Zurich	634	640	635	646	635	626	644	675	673	703	30	4,5
EPFL	171	196	193	194	192	183	172	177	144	139	-5	-3,5
<b>Etudiant/es de mobilité (entrants)<sup>1</sup></b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>939</b>	<b>1 004</b>	<b>1 060</b>	<b>695</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>
ETH Zurich	-	-	-	449	480	467	317	-	-	-	-	-
EPFL	-	-	-	490	524	593	378	-	-	-	-	-
<b>Total d'étudiant/es<sup>1</sup></b>	<b>22 530</b>	<b>23 254</b>	<b>24 217</b>	<b>25 059</b>	<b>26 140</b>	<b>27 275</b>	<b>28 637</b>	<b>29 243</b>	<b>30 141</b>	<b>31 600</b>	<b>1 459</b>	<b>4,8</b>
ETH Zurich	14 641	15 207	15 805	16 515	17 222	18 025	19 106	19 523	19 979	20 567	588	2,9
EPFL	7 889	8 047	8 412	8 544	8 918	9 250	9 531	9 720	10 162	11 033	871	8,6
<b>Etudes de doctorat</b>	<b>6 007</b>	<b>6 103</b>	<b>6 134</b>	<b>6 234</b>	<b>6 391</b>	<b>6 367</b>	<b>6 598</b>	<b>6 867</b>	<b>6 975</b>	<b>6 837</b>	<b>-138</b>	<b>-2,0</b>
ETH Zurich	3 975	4 026	4 010	4 092	4 175	4 168	4 316	4 460	4 561	4 425	-136	-3,0
EPFL	2 032	2 077	2 124	2 142	2 216	2 199	2 282	2 407	2 414	2 412	-2	-0,1
<b>Total d'étudiant/es et de doctorant/es<sup>1</sup></b>	<b>28 537</b>	<b>29 357</b>	<b>30 351</b>	<b>31 293</b>	<b>32 531</b>	<b>33 642</b>	<b>35 235</b>	<b>36 110</b>	<b>37 116</b>	<b>38 437</b>	<b>1 321</b>	<b>3,6</b>
ETH Zurich	18 616	19 233	19 815	20 607	21 397	22 193	23 422	23 983	24 540	24 992	452	1,8
EPFL	9 921	10 124	10 536	10 686	11 134	11 449	11 813	12 127	12 576	13 445	869	6,9

<sup>1</sup> Jusqu'en 2016, les étudiant/es de mobilité (entrants) étaient comptabilisés annuellement dans le total des étudiant/es aux niveaux bachelor et master. Durant la période 2018-2020, les étudiant/es de mobilité entrants étaient reportés par année comme catégorie séparée et comptés dans le nombre total d'étudiant/es. Depuis 2021, les étudiant/es en mobilité sont reportés par semestre dans un tableau séparé (cf. fig. 11, p. 96) et ne sont plus comptabilisés 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

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Δ 2022 / 2023	
												en %
Architecture	564	573	569	437	450	468	498	550	546	576	30	5,5
Construction et géomatique	486	493	488	366	370	383	403	384	336	316	-20	-6,0
Sciences de l'ingénieur	1393	1550	1518	1350	1303	1353	1327	1333	1401	1621	220	15,7
Informatique et technologie de la communication	595	596	679	582	662	708	780	799	897	896	-1	-0,1
Sciences exactes et sciences naturelles	952	1001	1108	985	928	952	1074	1091	1162	1276	114	9,8
Médecine humaine <sup>1</sup>	-	-	-	100	100	100	100	99	99	104	5	5,1
Sciences de la vie	721	695	778	635	696	725	719	659	620	624	4	0,6
Sciences naturelles orientées système	316	366	372	288	307	259	326	288	219	232	13	5,9
Management, technologie, économie	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sciences humaines, sociales et politiques	14	16	19	13	11	18	18	15	15	15	0	0,0
<b>Total</b>	<b>5 041</b>	<b>5 290</b>	<b>5 531</b>	<b>4 756</b>	<b>4 827</b>	<b>4 966</b>	<b>5 245</b>	<b>5 218</b>	<b>5 295</b>	<b>5 660</b>	<b>365</b>	<b>6,9</b>

<sup>1</sup> 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

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
% au niveau bachelor	28,7	29,2	30,0	30,6	31,6	31,9	32,0	32,5	32,4	33,0
% au niveau master	29,5	28,6	28,5	29,4	29,6	29,8	30,3	30,4	30,9	30,9
% au niveaux bachelor et master	29,0	28,9	29,4	30,1	30,8	31,1	31,3	31,6	31,8	32,1
% en programme MAS/MBA	35,0	38,6	37,9	38,8	40,6	40,3	42,6	42,1	41,7	38,4
% au niveau doctorat	30,6	30,6	31,0	30,8	31,4	32,8	33,6	33,9	34,0	34,6

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

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Taux d'encadrement</b>										
Niveau bachelor / master	28,0	28,6	29,2	28,3	29,7	30,6	31,7	33,2	33,6	35,1
Niveau doctorat	7,8	7,8	7,7	7,6	7,8	7,7	7,7	8,0	8,0	7,8
<b>Taux d'encadrement élargi</b>										
Niveau bachelor / master	18,8	19,3	19,8	19,2	20,0	20,7	21,5	22,5	22,8	23,9
Niveau doctorat	5,2	5,3	5,2	5,1	5,3	5,2	5,2	5,4	5,4	5,3

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

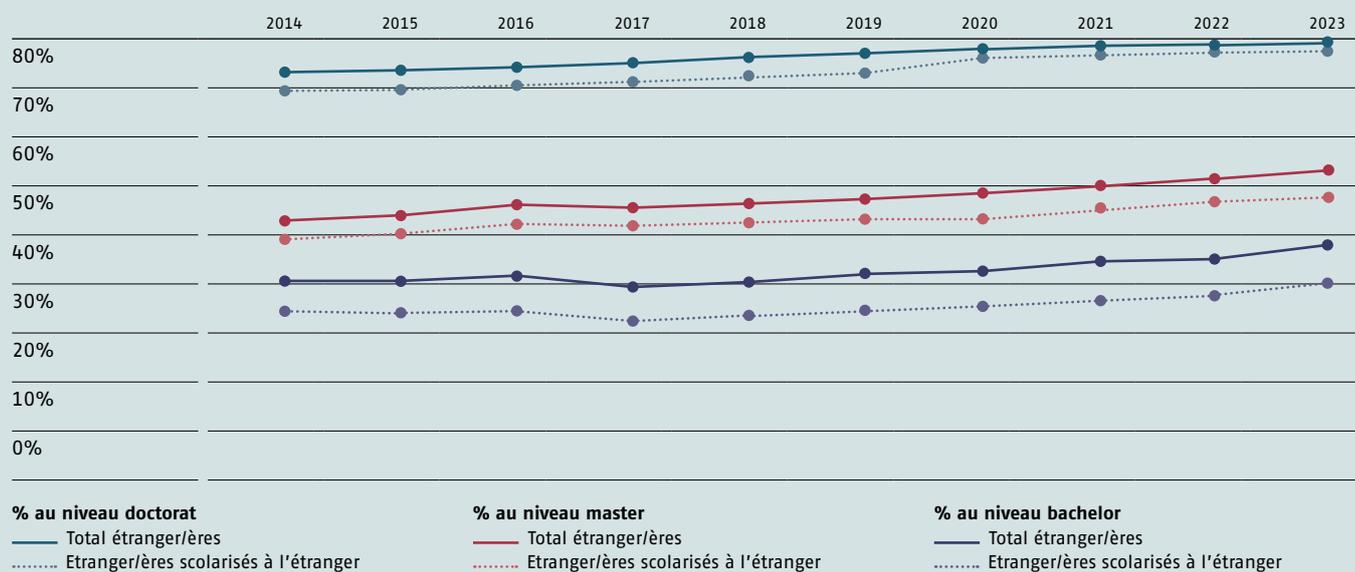


Fig. 10: Titres obtenus par niveau d'études

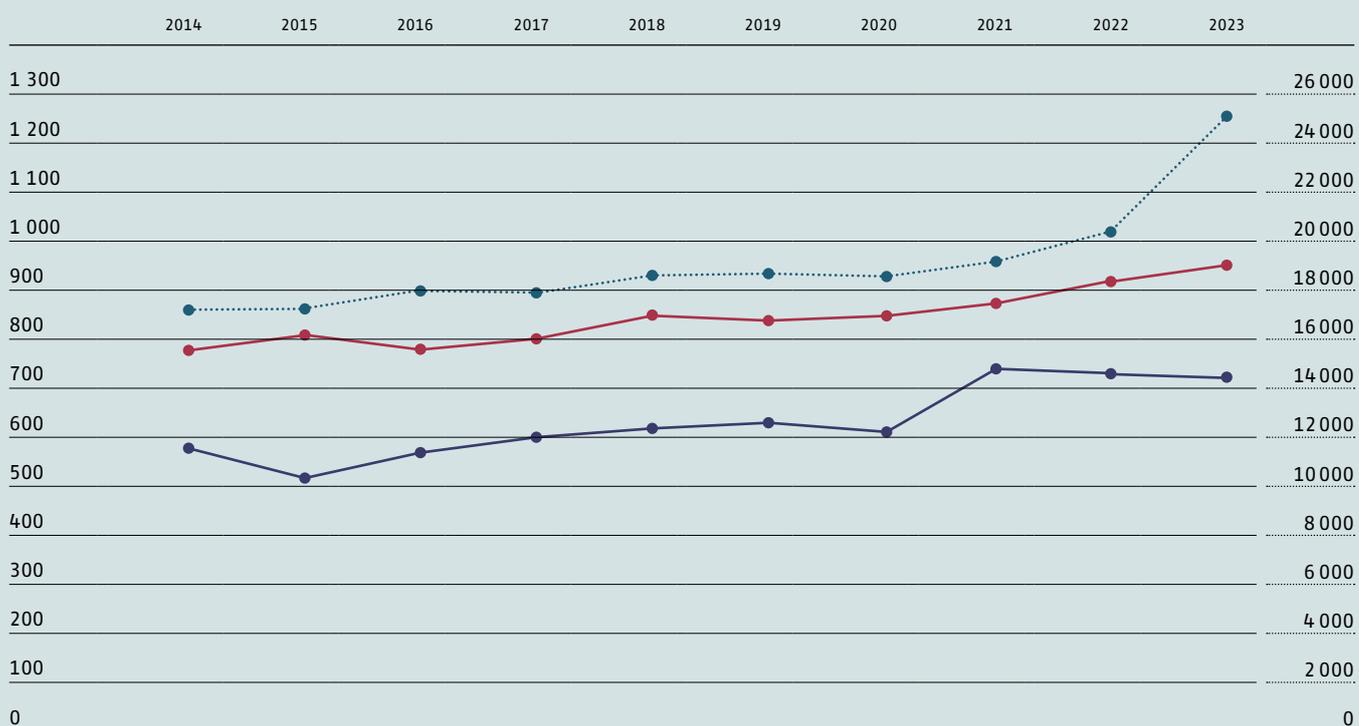
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	Δ 2022 / 2023	
												en %
<b>Bachelor</b>	<b>2538</b>	<b>2528</b>	<b>2500</b>	<b>2602</b>	<b>2686</b>	<b>2876</b>	<b>3007</b>	<b>3213</b>	<b>3148</b>	<b>3356</b>	<b>208</b>	<b>6,6</b>
ETH Zurich	1579	1564	1571	1606	1678	1758	1843	2084	1934	2034	100	5,2
EPFL	959	964	929	996	1008	1118	1164	1129	1214	1322	108	8,9
<b>Master</b>	<b>2711</b>	<b>2821</b>	<b>2989</b>	<b>3065</b>	<b>3240</b>	<b>3368</b>	<b>3344</b>	<b>3898</b>	<b>3760</b>	<b>3998</b>	<b>238</b>	<b>6,3</b>
ETH Zurich	1839	1879	2015	2072	2196	2335	2260	2723	2512	2754	242	9,6
EPFL	872	942	974	993	1044	1033	1084	1175	1248	1244	-4	-0,3
<b>MAS / MBA</b>	<b>260</b>	<b>254</b>	<b>303</b>	<b>394</b>	<b>343</b>	<b>324</b>	<b>249</b>	<b>304</b>	<b>318</b>	<b>309</b>	<b>-9</b>	<b>-2,8</b>
ETH Zurich	205	175	203	272	232	245	160	219	236	236	0	0,0
EPFL	55	79	100	122	111	79	89	85	82	73	-9	-11,0
<b>Doctorat</b>	<b>1197</b>	<b>1109</b>	<b>1256</b>	<b>1258</b>	<b>1209</b>	<b>1290</b>	<b>1171</b>	<b>1257</b>	<b>1458</b>	<b>1403</b>	<b>-55</b>	<b>-3,8</b>
ETH Zurich	769	718	851	827	802	866	781	820	1005	939	-66	-6,6
EPFL	428	391	405	431	407	424	390	437	453	464	11	2,4

Fig. 11: Etudiant/es de mobilité

	2021		2022		2023	
	Semestre de printemps	Semestre d'automne	Semestre de printemps	Semestre d'automne	Semestre de printemps	Semestre d'automne
<b>Entrants</b>						
à l'ETH Zurich	287	460	401	385	339	286
à l'EPFL	552	622	786	629	763	575
<b>Sortants</b>						
de l'ETH Zurich	76	154	228	255	261	241
de l'EPFL	264	396	373	460	446	466

Depuis 2021, les étudiant/es de mobilité ne sont plus comptés dans le total des étudiant/es et sont reportés 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 présents aux deux semestres.

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



Ordonnée gauche: Nombre de travaux de bachelor, de master et de diplôme encadrés

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

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

# Transfert de savoir et de technologie

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

	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Déclarations d'inventions<sup>1</sup></b>	–	–	–	<b>343</b>	<b>358</b>	<b>329</b>	<b>310</b>	<b>330</b>	<b>310</b>	<b>314</b>
ETH Zurich	–	–	–	171	205	159	165	169	142	172
EPFL	–	–	–	134	119	132	107	121	138	115
Etablissements de recherche	–	–	–	38	34	38	38	40	30	27
<b>Déclarations de logiciels<sup>1,2</sup></b>	–	–	–	<b>26</b>	<b>36</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>39</b>	<b>37</b>	<b>26</b>
ETH Zurich	–	–	–	20	19	26	18	24	28	11
EPFL	–	–	–	6	13	13	14	12	6	11
Etablissements de recherche	–	–	–	0	4	1	0	3	3	4
<b>Brevets</b>	<b>211</b>	<b>219</b>	<b>230</b>	<b>206</b>	<b>230</b>	<b>224</b>	<b>217</b>	<b>213</b>	<b>227</b>	<b>187</b>
ETH Zurich	82	98	109	84	109	102	115	99	104	87
EPFL	99	88	100	95	95	98	75	88	95	86
Etablissements de recherche	30	33	21	27	26	24	27	26	28	14
<b>Licences<sup>3</sup></b>	<b>270</b>	<b>311</b>	<b>353</b>	<b>377</b>	<b>341</b>	<b>324</b>	<b>338</b>	<b>181</b>	<b>180</b>	<b>156</b>
ETH Zurich	35	50	78	82	87	62	43	27	29	31
EPFL	46	48	58	50	39	50	53	40	43	45
Etablissements de recherche	189	213	217	245	215	212	242	114	108	80
<b>Spin-off</b>	<b>49</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>48</b>	<b>55</b>	<b>59</b>	<b>66</b>	<b>60</b>	<b>54</b>	<b>69</b>
ETH Zurich	22	25	25	25	27	30	34	25	26	43
EPFL	24	18	20	15	25	23	25	32	21	21
Etablissements de recherche	3	5	5	8	3	6	7	3	7	5

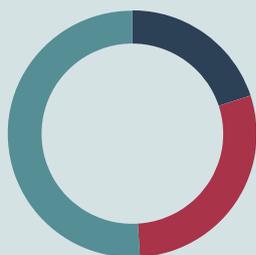
<sup>1</sup> Les déclarations d'inventions et les déclarations de logiciels sont prises en compte comme indicateurs TST supplémentaires depuis 2017.

<sup>2</sup> Logiciels *Open Source* non compris

<sup>3</sup> 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

# 156



ETH Zurich	31
EPFL	45
Etablissements de recherche	80

## Déclaration d'inventions

# 314

## Déclarations de logiciels

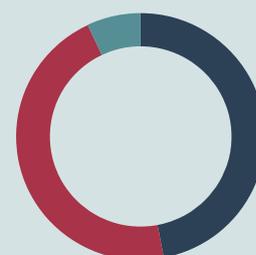
# 26

## Spin-off

# 69

## Brevets

# 187



ETH Zurich	87
EPFL	86
Etablissements de recherche	14

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

	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
<b>Contrats de collaboration avec l'économie privée</b>	<b>507</b>	<b>594</b>	<b>570</b>	<b>610</b>	<b>585</b>	<b>566</b>	<b>496</b>
<b>dont financement par l'économie privée</b>	<b>316</b>	<b>415</b>	<b>404</b>	<b>388</b>	<b>396</b>	<b>390</b>	<b>327</b>
ETH Zurich	122	149	163	143	172	171	138
EPFL	99	120	125	95	94	120	95
Etablissements de recherche	95	146	116	150	130	99	94
<b>dont financement par Innosuisse et les UE-PCRI*</b>	<b>191</b>	<b>179</b>	<b>166</b>	<b>222</b>	<b>189</b>	<b>176</b>	<b>169</b>
ETH Zurich	57	74	55	72	72	62	59
EPFL	66	49	61	56	45	41	44
Etablissements de recherche	68	56	50	94	72	73	66
<b>Contrats de collaboration avec le secteur public suisse</b>	<b>285</b>	<b>261</b>	<b>278</b>	<b>262</b>	<b>272</b>	<b>281</b>	<b>263</b>
ETH Zurich	88	100	88	92	94	87	77
EPFL	54	43	51	47	46	42	29
Etablissements de recherche	143	118	139	123	132	152	157

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-PCRI: programmes-cadres européens de recherche et d'innovation.

### 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 d'innovation (PCRI). 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. Dans l'année sous revue, le classement THE (*Times Higher Education World University Rankings*) et le classement QS (*QS World University Rankings*) ont passablement changé leur méthodologie. Cela est à prendre en compte dans la comparaison avec les années précédentes.

Le classement **THE** recourt à 17 indicateurs concernant l'enseignement (pondération de 29,5%), l'environnement de recherche (29%), la qualité de la recherche (30%), la dimension internationale (7,5%) et la dimension industrielle (4%). Le classement **QS** pondère plus fortement la réputation (30% pour la réputation académique, 15% pour la réputation de l'employeur), suivie de la citation de publications (20%), de la dimension internationale (15%) et du ratio entre l'effectif étudiant et l'effectif du corps enseignant (10%). L'employabilité et le développement durable sont deux dimensions qui ont été ajoutées dans la méthodologie et représentent chacun une pondération de 5%. Le classement **ARWU** (*Academic Ranking of World Universities by Shanghai-*

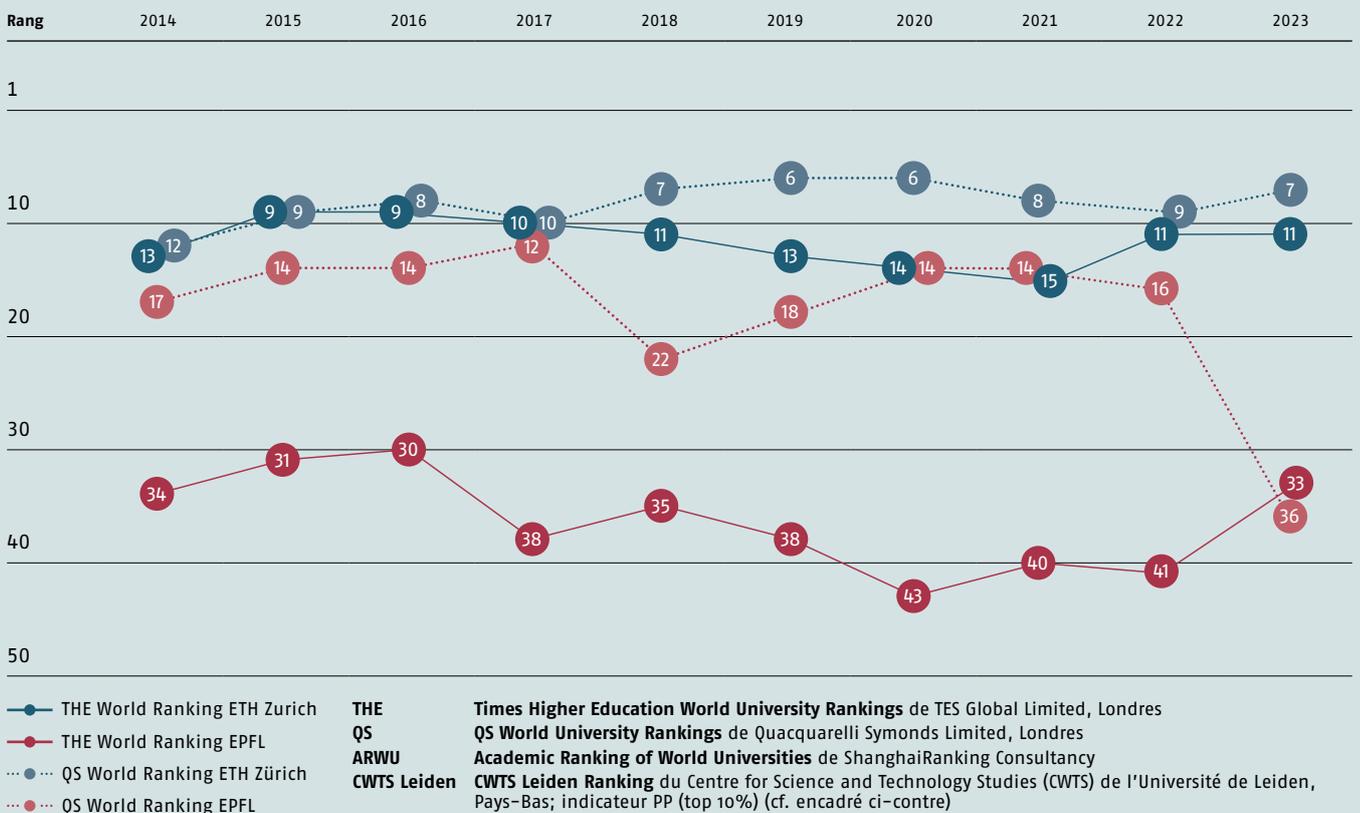
*Ranking Consultancy*) utilise des indicateurs de performance académique ou de la recherche pour classer les institutions, notamment en fonction des prix Nobel et/ou médailles Fields reçus par leurs alumni et par leurs collaboratrices et collaborateurs, ainsi qu'en fonction du nombre de scientifiques 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 occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE, QS, ARWU et CWTS Leiden 2023/2024



Fig. 16: Rangs occupés par l'ETH Zurich (en bleu) et l'EPFL (en rouge) dans les classements THE et QS World Rankings 2014–2023



# Personnel

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

2023	Hommes			Femmes			Domaine des EPF		
	CT	EPT	TO-Ø en %	CT	EPT	TO-Ø en %	CT	EPT	TO-Ø en %
Professeur/les (o. / a.)	579	556,7	96,1	136	130,3	95,8	715	687,0	96,1
Professeur/les avec <i>tenure track</i>	78	78,0	100,0	62	62,0	100,0	140	140,0	100,0
Professeur/les sans <i>tenure track</i>	34	33,1	97,4	17	15,8	92,9	51	48,9	95,9
Personnel scientifique	9 951	8 337,8	83,8	4 981	4 009,1	80,5	14 932	12 346,9	82,7
dont <i>senior scientists</i> et MER	678	651,8	96,1	131	120,7	92,1	809	772,5	95,5
Personnel technique	3 324	3 103,8	93,4	988	793,1	80,3	4 312	3 896,9	90,4
Personnel administratif	1 464	1 267,1	86,6	2 798	2 144,2	76,6	4 262	3 411,3	80,0
Apprenant/es	326	325,4	99,8	152	151,6	99,7	478	477,0	99,8
<b>Total</b>	<b>15 756</b>	<b>13 701,9</b>	<b>87,0</b>	<b>9 134</b>	<b>7 306,1</b>	<b>80,0</b>	<b>24 890</b>	<b>21 008,0</b>	<b>84,4</b>

Effectif de personnel et taux d'occupation (TO) 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 6837 doctorant/les 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/les

	2023			2022			Variations		
	Hommes	Femmes	Total	Hommes	Femmes	Total	Hommes en %	Femmes en %	Total en %
Professeur/les (o. / a.)	579	136	715	591	124	715	-2,0	9,7	0,0
Professeur/les avec <i>tenure track</i>	78	62	140	86	59	145	-9,3	5,1	-3,4
Professeur/les sans <i>tenure track</i>	34	17	51	30	15	45	13,3	13,3	13,3
<b>Total professeur/les</b>	<b>691</b>	<b>215</b>	<b>906</b>	<b>707</b>	<b>198</b>	<b>905</b>	<b>-2,3</b>	<b>8,6</b>	<b>0,1</b>

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

## Catégories de professeur/les

Il existe plusieurs catégories de professeur/les, qui se différencient par leur position et par leurs conditions d'embauche. Aux deux EPF, des professeur/les ordinaires (o.) et associés (a.) ainsi que des professeur/les assistants 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/le o. ou a., à condition d'atteindre un objectif de performance défini. Les professeur/les o. et a. sont nommés pour une durée indéterminée, alors que les professeur/les assistants sont engagés 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/les affiliés avec un taux d'occupation réduit.

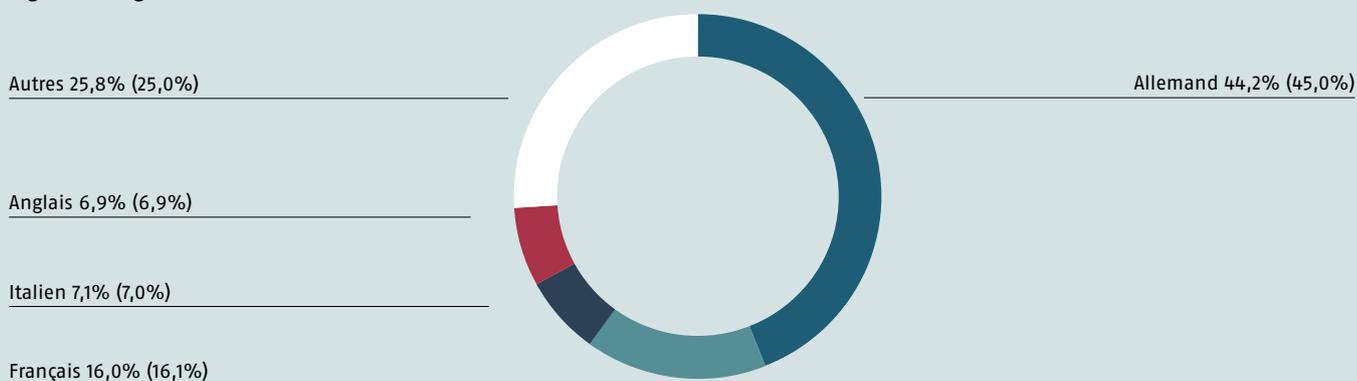
En reconnaissance d'excellents résultats dans l'enseignement et la recherche, le titre de professeur/le titulaire peut être décerné à des collaboratrices et collaborateurs scientifiques de haut niveau (*senior scientists*/maîtres d'enseignement et de recherche, MER). Depuis 2022, le Conseil des EPF peut 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.)	218	46	264	267	67	334	94	23	117
Professeur/es avec <i>tenure track</i>	8	7	15	43	26	69	27	29	56
Professeur/es sans <i>tenure track</i>	8	4	12	14	10	24	12	3	15
<b>Total professeur/es</b>	<b>234</b>	<b>57</b>	<b>291</b>	<b>324</b>	<b>103</b>	<b>427</b>	<b>133</b>	<b>55</b>	<b>188</b>

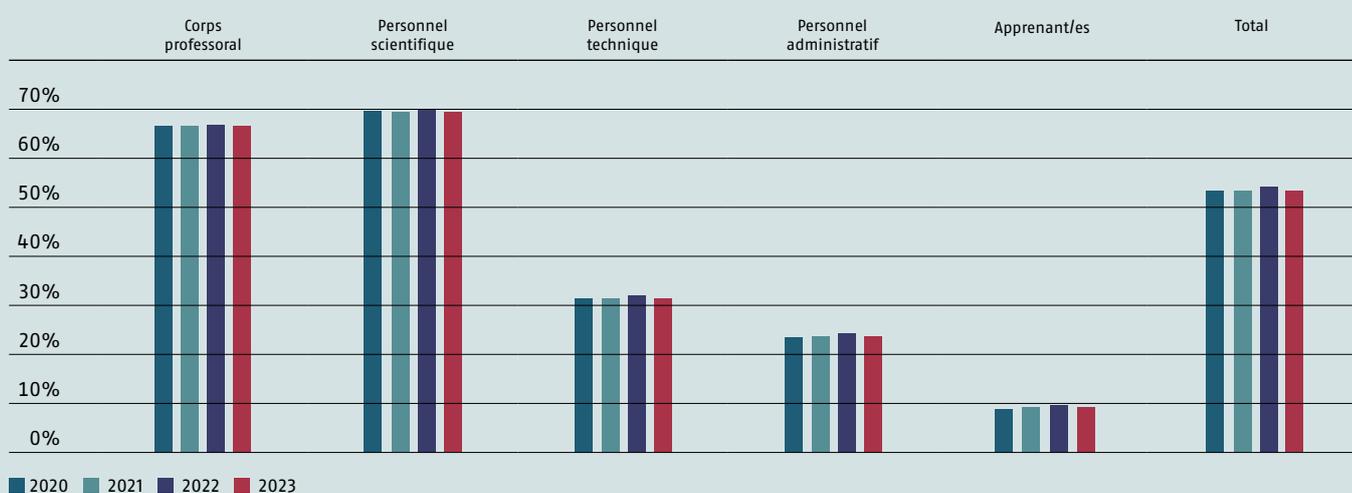
Nombre de professeur/es originaires de Suisse, de l'UE et d'autres pays.

Fig. 20: Langue maternelle des collaborateur/trices



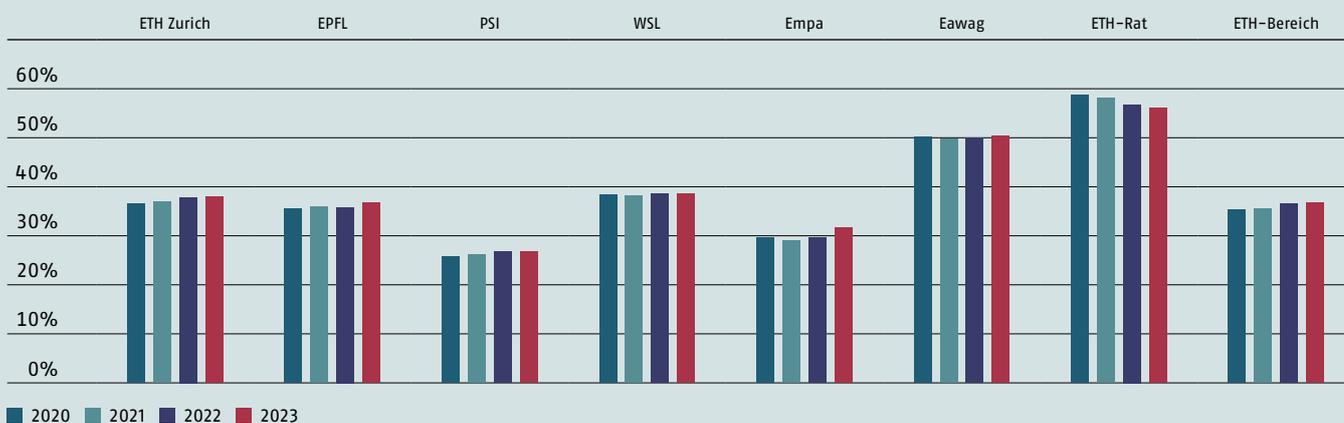
Langue maternelle des collaborateur/trices du Domaine des EPF en 2023. Les valeurs de l'année précédente sont marquées entre parenthèses.

Fig. 21: Evolution de la part des collaborateur/trices étrangers selon les groupes de fonction



Evolution de la part de collaborateur/trices étrangers par groupe de fonction au cours des quatre dernières années (basée sur le nombre de contrats de travail).

Fig. 22: Evolution de la proportion de femmes selon les institutions



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

Fig. 23: Évolution de la proportion de femmes occupant des postes de direction dans le Domaine des EPF

	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Femmes	2 643	2 697	2 745	2 767	2 793	2 810	2 853	2 897	2 928	2 982	3 049	3 061	3 065
Hommes	2 230	2 252	2 281	2 275	2 286	2 289	2 292	2 321	2 318	2 338	2 356	2 328	2 305
<b>en % Femmes</b>	<b>15,6</b>	<b>16,5</b>	<b>16,9</b>	<b>17,8</b>	<b>18,2</b>	<b>18,5</b>	<b>19,7</b>	<b>19,9</b>	<b>20,8</b>	<b>21,6</b>	<b>22,7</b>	<b>23,9</b>	<b>24,8</b>
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	75,2

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

Fig. 24: Origine des fonds selon les groupes de fonction

Groupe de fonctions		Corps professoral (total)	Personnel scientifique	Personnel technique	Personnel administratif	Total EPT
<b>Origine des fonds</b>						
Financement fédéral Contribution financière de la Confédération	2022	795,5	6 213,6	3 118,4	2 928,5	13 056,0
	2023	786,5	6 110,7	3 160,6	2 978,1	13 035,9
	Δ 2022 / 2023	-9,0	-102,9	42,2	49,6	-20,1
Fonds de tiers 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
	2023	35,6	4 272,7	274,6	88,2	4 671,1
	Δ 2022 / 2023	5,8	153,9	38,4	7,4	205,5
Recherche axée sur l'économie, dons / legs	2022	46,7	1 913,9	417,3	316,6	2 694,5
	2023	53,9	1 963,4	461,7	345,0	2 824,0
	Δ 2022 / 2023	7,2	49,5	44,4	28,4	129,5
Total	2022	872,0	12 246,3	3 771,9	3 325,9	20 216,1
	2023	876,0	12 346,8	3 896,9	3 411,3	20 531,0
	Δ 2022 / 2023	4,0	100,5	125,0	85,4	314,9

Origine des fonds par groupe de fonctions (en EPT) en 2023 et par rapport à 2022. Δ indique la variation absolue par rapport à l'année précédente. Les chiffres ne comprennent pas les apprenants (477,0 EPT) et les stagiaires.

# Immobilier

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

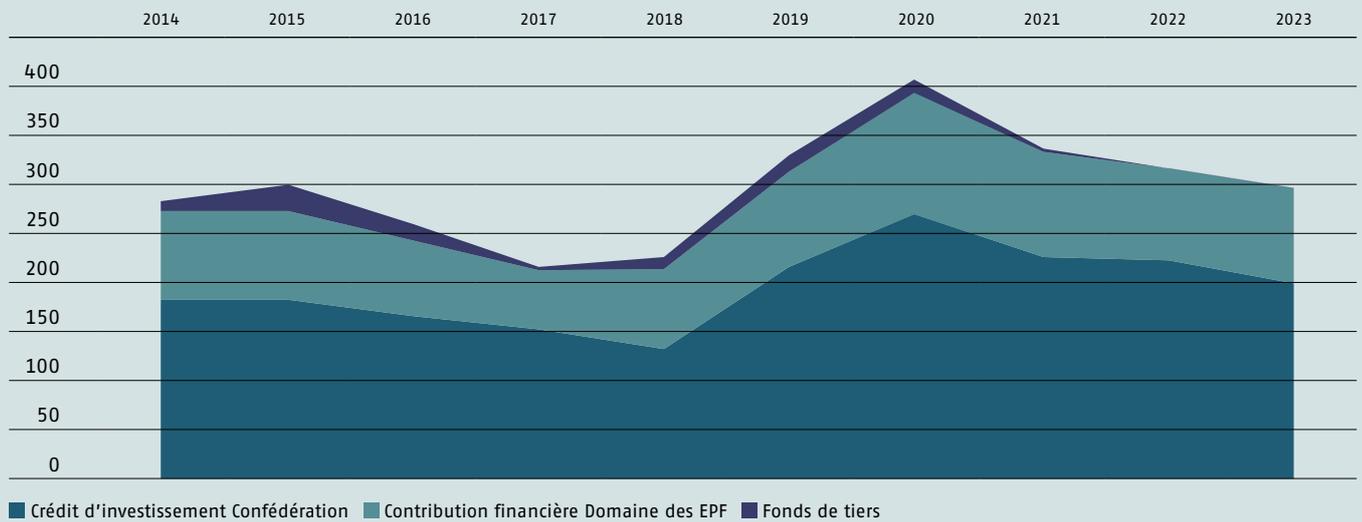
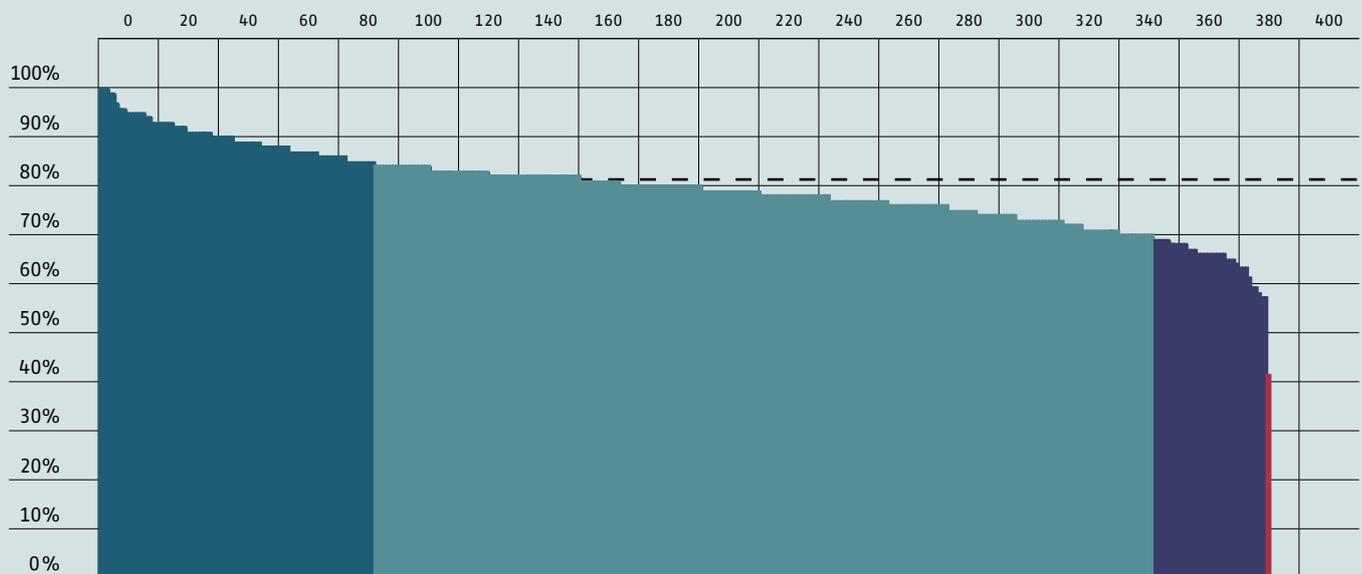


Fig. 26: Valeurs d'état au 31 décembre 2023



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 venale moyenne de tous les objets: 81,0%

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

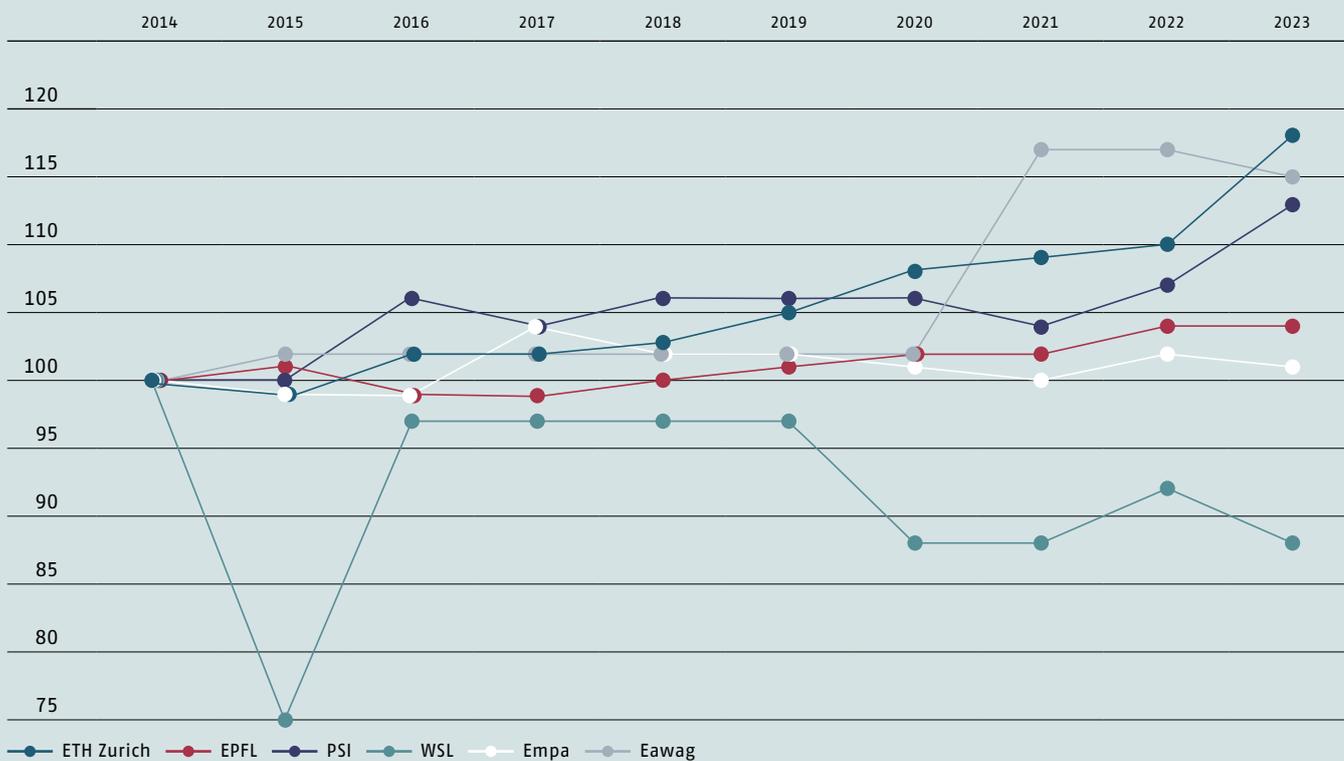


Fig. 28: Mix de surfaces (en 1000 m²)

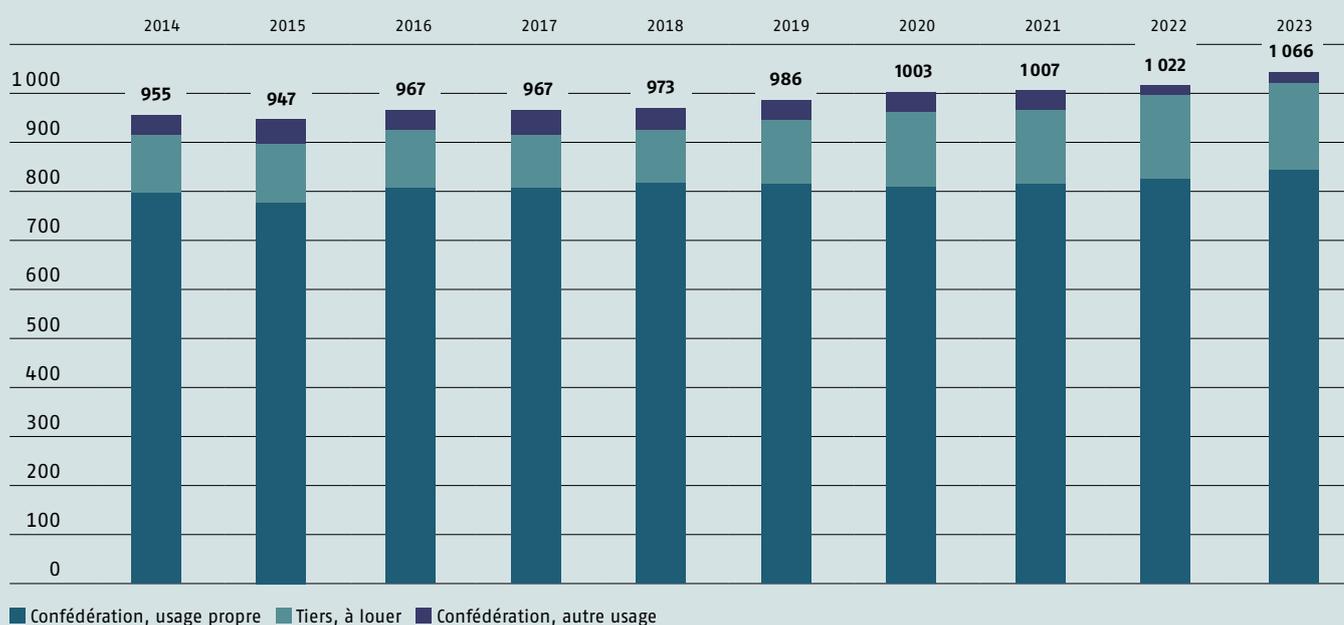


Fig. 29: Grille quantitative du portefeuille du Domaine des EPF

mio CHF	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Total
<b>Bâtiments</b>							
Nombre	133	77	131	22	27	15	405
Valeur d'acquisition	4 069	1769	642	112	369	126	7 086
Valeur comptable	1 610	796	188	45	68	60	2 766
<b>Parcelles</b>							
Nombre	65	19	10	16	4	4	118
Valeur comptable	692	243	30	24	63	10	1 063
Valeur comptable constructions en cours	214	44	35	2	84	8	387
Droits relatifs aux constructions non évalués conformément aux directives)							0
<b>Total actifs (valeurs comptables des biens immobiliers)</b>	<b>2 516</b>	<b>1 084</b>	<b>252</b>	<b>71</b>	<b>215</b>	<b>78</b>	<b>4 216</b>
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	120 500	30 100	20 200	1 020	26 251	3 150	201 221
pour construction neuve ou remplacement	40 270	7 418	16 644	537	24 895	20	89 783
pour maintien de la valeur et de la fonction	80 230	22 682	3 556	483	1 356	3 130	111 438
Contribution financière investissements (pour un aménagement spéc. à l'utilisateur/trice)	61 515	16 431	7 213	617	8 678	2 386	96 839
Fonds de tiers	404	0	0	0	520	0	923
Dépenses en construction des institutions	182 419	46 531	27 413	1 637	35 449	5 536	298 984
Surface utile principale SUP (en m <sup>2</sup> )	551 210	296 930	120 320	18 230	59 740	19 530	1 065 960
Dépenses en construction par m <sup>2</sup> SUP (CHF/m <sup>2</sup> )	331	157	228	90	593	283	280

Investissements 2023 dans le portefeuille immobilier du Domaine des EPF par rapport à la surface utile principale (SUP, m<sup>2</sup>). 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 (p. ex. sur la base du nombre d'étudiant/es) serait peu significatif.

# Environnement et énergie

Fig. 31: Données énergétiques et environnementales

		Domaine des EPF 2021	Domaine des EPF 2022	ETH Zurich	EPFL	PSI	WSL	Empa	Eawag	Domaine des EPF Tend. 2023 <sup>1</sup>
<b>DONNÉES DE BASE</b>										
Surface de référence énergétique SRE <sup>2</sup>	m <sup>2</sup>	1482996	1531435	733 427	440 731	172 571	27 032	123 442	34 232	1 562 414
Equivalent plein temps <sup>3</sup>	EPT	41738	42 679	24 395	13 304	2 132	939	1 184	725	43 808
<b>ENERGIE<sup>4</sup></b>										
<b>Energie finale nette<sup>7</sup></b>	<b>kWh/a</b>	<b>473 031 646</b>	<b>457 436 376</b>	<b>196 476 210</b>	<b>88 946 673</b>	<b>144 800 906</b>	<b>4 490 211</b>	<b>19 078 082</b>	<b>3 644 294</b>	<b>420 778 458</b>
<b>Electricité nette (sans autoprod.)</b>	<b>kWh/a</b>	<b>371 014 550</b>	<b>366 793 941</b>	<b>136 974 733</b>	<b>72 385 000</b>	<b>139 575 028</b>	<b>3 274 934</b>	<b>11 279 395</b>	<b>3 304 851</b>	<b>353 767 251</b>
Achat d'électricité non certifiée	kWh/a	0	59 073 646	0	55 149 000	3 924 646	0	0	0	
Achat d'électricité certifiée	kWh/a	369 540 975	305 475 091	136 007 000	17 000 000	135 296 354	3 145 164	10 908 732	3 117 841	
Electricité (sans <i>naturemade star</i> )	kWh/a	346 346 751	280 764 344	132 007 000	0	135 000 000	803 220	12 954 124	0	
Photovoltaïque <i>naturemade star</i>	kWh/a	2 343 548	2 374 300	0	2 000 000	296 354	0	0	77 946	
Hydraulique <i>naturemade star</i>	kWh/a	22 762 028	24 381 839	4 000 000	15 000 000	0	2 341 944	0	3 039 895	
Éolienne <i>naturemade star</i>	kWh/a	273 877	0	0	0	0	0	0	0	
Vente d'électricité	kWh/a	-2 185 229	-2 045 392	0	0	0	0	-2 045 392	0	
<b>Energie thermique</b>	<b>kWh/a</b>	<b>101 842 296</b>	<b>91 037 637</b>	<b>59 746 000</b>	<b>16 584 000</b>	<b>5 390 430</b>	<b>851 966</b>	<b>7 938 788</b>	<b>526 453</b>	
Mazout	kWh/a	2 217 705	4 662 653	4 130 000	247 000	240 430	42 381	0	2 842	
Gaz naturel, biogaz	kWh/a	69 303 289	57 774 308	37 190 000	15 471 000	0	0	4 906 288	207 020	
Chaleur à distance	kWh/a	58 209 445	49 942 682	40 061 000	866 000	5 150 000	0	3 549 091	316 591	
Copeaux de bois	kWh/a	910 183	809 585	0	0	0	809 585	0	0	
Vente d'énergie thermique	kWh/a	-28 798 326	-22 151 591	-21 635 000	0	0	0	-516 591	0	
<b>Carburants (propres véhicules)</b>	<b>kWh/a</b>	<b>1 648 375</b>	<b>1 850 002</b>	<b>723 210</b>	<b>213 673</b>	<b>189 476</b>	<b>493 081</b>	<b>230 562</b>	<b>0</b>	
<b>Informations supplémentaires Energie</b>										
Frais d'électricité et de production de chaleur <sup>5</sup>	CHF/a	55 472 888	61 970 289	31 891 772	10 594 400	15 786 345	656 115	2 427 058	614 599	126 343 631
Electricité produite à partir d'énergies renouvelables	kWh/a	1473 575	2 245 204	967 733	236 000	354 028	129 770	370 663	187 010	
Total vente à des tiers	kWh/a	-30 298 229	-23 680 392	-21 635 000	0	0	0	-2 045 392	0	
<b>EAU (POTABLE)</b>	<b>m<sup>3</sup></b>	<b>422 675</b>	<b>563 946</b>	<b>272 934</b>	<b>194 000</b>	<b>63 865</b>	<b>8 962</b>	<b>18 022</b>	<b>6 163</b>	<b>657 268</b>
<b>MATIÈRES</b>										
<b>Papier</b>	<b>kg</b>	<b>134 785</b>	<b>200 167</b>	<b>92 000</b>	<b>76 101</b>	<b>18 106</b>	<b>4 418</b>	<b>6 933</b>	<b>2 609</b>	<b>183 161</b>
Papier de fibres nouvelles	kg	45 316	53 122	17 000	24 915	10 322	497	359	29	41 036
Papier recyclé	kg	89 469	147 045	75 000	51 186	7 784	3 921	6 574	2 580	142 125
<b>L'IMPACT ENVIRONNEMENTAL</b>										
<b>Energie primaire<sup>6</sup></b>	<b>kWh/a</b>	<b>554 189 208</b>	<b>545 703 245</b>	<b>223 102 667</b>	<b>108 357 885</b>	<b>181 473 226</b>	<b>7 045 053</b>	<b>20 842 436</b>	<b>4 881 978</b>	
<b>Dont énergies renouvelables</b>	<b>%</b>	<b>72</b>	<b>72</b>	<b>59</b>	<b>69</b>	<b>89</b>	<b>59</b>	<b>69</b>	<b>85</b>	
<b>Emissions de CO<sub>2</sub><sup>8</sup></b>	<b>t CO<sub>2</sub>/a</b>	<b>29 704</b>	<b>27 385</b>	<b>18 275</b>	<b>6 535</b>	<b>595</b>	<b>360</b>	<b>1 426</b>	<b>194</b>	

<sup>1</sup> Chiffres provisoires (tendances) pour l'exercice sous revue, situation: début mars 2024.

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

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

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

<sup>6</sup> 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.

<sup>7</sup> 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.

<sup>8</sup> Facteurs d'émission de CO<sub>2</sub> selon la version d'Ecoinvent 3.7i.

# FINANCES

Comptes annuels consolidés*	110
Compte de résultat consolidé*	110
Bilan consolidé*	111
Financement fédéral	112

\* Extrait du rapport financier 2023.

Rapport financier:  
[www.ethrat.ch/rapportfinancier2023](http://www.ethrat.ch/rapportfinancier2023)

# Comptes annuels consolidés

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

mio CHF	Annexe	Budget 2023	Réalisé 2023	Réalisé 2022 ajusté	Ecart réalisé absolu
Contribution financière de la Confédération		2 535	2 535	2 441	94
Contribution aux loyers		195	195	202	- 6
<b>Financement fédéral</b>	<b>7</b>	<b>2 730</b>	<b>2 730</b>	<b>2 643</b>	<b>87</b>
<b>Taxes d'études, formation continue</b>	<b>8</b>	<b>58</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>4</b>
Fonds national suisse (FNS), contributions ordinaires à la recherche		301	272	267	5
Fonds national suisse (FNS), dispositions transitoires de la Confédération		n/a	15	1	14
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse), contributions ordinaires à la recherche		47	47	44	2
Agence suisse pour l'encouragement de l'innovation (Innosuisse), dispositions transitoires de la Confédération		n/a	1	-	1
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle), contributions ordinaires à la recherche		91	90	87	3
Mandats de recherche de la Confédération (recherche sectorielle), dispositions transitoires de la Confédération		n/a	2	-	2
Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRI), contributions ordinaires à la recherche		148	106	137	- 32
Programmes-cadres de recherche européens (UE-PCRI), dispositions transitoires de la Confédération		n/a	43	17	27
Recherche axée sur l'économie (secteur privé)		145	140	136	4
Autres fonds de tiers liés à des projets (y c. cantons, communes, organisations internationales)		103	106	105	1
<b>Contributions à la recherche, mandats de recherche et prestations de services scientifiques</b>	<b>9</b>	<b>835</b>	<b>822</b>	<b>795</b>	<b>27</b>
<b>Dons et legs</b>	<b>10</b>	<b>96</b>	<b>159</b>	<b>138</b>	<b>21</b>
<b>Autres produits</b>	<b>11</b>	<b>135</b>	<b>155</b>	<b>146</b>	<b>9</b>
<b>Produits d'exploitation**</b>		<b>3 854</b>	<b>3 929</b>	<b>3 780</b>	<b>148</b>
Charges de personnel	5, 12, 28	2 562	2 549	2 503	46
Charges de biens et services	13	928	1 037	944	93
Amortissements*	21, 23	286	296	247	49
Charges de transfert	14	138	62	60	2
<b>Charges d'exploitation</b>		<b>3 915</b>	<b>3 944</b>	<b>3 754</b>	<b>190</b>
<b>RÉSULTAT D'EXPLOITATION</b>		<b>- 61</b>	<b>- 16</b>	<b>26</b>	<b>- 42</b>
<b>RÉSULTAT FINANCIER**</b>	<b>15</b>	<b>- 2</b>	<b>30</b>	<b>- 27</b>	<b>57</b>
Résultat des entités associées et co-entreprises**	20	-	8	- 25	33
<b>RÉSULTAT DE L'EXERCICE</b>		<b>- 62</b>	<b>23</b>	<b>- 25</b>	<b>48</b>
**Produit total		3 852	3 967	3 729	238

\* Année 2022 ajustée selon la note 2.

Tableau 2: Bilan du Domaine des EPF (consolidé)

mio CHF	Annexe	31.12.2023	31.12.2022 ajusté	Ecart absolu
<b>ACTIF CIRCULANT</b>				
Liquidités et placements à court terme*	16	1061	721	340
Créances à court terme sur transactions sans contrepartie	17	697	622	75
Créances à court terme sur transactions avec contrepartie	17	65	72	-7
Placements financiers et prêts à court terme*	22	1124	1561	-437
Stocks	18	12	12	-
Actifs de régularisation	19	60	60	-
<b>Total de l'actif circulant</b>		<b>3018</b>	<b>3048</b>	<b>-29</b>
<b>ACTIF IMMOBILISÉ</b>				
Immobilisations corporelles*	21	2136	2172	-36
Immobilisations incorporelles*	21	60	58	2
Créances à long terme sur transactions sans contrepartie	17	1098	1045	54
Créances à long terme sur transactions avec contrepartie	17	-	-	-
Participations dans des entités associées et co-entreprises	20	254	246	8
Placements financiers et prêts à long terme	22	80	72	8
Cofinancements	23	105	109	-4
<b>Total de l'actif immobilisé</b>		<b>3732</b>	<b>3701</b>	<b>30</b>
<b>TOTAL DE L'ACTIF</b>		<b>6750</b>	<b>6749</b>	<b>1</b>
<b>CAPITAUX DE TIERS</b>				
Engagements courants	24	217	171	46
Engagements financiers à court terme	25	17	17	1
Passifs de régularisation	26	200	194	6
Provisions à court terme	27	97	99	-3
<b>Capitaux de tiers à court terme</b>		<b>531</b>	<b>480</b>	<b>51</b>
Fonds de tiers affectés	29	1697	1641	56
Engagements financiers à long terme	25	373	382	-9
Engagements nets de prévoyance	28	497	320	176
Provisions à long terme	27	519	603	-84
<b>Capitaux de tiers à long terme</b>		<b>3087</b>	<b>2947</b>	<b>140</b>
<b>Total des capitaux de tiers</b>		<b>3618</b>	<b>3427</b>	<b>191</b>
<b>CAPITAUX PROPRES</b>				
Réserves de réévaluation		508	721	-213
Réserves d'entités associées	20	254	246	8
Dons, soutiens financiers, cofinancements		1024	948	76
Autres capitaux propres*		1346	1407	-61
<b>Total des capitaux propres</b>		<b>3133</b>	<b>3322</b>	<b>-190</b>
<b>TOTAL DU PASSIF</b>		<b>6750</b>	<b>6749</b>	<b>1</b>

\* Année 2022 ajustée selon la note 2.

# Financement fédéral

Le financement fédéral se présente sous deux points de vue au sein du Domaine des EPF: selon le compte de résultat et selon le plafond de dépenses.

Le **compte de résultat** de la page 110 présente le résultat de l'exercice du Domaine des EPF conformément aux normes IPSAS: tous les produits et charges qui y figurent relèvent de la période considérée. Dans le compte de résultat, le financement fédéral se compose des crédits de contribution financière de la Confédération (A231.0181) et de contribution aux loyers du Domaine des EPF (A231.0182). La contribution financière de la Confédération permet de financer l'exploitation du Domaine des EPF. La contribution aux loyers compense les coûts d'utilisation de l'immobilier appartenant à la Confédération, lesquels sont comptabilisés pour un montant équivalent en tant que charges de biens et services. Au cours de l'année sous revue, le financement fédéral s'est élevé à 2730,2 mio CHF dans le compte de résultat. Il se composait comme suit (cf. à droite fig. 32: crédits du compte de résultat).

Le message FRI inclut dans le **plafond de dépenses** quadriennal le crédit de dépenses prévu chaque année pour le Domaine des EPF. Celui-ci se compose du crédit contribution financière de la Confédération (A231.0181) et du crédit investissements dans les constructions du Domaine des EPF (A202.0134). Au cours de l'année sous revue, le financement fédéral mis en compte sur le plafond de dépenses s'est élevé à 2736,2 mio CHF. Il se composait comme suit (cf. à droite fig. 33: crédits du plafond de dépenses).

Le financement fédéral est expliqué ci-après du point de vue des crédits du plafond de dépenses approuvés chaque année par le Parlement.

## 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. Celui-ci correspond à une croissance annuelle moyenne de 2,5% (sur la base du budget 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 de particules du PSI, mais pas les dépenses de 10,4 mio CHF liées au démantèlement et à l'élimination des installations nucléaires que possède la Confédération au PSI, qui l'augmentent. Il est probable que le Domaine des EPF ne pourra pas utiliser les 60,5 mio CHF des crédits inclus dans le plafond de dépenses (cf. à droite fig. 34).

## Crédits autorisés en 2023

Avec l'AF la sur le budget 2023, les Chambres fédérales ont approuvé 2736,0 mio CHF pour les deux crédits inclus dans le plafond de dépenses. Au cours de l'année 2023, 0,2 mio CHF, provenant de fonds de tiers, ont été portés au crédit d'investissement. Par rapport à 2022 (2666,2 mio CHF), cela correspond à une augmentation de 70,0 mio CHF. La contribution financière de la Confédération (crédit A231.0181) s'élève à 2535,0 mio CHF et le crédit d'investissement à 201,2 mio CHF. Comme aucune réserve affectée n'a été constituée ou liquidée dans le cadre du crédit d'investissement, le Domaine des EPF a bénéficié au total de 2736,2 mio CHF provenant du financement fédéral (2022: 2666,2 mio CHF).

Fig. 32: Crédits du compte de résultat

mio CHF

Contribution financière de la Confédération (A231.0181)	2 535,0
Contribution aux loyers du Domaine des EPF (A231.0182)	195,2
<b>Financement fédéral vue du compte de résultat</b>	<b>2 730,2</b>

Fig. 33: Crédits du plafond de dépenses

mio CHF

Contribution financière de la Confédération (A231.0181)	2 535,0
Investissements dans les constructions du Domaine des EPF (A202.0134)	201,2
<b>Financement fédéral vue du plafond de dépenses</b>	<b>2 736,2</b>

Fig. 34: 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
Réalisé 2021	2 373,3	- 226,8			2 600,1
Réalisé 2022		2 441,4	- 224,8		2 666,2
Budget 2023			2 521,5	214,5	2 736,0
PF 2024				2 537,2	210,7 2 747,9
Temporairement non sollicité*					- 60,5 (- 70,9 eff.) (eff. 13,8)

\* L'utilisation prévue du plafond de dépenses 2021–2024 s'élève à 10 750,2 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

Budget / prévisionnel  
Planification financière (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

Mise en œuvre graphique: Linkgroup SA, Zurich

Reportages: Roland Fischer, Bâle ainsi que les institutions du Domaine des EPF et l'état-major Communication du Conseil des EPF

Photographie: Kellenberger Photographie, Stäfa ou selon crédit photo

Traductions, relecture: Diction AG, Buchs

Système de publication: mms solutions SA, Zurich

Impression: Cavelti AG, Gossau

Clôture de la rédaction: 7 mars 2024

Le présent rapport de gestion est publié en allemand, en français et en anglais. Pour les comptes annuels, la version allemande fait foi. Le rapport de gestion est disponible au format électronique sur [www.cepf.ch/rapportdegestion2023](http://www.cepf.ch/rapportdegestion2023).

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

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 des équipes de communication du Domaine des EPF (responsables de la communication et leurs collaboratrices et collaborateurs) ainsi que
- les responsables, collaboratrices et collaborateurs de l'état-major du Conseil des EPF et des institutions du Domaine des EPF.

© Conseil des EPF, mars 2024



## Conseil des EPF

Conseil des écoles  
polytechniques fédérales

Zurich:

Händeliweg 15  
8092 Zurich  
Suisse

Berne:

Hirschengraben 3  
3011 Berne  
Suisse

[www.cepf.ch](http://www.cepf.ch)

Le Domaine des EPF est composé de deux écoles polytechniques fédérales, l'ETH Zurich et l'EPFL, et de quatre établissements de recherche, l'Institut Paul Scherrer (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.cepff.ch](http://www.cepff.ch)

Les institutions du Domaine des EPF:

## **ETH** zürich

### ETH Zurich

540 professeures et professeurs, un peu moins de 25 000 étudiantes et étudiants, doctorantes et doctorants, environ 4000 collaboratrices et collaborateurs dans le secteur technique et administratif ainsi que près de 9000 dans le secteur scientifique venus de près 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 6000 jeunes obtiennent leur diplôme et vont apporter leurs connaissances aux entreprises suisses. Ou fondent l'une des 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](http://www.ethz.ch)



### PSI

L'Institut Paul Scherrer (PSI) est le plus grand institut de recherche en sciences naturelles et en sciences de l'ingénieur de Suisse. Les travaux de recherche se concentrent autour de quatre points forts thématiques: technologies d'avenir, énergie et climat, innovation santé et fondements de la nature. Le PSI développe, construit et exploite de grandes installations de recherche complexes. Plus de 2500 chercheuses et chercheurs viennent chaque année de Suisse et du monde entier pour effectuer, sur ces installations uniques, des expériences impossibles à réaliser ailleurs. [www.psi.ch](http://www.psi.ch)



### Empa

L'Empa est l'institut de recherche interdisciplinaire du Domaine des EPF consacré aux sciences des matériaux et à la technologie. Sur la base de ses recherches, il développe des solutions 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](http://www.empa.ch)

## **EPFL**

### EPFL

Forte d'une communauté dynamique de plus de 19 000 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 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](http://www.epfl.ch)



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

### 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. Dans ces domaines de recherche, le WSL occupe une place de premier plan à l'international et fournit les bases d'une politique environnementale durable en Suisse. L'Institut pour l'étude de la neige et des avalanches SLF Davos fait partie du WSL. [www.wsl.ch](http://www.wsl.ch)



### Eawag

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

### Page de titre

Le professeur Thomas Zurbuchen, ancien chef de la recherche à la NASA et désormais directeur d'ETH I Space, veut offrir l'une des meilleures filières de master interdisciplinaires au monde en sciences et technologies spatiales (cf. aussi p. 15 s.).