

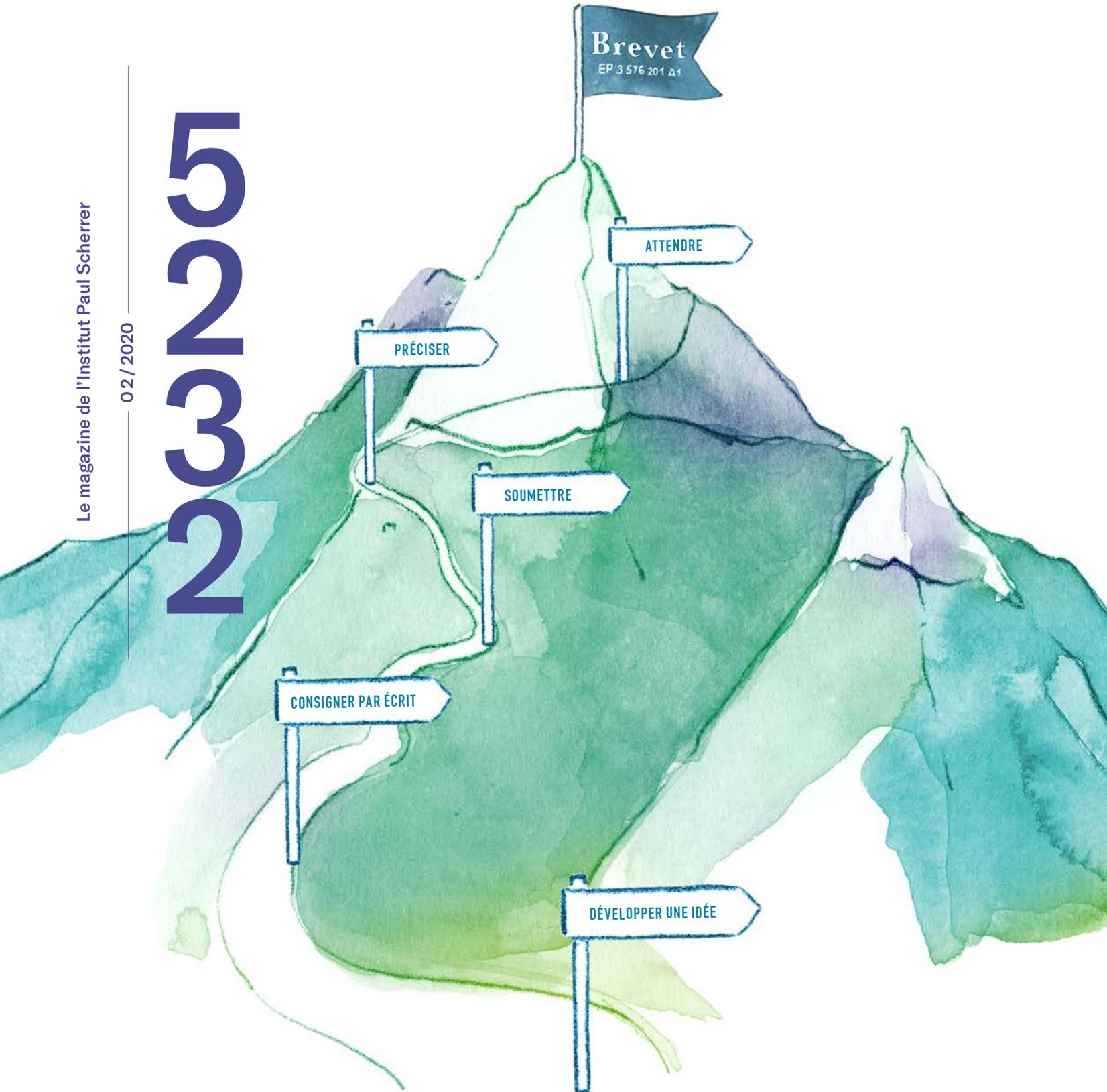
DOSSIER

BREVETS AU PSI

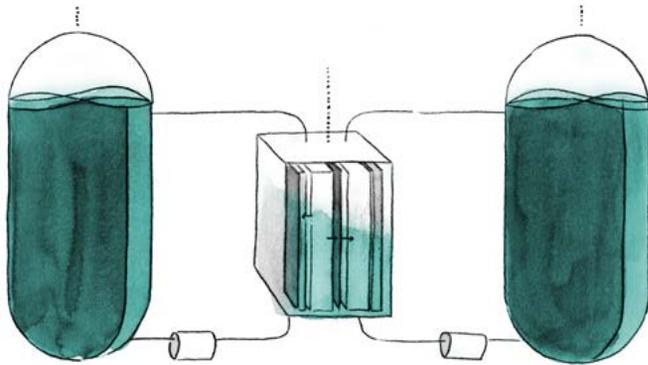
Le magazine de l'Institut Paul Scherrer

02 / 2020

2020



DOSSIER: BREVETS AU PSI



TOILE DE FOND

Recherche brevetée

Au PSI, les chercheurs développent des technologies innovantes, de nouveaux principes actifs biologiques et des instruments de mesure plus précis. Ils font ainsi avancer la science, mais aussi l'économie suisse.

Page 10

ENTRETIEN

Les brevets comme atout

John Millard dirige le service de transfert de technologie au PSI. Le système des brevets relève donc de son domaine. Dans cet entretien, il explique comment le PSI se sert des brevets pour protéger ses connaissances et encourager davantage la collaboration avec l'industrie et d'autres centres de recherche.

Page 17

3





2

INFOGRAPHIE

La voie qui mène au brevet

La voie qui mène au brevet est longue, parfois tortueuse. La distance à parcourir reste variable. Les plus rapides des brevets portant sur des inventions du PSI ont été obtenus au bout de deux à quatre ans. Dans certains cas extrêmes, les chercheurs ont dû attendre de huit à treize ans.

Page 16

CONTENU

QUESTIONS-RÉPONSES

Trois questions à Christian Rüegg 4

LE PRODUIT

La glace 6

L'AUXILIAIRE

La perceuse 7



DOSSIER:
BREVETS AU PSI

8



TOILE DE FOND
Recherche brevetée

10



INFOGRAPHIE
La voie qui mène au brevet

16



ENTRETIEN
Les brevets comme atout

17

EN IMAGE

Luc Patthey 21

AILLEURS EN SUISSE

Vers le Soleil et au-delà 22

Le PSI développe des instruments de mesure fiables pour les missions spatiales qui explorent notre univers.

EN BREF

Actualité de la recherche au PSI 26

- 1 Le neutron mesuré avec haute précision
- 2 Réactions chimiques dans les particules fines
- 3 Input pour la recherche sur le coronavirus
- 4 Les violons bien vernis jouent plus longtemps

GALERIE

#bonapp au PSI 28

PORTRAIT

Celle qui veille à la fiabilité 34

Lorsqu'elle était au PSI, Elena Mengotti étudiait des nanoaimants. Aujourd'hui, cette physicienne développe des tests chez ABB pour vérifier la fiabilité de certains composants électriques.

QUI SOMMES-NOUS?

38

IMPRESSUM

40

DANS LE PROCHAIN NUMÉRO

41

Christian Rüegg, en matière de brevets, l'on pense soit à l'inventeur qui bricole dans son garage, soit aux entreprises industrielles qui cherchent à gagner des millions. Que viennent faire les brevets au PSI?

On retrouve un peu des deux dans les brevets du PSI, mais nos brevets mettent surtout en évidence l'existence d'un lien entre recherche fondamentale et bénéfiques pratiques. Au PSI, nous développons et nous exploitons de grandes installations de recherche qui sont à la pointe au niveau mondial. Ainsi, nous travaillons sur des technologies novatrices, par exemple des détecteurs, qui nous permettent de mieux comprendre les matériaux les plus divers. Avec ces nouvelles connaissances, nous développons de nouveaux matériaux ou de nouvelles méthodes susceptibles d'être appliquées dans l'industrie ou le domaine médical. Les choses se déroulent parfaitement si nous réussissons à générer une plus-value et des emplois de qualité grâce à la création d'une nouvelle entreprise qui repose sur un brevet ou grâce à la vente des droits d'exploitation de notre invention.

Les brevets sont donc surtout intéressants du point de vue économique?

Pas seulement. Ils représentent aussi la traduction d'un certain objectif. Notre but, au PSI, est de mettre les meilleures installations à disposition des meilleurs chercheurs. Le fait est que les idées nouvelles et les inventions naissent dans des têtes bien faites et ingénieuses. La curiosité de nos chercheurs et leur soif de nouvelles connaissances sont à la base des découvertes et des solutions qui permettent de résoudre des problèmes anciens comme nouveaux. D'un côté, l'image positive que les brevets confèrent au PSI attire d'excellents chercheurs. De l'autre, elle nous rend aussi intéressants comme partenaire de coopération de l'industrie ou d'autres institutions de recherche. Cela montre bien que le profit que nous retirons des brevets n'est pas uniquement économique.

Avez-vous des favoris parmi les brevets que détient le PSI?

Non, car chaque brevet a une valeur propre, qui ne se mesure pas uniquement en termes de succès économique, comme le montrent des exemples issus du domaine médical ou de la recherche fondamentale. Lorsque nous développons une nouvelle méthode dans le domaine de la protonthérapie, qui s'avère capable d'alléger des souffrances, voire de sauver des vies, c'est un résultat que des données économiques chiffrées ne peuvent pas décrire de manière adéquate. *Idem* pour la recherche fondamentale. Les nouvelles connaissances nous offrent de quoi créer une base pour des solutions innovantes, par exemple en matière d'approvisionnement énergétique ou de mobilité. Mais ce rapport qui ne peut être établi que des années plus tard, n'est jamais sûr du point de vue actuel. C'est précisément pourquoi nous poursuivons sans cesse notre activité de recherche et nous n'arrêtons jamais de générer de nouvelles connaissances.



QUESTIONS-RÉPONSES

Trois questions à Christian Rüegg

Le PSI détient les droits de plus de 200 familles de brevets. Ces derniers protègent les inventions des chercheurs, mais pas seulement. Pour Christian Rüegg, directeur du PSI, les brevets offrent d'autres avantages, notamment parce qu'ils allient recherche fondamentale et bénéfiques pratiques. Ce dont la société suisse profite aussi.



Certaines analyses menées au PSI pourraient servir un jour à améliorer des produits du quotidien. Exemple.

La glace

Pour nous, la glace à déguster se compose d'impressions d'été, de cornet tenu en main et de bonheur fondant sur la langue. Alors que, pour les chercheurs, c'est avant tout un mélange d'air, de cristaux de glace et de solution sucrée cryoconcentrée. Mais eux aussi essaient de perfectionner la recette des crèmes glacées.

Avec un grand fabricant de produits alimentaires, les chercheurs ont ainsi examiné en détail la microstructure d'une crème glacée. Ils ont utilisé la lumière de type rayons X de la Source de Lumière Suisse SLS du PSI pour obtenir des images toмоgraphiques en 3D d'un échantillon de glace. Ce dernier a été maintenu à une température de -15°C et régulièrement radiographié pendant plus de cinq heures. Ces images ont permis aux chercheurs de distinguer les bulles d'air, les cristaux de glace et la solution de sucre. Ils ont notamment pu observer que les minuscules bulles d'air se soudaient peu à peu les unes aux autres.

La fine microstructure de la glace – qui nous procure cette sensation exquise en bouche – était donc devenue un peu plus grossière avec le temps. Leurs analyses pourraient contribuer à développer de la crème glacée aux propriétés plus stables.

La recherche de pointe recourt parfois à des auxiliaires étonnamment ordinaires. Exemple.

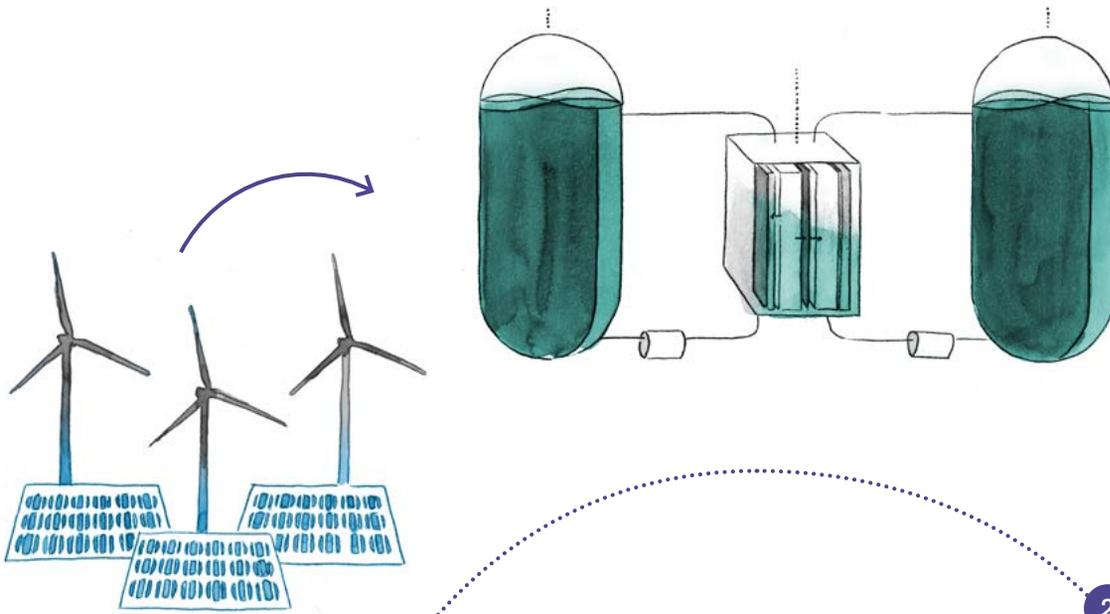
La perceuse

La glace des glaciers recèle des informations sur l'atmosphère des époques passées. Les éléments traces qui y sont emprisonnés et la composition de l'eau gelée servent par exemple aux chercheurs à reconstituer la pollution atmosphérique et les températures de la région au fil des siècles. La glace issue des grandes profondeurs permet de remonter à des époques très lointaines.

Les chercheurs du PSI au Laboratoire de chimie de l'atmosphère prélèvent donc des carottes de glace pour les analyser centimètre par centimètre en laboratoire. Lors de leurs expéditions sur les glaciers, ils utilisent une perceuse spécialement conçue pour extraire de la glace à une profondeur de 200 mètres.

Lors d'une expédition au Kilimandjaro, les chercheurs se sont intéressés aux parois verticales de glace de 50 mètres de hauteur, le long desquelles ils sont descendus en rappel. À défaut de gros engins, ils ont emporté une perceuse du commerce, achetée en magasin de bricolage, qu'ils avaient adaptée pour forer les parois.





1

TOILE DE FOND
Recherche brevetée
Page 10

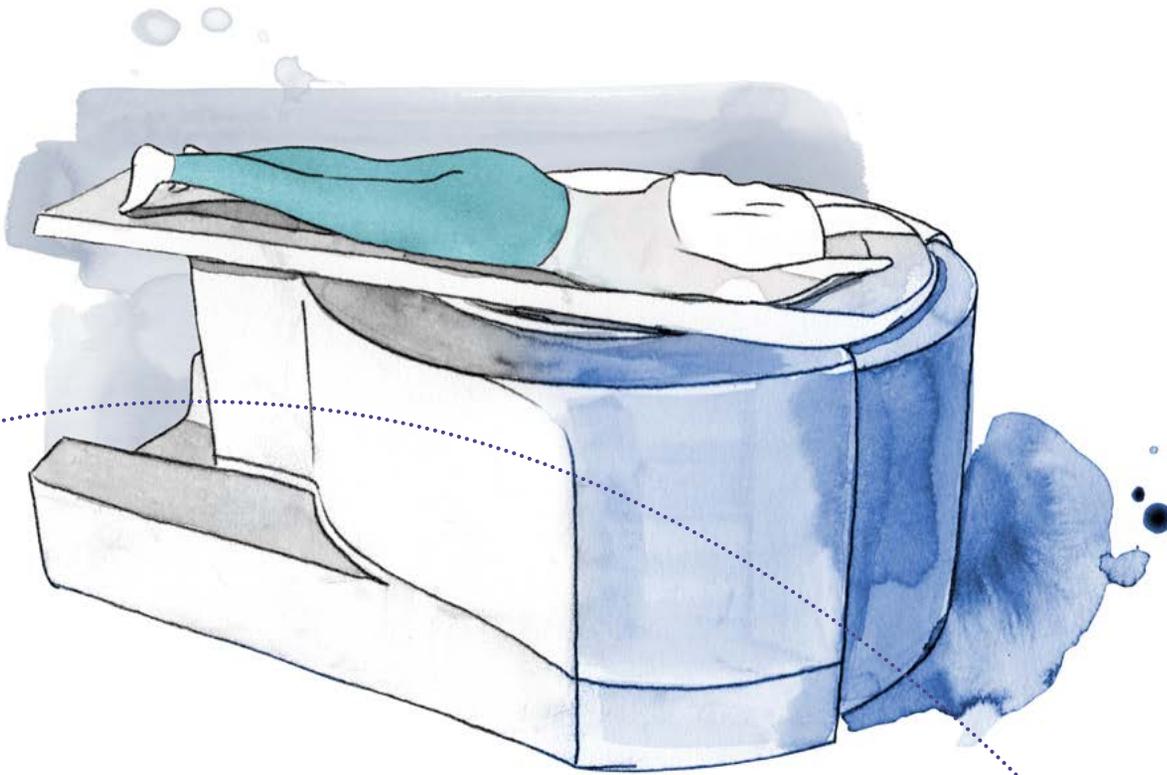
2

INFOGRAPHIE
La voie qui mène
au brevet
Page 16

DOSSIER

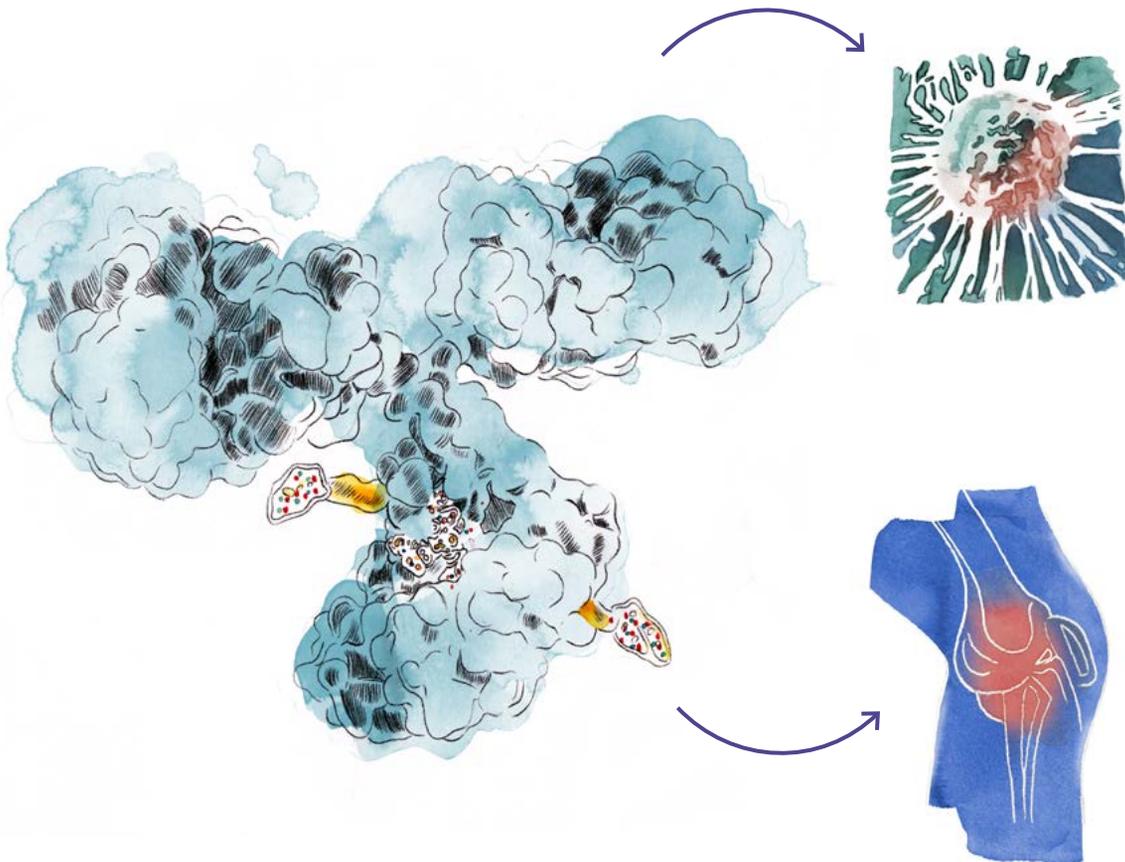
Brevets au PSI

Celui qui a des idées ingénieuses et qui sait les transformer en applications pratiques aimerait aussi en retirer les fruits. L'un des moyens d'y parvenir consiste à recourir aux brevets. Ces derniers protègent les inventeurs contre les imitations indésirables, leur assurent un bénéfice économique et améliorent leur image. Ce sont les trois raisons principales pour lesquelles certains collaborateurs du PSI se lancent sur la voie, semée d'embûches et souvent très longue, qui mène à l'obtention d'un brevet.



3

ENTRETIEN
Les brevets
comme atout
Page 17



Recherche brevetée

Au PSI, les chercheurs développent des technologies innovantes, de nouveaux principes actifs biologiques et des instruments de mesure plus précis. Ils font ainsi avancer non seulement la science, mais aussi l'économie suisse. Les meilleures idées sont protégées par des brevets et font du PSI un partenaire de choix pour l'industrie.

Texte: Sabine Goldhahn

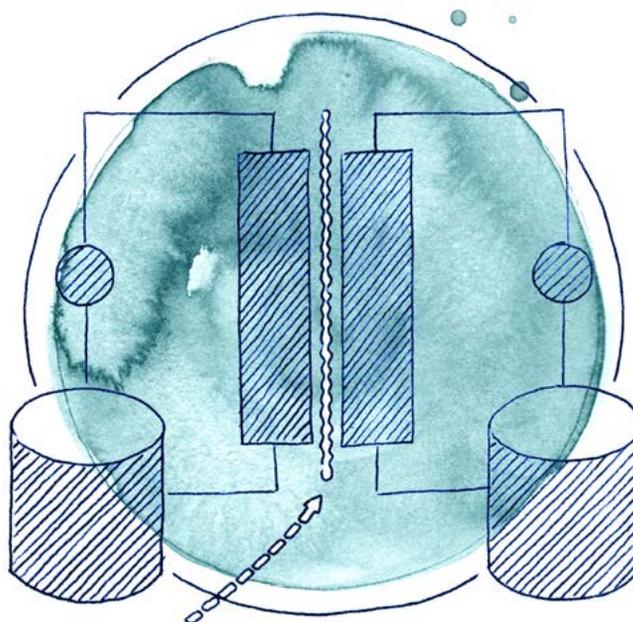
«C'est ici, en principe, que tout a commencé», explique Fabio Oldenburg en entrant dans le Laboratoire d'électrochimie du PSI. Ce chimiste, en pull en molleton et aux cheveux ébouriffés, vient de se reconvertir en entrepreneur. Il salue la laborantine, qui est en train de manipuler pipettes et éprouvettes, et désigne une douzaine de petits tubes en verre, disposés sur une étagère noire et coiffés de valves en plastique rouge et blanc en forme de T. «C'est avec ces tubes que j'ai fait mes premiers essais, lorsque j'étais étudiant en master et doctorant au PSI», raconte Fabio Oldenburg. Depuis ces premiers essais, quatre ans se sont écoulés avec deux dépôts de brevet et la fondation d'une spin-off du PSI. Le doctorant d'alors est aujourd'hui inventeur et entrepreneur.

Sur la table métallique brillante et située en face se dresse un mélangeur avec deux tubes en verre. D'une longueur d'environ 50 centimètres, ces derniers ont le même diamètre qu'un bras et sont remplis d'un liquide jaunâtre transparent, dans lequel flotte un voile ultramince roulé en boule. Cette ombre délicate est une membrane polymère, qui forme la base de l'invention de Fabio Oldenburg. Si on la déroulait, on obtiendrait une surface d'un demi-mètre carré. Il est prévu de l'intégrer prochainement dans une batterie redox vanadium rechargeable à flux (batterie VRF) et d'améliorer ainsi d'un cinquième l'efficacité de cet accumulateur.

Les batteries VRF ont la taille d'un container. Installées dans les parcs d'éoliennes et dans les aménagements photovoltaïques, elles stockent les mégawatts de courant vert générés lors de pics de production d'énergie liés à la météo. «Dans le domaine des énergies renouvelables, l'avenir des accumulateurs rechargeables appartient aux batteries VRF, affirme Fabio Oldenburg. Le vanadium est un élément très répandu, il est non toxique et, dans la batterie, il est dissous uniquement dans de l'eau. A la différence des autres technologies, cette batterie ne nécessite ni matières premières rares ni acides fortement concentrés. Une batterie VRF est complètement recyclable et, plus de vingt ans après sa mise

en service, elle présente toujours la même capacité de charge. Jusqu'à présent, son seul inconvénient résidait dans la médiocrité de son efficacité.» Mais le chercheur vient de changer la donne.

L'idée de sa nouvelle membrane, Fabio Oldenburg l'a eue pendant son travail de master, alors qu'il était encore étudiant à l'ETH Zurich. Fasciné par les solutions énergétiques durables et par la chimie verte, il cherchait un centre de recherche avec une longue expérience dans le domaine. A l'instar du PSI, où le groupe de Lorenz Gubler travaillait, depuis plus de dix ans, dans la recherche énergétique appliquée et le développement de membranes pour accumulateurs. Son expertise était reconnue dans le monde entier. Les chercheurs du PSI travaillent avec des piles à combustible, des batteries au lithium et d'autres accumulateurs. Leur objectif: améliorer le rendement et la capacité de stockage des batteries. Le travail que le jeune chimiste s'était vu confier à l'époque allait dans le même sens: analyser et optimiser la membrane échangeuse d'ions à l'intérieur d'une batterie VRF.



Membrane d'une batterie VRF

Image à droite:

Fabio Oldenburg, cofondateur de Gaia Membranes, a même reçu un soutien financier officiel du PSI pour son idée de start-up.

Image à gauche en bas:

La nouvelle membrane de l'entreprise de Fabio Oldenburg devrait nettement améliorer l'efficacité des grandes batteries stationnaires.

«Les batteries VRF fonctionnent par le biais de l'interaction chimique de différentes formes de vanadium, explique Fabio Oldenburg. Il m'a d'abord fallu comprendre quelle forme de vanadium était transportée puis dissoute dans la batterie et au terme de quelles étapes. Et, ensuite, j'ai adapté la membrane.» Dans les batteries, au niveau électrique, des membranes séparent le pôle positif du pôle négatif. Pour aller de l'un à l'autre, le courant doit donc passer par un consommateur externe: par exemple, une ampoule électrique. En même temps, des petits ions d'hydrogène porteurs d'une charge électrique – les protons – franchissent la membrane pour assurer l'équilibre des charges. Mais ce séparateur entre électrode positive et électrode négative laisse toujours passer quelques ions de vanadium plus grands, ce qui décharge la batterie et la rend inefficace. Fabio Oldenburg a modifié la composition de sa membrane, de telle sorte qu'elle laisse passer moins d'ions de vanadium et davantage de protons entre le pôle positif et le pôle négatif, rendant ainsi la barrière plus sélective. Pour ce faire, il a intégré à la membrane des ions porteurs d'une charge positive et des ions porteurs d'une charge négative, de manière que ces différents types d'ions ne se neutralisent pas mutuellement. Résultat: une membrane plus étanche et une batterie nettement plus efficace.

Fabio Oldenburg a alors fait tester sa membrane par un partenaire de l'industrie. Ce dernier a été si enthousiasmé par le progrès que l'idée d'une spin-off a très vite germé dans l'esprit du chercheur. Le soir de la Saint-Sylvestre 2017, il s'en est ouvert à un ami de Londres et il a fini par le convaincre de se joindre à lui.

Pour Fabio Oldenburg, les choses étaient claires dès le début: il voulait faire breveter la nouvelle membrane avant de fonder une start-up. Il s'est donc tourné vers Adrian Selinger du service de transfert de technologie du PSI, et ce dernier a aussitôt accueilli favorablement son idée. Car les brevets revêtent une grande importance pour le PSI. En plus de protéger la technologie et le savoir-faire, ils ouvrent aussi la voie à une exploitation industrielle et à des revenus de licence, voire à de nouveaux par-

tenariats de recherche. Adrian Selinger est lui-même chimiste et ingénieur. Fort de plusieurs années d'expérience dans l'industrie, il a également déposé plusieurs brevets. Il n'a pas tardé à identifier le potentiel de cette nouvelle membrane. «Pour pouvoir breveter une idée, il faut que celle-ci soit novatrice, explique-t-il. La solution ne doit pas être évidente, elle doit impliquer une démarche inventive, autrement dit une réflexion créative tout à fait nouvelle. Or là, tous ces aspects étaient réunis.» Dans de telles conditions initiales – aussi bonnes –, tout le reste n'était plus qu'une simple formalité. Quelques semaines plus tard, le 21 mai 2018, le PSI déposait une demande de brevet européen sur l'invention. A partir de cette date, plus personne ne pouvait copier le procédé imaginé par Fabio Oldenburg. «Nous avons eu relativement vite un retour de l'Office européen des brevets de Munich, raconte le chercheur. Ils nous ont juste demandé de reformuler quelques descriptions dans la demande de brevet. Maintenant, nous devons attendre que tout ait été vérifié. La règle, quand on soumet une demande, c'est: déposer, oublier et continuer à travailler avec le statut de "patent pending".»





Image à gauche:

Philipp Spycher a fondé sa start-up en 2019, sur la base d'un brevet.

Image à droite:

Pour créer de meilleurs traitements contre le cancer, Philipp Spycher utilise une enzyme destinée à fixer le principe actif à l'anticorps. La «colle» (jaune) joue un rôle décisif dans ce processus.

Une fois la demande de brevet déposée, Fabio Oldenburg a repris son idée de start-up et s'est porté candidat au Founder Fellowship Programme. Avec cet instrument d'encouragement, le PSI épaulé ses chercheurs sur la voie qui mène à la spin-off: celle ou celui qui a le projet de fonder une entreprise susceptible de générer une plus-value pour le canton d'Argovie et pour la Suisse, par exemple des emplois, reçoit, pendant dix-huit mois, de la connaissance, de l'infrastructure et de l'argent. Tout comme Fabio Oldenburg. En tant que Founder Fellow au PSI, il apprend les bases de l'entrepreneuriat en profitant de différents coachings. Il a l'autorisation d'utiliser les laboratoires du PSI et bénéficie de la sécurité d'un emploi rémunéré. Cette situation confortable lui a facilité le passage vers le statut d'entrepreneur. Dix mois après avoir déposé son premier brevet, il a fondé, avec son collègue de Londres, la spin-off du PSI nommée Gaia Membranes. Depuis lors, il s'est entretenu avec de nombreux clients et investisseurs potentiels, et a ébauché un modèle commercial. Avec ses connaissances et une petite équipe, il continue à développer la membrane pour la rendre utilisable pour de grandes batteries VRF et de nouvelles applications. Car son esprit inventif est toujours là.

Les inventions et les brevets jouissent d'une longue tradition au PSI. Ils concernent pratiquement tous les domaines dans lesquels les chercheurs travaillent. La médecine, par exemple, avec des techniques d'exploration pour le traitement du cancer par protonthérapie ou encore la détection de prions à l'origine de la maladie de la vache folle. D'autres inventions relèvent du domaine des sciences photoniques avec des procédés particuliers de lithographie pour la structuration de surface; d'autres encore ont trait à l'environnement avec le recyclage des terres rares, certains catalyseurs et la gazéification de la biomasse. Sans oublier les sciences des matériaux et d'autres disciplines. Depuis qu'il a été fondé en 1988, le PSI a déposé 250 familles de brevets. Une «famille» réunit tous les brevets liés à une même invention. La date de priorité, c'est-à-dire

«Nous sommes désormais en mesure de mieux faire adhérer des principes actifs aux anticorps pour les acheminer de manière ciblée jusqu'au bon endroit dans l'organisme.»

Philipp Spycher,
fondateur d'Araris Biotech



le jour où le brevet a été déposé, constitue le moment-clé de la démarche. C'est elle qui fait foi pour toutes les demandes ultérieures dans d'autres pays et d'autres langues. A partir de cette date, une invention peut être protégée pendant vingt ans. Elle le peut, mais ne le doit pas forcément.

«Le PSI possède une centaine de familles de brevets actifs, détaille Adrian Selinger. "Actif" signifie ici que l'invention est encore protégée. Environ 150 familles de brevets sont plus anciennes ou n'ont pas été prolongées.» Ne plus prolonger permet de faire des économies. Car, à partir de la troisième année, les taxes augmentent et atteignent facilement plusieurs dizaines de milliers de francs suisses. Le PSI investit volontiers de tels montants, s'il s'agit de protéger une invention-clé faite entre ses murs ou si une entreprise manifeste un intérêt pour la commercialisation de l'invention brevetée. A l'instar de l'entreprise lausannoise Debiopharm, rendue attentive au principe actif 177Lu-PSIG-2 par un texte publié sur le site Internet du PSI. Un brevet pour le traitement d'une forme de cancer de la thyroïde avait été déposé sur ce médicament radiopharmaceutique développé au Centre des sciences radiopharmaceutiques du PSI, ce qui le rendait attrayant pour l'industrie pharmaceutique. En 2017, Debiopharm a passé un contrat de licence avec le PSI pour ce médicament radiopharmaceutique, qu'elle va continuer à développer jusqu'à l'homologation et la commercialisation sous l'appellation DEBIO 1124. Par ailleurs, des scientifiques du PSI et de Debiopharm ont, pour l'avenir, des projets de recherche communs dans ce domaine (voir 5232, numéro 3/2019, p. 18).

Il faut une vaste expérience pour déposer des brevets sur les bonnes inventions et contrôler régulièrement les demandes de brevets et les brevets du PSI. Les spécialistes du transfert de technologie du PSI examinent les retours de l'Office des brevets sur la brevetabilité de l'invention et la qualité du brevet. Et ils observent le «marché». Puis ils décident s'il faut garder le brevet, le vendre ou l'abandonner. Néanmoins, «pour aucun brevet, nous ne pouvons être absolument certains de son futur succès, rappelle

Adrian Selinger. Inversement, le PSI ne veut évidemment rater aucune opportunité sur un brevet important. Dans le doute, nous préférons faire breveter une invention de plus.»

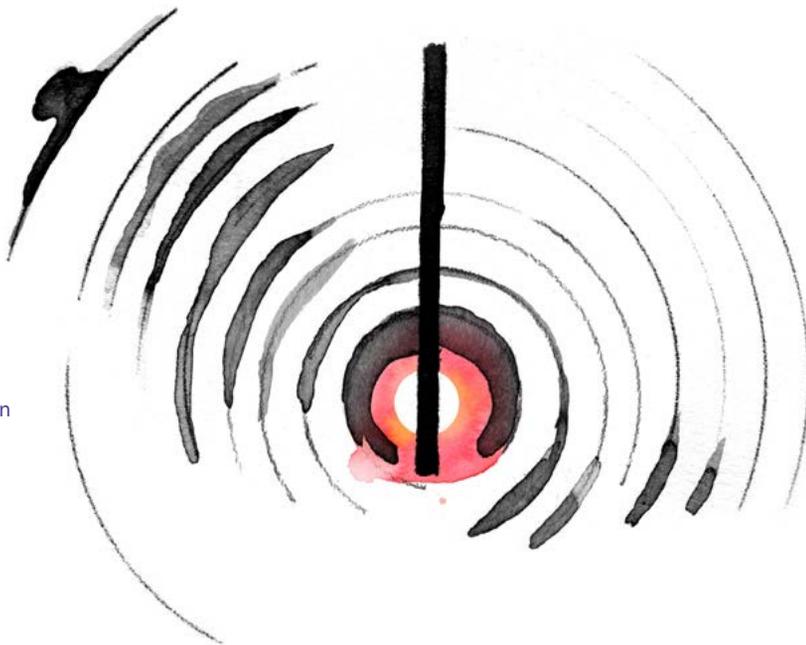
Les inventions protégées par des brevets viennent aussi en appui des spin-off du PSI. Un contrat de licence permet à la start-up de continuer à développer une technologie du PSI et de la commercialiser. Comme c'est le cas pour Gaia Membranes, la start-up de Fabio Oldenburg. Ou pour Araris Biotech, une autre spin-off du PSI, fondée en 2019 par Philipp Spycher, un ancien chercheur de l'institut. Philipp Spycher est actif dans le domaine des biotechnologies et s'intéresse aux nouvelles méthodes qui permettent de coupler des principes actifs biologiques plus efficacement à des anticorps. Ces composés anticorps-principe actif sont de plus en plus souvent utilisés comme médicaments oncologiques, car, avec eux, le principe actif peut atteindre de manière ciblée les cellules tumorales dans l'organisme, s'arrimer au bon endroit et y déployer son effet. Au Centre des sciences radiopharmaceutiques, Philipp Spycher avait identifié une enzyme qui faisait adhérer le principe actif à l'anticorps, comme une sorte de colle. L'enzyme est polyvalente et couple les principes actifs aux anticorps de manière plus rapide et précise que les méthodes conventionnelles. Le PSI a déposé un brevet sur l'invention de Philipp Spycher, car de premières sociétés pharmaceutiques ont déjà signalé leur intérêt pour cette nouvelle méthode (voir 5232, numéro 3/2018, p. 14).

Image en haut:

Les détecteurs de DECTRIS permettent de capter de manière très précise des diagrammes de diffraction de rayons X.

Image en bas:

Avec les détecteurs de DECTRIS, Christian Brönnimann facilite par exemple l'élucidation de la structure de biomolécules.



Les parcours de Fabio Oldenburg et de Philipp Spycher présentent de nombreux parallèles. Tous deux ont effectué des recherches au PSI, Oldenburg en tant que doctorant et Spycher en tant que postdoctorant, et ils ont remporté un Founder Fellowship. Ils sont aujourd'hui inventeurs et entrepreneurs. Si leur brevet et leur start-up réussissent, cela stimulera d'autres chercheurs et drainera de nouveaux intéressés, venus de l'industrie et de la recherche, vers le PSI.

Dans certains secteurs économiques, les brevets du PSI sont désormais des incontournables. C'est notamment le cas de technologies qui ne peuvent être développées et testées qu'à de grandes installations de recherche, comme celles qu'abrite le PSI. Par exemple, les détecteurs pour caméras à rayons X à haute puissance, avec lesquels les matériaux peuvent être représentés au niveau atomique. Les premiers de ces détecteurs ont été développés il y a plus de quinze ans pour la Source de Lumière Suisse SLS par Christian Brönnimann, physicien au PSI, et ses collègues. Aujourd'hui, Christian Brönnimann est CEO de l'entreprise DECTRIS, la plus grande spin-off du PSI, qu'il a fondée en 2006 (voir 5232, numéro 3/2018, p. 10). DECTRIS compte aujourd'hui plus de 120 employés. L'entreprise rencontre un tel succès avec ses produits que, dans le monde, plus de 60 % de toutes les nouvelles structures de protéines sont déterminées avec ses détecteurs. Actuellement, les structures des protéines du coronavirus et de potentiels candidats au principe actif sont aussi étudiés à l'aide de détecteurs DECTRIS.

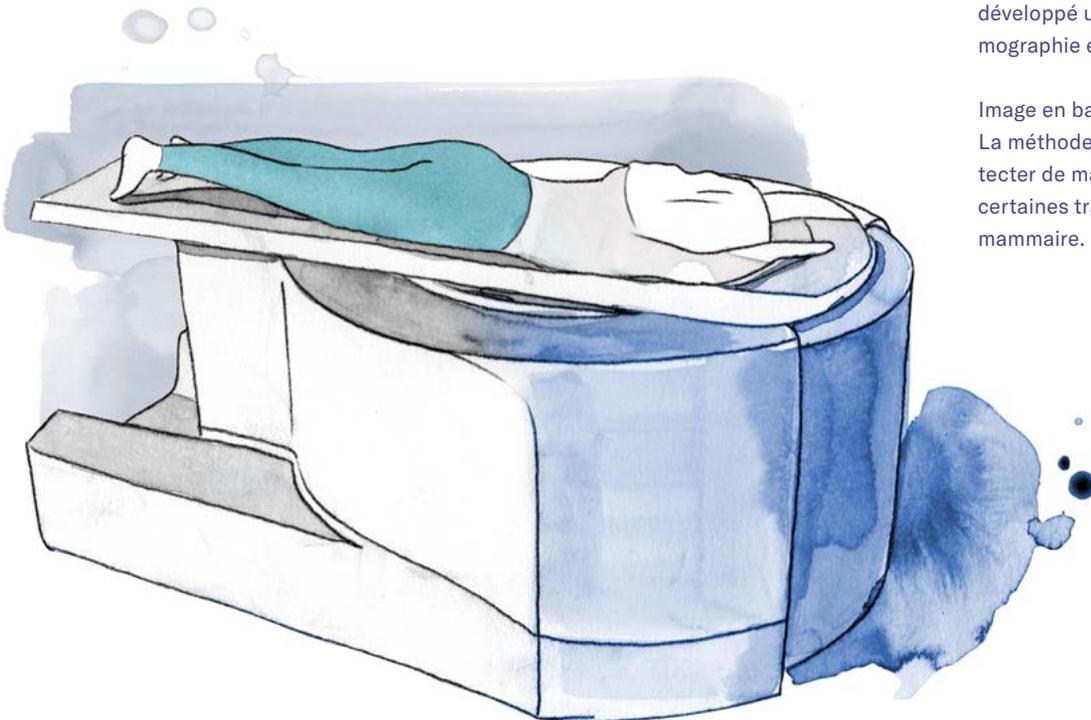
Les technologies brevetées de la spin-off de Marco Stampanoni ont, elles aussi, le vent en poupe. Responsable du groupe de recherche Tomographie par rayons X de la SLS, ce physicien, professeur à

l'ETH Zurich, a contribué de manière importante à l'adaptation d'une technologie-clé du PSI, protégée par plusieurs brevets, pour qu'elle puisse être utilisée sur des patients. Cette méthode de contraste de phase fondée sur une technique d'interférométrie à réseaux a été développée au départ pour le rayonnement synchrotron. Elle devrait devenir l'étalon-or dans les examens de dépistage du cancer du sein (voir 5232, numéro 3/2018, p. 18). Son atout: les chercheurs exploitent les interactions physiques entre les rayons X et les tissus du corps humain, c'est-à-dire la réfraction et la dispersion. Cela leur permet d'identifier de manière beaucoup plus détaillée certaines structures dans le sein (des nodosités et des microcalcifications, par exemple), au lieu de devoir se contenter d'une silhouette, comme aujourd'hui. La nouvelle technologie a déjà été utilisée dans un prototype sur lequel le PSI a collaboré avec l'entreprise Philips. Aujourd'hui, GratXray, la spin-off du PSI que Marco Stampanoni a fondée avec d'autres, continue de développer la méthode brevetée au Park Innovaare. Le site de ce nouveau parc de l'innovation, situé à proximité immédiate du PSI, offre aux entreprises high-tech un environnement idéal pour le travail de recherche et développement. Les spin-off et les entreprises innovantes apprécient les liens étroits avec le PSI et l'accès aux grandes installations de recherche. Là, ces acteurs posent la première pierre d'autres coopérations, de technologies et de brevets couronnés de succès - à l'instar de leurs prédécesseurs au PSI depuis trente ans. ♦



Image en haut:
Marco Stampanoni et ses collègues ont développé une nouvelle méthode de mammographie et fondé l'entreprise GratXray.

Image en bas:
La méthode de GratXray permet de détecter de manière beaucoup plus détaillée certaines transformations dans le tissu mammaire.



La voie qui mène au brevet

La voie qui mène au brevet est longue, parfois tortueuse. La distance à parcourir reste variable. Les plus rapides des brevets portant sur des inventions du PSI ont été obtenus au bout de deux à quatre ans. Dans certains cas extrêmes, les chercheurs ont dû attendre de huit à treize ans.

Après la date de priorité, l'inventeur dispose d'un an pour affiner sa demande de brevet. Cette dernière est secrète et ne peut être consultée publiquement. Pendant cette période, l'Office des brevets donne un premier retour sur la brevetabilité. Si toutes les questions ont reçu réponse et si l'Office des brevets n'a rien trouvé de comparable, la demande est publiée.

L'inventeur doit mener des recherches approfondies afin de déterminer ce qui est vraiment nouveau dans son idée. Puis il décrit son invention dans un texte bref, souvent complété par des esquisses afin de montrer à quoi ressemble celle-ci et quels sont ses fonctions, ses caractéristiques techniques et son avantage par rapport à des applications similaires. Le texte et les esquisses forment la base de toute demande de brevet.

Une fois l'invention décrite dans ses grandes lignes, on peut la soumettre. Par exemple, auprès de l'Institut fédéral de la propriété intellectuelle (IPI) à Berne ou de l'Office européen des brevets à Munich. On appelle «date de priorité» le jour où une invention est soumise pour la première fois en vue d'obtenir un brevet. Rien que pour arriver à ce stade, il faut compter entre 10 000 et 20 000 francs suisses de frais.

Désormais, d'autres peuvent émettre des objections et revendiquer l'invention ou une partie de celle-ci. Parfois, la demande de brevet doit être reformulée. Le brevet n'est accordé qu'une fois cette phase terminée et en l'absence d'objection fondée.

DÉVELOPPER UNE IDÉE

Les inventions n'émergent pas spontanément, mais par l'analyse de certains problèmes et au cours de discussions où les chercheurs sortent de leur pré carré et remettent en question les acquis. Seule une personne qui se consacre pleinement à un sujet est en mesure d'en identifier les faiblesses et les possibilités d'amélioration.

PRÉCISER

SOUMETTRE

CONSIGNER PAR ÉCRIT

ATTENDRE

Brevet
EP 3 576 201 A1



Les brevets comme atout

John Millard dirige le service de transfert de technologie au PSI. Le système des brevets relève donc de son domaine. Dans cet entretien, il explique comment le PSI se sert des brevets pour protéger ses connaissances et encourager davantage la collaboration avec l'industrie et d'autres centres de recherche.

Propos recueillis par Sabine Goldhahn

Pourquoi un centre de recherche comme le PSI a-t-il besoin de brevets?

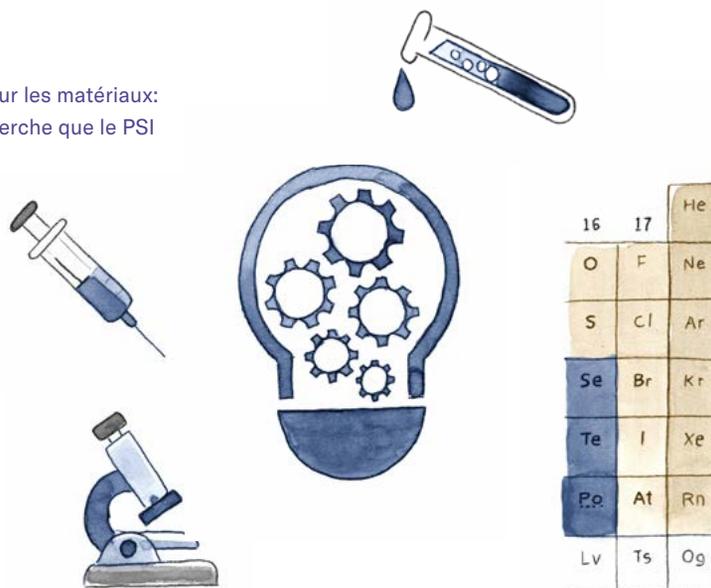
Lorsque nous déposons un brevet, c'est avec l'objectif d'obtenir une plus-value pour nos investissements dans la recherche. Dans le cas le plus simple, il peut s'agir de revenus de licence (royalties), c'est-à-dire de produits financiers supplémentaires générés par la commercialisation d'une invention. Cet argent est ensuite mis à la disposition de nos chercheurs, de leur laboratoire et du PSI, ce qui permet d'améliorer encore notre recherche. Hormis l'aspect financier, le PSI dépose des brevets sur ses innovations pour d'autres raisons importantes, également. Un brevet peut s'avérer stratégique pour le PSI, parce qu'il éveille l'intérêt de l'industrie et qu'il rend

de nouveaux partenaires potentiels attentifs à notre existence.

Qu'est-ce qui pousse des entreprises du secteur de l'industrie à se tourner vers le PSI?

Lorsqu'un centre de recherche dépose un brevet, cela témoigne de son expertise technique. L'entreprise s'y intéresse ensuite, si elle peut obtenir une licence pour ce brevet ou si le brevet en question est décisif pour faire évoluer l'un de ses produits ou l'une de ses technologies. Lorsque des entreprises cherchent à développer une nouvelle technologie ou sont en quête de nouveaux marchés, elles analysent toujours la situation pour voir si d'autres travaillent déjà sur cette thématique ou s'ils ont déjà déposé

Médecine, chimie et recherche sur les matériaux: c'est dans ces domaines de recherche que le PSI détient surtout des brevets.



des brevets. Ces analyses peuvent fournir des indices sur les recherches de la concurrence.

Les brevets revêtent-ils aussi une utilité dans le domaine académique?

C'est similaire à ce qui se passe dans l'industrie. Si deux partenaires académiques souhaitent collaborer pour mener une recherche dans un domaine donné et si l'un d'eux a déjà déposé un brevet en lien avec ce sujet de recherche, c'est un signal clair de son expertise et de son expérience pratique dans le domaine. Un dépôt de brevet augmente donc notre attrait pour une collaboration de recherche. C'est également important dans les consortiums nationaux et internationaux, lorsque des chercheurs de différents établissements collaborent pour répondre à de grandes questions scientifiques ou sociétales. Avec un brevet, nous renforçons notre position, et le PSI devient alors un partenaire privilégié.

Pourquoi cette expertise confirmée par un brevet est-elle si importante?

Les brevets nous permettent de mieux valoriser nos connaissances. Quand des chercheurs ou une entreprise souhaitent développer un nouveau produit ou faire avancer un développement existant, tout en étant tributaire d'une technologie protégée, ils ont besoin de pouvoir accéder à ce brevet. D'un côté, cela offre au PSI la possibilité d'être impliqué dans les projets de tiers. Et, de l'autre, un brevet amène de nouveaux projets au PSI, qui obtient de la sorte un retour sur investissement. Pas de manière directe, comme avec un accord de licence, mais parce que le brevet ouvre sur une nouvelle collaboration.

Avez-vous des exemples concrets de ce genre de collaborations?

Nous avons un accord de licence avec l'entreprise suisse Debiopharm pour un principe actif contre

une forme de cancer de la thyroïde. Le PSI touche des revenus de licence par ce biais. Mais le fait qu'une collaboration à long terme se soit constituée, parce que l'entreprise souhaitait poursuivre le développement du principe actif en collaboration avec le PSI, est tout aussi important. Dans d'autres domaines également, des entreprises ont collaboré sur une longue période avec le PSI. Car elles ont compris que nous n'avions pas seulement les brevets, mais aussi le savoir-faire. L'industrie nous prend au sérieux.

Avec quel effet?

Pour nous, ce type de collaboration est important, parce que la suite de la recherche dans un domaine donné continue de se faire entre nos murs, au PSI, mais en collaboration avec ces entreprises. D'autres prennent contact avec nous en raison d'un certain savoir-faire que nous détenons et qu'elles pourraient faire avancer. Ainsi, nous devenons automatiquement un interlocuteur important.

De quel savoir-faire spécifique s'agit-il?

Pour certains de nos développements, sur lesquels nous avons déposé un brevet, il n'existe qu'un très petit marché. Néanmoins, leur importance est très grande, parce qu'ils simplifient quelque chose ou réduisent les coûts. Ces technologies sont ensuite introduites dans l'économie ou la recherche. La valeur financière du brevet, dans ce cas, n'est pas très élevée. Mais le brevet représente un gain pour le PSI en termes d'image. Lorsqu'un centre de recherche est connu et considéré, cela génère régulièrement de nouvelles collaborations. C'est comme un circuit: nous investissons de l'argent, des ressources et du savoir-faire et nous gagnons en retour une réputation et de nouveaux partenaires. Cela nous permet de nous améliorer sans cesse.

Combien de brevets le PSI détient-il actuellement?

Actuellement, nous détenons plus de 100 familles de brevets, c'est-à-dire des brevets liés au dépôt d'une seule invention. Parmi celles-ci, on trouve aussi des brevets sur certaines technologies-clés du PSI, comme le développement de détecteurs à rayons X et d'autres méthodes de mesure, comme la radiothérapie et le radiodiagnostic, ou encore la physique nucléaire et bien d'autres domaines.

Comment évalue-t-on la valeur d'un brevet?

La valeur? Pour dire les choses crûment: au modèle de voiture que s'est offert l'inventeur. Non, sérieusement: la valeur financière d'un brevet ne peut être chiffrée qu'après coup. Bien entendu, avant de déposer la demande, nous vérifions s'il existe un potentiel, mais le dépôt de brevet reste un investissement hautement spéculatif. A la fin, seul un très petit nombre de brevets se taillent la part du lion dans les revenus de licence. Heureusement, pour nous, le brevet a encore un autre avantage.

Y a-t-il une dimension mesurable de la valeur des brevets, qui puisse éventuellement être exprimée sous forme de chiffres?

Que voulez-vous exprimer sous forme de chiffres? Le nombre de produits, d'emplois, le chiffre d'affaires?

La création de valeur induite par un brevet est très complexe, car de nombreux facteurs non mesurables sont en jeu. Bien entendu, on essaie aujourd'hui de déduire la valeur financière des brevets d'après les informations disponibles sur les demandes de brevets, mais une telle analyse ne fournit d'informations utiles qu'à travers la valeur moyenne de nombreux brevets. En 2018, le Domaine des EPF, dont le PSI fait partie, a fait procéder à une analyse de son portefeuille de brevets pour évaluer la qualité de ces derniers. Là non plus, les brevets n'ont pas été évalués sous des aspects financiers.

Comment l'analyse du portefeuille de brevets a-t-elle été conduite?

On a évalué, entre autres, la fréquence à laquelle un brevet a été cité – c'est-à-dire sa pertinence – et le nombre de pays où le brevet a été déposé, autrement dit sa diffusion. Ces deux critères en disent long sur la valeur d'un brevet. Car ils recouvrent, d'un côté, l'autoévaluation du demandeur de brevet et, de l'autre, l'évaluation externe par la concurrence. La protection internationale par le biais des brevets est onéreuse, et plus le nombre de pays où l'inventeur veut voir son invention protégée est important, plus c'est cher. Une demande de brevet internationale signale que l'inventeur part du principe que son brevet est prometteur. A l'inverse, le fait qu'un brevet soit fréquemment cité en référence, pour une technologie, par d'autres chercheurs ou d'autres entreprises signale à quel point il est important.

Pourquoi les chercheurs ont-ils pareille envie de déposer des brevets?

Les brevets sont à la fois valorisants et synonymes d'innovation. Si un scientifique souhaite passer dans



«Nous investissons de l'argent, des ressources et du savoir-faire et nous gagnons en retour une réputation et de nouveaux partenaires.»

John Millard, responsable du service de transfert de technologie au PSI



l'industrie, les brevets comptent même plus que les publications scientifiques. L'importance des publications scientifiques est énorme dans le milieu académique. Mais du point de vue de l'industrie, les brevets sont plus précieux. Pour l'industrie, recruter un collaborateur titulaire d'un brevet signifie engager une personne qui en sait énormément dans un domaine donné, mais qui est aussi capable de réfléchir en termes commerciaux.

Cette capacité à réfléchir en termes commerciaux joue-t-elle aussi un rôle au PSI?

Certains chercheurs pensent déjà comme des entrepreneurs. Ils ne viennent pas seulement vers nous avec une invention qu'ils aimeraient breveter. Ils ont aussi souvent l'idée de fonder une spin-off pour pouvoir continuer à développer leur invention et la commercialiser. Lorsqu'un brevet débouche sur une spin-off, c'est aussi synonyme de profit pour le PSI. Nous pouvons par exemple mettre en place une collaboration ou licencier le brevet à la spin-off. Nous prodiguons toutes sortes de soutiens aux spin-off. Pour les deux parties, c'est une situation gagnant-gagnant.

Quand le PSI envisage-t-il de déposer une demande de brevet?

Au PSI, avant toute demande, nous procédons à une évaluation en plusieurs paliers. Nous ne déposons des demandes que pour les inventions où nous voyons une plus-value. Car il s'agit d'abord de justifier les frais qu'entraîne la demande, y compris l'éventualité de tout perdre si elle échoue. Et nous clarifions au préalable certaines questions techniques avec un avocat en brevets et avec l'Institut fédéral de la propriété intellectuelle (IPI) à Berne: par exemple, dans quelle mesure la démarche est-elle inventive? Quel est l'état de la technique? Serait-il facile de contourner notre brevet?

Quelle est l'étape la plus importante lors d'un dépôt de brevet?

Le timing est important: c'est le premier arrivé qui rafle la mise. Ce qui est publié ne peut plus être breveté. Il faut donc parfois soumettre un dossier encore incomplet pour arriver avant une publication. Il peut s'agir d'une présentation ou d'un manuscrit qui a été préparé pour être soumis à une revue spécialisée, avec peut-être un bref descriptif de ce que l'on cherche à breveter. Avec cette demande, on se voit

attribuer une date de priorité et un délai de douze mois pour soumettre la demande complète. Autrement dit, pour parfaire la formulation de l'idée et la compléter avec des esquisses et des données. Ensuite, l'inventeur peut sans hésitation publier ses résultats dans une revue scientifique, étant donné que la demande de brevet est déjà déposée.

Que se passerait-il si la publication précédait le dépôt de la demande?

Dès qu'une invention est publiée quelque part, sans demande de brevet déposée au préalable, elle ne peut plus être brevetée. Il suffit d'une page dans une revue. Des entreprises ont déjà exploité cette règle pour protéger le développement qu'elles avaient réalisé. Elles ne voulaient pas le breveter en raison des frais élevés. Mais, en le publiant, elles ont empêché d'autres entreprises de déposer un brevet sur ce développement. Chez nous, au PSI, les choses sont différentes. Les brevets que nous déposons ne sont pas là pour nous protéger. Mais, au contraire, pour amener le monde extérieur jusqu'à nous. ♦

«Les brevets permettent au PSI de convertir plus facilement les connaissances de nos chercheurs en succès économiques. Pour le bénéfice de l'industrie, de notre recherche et de la société.»

John Millard, responsable du service de transfert de technologie au PSI



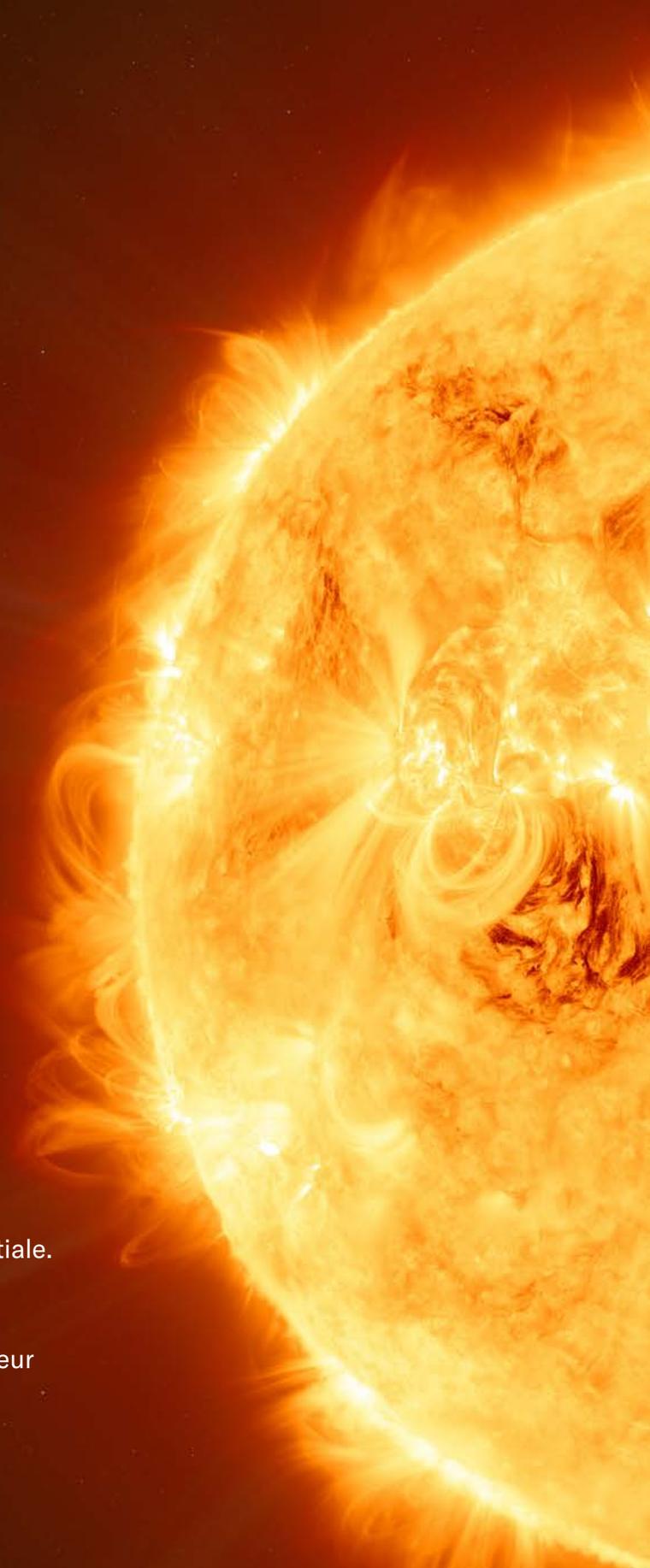
Luc Patthey

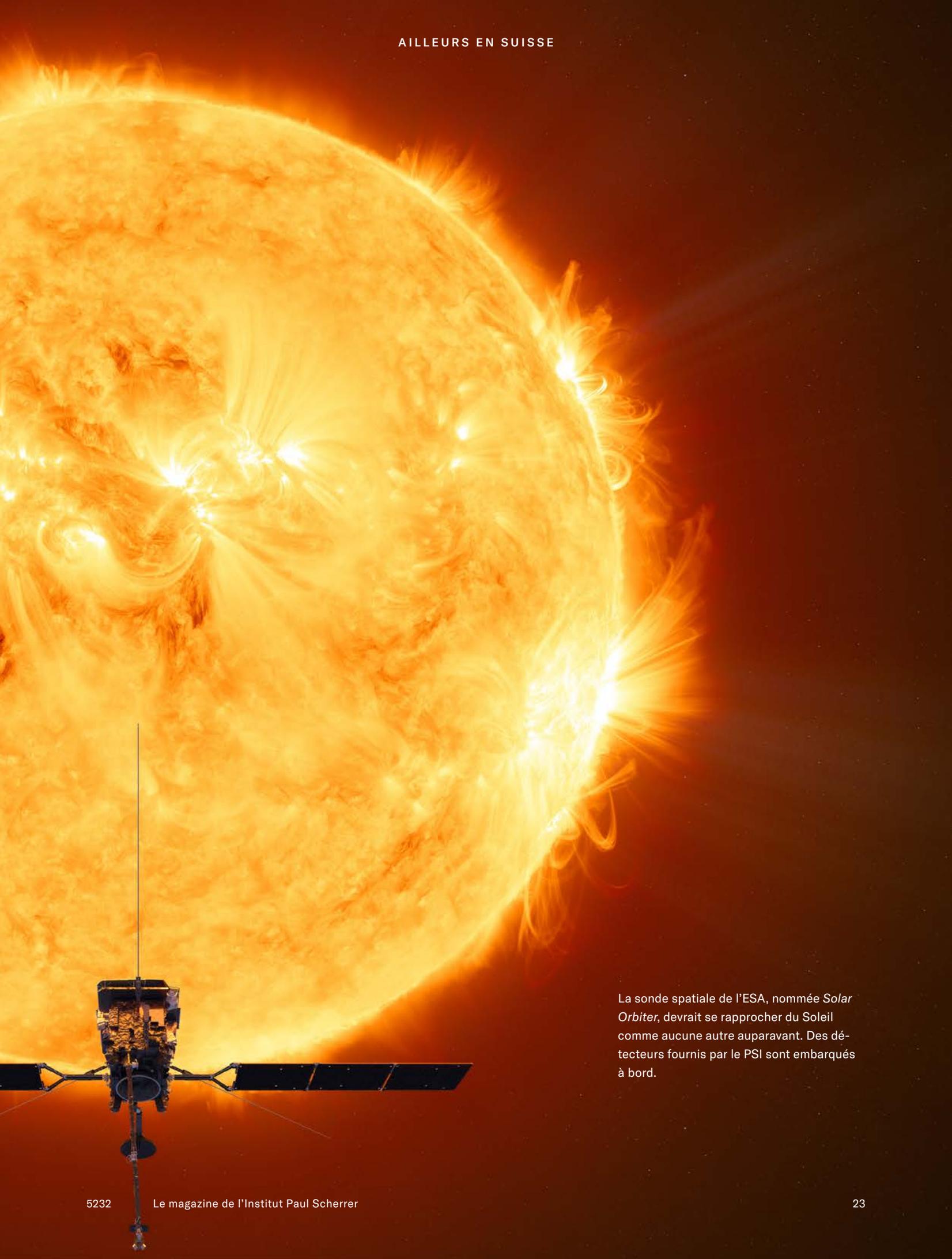
Luc Patthey est responsable de la construction d'une deuxième ligne de faisceau au laser à rayons X à électrons libres SwissFEL, une grande installation de recherche. Celle-ci devrait notamment permettre d'étudier des matériaux quantiques novateurs et d'enregistrer des processus ultrarapides dans certaines molécules à l'aide de rayons X mous. Pour ce spécialiste de la construction de grands instruments de recherche photonique, le défi est exceptionnel: il s'agit de produire une lumière de type rayons X utilisable par la recherche au terme d'un trajet de plus de 700 mètres. C'est dans cette lumière que les processus et les structures deviennent saisissables dans le détail, même dans des atomes.

Vers le Soleil et au-delà

Le PSI participe à des projets de recherche spatiale. C'est ainsi que s'enrichit le savoir sur notre système solaire, mais aussi que se renforce la renommée de la Suisse en tant que développeur fiable d'équipement spatial de pointe.

Texte: Brigitte Osterath





La sonde spatiale de l'ESA, nommée *Solar Orbiter*, devrait se rapprocher du Soleil comme aucune autre auparavant. Des détecteurs fournis par le PSI sont embarqués à bord.

Dans la nuit du 9 au 10 février, Martin Bednarzik a vibré au rythme du décollage de la sonde spatiale Solar Orbiter. Captivé, il l'a regardée quitter le centre spatial américain de cap Canaveral en Floride et entamer son voyage en direction du Soleil. Avec son équipe, cet ingénieur a en effet développé pour Solar Orbiter un composant, petit mais essentiel. «Avant qu'un instrument ne soit embarqué à bord d'un satellite qui s'envole pour l'espace, il peut se passer beaucoup de choses, rappelle cet ancien gestionnaire de salles blanches au Laboratoire de micro- et nanotechnologie. Cela m'a donc d'autant plus réjoui de voir la fusée s'élever avec nos détecteurs à bord.»

La mission *Solar Orbiter*, un projet commun de l'ESA, l'Agence spatiale européenne, et de la NASA, l'Agence spatiale américaine, devrait durer au moins sept ans. Son objectif: rechercher, grâce à une sonde munie de nombreux instruments, les causes du vent solaire, ce flux de particules chargées que le Soleil émet en continu. Si ces particules sont éjectées dans l'espace en très grande quantité, le vent solaire enflé pour devenir tempête solaire. Or, un événement de ce genre est susceptible d'infliger d'importants dégâts à notre planète et à son environnement immédiat: par exemple, aux satellites, aux avions et aux réseaux électriques. D'après une récente étude de l'ESA, rien qu'en Europe, les dégâts occasionnés par un tel événement extrême pourraient s'élever à environ 16 milliards de francs suisses. Il est donc dans l'intérêt de tous les Terriens de mieux étudier et comprendre les processus qui se déroulent à la surface de notre étoile et les circonstances dans lesquelles se déclenchent les tempêtes solaires dévastatrices.

L'un des dix instruments embarqués à bord de Solar Orbiter est le télescope à rayons X STIX, qui réalisera des images et des spectres de rayons X. Il s'agit d'un projet de la Haute école spécialisée du nord-ouest de la Suisse (FHNW), à Windisch. Les collègues spécialistes de cette HES ont chargé Martin Bednarzik et son groupe de recherche au PSI de développer un détecteur à pixels pour le télescope, de le tester et de le caractériser. «Nous avons même construit une nouvelle salle blanche au PSI pour une partie des travaux», raconte Martin Bednarzik. Les composants décisifs du détecteur sont des capteurs en telluride de cadmium – un matériau semi-conducteur – de 10 millimètres de côté et d'un millimètre d'épaisseur. Ils mesurent l'énergie et le moment d'arrivée des rayons X incidents pendant

une éruption solaire. Les données obtenues fourniront des informations sur les processus en jeu lors des éruptions solaires. Le télescope STIX devrait se mettre au travail fin 2021.

Quel temps fera-t-il dans l'espace?

Solar Orbiter n'est que l'un des nombreux projets auxquels le PSI participe. En Suisse, il existe une longue tradition de recherche spatiale: lors du premier alunissage, en 1969, la seule expérience non américaine à bord était la voile solaire de l'Université de Berne; Buzz Aldrin, le deuxième homme à marcher sur la Lune lors de la légendaire mission *Apollo 11*, l'avait même plantée dans le sol lunaire avant le drapeau américain. Depuis lors, la Suisse a encore renforcé sa position dans la recherche spatiale pour devenir un partenaire hautement respecté dans les missions scientifiques. Des chercheurs du PSI développent, avec l'industrie, des instruments et des technologies pour mener à bien de tels projets. Tous les êtres humains en profitent d'une manière ou d'une autre, car, sans recherche spatiale, il n'y aurait ni systèmes de navigation ni prévisions météo fiables. Les chercheurs veulent maintenant mieux prédire ce qu'on appelle la «météorologie de l'espace» – et surtout savoir si les tempêtes solaires déjà mentionnées peuvent être annoncées –, à l'image de ce que font les prévisions météo terrestres de manière relativement précise aujourd'hui. Avec sa mission située au point de Lagrange (Lagrange Mission), l'ESA prévoit de développer un système d'alerte précoce pour ces événements potentiellement dangereux. «Notre objectif, entre autres, est de détecter dans l'espace les particules chargées avant qu'elles n'atteignent la Terre», explique Wojciech Hajdas, du Laboratoire de physique des particules et responsable de projet au PSI.

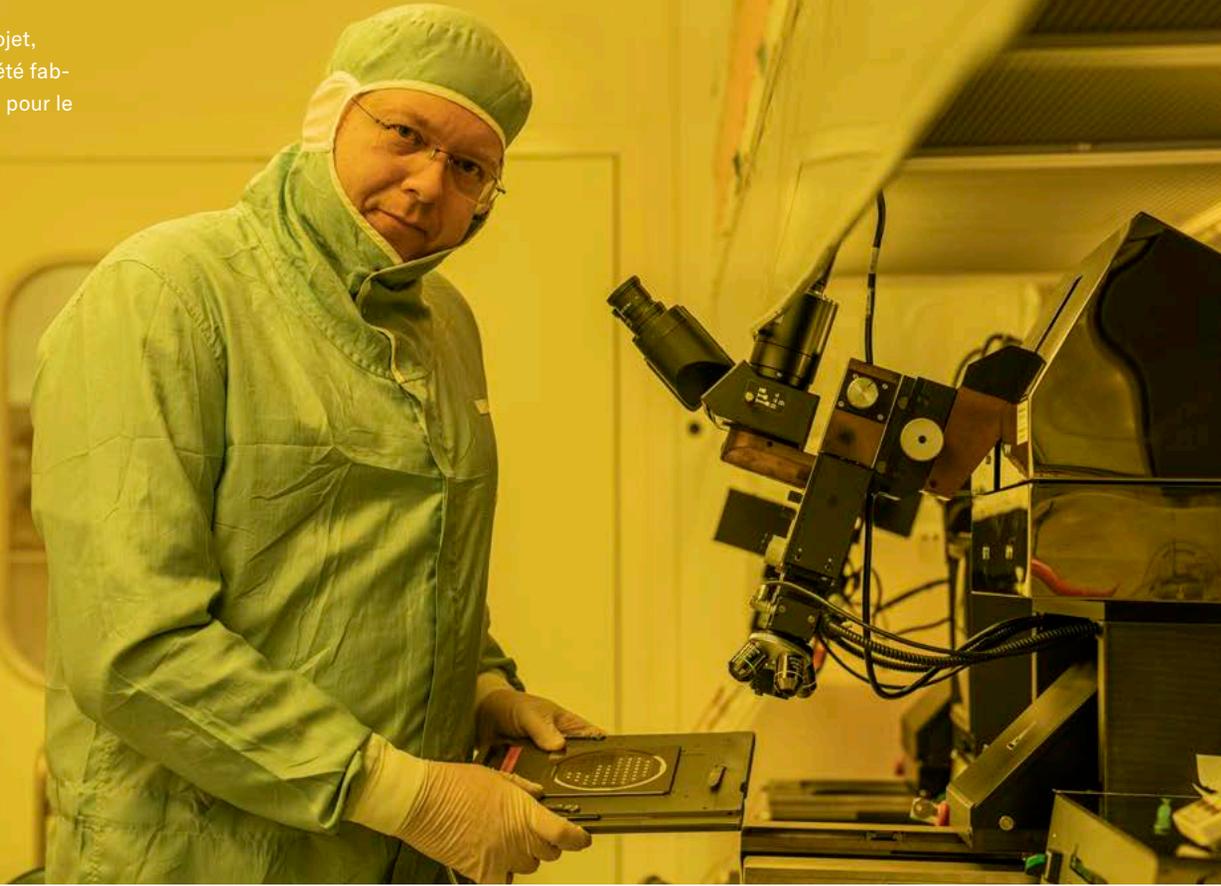
Dans le cadre d'une mission commune, l'ESA et la NASA projettent d'acheminer deux satellites aux points de Lagrange L1 et L5, situés entre la Terre et le Soleil. En ces positions précises dans l'espace, la force centrifuge suspend les forces d'attraction gravitationnelle du Soleil et de la Terre, si bien que les satellites peuvent rester pratiquement immobiles sans gravité. Le satellite au point L5, auquel le PSI collabore, sera équipé de neuf instruments. Certains observeront les activités à la surface du Soleil et saisiront les parties de notre étoile qui ne peuvent être observées depuis la Terre. D'autres mesureront la situation au point de Lagrange: par exemple, la quantité de rayons X, le flux de particules et la taille du champ magnétique.

Si le satellite devait détecter un danger, il y aurait encore une durée de quelques heures à quelques jours, avant que ce dernier n'atteigne la Terre, indépendamment de la nature de la menace identifiée (anomalies observées à la surface du Soleil, particules ou rayonnement mesurés au point de Lagrange par un détecteur). «Dans tous les cas, cela nous laisserait un peu de temps

«Notre objectif est de détecter les particules chargées avant qu'elles n'atteignent la Terre.»

Wojciech Hajdas,
scientifique au Laboratoire de physique des particules au PSI

Martin Bednarzik, chef de projet, dans la salle blanche où ont été fabriqués les détecteurs à pixels pour le télescope à rayons X STIX.



pour réagir et, par exemple, pour ramener sur Terre des astronautes qui se trouvent en orbite ou pour adapter les itinéraires des avions», relève Wojciech Hajdas. Le Swiss Space Office – le département des Affaires spatiales du Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation – soutient financièrement la Lagrange Mission.

Fort de ses nombreuses années d'expérience dans le domaine du développement et de la construction de détecteurs, le PSI participe actuellement à certaines études préliminaires pour la Lagrange Mission. Ces travaux portent sur un détecteur de protons et d'électrons, de minuscules particules chargées et riches en énergie dont sont composés tous les atomes. En 2002 déjà, un détecteur de ce type, baptisé IREM et issu d'un partenariat entre l'ESA, le PSI et la société Contraves Space AG à Zurich, s'était envolé pour l'espace à bord de la mission *Integral* de l'ESA. Depuis dix-huit ans, ce satellite mesure le rayonnement gamma dans le cosmos, qu'émettent par exemple les trous noirs, et fournit de précieuses données pour mieux comprendre l'univers et donc notre système solaire.

Les chercheurs du PSI développent à présent un détecteur supplémentaire pour la Lagrange Mission. Ce dernier détectera les ions lourds, c'est-à-dire des atomes chargés d'hélium, de carbone et d'autres atomes. Il arrive aussi, en effet, que le Soleil recrache ce type de particules, ce qui peut endommager les satellites.

Tests de matériaux pour équipement spatial

Dans l'espace, les satellites et les vaisseaux spatiaux à bord desquels sont embarqués des matériaux et de l'électronique sensibles sont exposés au rayonnement cosmique, qui induit un bombardement continu de particules. D'où l'importance des tests qui démontrent qu'un appareil est capable de résister dans l'espace pendant une longue période et dans quelle mesure ce séjour pourrait perturber ses fonctions. Comme le rayonnement cosmique est surtout composé de protons, la Proton Irradiation Facility au PSI permet d'évaluer cette résistance.

Les particules nécessaires aux analyses sont prélevées, pendant la nuit et le week-end, à l'accélérateur de protons qui, pendant les jours ouvrables, produit les protons nécessaires au traitement des patients cancéreux. «A cette installation, nous pouvons produire tous les spectres de protons possibles, qui sont parfaitement identiques à ceux que l'on rencontre dans l'espace», explique Wojciech Hajdas. A la station expérimentale, d'autres centres de recherche et des entreprises testent leur propre matériel pour voir s'il est adapté à la navigation spatiale. Plus de 200 utilisateurs venus de toute l'Europe y recourent chaque année. A l'avenir, il y aura donc des appareils qui entreprendront de longs voyages dans l'espace pour résoudre les derniers mystères de l'univers, après avoir été codéveloppés ou testés au PSI. ♦

Actualité de la recherche au PSI

1 Le neutron mesuré avec haute précision

Le neutron est un composant fondamental des atomes. Ou, plus précisément, des noyaux atomiques. Des chercheurs du PSI ont à présent réussi à mesurer avec une précision inédite l'une de ses propriétés: le moment dipolaire électrique (nEDM). La valeur du nEDM est si petite que les mesures menées par le passé n'ont pas permis de la déterminer. Pourtant, connaître cette valeur pourrait contribuer, entre autres, à élucider l'origine de la matière existant aujourd'hui dans l'univers. Les chercheurs ont donc tenté de la déterminer à l'aide de la source de neutrons ultrafroids du PSI. Mais leur expérience de grande envergure, menée sur plusieurs années, a fourni une valeur trop proche de zéro pour en tirer de nouvelles conclusions sur les phénomènes physiques fondamentaux de l'univers. Les chercheurs planifient donc d'autres expériences afin de trouver des réponses à ces questions essentielles.

Informations complémentaires:
<http://psi.ch/fr/node/32571>

2 Réactions chimiques dans les particules fines

Des chercheurs du PSI ont développé une nouvelle méthode pour analyser les composés chimiques dans les particules fines. Celle-ci leur a permis de réfuter la doctrine selon laquelle les molécules contenues dans les poussières fines ne subissent plus de réactions chimiques, parce qu'elles font partie de la phase condensée. A la chambre à smog du PSI, les chercheurs ont en effet observé le contraire: les molécules dans les particules fines se sont dégradées et ont dégagé par exemple de l'acide formique dans l'atmosphère. Ces résultats vont permettre de mieux comprendre les processus qui se jouent mondialement dans la formation des nuages et dans la pollution atmosphérique, mais aussi d'affiner les modèles correspondants pour la recherche sur le climat.

Informations complémentaires:
<http://psi.ch/fr/node/33011>

3 Input pour la recherche sur le coronavirus

Plus on est âgé, plus le risque de mourir d'une infection due au virus SARS-CoV-2 est élevé. G.V. Shivashankar, chef de groupe à la division de recherche Biologie et chimie, et ses partenaires de coopération à l'ETH Zurich viennent de présenter une thèse surprenante: la rigidité de certaines cellules jouerait un rôle décisif dans l'évolution de la maladie Covid-19. Lorsque le tissu pulmonaire gagne en rigidité avec l'âge, certaines voies de signaux sont activées dans la cellule pour que celle-ci puisse s'adapter au changement. Or, lors d'une infection, les coronavirus utilisent exactement la même voie de signaux pour se multiplier dans la cellule. Les chercheurs présumant que le virus peut ainsi mieux proliférer dans du tissu âgé et s'avérer ainsi plus dangereux. Cette hypothèse, si elle se confirme, pourrait ouvrir une voie pour développer plus rapidement des médicaments contre le Covid-19. Les chercheurs espèrent que le fait de bloquer la voie de signaux avec un principe actif pourra empêcher le virus de proliférer.

Informations complémentaires:
<http://psi.ch/fr/node/33680>

4 Les violons bien vernis jouent plus longtemps

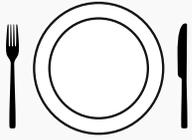
Sur la base d'une nouvelle étude, des chercheurs suisses recommandent de continuer à vernir les violons. Les luthiers vernissent la surface extérieure des violons pour rendre le bois plus résistant à l'usure, à la saleté et à l'air ambiant. L'humidité peut en effet endommager sérieusement un violon: le gonflement et le retrait du bois entraînent des déformations ou des fissures. L'humidité du bois modifie aussi les propriétés sonores de l'instrument. Des chercheurs du PSI ont eu recours à l'imagerie neutronique pour étudier l'influence des différents types de vernis sur le bois d'un violon. Leurs travaux montrent qu'en plus de protéger de l'humidité, le vernis influence bel et bien les propriétés sonores du bois. Cela ne veut pas dire qu'il faille vernir exagérément l'instrument: «Vernir autant que nécessaire et aussi peu que possible», telle est la conclusion des chercheurs.

Informations complémentaires:
<http://psi.ch/fr/node/32176>

3 millimètres, c'est l'épaisseur du bois de la caisse de résonance.

De **40 à 70** micromètres, c'est l'épaisseur de la couche de vernis appliquée par le luthier sur le bois.

0,5 fois d'humidité en moins est absorbée par le bois d'un violon verni, comparé à celui d'un violon non traité.



#bonapp au PSI

Nous vous proposons aujourd'hui une excursion fictive dans le numérique. Imaginons que nos chercheurs, ingénieurs et techniciens partagent leurs conversations sur les réseaux sociaux pendant leurs repas. Y apprendrions-nous quelque chose d'intéressant? Voyons un peu: nous avons créé le hashtag «Bon app' au PSI», grâce auquel les collaborateurs du PSI et les scientifiques invités partagent ce qui leur passe par la tête et dans l'estomac.

Concept: Dagmar Baroke

2.523 CONTRIBUTIONS

SUIVRE

#birchermüesli #supraconducteurs #neutrons #SINQ #GrandesInstallationsDeRecherche #burger
#SwissFEL #expériences #fromage #vitessedealumièrè #femtoseconde #Aramis #halle #protons #muons #pions
#univers #plateformeESI #pilesàcombustible #ReMaP #biogaz





neutro ●



neutro ● ● ●



neutro ● Ça fait un bail que je travaille ici, mais c'est la première fois que je teste le classique suisse à la cafétéria du PSI: le #bircher-müesli. Super bon! 😍



geek-chimique ● Oh, quelle jolie photo! J'aime surtout la formation des framboises. On dirait une disposition en empilement hexagonal compact. Et pour des #structurescristallines, ça donnerait un fcc (111). 😞 Désolé, j'ai passé la journée à évaluer les données de mesure d'une expérience à la #SINQ, où l'on a examiné la structure cristalline d'un #supraconducteur à haute température.



neutro ● Aucun doute, l'association d'idées coule de source. 😊 Vous n'aviez pas aussi utilisé vos #neutrons, l'an dernier, pour radiographier une statue en bronze de trois mille cinq cents ans, découverte dans le Jura bernois?



radio_grafik ● C'est exact. Les neutrons sont parfaits dans ce cas. Nous nous en servons pour de l'imagerie #nondestructive, c'est-à-dire pour regarder à l'intérieur d'un objet sans rien endommager.



chumbo ● Hé, vous avez déjà pensé au fait que la cible de la SINQ, à laquelle les neutrons sont arrachés, est en plomb? Et que le plomb cristallise en empilement hexagonal compact?



neutro ● Eh bien, heureusement que les framboises du bircher-müesli n'étaient pas en plomb! Sinon, à tous les coups, elles me pèseraient sur l'estomac. 😊





photonik



photonik ● A midi, il y avait de nouveau le burger au quinoa avec des frites! C'est désormais un classique au restaurant Oase du PSI, qui a fait ses preuves et qui, de plus, est de forme ronde – cela me rappelle la Source de Lumière Suisse #SLS, pas à vous?



mniej_krawędzi ● Ça dépend! Ça existe, un burger au quinoa qui date de 2001 et qui fait partie des meilleures #GrandesInstallationsDeRecherche du monde? 😊



creailvuoto ● Ha ha, pas vraiment! Sinon, la SLS va bientôt bénéficier d'un upgrade: #SLS 2.0.



magneto ● Oui, je m'en réjouis déjà. Le diamètre du faisceau de rayons X va encore rapetisser et, dans certains domaines, la #recherche menée sera meilleure qu'aujourd'hui. On pourra plancher sur de nouvelles méthodes de fabrication pour l'industrie des semi-conducteurs ou sur des techniques d'#imagerie pour des applications médicales. On pourra aussi étudier de nouveaux matériaux utilisables dans les ordinateurs et les téléphones mobiles de demain. Les #expériences nécessaires au développement de nouveaux médicaments profiteront aussi de l'upgrade.



tornilleria ● A la SLS nous avons déjà analysé les objets et les matériaux les plus divers sur mandat de l'#industrie: puces informatiques, piles à combustible, satellites, médicaments, chocolat, protéines, savon, batteries, montres de luxe, fromage...



teutonia ● Pas de mayonnaise ni de ketchup? Ça irait beaucoup mieux avec les frites!



photonik ●





turbo ●



turbo ● ● ●



turbo ● Le dessert du jour était top. 🍌 Avec plusieurs composants et un goût génial en fin de bouche. Super!



plamja ● J'ai bien aimé aussi. C'était comme notre #plateformeESI, où l'on a différents modules. Celui de la #pileàcombustible est imbriqué dans celui de la combustion de la #biomasse 🔥. Ce qui nous permet de tester l'impact final sur l'ensemble du système énergétique.



moto_wa_gesi ● Sauf que la fromboise sur le dessert est bien meilleure grâce à nos coopérations dans le cadre du projet #ReMaP. 😊 La #plateformeESI en fait partie, tout comme l'EPFZ et les plateformes de recherche de l'Empa, le #laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherches.



otschi ● Et nous avons même un biscuit. Car nous avons reçu, avec #Energie 360°, en 2018, le Watt d'or de l'Office fédéral de l'énergie pour notre projet de production de #biogaz à partir de déchets. 😊 L'équivalent en gastronomie, ce seraient les trois étoiles du Michelin. 😊



plamja ● Je suis curieux de voir si ce prix nous sera décerné encore une fois... Par exemple, pour notre projet à Inwil, où nous testons en ce moment la combustion optimale du #biogaz en exploitation pratique avec un des modules ESI. Cela rendrait le travail deux fois plus doux.



flori ● Touchons du bois. Mais d'ici là, on pourra s'offrir encore bien des desserts. 😊





mousquetaire-s04 ●



mousquetaire-s04 ● ● ●



mousquetaire-s04 ● Je me suis offert une réplique du #SwissFEL, aujourd'hui!



flash-sls ● Tu as de la chance que ton bâton aux noisettes ne mesure pas 740 mètres de long, lui aussi. Il te faudrait du temps pour le grignoter...



vladromir ● C'est bien là que les électrons filent presque à la #vitessedealumiere, n'est-ce pas? Fais gaffe! N'oublie pas de chausser tes lunettes de soleil, avant de mordre dedans. 😊 Il se pourrait qu'un grand nombre de vos exceptionnels flashes de rayons X luisent les uns après les autres. Je trouve toujours incroyable que vous puissiez tourner ainsi de quasi-films sur des processus moléculaires.



mousquetaire-s04 ● @vladromir: C'est vrai, c'est incroyable! Des flashes de rayons X qui durent une #femtoseconde. L'équivalent en seconde, c'est 15 décimales après la virgule! Mais quand une ligne de faisceau s'appelle #Aramis, c'est forcément la classe mondiale. 🙌 Et n'oublions pas qu'il y aura bientôt deux autres lignes de faisceaux, soit deux autres mousquetaires!



flash-sls ● Votre première expérience-pilote réussie date déjà de la fin de l'an dernier: toutes mes félicitations, même si j'ai un peu de retard! Une sacrée performance, si l'on pense que votre laser à rayons X à électrons libres a été inauguré il y a à peine quatre ans!



mousquetaire-s04 ● @flash-sls: Merci! Ça nous donne bien le droit de déguster de temps à autre une savoureuse réplique du #SwissFEL, pas vrai?





particella-42



particella-42



particella-42 ● Allez, encore une petite bouchée avant la prochaine mesure. Mmmh!



deeltje ● En voilà un beau mélange! Un vrai zoo de particules! 😊



kuzorra ● C'est exactement la même chose dans la #halle d'expérimentation! Mais, à la place du salami, du jambon et du fromage, nous avons des #protons, des #muons et des #pions.



deeltje ● Mais ils ont sûrement moins d'énergie que ce repas. Après tout, il n'y a qu'à Villigen qu'on trouve autant de pions et de muons lents...



particella-42 ● Oui, et c'est très bien ainsi. Ces particules nous permettent d'analyser des couches ultrafines de matériaux et des surfaces. Et, quisait? Peut-être qu'elles nous permettront aussi de trouver bientôt la réponse à quelques-unes des grandes questions sur notre #univers: pourquoi y a-t-il eu plus de matière que d'antimatière après le #BigBang? 💥 De quoi la matière noire est-elle faite? Et comment devons-nous modifier le modèle standard de la physique des particules pour que tout y trouve sa place?



walter_f ● A la différence des pions, le #fromage ne se désintègre pas en muons en l'espace de quelques milliardièmes de seconde, pas vrai?



particella-42 ● Ah, tu ne m'as encore jamais vue dévorer du #fromage. 😊





Celle qui veille à la fiabilité

La physicienne Elena Mengotti a reçu un prix pour sa thèse de doctorat au PSI. Chez ABB, où elle travaille en tant que «principal scientist», elle développe aujourd'hui des tests pour vérifier la fiabilité de composants électriques.

Texte: Ori Schipper

Elena Mengotti traverse à pas rapides les couloirs du centre de recherche du groupe ABB, à Dättwil, en Argovie. Sur le chemin de son bureau, elle indique en passant la salle des pauses-café à droite et la salle blanche à gauche. «C'est là qu'on planche sur les puces informatiques et les semi-conducteurs des deux prochaines générations», précise-t-elle. Il lui plaît de travailler sur des sites où les gens réunissent une grande diversité de connaissances et d'expertises scientifiques. «La science n'est pas un one-man-show», souligne Elena Mengotti.

Cette physicienne vient de Poschiavo, localité située à la pointe sud-est des Grisons. Sa langue maternelle est donc l'italien, mais elle parle couramment l'allemand, l'anglais, le français et même un peu de suédois. Car Elena Mengotti a fait son gymnase à Lugano, puis des études de physique à l'ETH Zurich et son mémoire de master en Suède, à Lund. «C'est là que j'ai rencontré mon mari, à la résidence universitaire», raconte-t-elle. Ce dernier l'a suivie lorsqu'elle est retournée en Suisse pour faire son doctorat au PSI. Il a appris l'allemand et n'a pas tardé à trouver un poste d'ingénieur civil. Aujourd'hui, ils travaillent tous deux à 80 %, et leurs deux garçons de 2 ans et de 4,5 ans vont à la crèche.

Pendant son doctorat, Elena Mengotti a travaillé au Laboratoire de micro- et nanotechnologie, où elle recourait à la lithographie par faisceaux d'électrons pour organiser des aimants ferromagnétiques selon un schéma géométrique défini, appelé

«réseau kagomé de glace de spin». Elle écarte les doigts dans plusieurs directions pour expliquer au profane de quoi il retourne.

Dans sa thèse, il était aussi question d'avalanches: non celles qui dévalent les versants alpins, mais les constructions mathématiques baptisées «avalanches de corde de Dirac». Ce concept désigne le comportement des nanoaimants en réseau: lorsque le champ magnétique externe est inversé, quelques nanoaimants commencent par se rabattre puis transmettent l'inversion de polarité à leurs voisins à la manière d'une avalanche. «La source de lumière synchrotron au PSI nous a permis de visualiser ces cordes de Dirac, raconte Elena Mengotti. J'ai trouvé ça formidable, même si je n'ai jamais vraiment réussi à expliquer à mes parents et à ma grand-mère ce sur quoi je travaillais.»

De la physique théorique au développement de tests

Seul l'avenir dira si les systèmes qu'elle a étudiés pourront être exploités pour de nouveaux systèmes de stockage magnétique. Quoi qu'il en soit, le PSI a récompensé Elena Mengotti pour ses travaux de recherche, en lui décernant la PSI Thesis Medal en 2011. «Cette distinction m'a fait très plaisir, reconnaît-elle. Mais après mon doctorat, j'ai eu envie de me rapprocher du domaine de l'application.» Elle a donc commencé par enseigner la physique au gym-

nase de Bellinzone pendant quelques mois, avant d'accepter un poste de scientifique chez ABB. Elle a intégré la «*reliability team*», dont la tâche est de développer des tests en vue de vérifier la fiabilité de composants électriques.

Sur son nouveau lieu de travail, ses connaissances linguistiques sont un atout. Dans la salle des pauses-café, Elena Mengotti échange quelques mots avec une Colombienne et une Italienne. Quant aux collègues avec lesquels elle partage son bureau, ils viennent d'Espagne, de Chine et d'Allemagne. Elle a, par ailleurs, souvent affaire à l'usine d'ABB en Finlande et à des fournisseurs au Japon et aux États-Unis.

Même si elle n'a pas directement besoin de ses connaissances de physique théorique accumulées pendant son doctorat, Elena Mengotti est pleinement consciente de la valeur de cette période: «J'ai aimé collaborer étroitement avec ces personnes venues de spécialités très différentes et j'ai beaucoup apprécié leur ouverture», raconte-t-elle. La période passée au PSI lui a permis d'aiguiser sa pensée analytique et d'apprendre à aborder un problème avec une démarche scientifique.

Réfléchir différemment: un avantage au départ

Elena Mengotti apprécie qu'ABB soit une entreprise assez grande pour se permettre de former sur le tas de nouveaux collaborateurs et d'embaucher des gens comme elle, «qui réfléchissent différemment des ingénieurs électriciens». C'est d'ailleurs grâce à cette autre manière de penser que la physicienne a remarqué un jour que, chez ABB, le test de résistance classique pour les transistors en carbure de silicium était trop laxiste et, de ce fait, incapable de distinguer clairement les transistors qui fonctionnaient bien de ceux qui fonctionnaient moins bien.

Les transistors convertissent le courant. ABB les installe dans ses propres appareils (voir image à droite). «Tout l'art réside dans une conversion aussi efficace que possible», relève Elena Mengotti, qui mesure donc le courant de fuite qui échappe aux transistors sans être utilisé. Avec le test de résistance classique, les transistors étaient soumis à une température de 85 °C et à un taux d'humidité de 85 %: ABB fournit en effet aussi des pays tropicaux, sans compter que les transistors chauffent lorsqu'on les utilise. Toutefois, lors du test classique, la tension utilisée était de seulement 80 volts. «Alors que les transistors sont utilisés à des ten-

sions comprises entre 900 et 1 200 volts», rappelle Elena Mengotti.

Elle a donc adapté le test et soumis les transistors à ces tensions élevées. Et, effectivement, les transistors des divers fabricants se sont clairement différenciés par cette méthode: plusieurs sont tombés en panne.

Suivant les fabricants, les réactions ont été très différentes, lorsque Elena Mengotti a tenté de nouer le dialogue. L'une des entreprises a qualifié les résultats du test d'«irréalistes» et de «non pertinents». D'autres fabricants, en revanche, ont profité de l'occasion pour continuer à développer leurs produits. «Maintenant, leurs transistors passent notre test avec succès», note Elena Mengotti. Mais ce n'est pas tout: ces transistors ont à présent une durée de vie beaucoup plus longue, comme l'a constaté l'usine d'ABB en Finlande, qui utilise le nouveau test. «Cela montre bien que notre test est pertinent pour la pratique», conclut Elena Mengotti.

Cela fera bientôt dix ans qu'elle est chez ABB. Comme les tâches de gestion ne l'intéressent guère, Elena Mengotti n'a pas embrassé une carrière de cadre classique: elle est restée une scientifique. Entre-temps, elle a obtenu le titre de «*principal scientist*» et s'est fait un nom dans toute l'entreprise en tant qu'interlocutrice compétente et «responsable des questions de fiabilité». Elena Mengotti se plaît à ce poste: «J'aime ce que je fais en ce moment, dit-elle. Et j'aimerais conserver mon enthousiasme: c'est un point qui compte beaucoup pour moi.» ♦



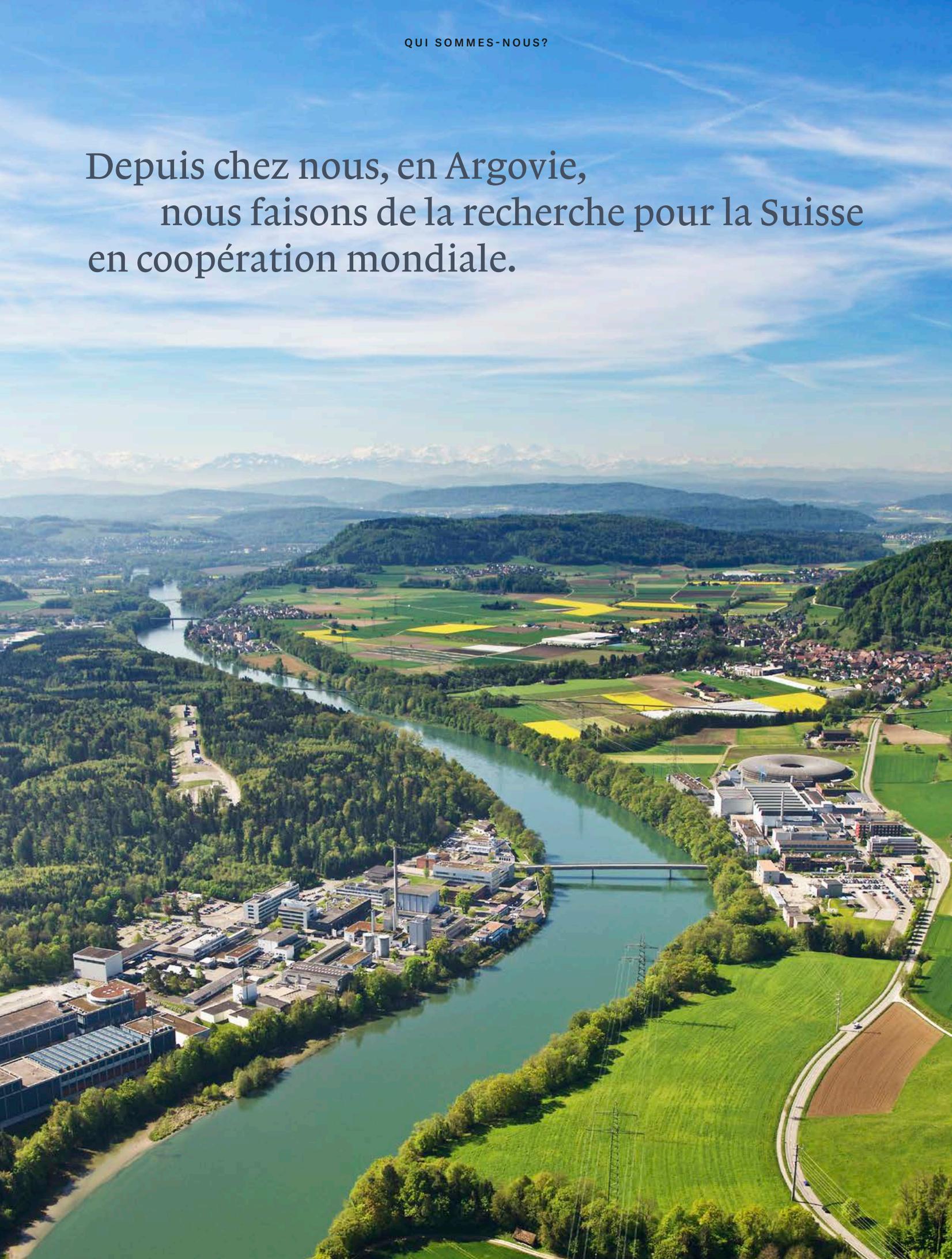


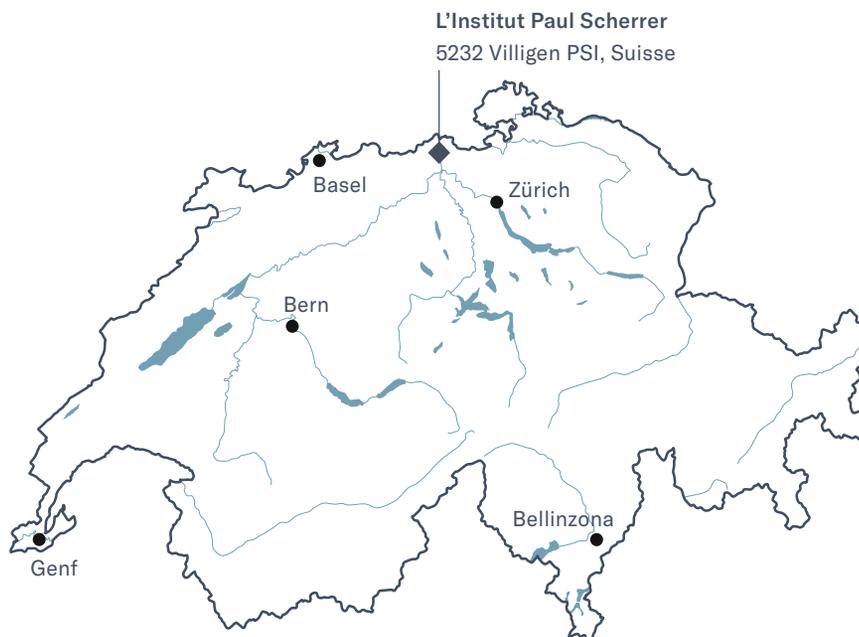
«Cette distinction pour ma thèse de doctorat au PSI m’a fait très plaisir. Mais après, j’ai eu envie de me rapprocher du domaine de l’application.»

Elena Mengotti,
principal scientist chez ABB

QUI SOMMES-NOUS?

Depuis chez nous, en Argovie,
nous faisons de la recherche pour la Suisse
en coopération mondiale.





4

grandes installations de recherche
uniques en Suisse

800

articles scientifiques publiés
chaque année dans des revues
spécialisées qui reposent sur des
expériences menées aux grandes
installations de recherche

5000

visites annuelles de scientifiques
venus du monde entier pour
mener des expériences à ces
grandes installations de recherche

5232 est l'adresse où l'on fait de la recherche en Suisse à de grandes installations de recherche. Car l'Institut Paul Scherrer PSI a son propre code postal. Une particularité justifiée, d'après nous, pour un institut qui s'étire sur 352 643 mètres carrés, qui possède son propre pont sur l'Aar et qui compte 2000 collaborateurs, autrement dit plus d'employés que certains villages des environs n'ont d'habitants.

Le PSI est sis dans le canton d'Argovie, sur les deux rives de l'Aar, entre les communes de Villigen et de Würenligen. C'est un institut de recherche fédéral pour les sciences naturelles et les sciences de l'ingénieur, qui fait partie du domaine des Ecoles polytechniques fédérales (EPF), les autres membres étant l'ETH Zurich, l'EPF Lausanne, l'Eawag, l'Empa et le WSL. Avec notre recherche fondamentale et notre recherche appliquée, nous œuvrons à l'élaboration de solutions durables pour répondre à des questions majeures, tant sociétales que scientifiques et économiques.

De grandes installations de recherche complexes

Nous avons reçu de la Confédération suisse le mandat de développer, de construire et d'exploiter de grandes installations de recherche complexes. Ces dernières sont uniques en Suisse et certains équi-

pements sont même uniques au monde, car ils n'existent qu'au PSI.

De nombreux chercheurs, actifs dans les disciplines les plus diverses, ont la possibilité de faire des découvertes essentielles pour leur travail en menant des expériences à nos grandes installations de recherche. En même temps, la construction et l'exploitation d'installations pareilles sont si complexes et coûteuses qu'au niveau de leur propre infrastructure les groupes de recherche dans les hautes écoles et dans l'industrie ne peuvent pas disposer de ce genre d'instruments de mesure. C'est pourquoi nos installations sont ouvertes à tous les chercheurs.

S'ils veulent obtenir du temps de mesure pour leurs expériences, les chercheurs de Suisse et de l'étranger doivent toutefois faire acte de candidature auprès du PSI. Le comité de sélection, composé d'experts, évalue ces demandes en fonction de leur qualité scientifique et recommande au PSI les scientifiques auxquels il faut véritablement l'allouer. En effet, même si le PSI dispose d'une quarantaine de postes de mesure auxquels des expériences peuvent être menées simultanément, il n'y a pas assez de temps disponible pour toutes les candidatures. Entre un tiers et la moitié des demandes doivent être refusées.

Chaque année, quelque 1900 expériences sont conduites aux grandes installations de recherche au PSI. Le temps de

mesure au PSI est gratuit pour tous les chercheurs académiques. Les utilisateurs de l'industrie ont la possibilité d'acheter du temps de mesure pour leur propre recherche dans le cadre d'une procédure spécifique et d'utiliser les installations de recherche pour leur recherche appliquée. Le PSI offre à cet effet des prestations spéciales de recherche et de développement.

Au total, le PSI entretient quatre grandes installations de recherche qui permettent de se plonger dans des matériaux, des biomolécules et des appareils techniques afin de sonder les processus qui se jouent à l'intérieur. Lors de leurs expériences, les chercheurs «radiographient» les échantillons qu'ils veulent analyser au moyen de différents rayonnements. Ils ont à disposition des faisceaux de particules – neutrons et muons – ou de lumière intense de type rayons X – lumière synchrotron ou laser à rayons X. Ces divers types de rayonnements permettent d'étudier au PSI une grande variété de propriétés des matériaux. La complexité et les coûts de ces installations sont dus notamment au fait que, pour produire ces différents rayonnements, il faut de grands accélérateurs.

Nos trois principaux domaines de recherche

Mais le PSI n'est pas seulement prestataire de services pour d'autres chercheurs; il a son propre programme de recherche et ce dernier est ambitieux. Les découvertes faites par les chercheurs au PSI permettent de mieux comprendre le monde qui nous entoure et établissent les fondements nécessaires au développement d'appareils et de traitements médicaux innovants.

En même temps, la recherche en interne est une condition importante pour assurer le succès du programme utilisateurs aux grandes installations. Car seuls des chercheurs impliqués dans les derniers développements scientifiques sont en mesure d'épauler les utilisateurs externes dans leur travail et de continuer à développer les installations pour qu'à l'avenir elles correspondent aux besoins de la recherche.

Notre propre recherche se concentre sur trois domaines. Dans celui de la ma-

tière et des matériaux, nous étudions la structure interne de différentes substances. Les résultats aident à mieux comprendre les processus qui se jouent dans la nature et fournissent les bases de nouveaux matériaux destinés à des applications techniques et médicales.

Dans le domaine de l'énergie et de l'environnement, l'objectif des travaux menés est de développer de nouvelles technologies pour un approvisionnement énergétique durable, sûr et respectueux de l'environnement.

Dans le domaine de la santé humaine, les chercheurs s'efforcent d'identifier les causes de certaines maladies et les méthodes thérapeutiques possibles. Dans le cadre de la recherche fondamentale, ils étudient les processus généraux qui se jouent au sein des organismes vivants. Par ailleurs, nous exploitons la seule installation de Suisse permettant de traiter certaines maladies cancéreuses spécifiques avec des protons. Cette méthode particulièrement peu agressive permet de détruire les tumeurs de manière ciblée, tout en préservant la quasi-totalité des tissus sains environnants.

Les cerveaux derrière les machines

Le travail aux grandes installations de recherche du PSI est exigeant. Nos chercheurs, ingénieurs et professionnels sont des experts hautement spécialisés. Pour nous, il est important de préserver ces connaissances. Nous attendons donc de nos collaborateurs qu'ils transmettent leur savoir à des jeunes qui s'en serviront dans le cadre de différentes positions professionnelles, pas seulement au PSI. C'est pourquoi près d'un quart de nos collaborateurs sont des apprentis, des doctorants et des postdocs.

5232 – Le magazine de l'Institut Paul Scherrer

Paraît trois fois par an.
Numéro 2/2020 (mai 2020)
ISSN 2571-6891

Editeur

Institut Paul Scherrer
Forschungsstrasse 111
5232 Villigen PSI, Suisse
Téléphone: +41 56 310 21 11
www.psi.ch

Rédaction

Dagmar Baroke, Monika Blétry,
Monika Gimmel, Christian Heid,
Dr. Laura Hennemann,
Sebastian Jutzi (Ltg.),
Dr. Brigitte Osterath

Traduction

Catherine Riva

Correction

Étienne Diemert

Design et direction artistique

Studio HübnerBraun

Photos

Scanderbeg Sauer Photography,
sauf: Page 22: ESA/ATG medialab;
Pages 25, 28–33, 38: Institut Paul
Scherrer/Markus Fischer;
Pages 26–27, 29–33, 41: Adobe
Stock; Page 37, à droite: ABB
Finlande.

Infographies

Julia Ossko, sauf:
Pages 6–7: Daniela Leitner;
Pages 29–33: Adobe Stock.

Pour en savoir plus sur le PSI
www.psi.ch/fr/

Pour lire 5232 sur Internet
www.psi.ch/5232/
le-magazine-5232

Pour vous abonner gratuitement
au magazine: www.psi.ch/5232/
abonner-5232

5232 est également disponible en
allemand: www.psi.ch/5232/
magazin-5232

IMPRESSUM

PAUL SCHERRER INSTITUT

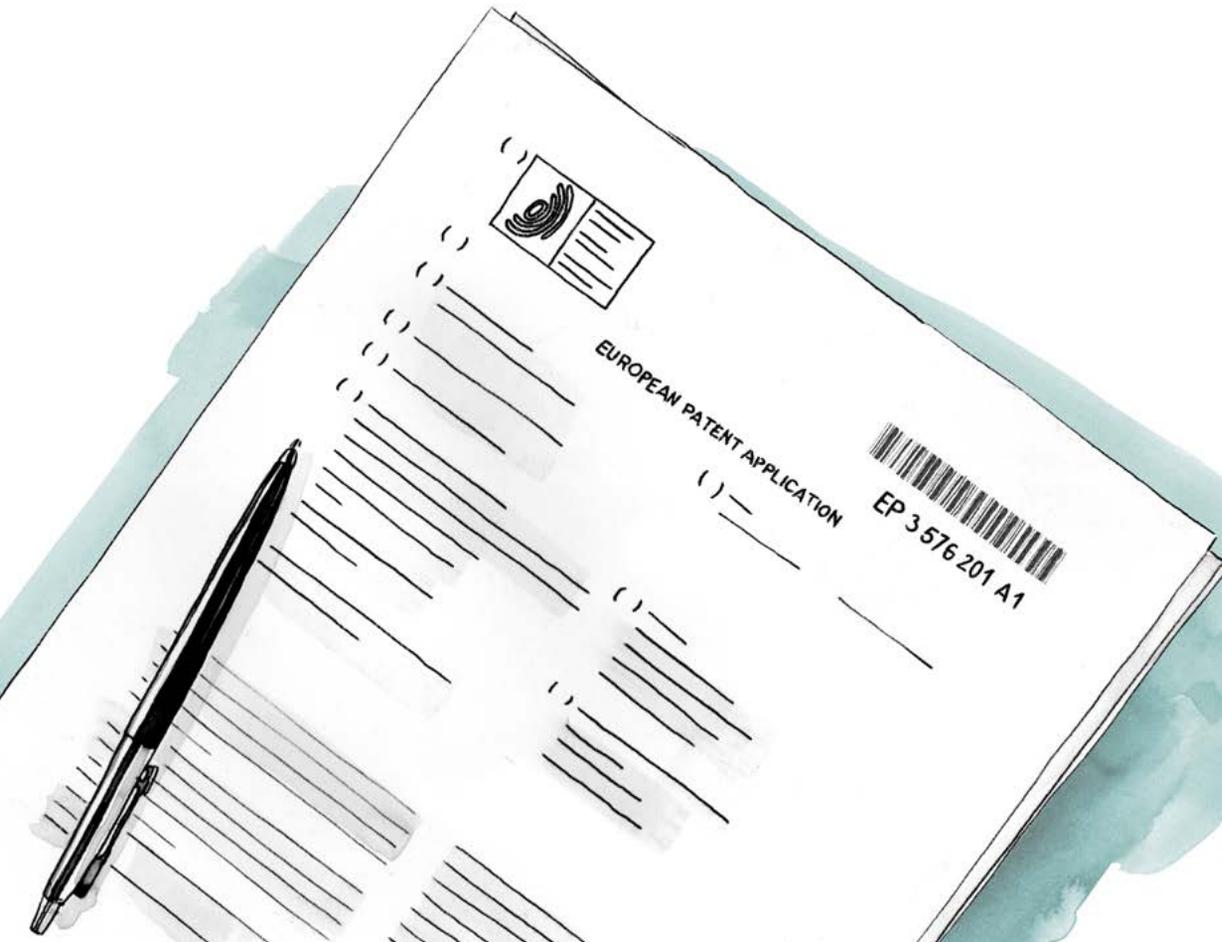




Ce qui vous attend au prochain numéro

Plongée dans l'univers des microbes

Ils sont si minuscules qu'ils sont invisibles à l'œil nu. Les micro-organismes sont les plus petits êtres vivants sur Terre et, avec les virus, ils représentent un cas limite du vivant qui est au seuil de l'inerte. Grâce aux grandes installations de recherche du PSI – qui, en fin de compte, sont des microscopes géants –, les chercheurs plongent dans les profondeurs moléculaires de l'univers des microbes. D'une part, les enseignements qu'ils en retirent permettent de mieux comprendre certains agents pathogènes et de développer de meilleurs traitements pour les combattre. D'autre part, les micro-organismes fournissent de nouveaux instruments à la recherche biomédicale afin de sonder les causes de certaines maladies du corps humain.



Paul Scherrer Institut
Forschungsstrasse 111, 5232 Villigen PSI, Suisse
www.psi.ch | +41 56 310 21 11