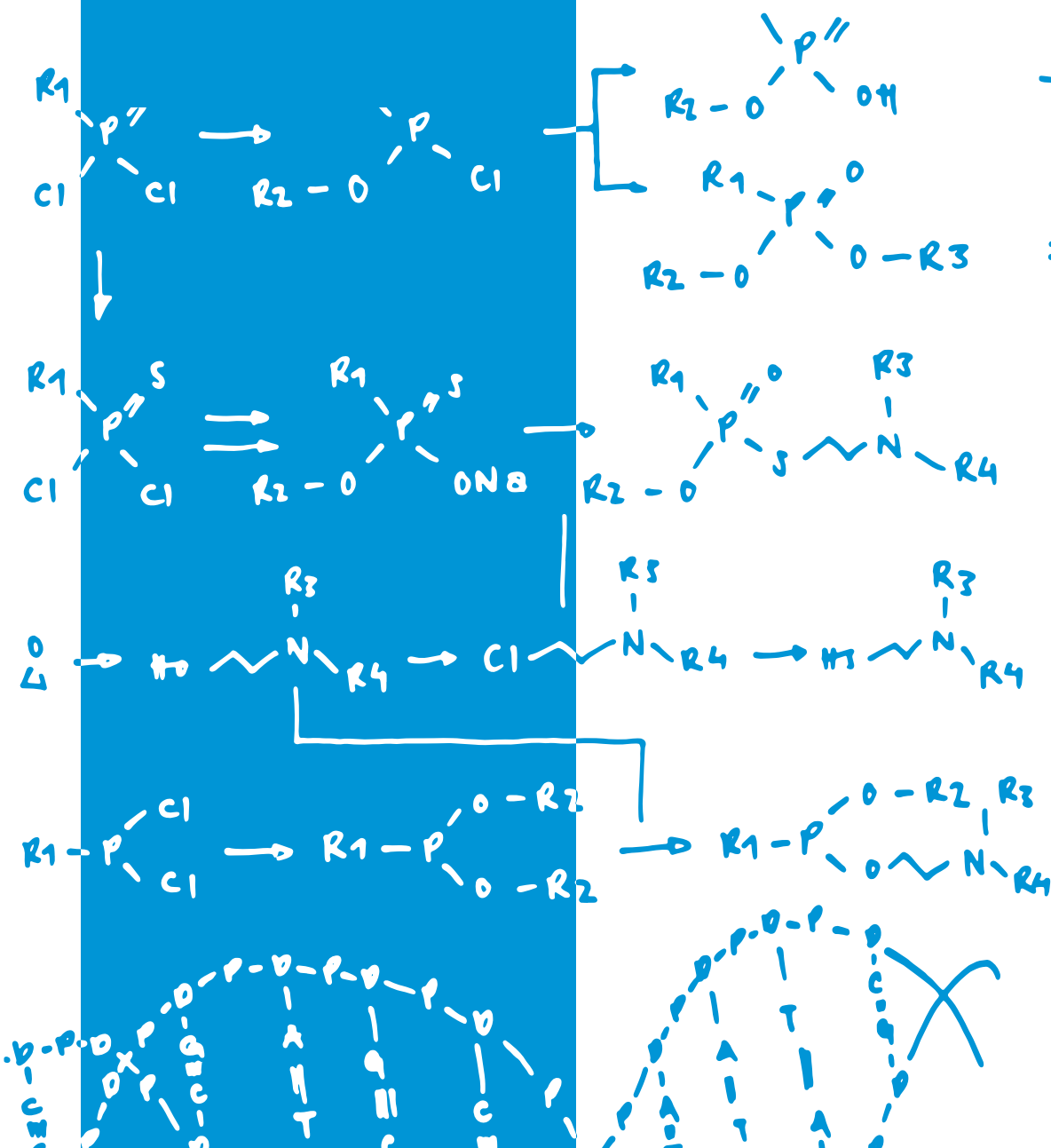


Rapport Annuel 2020

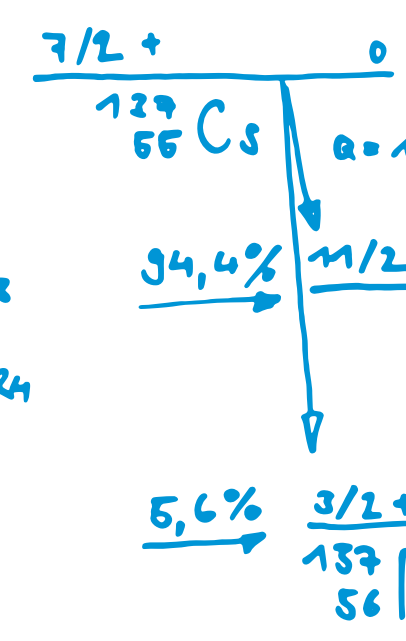
LABORATOIRE SPIEZ



$$\frac{\Phi}{A} = \frac{\gamma(E)}{2} \frac{\rho}{M_s} E$$

$$E_2(x) = x \int_x^{\infty} \frac{e^{-t}}{t^2} dt$$

$$E_y = \frac{m_e \cdot c^2}{m_e \cdot c^2 + E_y}$$



Éditeur

Département fédéral de la défense,
de la protection de la population et des sports (DDPS)
Office fédéral de la protection de la population (OFPP)
LABORATOIRE SPIEZ
CH-3700 Spiez
Tel. +41 58 468 14 00
laborspiez@babs.admin.ch
Web : www.labor-spiez.ch
Twitter: @SpiezLab

Le présent rapport annuel est également disponible en
langues allemande et anglaise.

Contenu

Éditorial	4-5
01 Le Laboratoire Spiez durant la pandémie de Covid-19	6-15
02 Évaluation de substances antivirales contre le SARS-CoV-2 dans les systèmes de culture cellulaire	16-23
03 Service d'essai pour la détermination des concentrations de radionucléides et d'éléments	24-29
04 CAC: nouvelles tâches pour le Laboratoire Spiez	30-35
05 Systèmes d'hydratation pour l'armée et les forces d'intervention	36-40
06 Publications	41-46
07 Domaines accrédités	47

27 mai 2021

Chère lectrice, cher lecteur,



Dr. Marc Cadisch
Chef du LABORATOIRE SPIEZ

Le premier semestre 2020 a été, pour nous aussi, marqué par le coronavirus. Très tôt, nous avons pu prendre en charge des tâches importantes dans différents domaines:

1. Avant même le début de la pandémie en Europe et en Suisse, nous avons pu établir des capacités de diagnostic pour le SARS-CoV-2 à Spiez, ce qui a fait de nous l'un des premiers laboratoires en Suisse à offrir le diagnostic en question. En particulier dans la phase initiale de la pandémie, cela nous a permis d'appuyer divers partenaires en matière de capacités analytiques et de mettre notre savoir-faire à la disposition d'autres laboratoires afin qu'ils puissent également établir rapidement la méthode diagnostic requise. Le laboratoire de défense NBC 1 de l'armée nous a grandement soutenu dans cette tâche.

2. Nos projets de recherche sur la pandémie couvrent un large spectre : de l'assurance qualité du matériel d'échantillonnage pour les tests COVID-19, à l'étude de l'effet antiviral de certaines substances sur le SARS-CoV-2, en passant par l'étude des conséquences du COVID-19 sur la santé de groupes de population spécifiques.

3. La phase initiale de la pandémie a été marquée par une pénurie de masques de protection respiratoire (masques FFP2-/3) et de masques d'hygiène. Dans ce contexte, nous avons soutenu les autorités suisses et le secteur de la santé publique pour mener à bien des

projets visant à poursuivre l'utilisation de masques de protection au-delà de leur date de péremption et à en procurer des nouveaux.

4. Début avril 2020, nous avons reçu un mandat du Conseil fédéral pour coordonner les capacités des laboratoires en matière de test du COVID-19 en Suisse au profit de l'Office fédéral de la santé publique (OFSP). À cette fin, nous avons dû développer et mettre en place un système d'enregistrement de la situation dans les différents laboratoires. Ces données ont servi de base pour augmenter la capacité de test au niveau national.

Les activités mentionnées aux points 1 et 2 faisant partie des tâches fondamentales de la Section Biologie du Laboratoire Spiez, nous n'avons pas été surpris de devoir assumer de telles tâches en cas de pandémie. Cela fait partie de notre mission de base et nous y étions préparés. Pour les activités énumérées sous 3 et 4, en revanche, nous avons dû, de manière assez inattendue, assumer une fonction clé dans un domaine qui n'est pas directement le nôtre : en très peu de temps, la Section Systèmes de protection NRBCe a dû transférer ses connaissances dans le domaine des masques de protection NBC vers un secteur « voisin » et développer au pied levé des méthodes d'es-

sai pour tester les masques FFP et les masques d'hygiène. Au début de la pandémie, ces tests non accrédités ont permis de mettre à la disposition des services de santé publique et des établissements de soins en Suisse un nombre suffisant de masques de qualité acceptable. La mission dans le domaine de la coordination des laboratoires à l'échelle nationale a également été une surprise pour nous. Néanmoins, nous avons dû relever ce défi, car la mise en œuvre d'une telle coordination requiert un savoir-faire technique dans le domaine des laboratoires. Il apparaît en fin de compte que nous avons pu aider à surmonter la pénurie de capacités de test relativement rapidement.

Avec le recul, je retiens une leçon essentielle de cette année 2020 placée sous le signe de l'engagement dans la lutte contre la pandémie de coronavirus : nous devons être prêts à utiliser les capacités et l'expertise de nos laboratoires de manière diversifiée et flexible, aussi pour des tâches qui ne font pas partie du cahier des charges ordinaires dans une situation normale. Nos partenaires au sein des autorités, des organisations d'intervention, des services de santé publique et du secteur des soins ont droit au soutien du Laboratoire Spiez. C'est notre raison d'être, nous le devons à la population suisse.

Je tiens à remercier tous les partenaires du Laboratoire Spiez pour la bonne collaboration au cours de l'année écoulée, en premier lieu le laboratoire de défense NBC 1 de l'armée, ainsi que le personnel du Laboratoire Spiez, qui ont assuré à tout moment la disponibilité opérationnelle de notre laboratoire pour les événements NBC pendant cette période extraordinaire.

Ensemble, nous avons pu acquérir une expérience précieuse dans une situation complexe, que nous pourrions également utiliser à long terme, par exemple au profit d'un échange rapide et

transparent de données épidémiologiques et cliniques lors d'une pandémie. Un projet dans ce sens démarre à l'heure où nous mettons sous presse : le 24 mai 2021, les conseillers fédéraux Viola Amherd et Alain Berset ont signé un ac-

Nous devons être prêts à utiliser les capacités et l'expertise de nos laboratoires de manière flexible

cord de coopération avec le directeur général de l'OMS, le Dr Tedros Adhanom Ghebreyesus, dans le cadre de l'initiative BioHub de l'OMS. Grâce à cet accord, la Suisse mettra le Laboratoire Spiez à la disposition de l'OMS en tant que conservatoire d'échantillons pour les virus du SARS-CoV-2 ou d'autres agents pathogènes à potentiel épidémique ou pandémique.





01

Le Laboratoire Spiez durant la pandémie de Covid-19

La pandémie de Covid-19 a également déterminé les tâches et le fonctionnement quotidien du Laboratoire Spiez (LS) au cours de l'exercice 2020 : nous nous sommes retrouvés dans une situation d'intervention réelle pendant une certaine période, marquée par plusieurs défis à relever. Dès le début, nous avons pris en charge des tâches importantes dans le domaine du diagnostic et de la recherche virologique sur le nouveau coronavirus (SARS-CoV-2). Conformément au mandat du Conseil fédéral, nous avons soutenu l'Office fédéral de la santé publique (OFSP) dans la coordination des laboratoires dans toute la Suisse. Enfin, nous avons mis à profit nos nombreuses années d'expérience en matière d'essais de matériel de protection NBC pour assister l'armée et le domaine de la santé publique dans l'acquisition difficile de matériel de protection médical.



Daniel Jordi
César Metzger,
Kurt Münger
Matthias Wittwer

Un défi majeur a été de maintenir la disponibilité opérationnelle intégrale de toutes les unités spécialisées et des groupes d'intervention du DDPS (EEVBS). Nous avons l'obligation de remplir notre mission de base à tout moment. Ainsi, même pendant la pandémie de SARS-CoV-2, nous devons être prêts à en permanence à assumer des missions impliquant des substances radioactives ou des toxiques chimiques ou biologiques de combat. De ce point de vue également, la direction du LS a reconnu très tôt qu'une situation extraordinaire se profilait pour ses propres activités : dès la fin février 2020, elle a constitué un état-major ad hoc en son sein. Celui-ci s'est réuni plusieurs fois par semaine jusqu'en mai pour analyser la situation, délibérer et décider

des tâches à accomplir dans l'immédiat et régler les mesures de protection internes. L'organisation et les processus nécessaires à l'engagement propres au LS ont été adaptés en continu en fonction de la situation conformément à la gestion de la continuité des activités (BCM).

Pour garantir la disponibilité opérationnelle, nous avons adopté et mis en œuvre des mesures de protection rigoureuses dès le départ. L'accès des personnes extérieures a été soumis à une limitation sévère. Les séances, ateliers, etc. se sont déroulés presque entièrement en distanciel et les visites ont

Nous avons maintenu l'état de préparation opérationnelle de toutes les divisions et équipes d'urgence pendant la pandémie

été annulées. Ainsi, nous avons pu maintenir notre capacité d'intervention à tout moment pendant la pandémie, malgré les conditions difficiles.

Diagnostic du SARS-CoV-2

Grâce au réseau de laboratoires d'experts sur les maladies virales émergentes (EVD-LabNet), les laboratoires européens partagent en permanence des informations actualisées. À partir de la fin 2019, des informations faisant état de l'existence d'un nouveau virus du SARS en Chine ont circulé sur le réseau EVD-LabNet. Début janvier 2020, l'hôpital universitaire de la Charité à Berlin a reçu des résultats de contrôles positifs du nouveau virus, ce qui lui a permis de valider trois systèmes de détection PCR spécifiques au SARS-CoV-2. Ces systèmes PCR ont été rapidement adoptés comme outils de diagnostic par l'Organisation mondiale de la santé.

Le Laboratoire Spiez a rapidement identifié et accepté ce nouveau défi : nous avons pu immédiatement obtenir de la Charité le matériel nécessaire pour évaluer les nouveaux systèmes de détection PCR pour nos propres diagnostics de laboratoire dès la mi-janvier 2020. Peu de temps après, nous avons reçu de l'Institut Pasteur de Paris les premiers échantillons contenant le SARS-CoV-2 infectieux, ce qui nous a permis de tester les systèmes PCR proposés par l'OMS à l'aide d'un échantillon prélevé sur un patient. Il s'est avéré que seul un des systèmes PCR atteignait la sensibilité requise pour la détection. Par conséquent, nous avons im-

médiatement développé un second protocole PCR interne, de sorte qu'à la mi-février, deux systèmes PCR étaient validés en interne et prêts à être utilisés. Nous avons ainsi pu mettre des moyens de diagnostic du SARS-CoV-2 à la disposition du système de santé suisse et d'autres partenaires à un stade très précoce. Nous avons également utilisé notre expertise pour aider d'autres laboratoires à développer les systèmes de diagnostic nécessaires.

Avec la propagation croissante du SARS-CoV-2 au sein de la population, le nombre d'échantillons cliniques à analyser a également augmenté rapidement en Suisse à partir de mars. Grâce aux systèmes de détection PCR mis en place à un stade précoce, nous avons pu surmonter les goulots d'étranglement analytiques. Une grande partie des échantillons provenait de militaires. Cependant, pour soulager les autres laboratoires d'essais, des demandes de divers organismes civils ont également été traitées ; pour le seul Hôpital de l'île de Berne et les hôpitaux d'Interlaken et de Moutier, plus de 1000 échantillons ont été analysés durant la phase initiale critique. Les partenaires ont apprécié la facilité d'accès non bureaucratique et la disponibilité rapide des résultats.

Soutien du laboratoire de défense NBC 1 de l'armée

Le volume croissant d'échantillons et un grand nombre de demandes de soutien dans le domaine de la recherche et du développement ont nécessité l'utili-

sation de toutes les ressources humaines disponibles pour les tâches liées à la pandémie de SARS-CoV-2. Compte tenu de ses possibilités restreintes en

matière de personnel, la Section Biologie a rapidement atteint la limite de ses capacités ; le recours à du personnel externe s'est avéré indispensable – et rapidement réalisable en raison d'une décision politique : avec la déclaration de la situation extraordinaire par le Conseil fédéral le 16 mars 2020, l'armée



▲ Des spécialistes B du Laboratoire de défense NBC 1 ont prêté main forte dans le domaine du diagnostic moléculaire.

a pu être mobilisée dans le cadre du service d'appui CORONA 20.

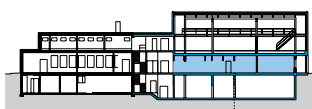
Avec le laboratoire de défense NBC 1, la Suisse dispose d'une formation de milice spécialisée qui peut apporter un soutien en personnel et en matériel au LS en cas d'arrivée d'échantillons en très grand nombre. Les structures et processus de coopération civilo-militaire dans le domaine de la protection NBC en Suisse, qui ont été préparés pour les cas de catastrophes et de situations d'urgence – en particulier l'excellente coopération avec notre partenaire militaire local, le centre de compétences NBC-DEMUNEX – ont fait leurs preuves lors de la pandémie de SARS-CoV-2 : pendant une période prolongée, plusieurs spécialistes B bien formés du laboratoire de défense NBC 1 ont pu être affectés chez nous aux diagnostics moléculaires. Ce n'est que grâce à ce soutien qu'il a été possible de former trois équipes de diagnostic indépendantes, qui étaient de service 24 heures sur 24, y compris les week-ends. Cela nous a permis de garantir la continuité des analyses même durant la phase critique caractérisée par l'arrivée massive d'échantillons.

Plus tard, au printemps 2020, les hôpitaux et les laboratoires privés de Suisse ont mis en place des structures et des processus performants pour le diagnostic à haut débit du SARS-CoV-2, ce qui a permis de surmonter en grande partie le goulot analytique. Nous avons donc pu réduire à nouveau nos capacités d'analyse à la fin du mois de mai. Les miliciens de l'armée ont été libérés du service d'appui et ont pu retourner à la vie civile.

Grâce aux systèmes de détection PCR mis en place à un stade précoce, nous avons pu surmonter les goulots d'étranglement analytiques

Tâches de recherche en virologie

Parallèlement aux tâches de diagnostic, nous avons également effectué des travaux d'évaluation du matériel de test nécessaire pendant la phase initiale de la pandémie de SARS-CoV-2 : pour remédier à la pénurie d'écouvillons pour les tests COVID-19, la pharmacie de l'armée en a commandé un grand nombre auprès d'un nouveau fournisseur ; ce faisant, nous avons vérifié si la stabilité virale était garantie par le milieu de transport qu'ils contenaient. Pour soutenir les projets d'approvisionnement, des kits commerciaux de test PCR pour la détection du COVID-19 ont fait l'objet d'essais au LS.



Laboratoire Spiez BSL-3

Au fur et à mesure de la progression de la pandémie, nous avons pu assurer un nombre croissant d'autres tâches en plus du diagnostic du SARS-CoV-2 : La recherche sur les substances antivirales a ainsi gagné en importance. Nous étions et sommes toujours impliqués dans divers projets de recherche nationaux et internationaux sur l'évaluation de substances antivirales et nous avons pu en identifier certaines (cf. l'article commençant à la page 16).

Un autre axe de recherche vise les méthodes de séquençage du

génomique qui sont utilisées depuis un certain temps au LS. Il est ainsi possible de mettre en évidence les relations génomiques entre les agents pathogènes, ce qui est d'une importance capitale pour la compréhension des événements épidémiologiques. Nous avons par exemple appliqué un tel procédé dans le cadre d'une étude détaillée menée conjointement avec l'armée auprès de 550 recrues, dont le point de départ était une épidémie de SARS-CoV-2 survenue à la mi-mars 2020 dans une école de recrues à Airolo. Grâce au séquençage du génome, la propagation du virus circulant dans la caserne concernée a pu être retracée à titre d'exemple : le virus avait été importé depuis la Lombardie à la mi-février et s'était ensuite répandu à plusieurs endroits en Suisse avant d'atteindre la caserne et de provoquer une épidémie majeure. La même étude a également montré que les mesures de limitation des contacts sociaux conduisent à une évolution plus légère de la maladie : les mesures de protection telles que le respect des distances et le port de masques permettent donc non seulement de réduire le risque d'infection, mais également d'alléger les symptômes en cas d'affection.



Faire le point sur la situation des laboratoires et collaborer à l'attribution des réactifs COVID-19

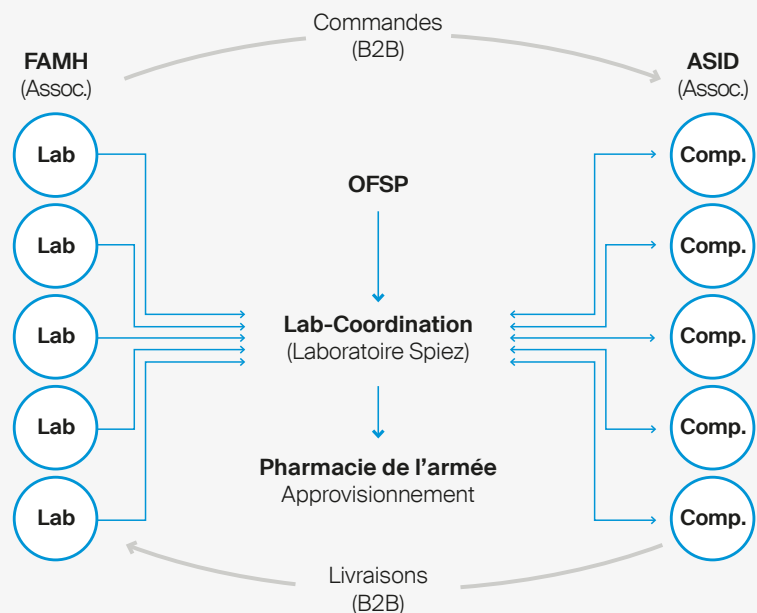
Pour assurer un nombre suffisant de tests quotidiens, il importe de distribuer avec précision et en temps voulu les réactifs, les matériaux et les autres ressources telles que le personnel. En cas de pandémie, il est donc essentiel de suivre la situation exacte auprès des organisations de la santé publique. Cependant, au début de la pandémie de SARS-CoV-2, on ne savait pas du tout quelles étaient les capacités de laboratoire disponibles en Suisse pour tester le nouveau SARS-CoV-2. En outre, les laboratoires ont souffert de la pénurie mondiale de réactifs et de matériel (diagnostics in vitro) nécessaires aux tests. En raison de l'explosion de la demande, l'offre des produits chimiques requis sur le marché mondial ne pouvait être garantie. Pour maintenir et, au besoin, renforcer la capacité des laboratoires en Suisse, il a fallu améliorer la planification et la coordination au niveau na-

tional. Pour soutenir et soulager l'OFSP dans cette situation difficile, nous avons lancé un nouveau processus de suivi des capacités de diagnostic des laboratoires dès le 16 mars 2020.

Dans sa décision du 3 avril 2020 sur la modification de l'ordonnance 2 sur les mesures destinées à lutter contre le coronavirus, le Conseil fédéral a ensuite officiellement formulé le mandat. Les laboratoires et les fournisseurs de diagnostics in vitro étaient désormais contraints de communiquer régulièrement les stocks actuels au Laboratoire Spiez. Selon ce mandat, nous devons au besoin et en accord avec l'OFSP attribuer les diagnostics in vitro pour les tests COVID-19 aux hôpitaux et aux laboratoires. Afin d'assumer cette responsabilité, nous avons mis en place, en collaboration avec l'OFSP et les représentants de l'industrie et des laboratoires,

Coordination des ressources

FAMH = Les Laboratoires Médicaux de Suisse
 ASID = Association Suisse de l'industrie diagnostique



Le Conseil fédéral et les autres décideurs ont toujours disposé de la base factuelle nécessaire pour leurs décisions

un système différencié de saisie de la situation. Par conséquent, depuis le début de la pandémie, nous suivons la situation dans les quelque 80 laboratoires suisses qui proposent des diagnostics du SARS-CoV-2.

En ce qui concerne les fournisseurs, ce système permet de surveiller une trentaine de produits clés pour les tests PCR et tous les tests rapides antigènes validés en Suisse. La situation précise relative aux chaînes d'approvisionnement qui en résulte et l'état d'approvisionnement global revêtent une importance capitale pour identifier à temps les éventuels goulets d'étranglement et prendre les mesures nécessaires en accord avec les partenaires concernés de l'industrie et des laboratoires et l'OFSP. Par exemple, à l'été 2020, alors que l'offre d'écouvillons était fortement limitée dans le monde, des partenaires industriels de Suisse et du Liechtenstein ont été réunis pour lancer conjointement une production innovante de kits de prélèvement de frottis par impression 3D. Cela a considérablement amélioré l'état d'approvisionnement en la matière dans les deux pays.

En raison du nombre croissant de cas pendant les deux vagues pandémiques du printemps et de l'automne, les installations de test en Suisse étaient parfois fortement mises à contribution. En outre, le comportement de la population en matière de tests a changé en permanence, notamment en ce qui concerne les déplacements. Des pics prononcés ont été enregistrés avant les vacances d'été et à nouveau en septembre. Par conséquent, de nombreux laboratoires ont dû adapter leurs capacités dans un délai très court. Nous avons pu les soutenir en leur donnant accès à des réactifs et des équipements provenant des réserves fédérales spécialement constituées pour le cas de crises. Nous avons également pu compter sur l'aide des laboratoires fédéraux – outre le Laboratoire Spiez, il s'agit notamment de l'Institut de virologie et d'immunologie (IVI), de Swissme-

dic, de l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires (OSAV), d'Agroscope, d'armasuisse S+T, de l'EMPA, de l'Institut fédéral suisse des sciences et technologies de l'eau (eawag), de METAS, de l'Institut Paul Scherrer (PSI) et de l'Institut fédéral de recherches sur la forêt, la neige et le paysage (WSL) – et sur celle des plus de 250 entreprises membres de l'association suisse scienceindustries. Nous avons pu coordonner les offres en faveur des laboratoires COVID-19. Lorsque la variante du virus B.1.1.7, plus dangereuse, s'est également propagée rapidement en Suisse vers la fin de l'année 2020, le système de saisie de la situation mis en place entre-temps a également permis de bien suivre cette évolution, car les capacités de test concernées des laboratoires ont pu être rapidement enregistrées et consignées. Ainsi, le Conseil fédéral et les autres décideurs ont toujours disposé des bases de décision nécessaires.

Lorsque les possibilités d'approvisionnement classiques sont épuisées, il faut parfois trouver des solutions novatrices. Dans le cadre de la Swiss National COVID-19 Science Task Force, nous avons développé une nouvelle plateforme en ligne appelée Academic Resources for COVID-19 (ARC) en collaboration avec l'École polytechnique fédérale de Lausanne (EPFL) et l'EPF Zurich. Grâce à ce système, qui a été programmé en un temps record, les demandes d'équipements, de réactifs et de consommables critiques et de personnel provenant des laboratoires peuvent être classées par ordre de priorités, puis traitées en fonction des stocks disponibles dans les laboratoires et les entrepôts de nombreux groupes de recherche universitaires. Ainsi, les parties concernées sont rapidement mises en relations les unes avec les autres. La plateforme a également été construite de manière à pouvoir être utilisée non seulement en cas de pandémie mais aussi lors d'autres crises, dans le but de répartir rapidement les ressources entre de nombreuses parties prenantes.

Pénurie de masques : approvisionnement et contrôle de la qualité sur un marché très tendu

En ce qui concerne l'approvisionnement en matériel médical de protection, la Suisse n'était pas suffisamment préparée à la pandémie de SARS-CoV-2. Durant la phase initiale, la pénurie dans ce domaine était probablement encore plus prononcée que dans le celui de l'équipement de diagnostic in vitro. En particulier, les respirateurs (masques FFP2 et FFP3) et les masques d'hygiène (masques chirurgicaux ou médicaux) n'étaient pas disponibles en quantités suffisantes. Rétrospectivement, cela ne semble guère surprenant: les marchés du monde entier connaissent une augmentation rapide de la demande de masques. En outre, les chaînes de production et d'approvisionnement existantes ont été partiellement interrompues. Globalement, la situation du marché a été confuse et tendue pendant un certain temps. Les livraisons destinées à la Suisse ont été par moments bloquées par d'autres pays ou même détournées..

Ces carences ont dès lors été rapidement identifiées par les autorités compétentes : le 20 mars 2020, le Conseil fédéral a chargé la pharmacie de l'armée d'acquérir d'importants biens médicaux pour l'ensemble du système de santé suisse. Cette commande comprenait également de grandes quanti-

tés de masques de protection respiratoire et d'hygiène. La pharmacie de l'armée s'est employée à soumettre les produits en question à un contrôle de qualité avant leur acquisition. Cependant, le contrôle technique de la qualité a posé un problème majeur : la Suisse ne dispose pas d'un laboratoire accrédité pour tester les masques destinés à l'usage médical, et les laboratoires reconnus en Europe n'étaient pas disponibles pendant la phase initiale de la pandémie. Dans cette situation, le Laboratoire Spiez a pris le relais : en nous appuyant sur nos nombreuses années d'expérience et d'expertise en matière de test des masques de protection NBC (masques complets militaires, demi-masques et systèmes de filtration), nous avons pu mettre au point une procédure ad hoc simplifiée et non certifiée pour tester la qualité des masques FFP et des masques d'hygiène. Pour le compte de la pharmacie de l'armée et de l'OFSP, nous avons traité plus de 100 demandes d'essai de masques entre mars et juillet 2020. De cette manière, nous avons pu apporter une contribution importante à l'approvisionnement de la Suisse en masques et à l'utilisation efficace des fonds publics : en comparaison avec d'autres pays, le taux d'échec dû à des défauts de qualité en Suisse était faible.



Conseillère fédérale Viola Amherd, en visite à Spiez en avril 2020

Requalification des masques périmés et recherche sur la réutilisation des masques jetables

En plus de soutenir les principaux achats, nous avons également participé à d'autres projets visant à lutter contre la pénurie de masques : dès février 2020, nous avons été mandatés par divers organes fédéraux et cantonaux de même que par de grands groupes du commerce de détail pour tester les propriétés du matériel des masques périmés. Il s'agissait principalement de stocks résiduels datant de l'époque de la pandémie due à la grippe porcine de 2009/2010. Sur la base de nos tests, des stocks importants ont été libérés pour une utilisation ultérieure, ce qui a permis d'atténuer, au moins temporairement, la pénurie majeure dans le secteur de la santé et des soins durant cette période.

La réutilisation des masques a également été envisagée dès février 2020. En collaboration avec la Société suisse de stérilisation hospitalière (SSSH) et divers hôpitaux universitaires, nous avons étudié les changements des composants et les performances de séparation des masques après leur stérilisation selon des méthodes courantes. Ces analyses ont révélé que chaque méthode affectait la qualité des masques jetables, mais avec de grandes différences entre les différents produits et méthodes. Il n'est donc guère possible de déterminer une méthode universellement valable pour la réutilisation des masques. Il s'est avéré que la réutilisation des masques jetables comportait trop d'incertitudes et de risques dans l'ensemble.

Participation à la Swiss National COVID-19 Science Task Force

Fin mars 2020, le Conseil fédéral a constitué la Task Force scientifique nationale suisse COVID-19 en tant qu'organe consultatif scientifique chargé d'assister les autorités dans la gestion de la crise due au coronavirus. Le LS a été représenté dans deux groupes d'experts de ladite Task Force dès le début : son chef de la Section Coordination NBC César Metzger est membre du groupe d'experts sur les diagnostics et les tests dont la tâche est de fournir des conseils scientifiques sur les questions liées aux analyses de laboratoire et aux tests en général. Le chef de la Section Systèmes de protection

NRBCe Daniel Jordi fait partie du groupe « Infection, prévention et contrôle », qui a été fortement impliqué dans la gestion des problèmes en matière de masques de protection en 2020. En association avec des partenaires scientifiques, nous avons ainsi pu apporter notre expertise de la meilleure façon possible.

Pour doter la Suisse d'un matériel de protection efficace durant la crise due au Covid-19, la Section Systèmes de protection NRBCe apporte également un soutien important au projet « Re-Mask ». Sous la direction du Laboratoi-

re fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa) et en collaboration avec une équipe nationale composée de représentants de la recherche, de la santé publique et de l'industrie, de nouveaux types de masques et de nou-

velles technologies permettant de réutiliser le matériel de protection existant sont en cours de développement – pour faire face à la pandémie actuelle de Covid-19, mais aussi dans la perspective de pandémies futures.



Conclusions

La pandémie de SARS-CoV-2 a mis le LS à rude épreuve. Nous avons dû assumer des tâches exigeantes et, dans certains cas, totalement nouvelles, pratiquement au pied levé. Dans le domaine du diagnostic du SARS-CoV-2, nous avons joué un rôle majeur en veillant à ce que le savoir-faire nécessaire soit disponible en Suisse en temps utile. En assurant la coordination des laboratoires, nous avons contribué à ce que les laboratoires en Suisse disposent en tout temps d'une capacité de test suffisante. Enfin, en ce qui concerne les essais de masques de protection respiratoire et d'hygiène, nous avons été en mesure de soutenir les tâches d'approvisionnement extrêmement difficiles en connaissance de cause mais toujours de manière pragmatique et en privilégiant la recherche de solutions. Tant dans le domaine de la virologie que dans celui des masques de protection, nous étions et sommes toujours engagés dans divers projets de recherche sur le COVID-19. Malgré la charge de travail extraordinaire, nous avons également pu maintenir les opérations dans tout le laboratoire, de sorte que les tâches quotidiennes ordinaires de toutes les sections ont pu être garanties à tout moment.

Globalement, nous avons ainsi pu contribuer dans une mesure déterminante à la gestion de la pandémie en Suisse, tout en restant prêts à effectuer d'autres missions conformément à notre mandat.

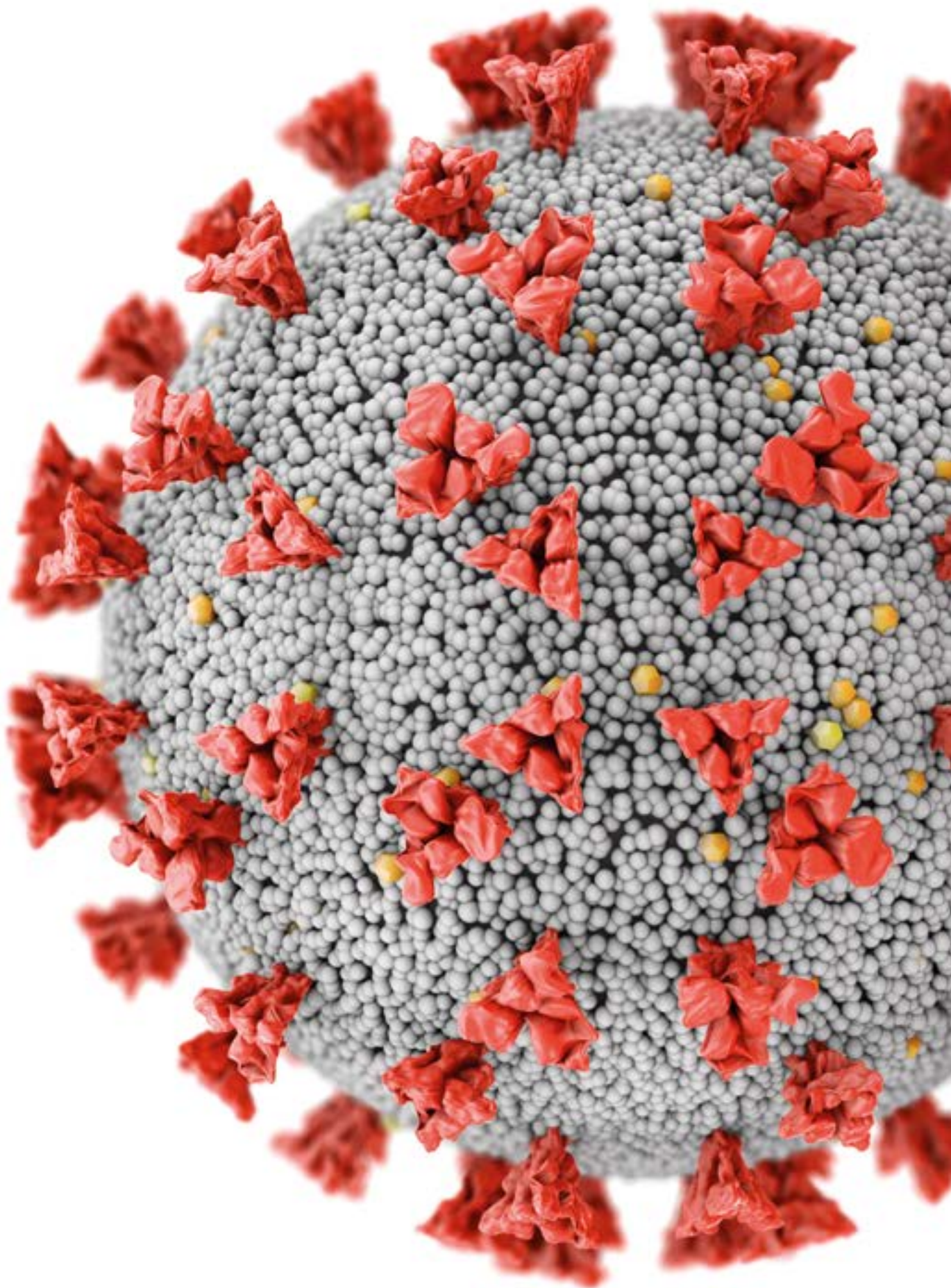
02 Évaluation de substances antivirales contre le SARS-CoV-2 dans les systèmes de culture cellulaire

Comme le SARS-CoV-2 est un virus à pathogénicité accrue, les options thérapeutiques le ciblant directement ne peuvent être testées que dans un laboratoire de niveau de sécurité biologique 3 (P3). À Spiez, nous disposons d'une telle installation et de l'expérience nécessaire en matière de manipulation de virus hautement pathogènes. C'est pourquoi la Section Biologie a été impliquée très tôt dans une série de projets de développement de stratégies antivirales : en collaboration avec l'entreprise Molecular Partners et l'Université de Lausanne, nous travaillons au développement de molécules DARPin neutralisant le virus. En collaboration avec la Fondation Bill et Melinda Gates, nous testons des inhibiteurs présélectionnés du virus et les évaluons au sein de diverses combinaisons. Par ailleurs, dans le cadre de collaborations de recherches nationales et internationales, nous testons l'efficacité contre le SARS-CoV-2 d'une série de substances naturelles et de molécules synthétiques dans le système de cultures cellulaires.

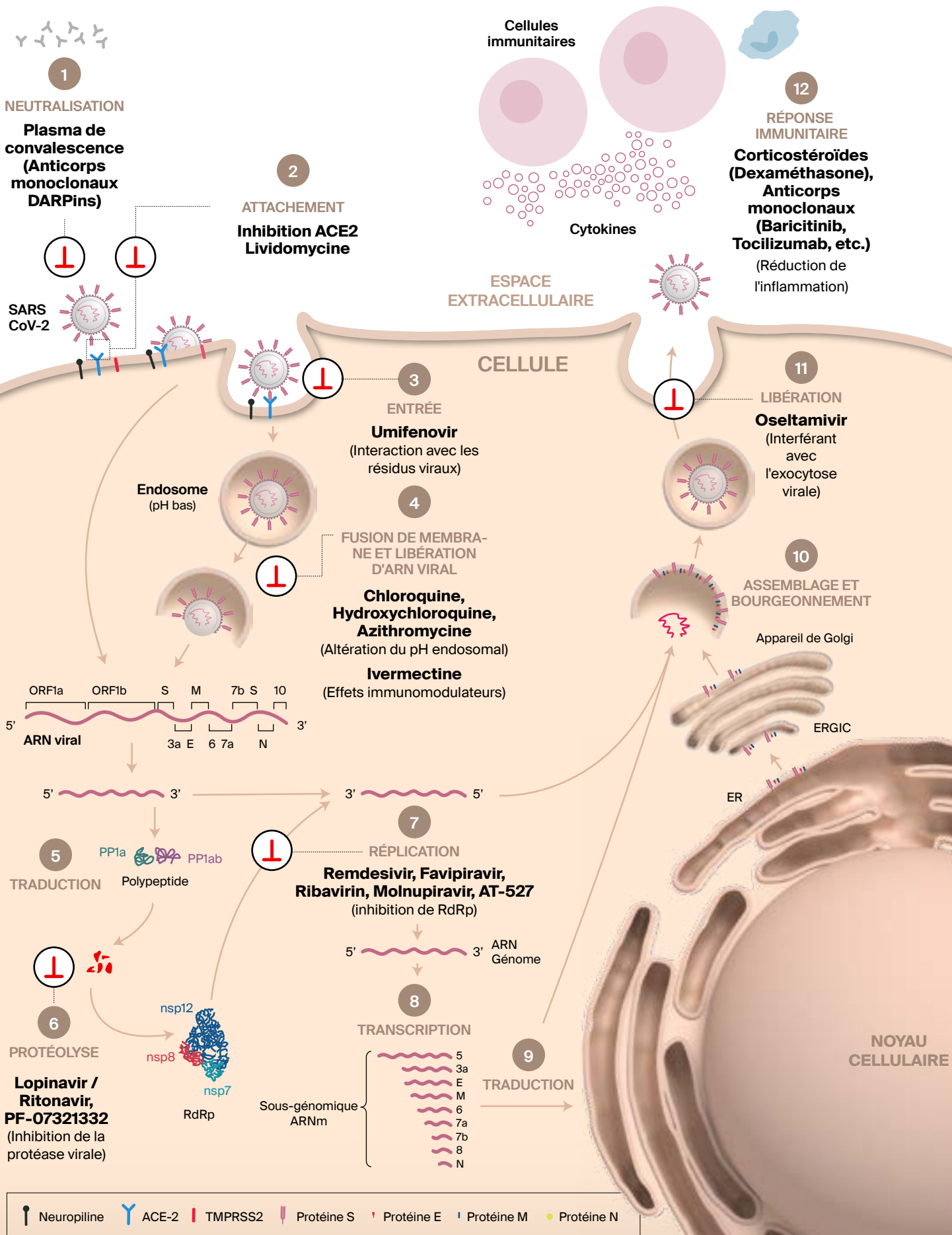
Olivier Engler
Hulda R. Jonsdottir

Du point de vue du cycle d'infection et de réplication, le SARS-CoV-2 présente de nombreuses similitudes avec d'autres virus. C'est pourquoi les efforts de la communauté scientifique internationale visent à trouver une thérapie antivirale contre le SARS-CoV-2 s'appuient en premier lieu sur des stratégies et des substances ayant déjà été dévelop-

pées et homologuées pour d'autres maladies virales ou maladies infectieuses de manière générale. Dans un deuxième et un troisième temps, d'autres collections de substances homologuées ont été évaluées et de nouvelles substances ont été développées de manière ciblée.



Évaluation de substances antivirales contre le SARS-CoV-2 dans les systèmes de culture cellulaire



Pistes thérapeutiques contre le SARS-CoV-2

Une première piste pour des stratégies thérapeutiques cible le moment où, peu avant l'infection, le virus présent dans l'aérosol atteint les muqueuses ou est libéré après un cycle de réplication (1). À ce stade-là, des substances neutralisantes peuvent bloquer la pénétration du virus dans la cellule. Pour la neutralisation des virus hors de la cellule, des anticorps (REGEN-COV* et bamlanivimab/etesevimab) peuvent être utilisés, mais aussi des molécules synthétiques neutralisantes comme les molécules DARPIn (ensovibep*) ou les récepteurs ACE-2 sous forme soluble, qui se fixent sur la protéine Spike (S) et empêchent l'attachement sur le récepteur cellulaire (2). Un grand nombre de substances synthétiques (p. ex. umifénovir*) ou de substances d'origine naturelle (p. ex. Echinacea*) présentent

une action neutralisante contre le virus dans le système de culture cellulaire ou bloquent l'absorption du virus par les cellules cibles (3).

Une fois le virus fixé au récepteur, les étapes suivantes de la réplication virale que sont l'absorption du virus par la cellule via les vésicules cellulaires (endosomes), la libération du génome viral à partir des vésicules dans le cytoplasme (p. ex. par chloroquine, hydroxychloroquine et azithromycine) (4), la synthèse et le clivage dans la protéine virale mature (séparation protéolytique ; p. ex. par lopinavir*/ritonavir*) (6), la réplication du génome viral (p. ex. par les analogues nucléotidiques remdesivir*, faviparivir, ribavirin, molnupiravir* et AT-527) (7) et l'assemblage (10) ou l'excrétion (exocytose ; p. ex. par oseltamivir) de virus (11), représentent des stades d'intervention possibles pour les substances antivirales.

Une autre approche thérapeutique importante consiste à atténuer les effets secondaires de l'infection virale. Il s'agit notamment de réduire l'emballement du système immunitaire par des glucocorticoïdes (p. ex. dexaméthasone) et des interférons (interféron α *) ou de bloquer certaines cytokines (messagers : anticorps anti-IL-6 tocilizumab) (12).

En collaboration avec la Fondation Bill et Melinda Gates et Epithelix®, nous avons évalué un éventail de ces molécules dans des systèmes de culture cellulaire spéciaux (avec les substances marquées *). Avec l'entreprise Molecular Partners, nous avons soutenu le développement des molécules DARPIn capables de neutraliser le virus et avec des partenaires internationaux, nous avons étudié l'effet inhibiteur du virus de molécules synthétiques et de composés naturels.

Nour étudions l'effet inhibiteur du virus de molécules synthétiques et de composés naturels

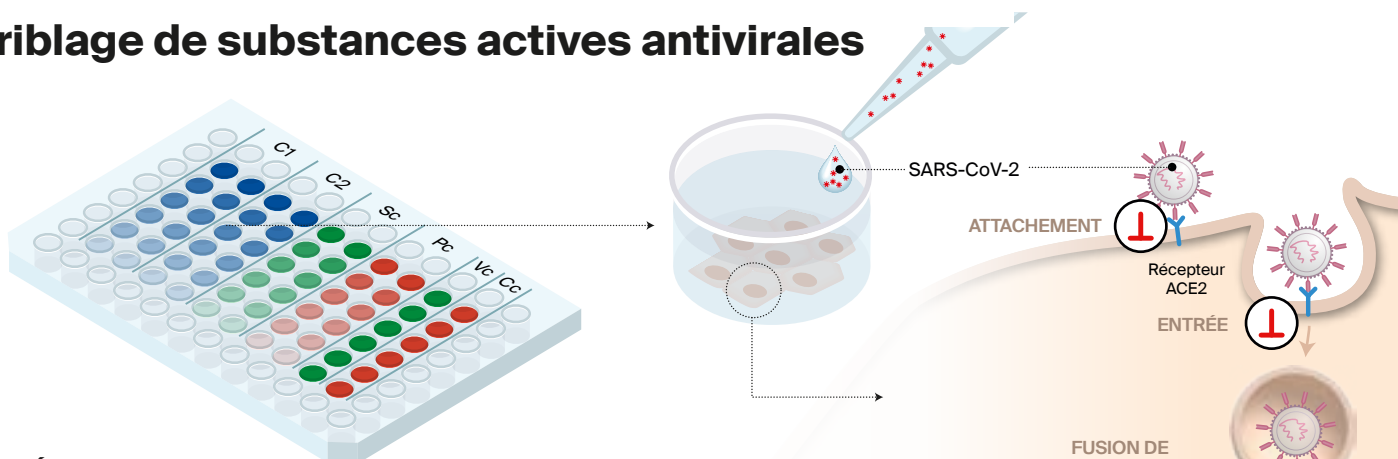
Évaluation de substances antivirales

Pour l'évaluation des substances antivirales en tant qu'options thérapeutiques, nous avons établi de manière ciblée des systèmes d'essai de culture cellulaire/du virus. Deux, parmi les principaux, sont présentés ci-après :

Pour le criblage (screening) de substances actives potentielles et pour une première détermination de la fenêtre thérapeutique, l'essai de criblage antiviral (« Antiviral Screen Assay ») au moyen de CellTiterGlo® a été introduit.

Dans ce format d'essai, les substances à tester sont réparties avec les virus SARS-CoV-2 sur des cellules Vero E6 (lignée cellulaire tumorale de rein de singe) et incubées pendant quatre jours à 37°C. Dans les conditions définies, les virus infectent les cellules et passent par plusieurs cycles de réplication, alors que les cellules Vero E6 meurent. L'état des cellules peut être déterminé en s'appuyant sur la concentration dans les cellules d'un vecteur énergétique, l'adénosine triphosphate (ATP), la mesure de celle-ci étant effectuée au moyen de l'essai par luminescence enzymatique CellTiterGlo®. Quand l'une des substances évaluées empêche l'entrée du virus dans la cellule ou la réplication du virus, cela influence l'état

Criblage de substances actives antivirales

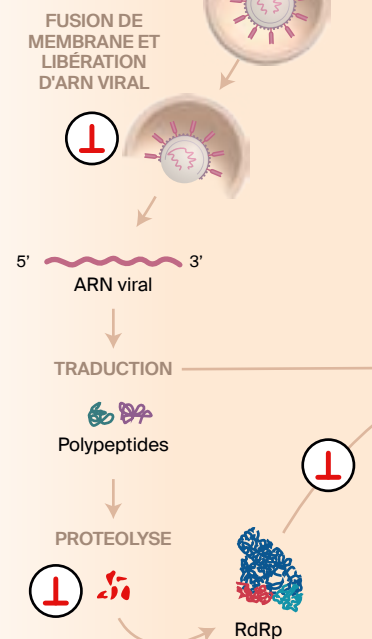


1 PRÉPARATION DU TEST ET INFECTION VIRALE

- La substance à tester est diluée en série sur une plaque de 96 puits (sol. C).
- Le solvant utilisé pour dissoudre les composés est ajouté dans les mêmes dilutions à titre de contrôle (solvant control sc).
- Remdesivir, qui est connu pour inhiber la réplication du SARS-CoV-2, est utilisé comme témoin positif (pc).
- Une série de cellules non traitées sont incluses à titre de virus témoin (vc) afin de déterminer l'effet d'une réplication virale non inhibée.
- Les cellules témoin (cc) consistent en une série de cellules non infectées permettant la détermination de la croissance cellulaire normale.
- Le SARS-CoV-2 (200 TCID50) est ajouté dans tous les puits, sauf dans les cellules témoin. Multiplicité de l'infection (MOI = 0,1)

2 INCUBATION / RÉPLICATION VIRALE

- Les plaques à 96 puits sont incubées pendant quatre jours à 37°C.
- Lorsque les virus ne sont pas entravés, le SARS-CoV-2 se fixe sur le récepteur de la surface cellulaire et est absorbé par les cellules, où l'ARN viral est traduit en protéines. Le génome viral est répliqué et de nouvelles particules virales sont assemblées et libérées hors des cellules.
- Lors de ce processus, les cellules sont soumises à des altérations métaboliques, entraînant la perte de molécules capables de stocker de l'énergie comme l'ATP.
- Lorsqu'un des processus de la réplication virale est bloqué (attachement, pénétration, décapsidation, transcription, etc.), le niveau ATP reste élevé dans le cas normal.

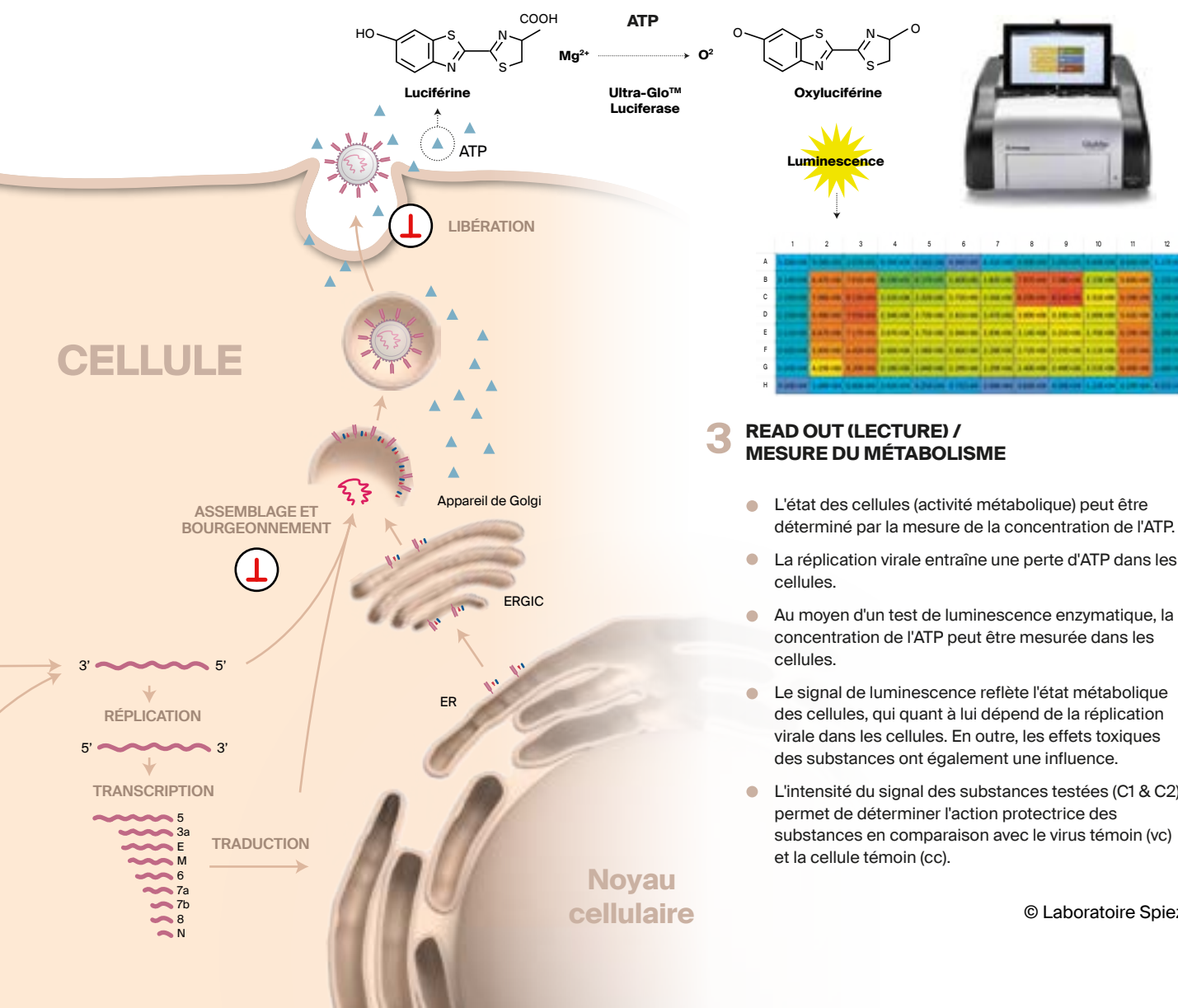


des cellules et se traduit par une concentration ATP stable mesurable par un essai CellTiter-Glo®. En utilisant une palette bien définie de concentrations, il est possible à l'aide de l'Assay® CellTiterGlo® d'évaluer plus précisément l'activité antivirale et de déterminer approximativement l'IC50 (la concentration qui réduit l'activité virale à 50 %). Nous avons appliqué cette méthode pour évaluer l'action neutralisante des molécules DARPin sur les virus infectieux. En comparant l'IC50, il a été possible de sélectionner les molécules DARPin les plus efficaces et de les développer de manière ciblée (ref bioRxiv). De manière analogue, l'activité inhibitrice (IC50) des molécules neutralisantes peut être déterminée pour différentes

concentrations de virus et l'action contre les nouveaux variants du SARS-CoV-2 évaluée en continu (ref bioRxiv).

Ce test se prête également au criblage de collections de molécules synthétiques ou de substances naturelles en vue de déterminer une activité antivirale potentielle contre le SARS-CoV-2.

Pour une utilisation en tant qu'essai de criblage, le nombre de concentrations mesurées est réduit à un minimum, afin de pouvoir évaluer un plus grand nombre de substances. Dans un test de toxicité cellulaire configuré de manière analogue, on détermine l'action toxique des substances (sans le virus) sur les cellules. Cela permet de définir un in-



3 READ OUT (LECTURE) / MESURE DU MÉTABOLISME

- L'état des cellules (activité métabolique) peut être déterminé par la mesure de la concentration de l'ATP.
- La réplication virale entraîne une perte d'ATP dans les cellules.
- Au moyen d'un test de luminescence enzymatique, la concentration de l'ATP peut être mesurée dans les cellules.
- Le signal de luminescence reflète l'état métabolique des cellules, qui quant à lui dépend de la réplication virale dans les cellules. En outre, les effets toxiques des substances ont également une influence.
- L'intensité du signal des substances testées (C1 & C2) permet de déterminer l'action protectrice des substances en comparaison avec le virus témoin (vc) et la cellule témoin (cc).

Évaluation de substances antivirales contre le SARS-CoV-2 dans les systèmes de culture cellulaire

dex thérapeutique approximatif pour les substances, par exemple la plage de concentration efficace mais non toxique dans le système de culture cellulaire. Un grand nombre de clarifications sur le mode d'action des substances est également possible par ce biais. Ainsi, en ajoutant la substance active à différents moments, il est possible d'évaluer si la substance agit plutôt sur les virus extracellulaires ou sur la surface des cellules, ou si l'action est maintenue même après l'absorption des virus dans la cellule.

Évaluation de substances antivirales dans des épithéliums respiratoires reconstitués

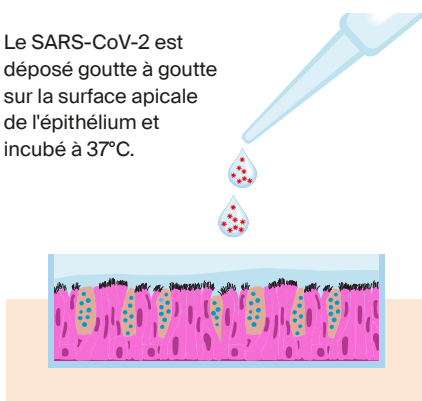
Pour mener des études sur des infections dues à des virus des voies respiratoires dans les conditions d'un environnement naturel, l'infection peut être simulée avec un épithélium humain, point d'entrée principal des virus respiratoires, reconstitué in vitro. Des cultures épithéliales représentant différents segments de l'appareil respiratoire humain peuvent être reproduites en laboratoire. Pour le SARS-CoV-2, nous avons principalement utilisé de l'épithélium nasal reconstitué pour simuler le

premier site d'infection (porte d'entrée) du SARS-CoV-2. L'épithélium nasal reconstitué est un système de culture cellulaire sensible et permet d'évaluer de manière fiable la toxicité des substances antivirales dans ce système.

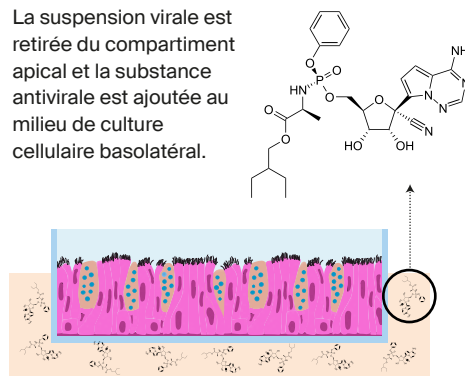
En cas d'infection par le SARS-CoV-2, la réplication du virus peut être mesurée dans différentes parties de la culture cellulaire. Pendant plusieurs jours, la sécrétion de virus peut être suivie par RT-PCR en temps réel et, à la fin de l'expérience, les virus restants dans la cellule peuvent également être quantifiés. Outre la quantification du nombre de génomes viraux, le nombre de virus infectieux dans la culture cellulaire est également déterminé pour certaines substances. Un avantage majeur de l'épithélium respiratoire reconstitué réside dans le fait que les virus déclenchent une réponse immunitaire dans ces cellules primaires similaire à celle du patient. La production et la libération de protéines, par exemple les cytokines, qui influencent la réponse immunitaire, peuvent être quantifiées par test immunologique standard (standard-immunoassay ELISA) ou par l'analyse de l'expression génétique (qPCR).

Nous avons étudié l'efficacité des substances sur trois aspects de l'infection par SARS-CoV-2 : premièrement, l'influence sur la réplication des virus, deuxièmement, les altérations de l'intégrité de la barrière épithéliale, et, enfin,

- 1 Le SARS-CoV-2 est déposé goutte à goutte sur la surface apicale de l'épithélium et incubé à 37°C.



- 2 La suspension virale est retirée du compartiment apical et la substance antivirale est ajoutée au milieu de culture cellulaire basolatéral.



l'influence sur la production et la libération de diverses cytokines.

Compte tenu de la polarité du système de culture des cellules respiratoires, l'infection peut s'effectuer par le biais de gouttelettes provenant du pôle supérieur (apical) côté air, comme dans une transmission naturelle. L'intervention thérapeutique a lieu après une heure du côté inférieur, ce qui simule une administration par le sang. Après deux et trois jours, nous étudions la réplication virale dans les cellules et dans le surnageant sécrété, et nous déterminons l'intégrité de la barrière épithéliale et la sécrétion de cytokines. Quand une substance antivirale est efficace, nous observons une diminution de la réplication virale et une augmentation de l'intégrité de la barrière épithéliale. Tant l'intégrité de la barrière épithéliale que la réduction de la libération de médiateurs immunomodulateurs sont des conditions importantes pour endiguer les symptômes de la maladie et devraient être l'objectif premier d'une thérapie efficace.

L'année passée, nous avons testé en collaboration avec Epithelix Sàrl de Genève et la Fondation Bill et Melinda Gates un grand éventail de substances actives et de combinaisons de celles-ci. Le développement de nouveaux médicaments prend beaucoup de temps, et, dans des situations de crise, l'utilisation de médicaments homologués pour le traitement du COVID-19 devient une priorité. Nous avons testé l'activité

antivirale contre le SARS-CoV-2 d'une centaine de substances actives déjà autorisées et de combinaisons de celles-ci. Comme il est ressorti des études cliniques, très peu de substances seules sont efficaces en monothérapie, ce qui montre la nécessité d'un traitement combinant plusieurs médicaments contre le COVID-19.

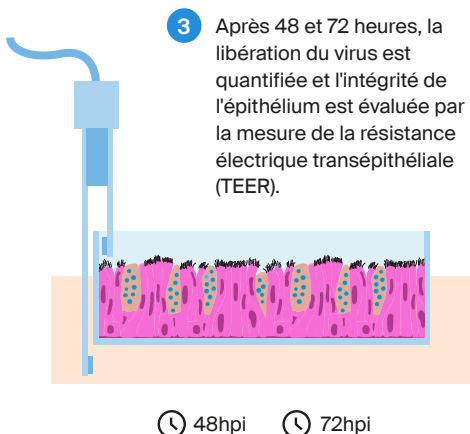
Perspectives

Les résultats des tests in vitro réalisés à partir de systèmes de culture de virus constituent une base de décision importante pour la poursuite d'études chez l'animal et chez l'homme. Les premières publications de données d'analyses pour diverses substances au niveau international ont montré que les résultats varient en fonction du système d'essai et peuvent en outre donner lieu à des attentes exagérées.

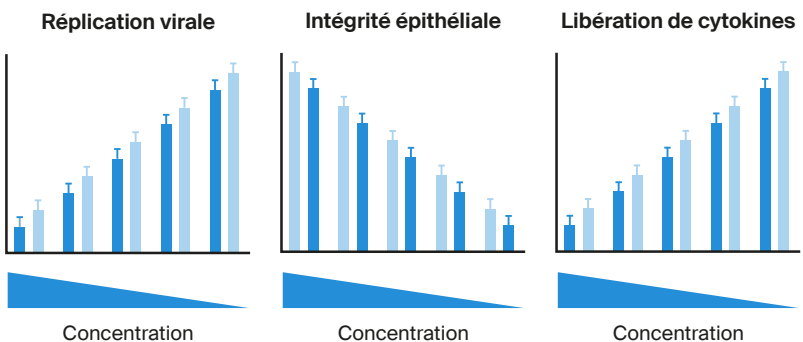
En période de pandémie, cela peut conduire à investir beaucoup d'énergie dans des tests cliniques sans réelle nécessité, voire à utiliser de manière précipitée des substances sur des patients.

La normalisation des systèmes de test in vitro devrait permettre de présenter les résultats de manière adéquate et une comparaison de ceux-ci entre laboratoires. Le Laboratoire Spiez est en contact avec diverses institutions afin d'améliorer la normalisation des systèmes de test.

Dans un épithélium respiratoire reconstitué les virus déclenchent une réponse immunitaire similaire à celle du patient



4 L'évaluation finale englobe la réplication virale complète, l'intégrité épithéliale et la libération de cytokines.





DE

3 Service d'essai pour la détermination des concentrations de radionucléides et d'éléments

Le Laboratoire Spiez exploite depuis 30 ans des services d'essai accrédités au sein de la Section Chimie nucléaire. Notre service d'essai STS 0028 actuel, doté de capacités extrêmement perfectionnées de mesure et d'analyses de nature diverse, est axé sur la détermination des radionucléides et de leur concentration dans les matériaux d'échantillon de tous types. Il est aussi l'un des rares en Suisse à être accrédité pour le prélèvement d'échantillons. Nous mettons nos prestations à la disposition de nos partenaires tant nationaux qu'internationaux. La désignation du Laboratoire Spiez comme interlocuteur (collaborating center) auprès de l'Agence internationale de l'énergie atomique (AIEA) se fonde en grande partie sur les prestations du service d'essai.

Mario Burger

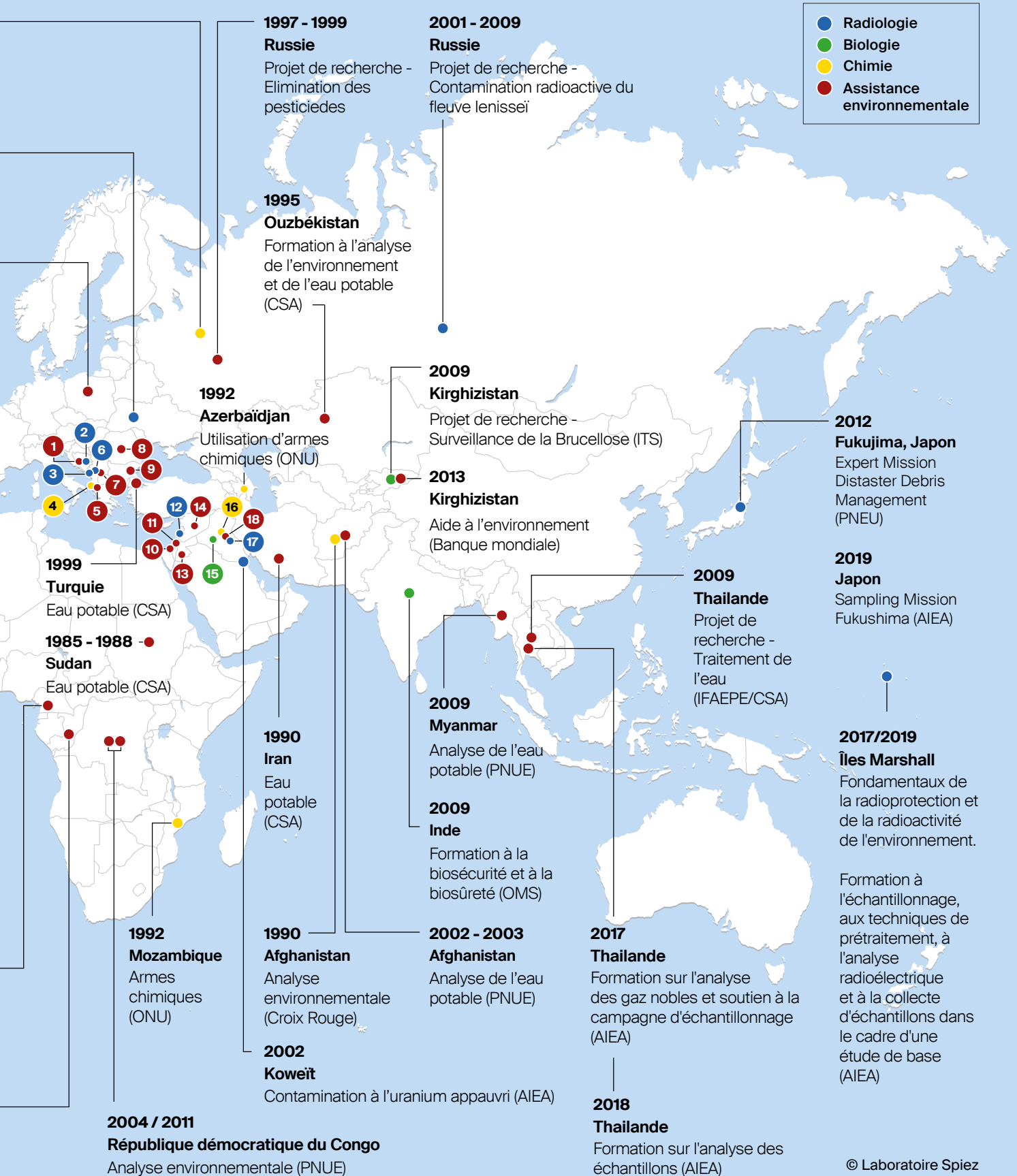
La Suisse fait partie des premiers pays à distinguer trois types de flexibilité de la portée d'accréditation pour les organes d'essai. Alors que, pour le type A, l'accréditation repose sur des méthodes d'essai définies et fixes, pour le type B, les méthodes définies peuvent être modifiées. Le type C est une accréditation basée sur des technologies et des principes de mesure définis et permet au laboratoire d'essai d'introduire, sans évaluation préalable du Service d'accréditation suisse (SAS), de nouvelles techniques dans le champ de compétences de l'accréditation. Le service d'essai STS 0028 est accrédité selon le type C. Le champ de compétences détaillé figure dans la liste officielle des STS publiée par le SAS (sous www.sas.admin.ch/sas/fr/home).

La première accréditation d'un organe d'essai au sein de la Section Chimie nucléaire date déjà de 1993. Depuis, nous mettons notre compétence à la disposition de divers partenaires nationaux et internationaux. Le service d'essai a été développé en continu. Les méthodes et l'éventail des tests ont été adaptés et étendus en permanence afin d'intégrer et d'appliquer de nouvelles technologies orientées vers l'avenir. Ainsi, dans le domaine de la radioanalyse et de l'analyse inorganique, les méthodes d'essai par spectrométrie de masse notamment sont désormais bien établies, ce qui a permis d'accroître considérablement leur efficacité : il y a 20 ans, il nous fallait quatre à cinq semaines pour déterminer l'uranium dans dix eaux minérales avec les méthodes classiques de séparation radio-

Missions internationales

- 1 1997 Bosnie-Herzégovine.** Traitement de l'eau (OSCE)
- 2 2001 Bosnie-Herzégovine.** Contamination DU (PNUE)
- 3 2001 Serbie et Monténégro.** Contamination DU (PNUE)
- 4 1999-2001 Albanie.** Destruction de déchets toxiques (OTAN)
- 2004 Albanie.** Analyse d'armes chimiques (CPSI/DFAE)
- 5 1999 Albanie.** Analyse de l'eau potable (CSA)
- 6 1999-2000 Kosovo.** Contamination DU (PNUE)
- 7 1998 Kosovo.** Analyse de l'eau potable (CSA)
- 8 2000 Roumanie.** Contamination au cyanure (PNUE/OCHA)
- 9 2000 Roumanie.** Analyse environnementale (PNUE/OCHA)
- 2017 Bulgarie.** Procédures d'échantillonnage de l'eau et des sédiments
- 10 2009 Gaza.** Analyse environnementale (PNUE)
- 11 2000 Palestine.** Analyse de l'eau (PNUE)
- 12 2006-2007 Liban.** Utilisation du DU-Munitions (PNUE)
- 2020 Liban.** Provision of assistance in radiation-related matters following explosion in Beirut (AIEA)
- 13 1999 Jordanie.** Formation des inspecteurs irakiens (UNMOVIC)
- 2004 Jordanie.** Formation des inspecteurs irakiens (PNUE)
- 2018 Jordanie.** Formation sur l'évaluation des ressources en eau basée sur les isotopes environnementaux (AIEA)
- 14 2013 Syrie.** Monitoring destruction d'armes chimiques (PNUE)
- 15 1991-1999 Irak.** Utilisation d'armes biologiques (UNSCOM)
- 16 1984 Irak.** Utilisation d'armes chimiques (ONU)
- 1991-1999 Irak.** Utilisation d'armes chimiques et désarmement (UNSCOM)
- 17 2003-2006 Irak.** Contamination DU (PNUE)
- 18 2018 Irak.** Évaluation du site contaminé





chimique et par la séparation de l'uranium de l'éluat pur sur une plaque d'acier pour la spectrométrie alpha. Aujourd'hui, les mêmes analyses peuvent être effectuées en moins de 2 heures. Une étape importante a été marquée par le regroupement des services d'essai, actifs jusqu'en 2016, STS 028 (Service d'essai pour la détermination des concentrations de radionucléides) et STS 101 (Service d'essai pour la détermination d'éléments principaux et d'éléments traces dans des échantillons environnementaux) dans le STS 0028 actuel (Service d'essai pour la détermination des concentrations de radionucléides et d'éléments). Ce regroupement a été réalisé pour des raisons d'efficacité et en tenant compte des technologies appliquées.

Le STS 0028 est l'un des rares organes d'essai en Suisse qui est également accrédité pour le prélèvement d'échantillons. Ces exigences sont devenues de plus en plus strictes ces dernières années – cela est justifié et important d'un point de vue technique : un échantillonnage correct est essentiel pour que des conclusions fiables, significatives et statistiquement admissibles puissent être tirées dans le cadre de problématiques environnementales, d'assainissements, etc. La capacité de l'organe d'essai à prélever correctement des échantillons est également capitale pour assurer la maîtrise d'un événement radiologique. Aujourd'hui, les résultats des échantillons de denrées alimentaires et de produits de fourrage peuvent être préparés et mis à la disposition des autorités compétentes en quelques heures – et non plus après plusieurs jours ou semaines. De même, en cas de pollution environnementale par des métaux lourds ou d'autres substances, les autorités peuvent réagir rapidement et revoir ou étendre les mesures déjà prises.

Toutefois, ces nouveaux développements ont un coût : la norme ou l'autorité d'accréditation impose des exigences très complètes en matière de moyens de mesure et d'organisation du service d'essai. Aujourd'hui, le STS 0028 travaille sur la base de 113 prescriptions spécifiques et de 34 prescriptions et di-

rectives d'ordre supérieur dans le cadre du système de gestion de la qualité du Laboratoire Spiez. Les technologies sont toutes basées sur des équipements électroniques et informatiques haut de gamme hautement spécialisés. L'intégration de nouvelles technologies d'analyse implique généralement un investissement important pour le service d'essai. La section met aussi régulièrement des experts techniques à la disposition du SAS et est représentée au sein du comité sectoriel chimie de ce dernier.

Nous proposons les prestations du STS 0028 depuis plusieurs années, y compris dans un contexte international. La désignation du Laboratoire Spiez en tant que collaborating center de l'AIEA repose pour une part essentielle sur les prestations du service d'essai. Nous traitons régulièrement des projets complexes de l'AIEA qui nécessitent la précision technique du STS 0028. Ces dernières années, nous avons participé à des missions internationales, à des analyses et au développement des capacités (Capacity Buildings) à Fukushima, sur les îles Marshall (pour faire face aux retombées des essais nucléaires menés par le passé par les États-Unis), dans le Golfe du Mexique et au Liban.

En outre, nous jouons un rôle actif au sein du réseau de laboratoires de l'AIEA (ALMERA) et participons à des projets de coopération technique. La promotion des compétences des laboratoires participants, notamment en ce qui concerne les activités des laboratoires accrédités, est au cœur de cette démarche. Les laboratoires participant au réseau ont accès à des procédures d'essai normalisées pour la détermination de radio-isotopes spécifiques (p. ex. selon ISO/EN 17025). Avec un autre collaborating center, nous nous engageons pour le développement de telles méthodes d'essai. Sur la base de ces prestations, le Laboratoire Spiez a été à nouveau désigné collaborating center par l'AIEA en 2021 pour une seconde période allant jusqu'en 2025.

Outre l'AIEA, le programme environnemental de l'ONU (Programme des Nations Unies pour l'environnement, PNUE),

Le STS 0028 est l'un des rares organes d'essai en Suisse qui est également accrédité pour le prélèvement d'échantillons

est également un partenaire international important. Nous avons ainsi pu mettre à disposition des données factuelles sur la problématique liée aux munitions à l'uranium appauvri pour des régions comme les Balkans, mais aussi en Irak, au Koweït et au Liban. Dans ce cadre, nous avons réalisé chaque fois des évaluations complètes : de l'échantillonnage correctement effectué à la publication des résultats, en passant par l'analyse conforme aux normes en radiochimie et en chimie inorganique. En se fondant sur celles-ci, plusieurs États ont défini de nouvelles directives en matière de manipulation de ce type de munitions par leurs forces armées. Nous avons également utilisé l'expertise analytique du STS 0028 dans plus de 20 missions internationales du PNUE sur la pollution de l'environnement par les métaux lourds et d'autres substances, notamment dans le domaine de la qualité de l'eau potable. Dans l'ensemble, nous avons pu apporter une contribution importante à la clarification des dangers et à l'amélioration des conditions de vie dans les régions touchées.

Par le biais du STS 0028, le Laboratoire Spiez assume également un vaste éventail de tâches pour divers partenaires en Suisse. Au sein du Département fédéral de la défense, de la protection de la population et des sports (DDPS) auquel il est rattaché, il collabore étroitement avec le centre de compétences Sols d'armasuisse et le domaine Territoire et environnement du Secrétariat général du DDPS. Nous collectons régulièrement des échantillons et effectuons des analyses dans le cadre de projets de réaffectation ou de mise hors service de zones d'entraînement militaires. Nous assurons également des tâches de surveillance et des évaluations de contamination dans le domaine des places de tir et des installations militaires ; en outre, nous aidons l'armée à évaluer l'impact des nouveaux types de munitions sur l'environnement.

L'activité du STS 0028 est axée sur la détermination des radionucléides et de leur concentration dans des matériels d'échantillon de tous types. Le défi le plus important en matière de radioanalyse est représenté par la criminalisti-

que nucléaire, que nous avons développée en tant que laboratoire désigné au niveau national pour ce type d'analyses. Ici, la radioanalyse bas niveau (ultra low-level) est associée à des procédures de séparation complexes – le plus souvent fondées sur la spectrométrie de masse. L'objectif est de pouvoir déterminer du point de vue temporel, sur la base des rapports isotopiques, l'histoire d'une matière nucléaire spécifique (p. ex. l'uranium) depuis son origine (détermination du site d'extraction) jusqu'à l'histoire de son retraitement. Les trois principaux instituts de l'organisation de prélèvement et de mesure (OM) en cas d'augmentation de la radioactivité sont l'Institut Paul Scherrer (PSI), l'Institut de radiophysique appliquée (IRA) de Lausanne et le Laboratoire Spiez avec le STS 0028. Spiez dispose clairement de la capacité de mesure et d'analyses de nature diverse la plus élevée, d'autant que, en cas d'événement, la formation de laboratoire militaire (laboratoire de défense NBC 1) peut être appelée en renfort auprès du service d'assistance. Les quelque 60 spécialistes A du laboratoire de défense NBC 1 sont formés par la Section Chimie nucléaire aux analyses de routine requises dans ce cas, sur la base des procédures d'essai accréditées. Du personnel de l'armée peut être engagé à cet effet au Laboratoire Spiez et dans une installation militaire opérationnelle en permanence. La Suisse dispose ainsi de résultats d'essais accrédités dans toutes les phases d'un événement.

Pour toutes les méthodes d'analyse, un principe central a toujours été appliqué à la Section Chimie nucléaire et, de manière générale, au Laboratoire Spiez : la clé de la confiance, de la transparence et de la comparabilité réside dans la compétence technique, associée à une accréditation axée sur la pratique. À cet égard, la direction du STS 0028 a acquis un haut niveau de compétence au fil des ans. Nous continuerons à développer le STS 0028 dans les années à venir afin de pouvoir continuer à offrir nos prestations à nos partenaires nationaux et internationaux au plus haut niveau.

Le défi le plus important en matière de radioanalyse est représenté par la criminalistique nucléaire

04 Convention sur les armes chimiques: nouvelles tâches pour le Laboratoire Spiez

À la suite de l'emploi d'agents innervants de la classe Novitchok, ces produits ont été inscrits sur le Tableau 1 de la Convention sur les armes chimiques (CAC). Dans celui-ci figurent les produits chimiques qui ont été mis au point, fabriqués, stockés ou employés en tant qu'armes chimiques. Cet ajout au Tableau 1 a des conséquences pour l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC), les États membres et les institutions concernées. Le Laboratoire Spiez doit ainsi faire face à toute une série de nouvelles tâches et de nouveaux défis. Dans ce cadre, plusieurs projets de recherche et de développement ont été lancés.

Christophe Curty
Beat Schmidt

Le 4 mars 2018, l'ex-agent double russe Sergueï Skripal et sa fille Ioulia ont été retrouvés inconscients sur un banc public à Salisbury, en Angleterre. Tous deux ont souffert d'un empoisonnement grave. Les résultats de l'enquête menée par les autorités britanniques

ont renforcé le soupçon d'une attaque ciblée contre les victimes. Selon les analyses d'un laboratoire britannique, les Skripal ainsi qu'un policier qui avait participé à l'enquête au domicile de Sergueï Skripal ont été exposés à un agent innervant de la classe Novitchok. Deux autres personnes sont également entrées en contact par la suite avec ce même neurotoxique, dans la ville voisine d'Amesbury, après avoir touché ce qu'elles pensaient être un flacon de parfum. L'une d'elles est décédée à

l'OIAC définit l'empoisonnement délibéré d'une personne au moyen d'un nerfin comme un emploi d'armes chimiques



- 1 العربية
- 2 中文
- 3 English
- 4 Français
- 5 Русский
- 6 Español



Conference of the States Parties
to the Chemical Weapons Convention

l'hôpital quelques jours plus tard. Les Skripal, le policier et l'autre victime ont survécu à l'empoisonnement.

L'OIAC a confirmé par la suite les résultats du laboratoire britannique : les Skripal, le policier et les deux autres personnes exposées accidentellement avaient bien été empoisonnées par un agent innervant de la classe Novitchock.

Les agents chimiques de type Novitchock auraient été développés entre le début des années 70 et les années 90 dans l'ex-Union soviétique dans le cadre du programme Foliant au GosNIIOKhT (Institut de recherches d'État pour la chimie organique et la technologie) de Moscou¹. Le chimiste russe Vil Mirzaïanov, qui avait participé au programme soviétique, a révélé l'existence de ces substances et leur toxicité élevée dans un livre paru en 2008².

La Convention sur les armes chimiques (CAC), signée par 193 États, est un traité de droit international contraignant visant à prohiber les armes chimiques au niveau mondial. Elle interdit la mise au point, la fabrication, le stockage et l'emploi des armes chimiques. La CAC énumère en annexe les produits chimiques toxiques. Le Tableau 1 revêt une importance particulière à cet égard. Y figurent les produits chimiques qui ont été mis au point, fabriqués, stockés ou employés en tant qu'armes chimiques. Les agents chimiques de la classe Novitchock ne figuraient pas sur cette liste jusqu'à récemment, car ils n'avaient jamais été officiellement déclarés par l'Union soviétique ni, par la suite, par la Russie. Par ailleurs, jusqu'à l'attentat contre les Skripal, peu d'informations étaient accessibles sur ces nouveaux agents innervants. Ce thème n'a pas non plus fait l'objet de débats publics : la crainte d'une prolifération et que de tels agents innervants puissent être disséminés et utilisés en tant qu'arme terroriste était bien trop grande.





Après l'attentat contre les Skripal, cette retenue est devenue impossible. Car, même si les agents de la classe Novitchock n'étaient pas listés dans le Tableau 1 de la CAC, l'OIAC définit l'empoisonnement délibéré d'une personne au moyen d'un nervin comme un emploi d'armes chimiques. Dans ses conclusions, l'OIAC a donc estimé que l'incident était une violation de la CAC. Plusieurs pays ont accusé depuis les services secrets russes d'être à l'origine de l'empoisonnement (en employant le neurotoxique initialement mis au point par l'Union soviétique selon Vil Mirzayanov). Moscou a nié toute implication.

Le Canada, les Pays-Bas et les États-Unis ont présenté en octobre 2018 une proposition visant à inscrire deux familles de ces agents innervants au Tableau 1 de la CAC. La Russie, de son côté, a ensuite soumis sa propre proposition visant à interdire trois autres familles de toxiques chimiques qui avaient, selon elle, été développées par les États-Unis. Selon l'OIAC cependant, une des familles de produits proposées par la Russie ne remplissait pas les critères pour intégrer la liste. Les représentants des deux camps sont finalement arrivés à un compromis après de longues négociations. Le 27 novembre 2019, la Conférence des états parties a répondu à ces deux propositions en ajoutant quatre familles de substances au Tableau 1 de la Convention sur les armes chimiques. Cette décision a marqué la première mise à jour majeure de l'annexe sur les produits chimiques depuis l'entrée en vigueur de la CAC en 1997.

Cette décision politique a des conséquences pour l'OIAC et les États membres. Celle-ci a informé tous les pays membres par lettre en décembre 2019 que les modifications apportées au Tableau 1 de la CAC devaient être transpo-

La Suisse a intégré un texte du CAC révisé au recueil des lois et adapté en conséquence l'ordonnance sur le contrôle des produits chimiques

(1) Jonathan B. Tucker, *The Future of Chemical Weapons*, *The New Atlantis*, No. 26 (Fall 2009/Winter 2010), pages 3-29.

(2) Vil S. Mirzayanov, *State Secrets: An Insider's Chronicle of the Russian Chemical Weapons Program*, *Outskirts Press*; 22.12.2008. voir également Fedorov, Lev and Vil Mirzayanov, *Poisoned Politics*, *Moskovskiye Novosti weekly (newspaper)*, No. 39 (1992) page 22.

Des détecteurs suffisamment sensibles doivent être mis au point pour détecter de manière fiable les produits chimiques nouvellement répertoriés

sées dans le droit national d'ici au 7 juin 2020. La Suisse a pris les mesures nécessaires dans les délais utiles : La Suisse a intégré les changements apportés à la CAC au recueil des lois et adapté en conséquence l'ordonnance sur le contrôle des produits chimiques. En outre, les entreprises industrielles concernées ont été avisées de ces adaptations. Le Laboratoire Spiez a déjà pris en compte les nouvelles conditions dans la déclaration de la Suisse début 2020. Cela a amené l'OIAC à dépêcher une équipe internationale d'inspecteurs en décembre 2020 pour contrôler l'installation du Laboratoire Spiez qui avait été signalée à l'OIAC – avec des résultats sans faille.

L'extension du Tableau 1 de la CAC a également des conséquences importantes sur le plan technique pour l'OIAC, les États parties et les institutions concernées. En conséquence, le Laboratoire Spiez doit également faire face à toute une série de nouvelles tâches et de nouveaux défis : les connaissances sur les nouveaux produits chimiques répertoriés comme armes chimiques doivent être approfondies et étendues. À cet effet, plusieurs projets de recherche et de développement ont déjà été lancés en 2020.

Le Laboratoire Spiez doit être en mesure de préparer les nouveaux produits chimiques du Tableau 1 et les composés apparentés à des fins de recherche, d'essai et de formation. Il est évident que les méthodes de production et de purification de ces produits chimiques ne sont généralement pas connues ; le Laboratoire Spiez doit les développer lui-même. Cela se fait dans le cadre des activités autorisées par la CAC et sous le contrôle de l'OIAC, les quantités produites étant par conséquent faibles.

En tant que laboratoire désigné par l'OIAC, le Laboratoire Spiez doit également être en mesure de procéder à

l'analyse d'échantillons suspectés de contenir les nouveaux produits chimiques du Tableau 1. Il doit être possible d'isoler les substances chimiques mentionnées de tous les types d'échantillons environnementaux et matériels sous forme solide, liquide ou gazeuse, ainsi que des échantillons biomédicaux, et ensuite de les détecter et de les identifier. Cela implique non seulement la détection de l'agent chimique destinée à être utilisée dans sa forme pure comme arme C, mais aussi de ses précurseurs servant à sa fabrication, ainsi que de ses produits de dégradation qui, contrairement à l'agent de combat intact, sont encore détectables un certain temps après l'engagement d'une telle arme.

Des problèmes se posent également dans le domaine des tâches liées à la détection et à la décontamination : en raison de leur faible volatilité, des capteurs suffisamment sensibles doivent être développés pour les substances chimiques nouvellement répertoriées afin de les détecter de manière fiable. Le Laboratoire Spiez analyse par conséquent si, et avec quel niveau de sensibilité, les produits chimiques sont identifiés par les appareils de détection actuellement utilisés par l'armée et d'autres organisations d'intervention. Une autre tâche doit être assurée en parallèle dans le domaine de la décontamination : pour la protection du personnel, il est essentiel que la Suisse se dote de moyens et de méthodes de décontamination permettant la neutralisation des nouveaux produits chimiques. Ces connaissances doivent être développées par le Laboratoire Spiez et mises ensuite à la disposition des partenaires. De même, le Laboratoire Spiez doit être en mesure d'effectuer en toute sécurité des tests sur d'autres systèmes de protection NBC pour vérifier leurs performances par rapport aux nouveaux produits chimiques. Cela implique, entre autres, des équipements

de protection individuelle tels que des gants, des tenues de protection et des masques.

Tous ces travaux de base sur la synthèse et l'analyse des agents chimiques ajoutés à la liste 1 et des composés apparentés, visant à tester des appareils de détection, des moyens de décontamination et des équipements de protection, revêtent une importance capitale pour la sécurité du pays. Il en va non seulement de la protection des militaires, mais également de celle des forces d'intervention et de l'ensemble de la population, par exemple en cas d'attentat terroriste.

Avec cette première mise à jour du Tableau 1 de la CAC, la communauté internationale a démontré qu'elle reste capable d'agir face à de nouveaux défis grâce à une volonté politique commune. La problématique liée aux armes chimiques reste malgré tout à l'ordre du jour international : l'opposant politique russe bien connu Alexeï Navalny a été hospitalisé le 20 août 2020 à Omsk, quand l'avion qui l'amenait de Sibérie à Moscou a dû atterrir en urgence en raison de la dégradation subite de son état de santé. Le 22 août 2020, il a été transporté à l'hôpital de la Charité à Berlin. Les analyses d'échantillons sanguins dans les laboratoires désignés par l'OIAC ont clairement montré qu'Alexeï Navalny avait été en contact avec un agent innervant de la classe Novitchok - l'attentat commis contre les Skripal deux années plus tôt n'est donc pas un cas isolé.

La communauté internationale reste confrontée à un défi : l'usage d'armes

chimiques constitue une violation du droit international et est interdit à toutes les parties prenantes, en tout temps et en toutes circonstances. Comme dans le cadre de l'attentat contre les Skripal, la Suisse a condamné avec la plus grande fermeté, à l'instar d'autres pays, la nouvelle utilisation d'une arme chimique dans le cas Navalny et appelé la Russie à mener rapidement une enquête complète avec la participation indépendante de l'OIAC.

Le cas Navalny montre cependant également les défis techniques et scientifiques qui se posent avec les nouveaux agents de combat de la classe Novitchok : la structure chimique exacte de la substance utilisée n'a pas été révélée jusqu'ici ; selon l'OIAC, il ne s'agit toutefois pas d'un produit chimique des nouvelles familles du Tableau 1. La question de savoir si le Tableau 1 de la CAC doit être une nouvelle fois adapté est ouverte. Les prochaines réunions officielles de l'OIAC devraient être fortement marquées par des discussions sur les mesures à prendre après le cas Navalny. Les tâches liées à la mise en œuvre et au développement de la CAC devraient occuper encore pour un moment la communauté internationale, y compris la Suisse.

L'usage d'armes chimiques constitue une violation du droit international et est interdit à toutes les parties prenantes, en tout temps et en toutes circonstances



05

Systemes d'hydratation pour l'armée et les forces d'intervention

Le Laboratoire Spiez a développé, testé et optimisé une méthode sûre et fiable pour évaluer la résistance des systèmes d'hydratation face aux agents chimiques de combat. Cela a permis de jeter les bases pour l'acquisition d'un élément important du système modulaire d'habillement et d'équipement de l'armée.

Christian Gloor
Peter Siegenthaler

Les dangers auxquels sont exposés les soldats et les autres forces d'intervention sont de plus en plus diversifiés. En

conséquence, les exigences relatives au matériel de protection évoluent constamment. Les agents NRBC¹ re-



présentent un défi particulier, car ils peuvent avoir un impact majeur même en très petites quantités. Des progrès importants ont été réalisés ces dernières années dans le développement d'équipement de protection NRBC. En combinaison avec l'évolution des besoins des forces d'intervention, cela a donné lieu à de nouveaux programmes d'acquisition, également pour l'armée suisse : les projets Système modulaire d'habillement et d'équipement (MBAS) et Renouvellement des équipements de protection individuelle NRBC s'inscrivent notamment dans ce contexte.

Ces projets prévoient entre autres l'introduction d'un système d'hydratation qui permettra aux soldats de transporter de plus grandes quantités de liquide, par exemple sur leur dos, et de boire pendant les opérations tout en portant un masque de protection. Cependant, les systèmes d'hydratation disponibles dans le commerce et prévus pour les activités de loisirs ne sont pas adaptés à une utilisation dans une zone contaminée, car ils ne disposent pas de protection contre les agents de combat. Or, toute lacune dans le système global de protection met sérieusement en danger la santé des soldats, puisque

le contact avec des agents chimiques de combat, même en quantité infime, peut avoir des conséquences graves, voire fatales. En outre, lorsqu'ils sont ingérés par le biais de la nourriture ou de la boisson, les agents de combat causent généralement des dommages particulièrement importants. Les forces d'intervention qui y sont exposées ont donc besoin de systèmes d'hydratation à sécurité NRBC spécialement conçus pour elles.

Considérations pour le déroulement des essais

L'essai des matériaux de protection NRBC est l'une de nos tâches principales. Grâce à notre participation régulière au groupe d'experts en protection physique (Physical Protection Panel) de l'OTAN, nous avons accès à la norme sur les exigences et les essais des systèmes d'hydratation résistants aux agents NRBC en cours d'élaboration auprès de cette organisation (AEP²-4810 : On-The-Move CBRN Proof Hydration System). En vue de l'acquisition

▲ Manipulation des systèmes d'hydratation sous protection C complète

(1) NRBC : nucléaire, radiologique, biologique, chimique

(2) Allied Engineering Publication

Les normes de l'OTAN comportent généralement une valeur obligatoire et une valeur souhaitable pour les paramètres d'essai, qui peuvent être très différentes les unes des autres

d'un tel système, nous avons développé en 2020, sur mandat d'armasuisse, une méthode permettant de tester sa résistance aux agents chimiques de combat.

Le développement d'une nouvelle méthode pour tester les équipements de protection NRBC nécessite une planification précise. Dans le cas présent, les indications à ce sujet sont rares, car peu de méthodes comparables ont été développées à ce jour. Nous avons donc dû élaborer notre propre méthodologie sur la base du projet AEP-4810. Il a fallu tenir compte des normes élevées en matière de sécurité des personnes et de l'environnement et concevoir des essais proches de la réalité afin que les résultats soient également significatifs pour une utilisation lors d'un engagement. Un tel essai requiert l'expérience de différents groupes du Laboratoire Spiez : le groupe chargé de la sécurité chimique a fourni les informations de base essentielles. Le groupe Essais des matériaux a apporté son expérience dans la mise en œuvre des procédures d'essai de résistance chimique et le groupe Chimie analytique les compétences nécessaires à l'analyse des échantillons d'eau potable.

Les normes de l'OTAN comportent généralement une valeur obligatoire et une valeur souhaitable pour les paramètres d'essai, qui peuvent être très différentes les unes des autres. C'est pourquoi il a fallu commencer par déterminer ces paramètres, notamment la densité de charge de l'agent de combat sur la surface du système d'hydratation. A l'instar d'autres tests NRBC déjà établis pour la Suisse, la charge a été fixée à 10 g/m², ce qui correspond à la valeur pour tester les matériaux sur le plan de la perméation selon les procédures TOP³. Alors que l'ypérite (HD) est incontestablement considérée comme la norme pour les essais avec des vésicants, la question s'est posée pour les

neurotoxiques de savoir si l'essai devait être effectué avec du soman (GD) ou du sarin (GB). Un institut étranger a utilisé du sarin pour tester deux systèmes d'hydratation. Toutefois, le sarin ayant une volatilité beaucoup plus élevée que le soman, la majeure partie de la substance testée s'évapore pendant la durée du test (24 heures). Cela conduit à une diminution de la densité de charge et donc à un essai moins rigoureux. Pour les essais effectués au Laboratoire Spiez, on a donc opté pour le soman pour représenter les agents neurotoxiques.

Essais préliminaires pour l'analyse de l'eau potable

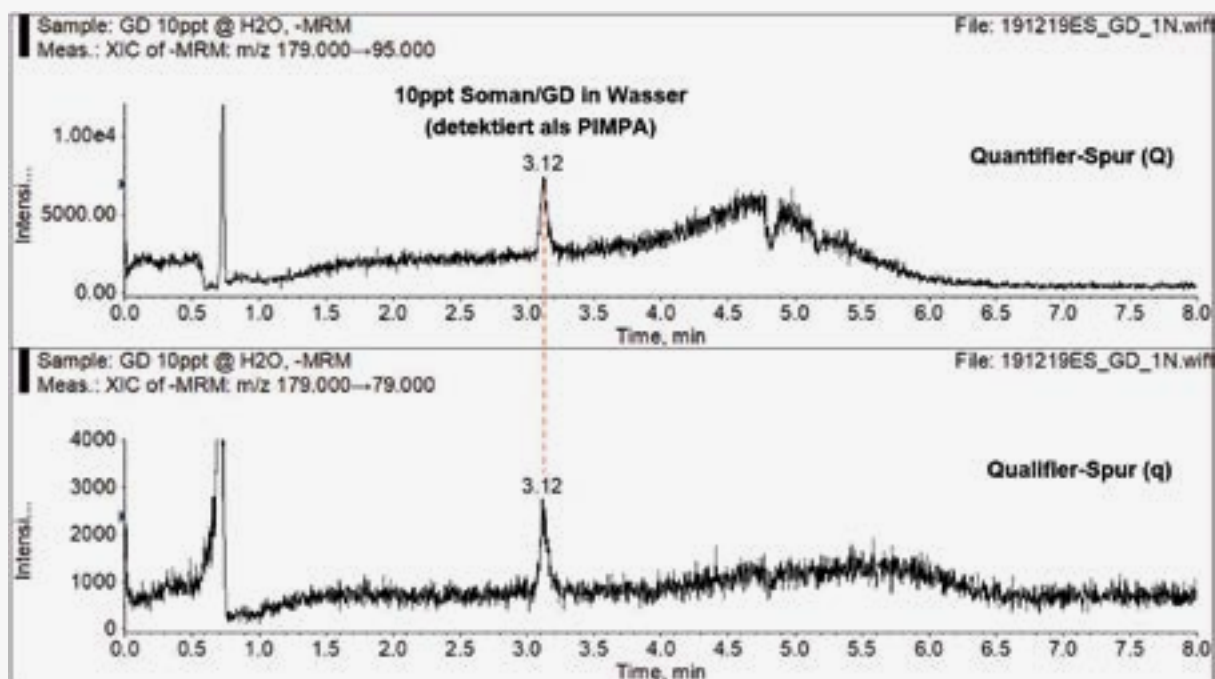
L'AEP-4810 décrit les exigences relatives aux concentrations maximales d'agents de combat pouvant pénétrer dans l'eau potable (ou dans tout autre liquide ingéré) par le biais du système d'hydratation. Comme elles sont naturellement très faibles, il faut des méthodes d'analyse très sensibles qui permettent de minimiser le nombre de manipulation des échantillons d'eau, afin de limiter les pertes potentielles d'analytes. En outre, les méthodes doivent être suffisamment sensibles pour détecter les agents de combat même en dessous des limites fixées par l'OTAN.

Les mesures d'échantillons de référence dilués, effectuées par le groupe Chimie analytique, ont montré que les agents de combat (HD et GD) présents dans les concentrations détectées s'hydrolysent complètement en une heure en produits de dégradation (TDG4 pour HD et PIMPA5 pour GD). Ainsi, ils peuvent être détectés par l'intermédiaire de ces derniers. En outre, il a été démontré que la chromatographie en phase liquide couplée à la spectro-

(3) Test Operations Procedures (USA)

(4) Thiodiglycol

(5) Pinacolyl methylphosphonate



métrie de masse en tandem (LC-MS/MS) est suffisamment sensible pour détecter les agents de combats utilisés ou leur produits de dégradation, de manière spécifique, bien en dessous des limites de l'AEP-4810.

Après avoir défini les paramètres et la méthode d'analyse et mis au point l'essai, il a fallu valider la méthodologie. Pour ce faire, trois systèmes d'hydratation d'une capacité de deux litres ont été entièrement remplis d'eau. La face avant de chaque poche, y compris le tuyau, a été recouverte de gouttes de HD ou de GD selon un schéma défini, de manière à obtenir une densité de charge de 10 g/m². Cela correspond à une quantité d'agent de combat d'environ 1 g par poche d'eau. Le troisième système d'hydratation a servi d'échantillon témoin. Après la contamination, les systèmes d'hydratation ont été déposés dans une sorbonne et les poches ont été vidées par le tuyau après 24 heures.

Les premiers 40 ml, qui correspondent approximativement au contenu du tuyau, ont été collectés séparément afin de pouvoir se prononcer également sur la résistance du tuyau. Ensuite, les échantillons du tuyau et le contenu restant de la poche ont été examinés afin de détecter la présence des substances testées. Leurs concentrations ont été déterminées en mesurant les solutions de référence. L'analyse a montré que l'eau du tuyau présentait des concentrations des substances testées plus élevées que l'eau des différentes poches.

Résultats de l'essai

L'essai a permis de valider la procédure développée précédemment pour tester la résistance chimique. Il a également mis en évidence les points d'optimisation qui pourront être adaptés

Exemple de chromatogramme LC-MS/MS du soman. Signal de détection de 10 ppt (correspond à 10 ng/L) de soman dans l'eau.

pour les commandes d'essai ultérieures. On a constaté par exemple que lorsque les poches sont remplies à ras bord, le soman s'écoule sur la surface

bombée en raison de sa faible viscosité et s'accumule dans le joint de soudure. Par conséquent, il convient de réduire la quantité de liquide dans la poche pour limiter l'écoulement de l'agent de combat.

En outre, il a été constaté que la valve de sortie présente un risque potentiel de contamination au moment de vider la poche. Ceci est particulièrement vrai pour les essais avec du soman, car les vapeurs de cet agent peuvent s'accumuler au niveau de la valve de sortie. Par conséquent, l'une des étapes les plus critiques de la manipulation du système d'hydratation est le moment où la poche est vidée par le tuyau, car les analyses détecteront même les plus petites traces de dissémination potentielle de l'agent de combat.

Les essais permettent de tester les produits dont l'acquisition est envisagée non seulement pour leurs propriétés matérielles, mais aussi pour leur résistance intégrale aux vésicants et aux neurotoxiques. En outre, le développement de ces essais nous permettra d'étendre et de sécuriser notre expertise spécialisée – comme base pour de nouvelles consultations au profit des forces d'intervention concernées.



Système d'hydratation chargé de HD. Il se compose d'une poche, d'un tuyau et d'un adaptateur de masque (non représenté ici). Tous les éléments sont testés.

6 Publications



Section Chimie nucléaire

J. A. Corcho Alvarado, H. Sahli, S. Röllin, C. von Gunten, R. Gosteli, J. Ossola, M. Staufer
Validation of a radiochemical method for the determination of ⁵⁵Fe and ⁶³Ni in water and steel samples from decommissioning activities

Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (2020) 326:455–463.

<https://doi.org/10.1007/s10967-020-07297-0>

Lino Valcarcel Rojas, José Araújo dos Santos Júnior, José A. Corcho Alvarado, Marvic Ortueta Milan, Stefan Röllin, Romilton Santos Amaral, Zahily Herrero Fernández, Josineide Marques do Nascimento Santos

Natural uranium isotopes and ²²⁶Ra in surface and groundwater from a basin of a semiarid region in Brazil

Journal of Radioanalytical and Nuclear Chemistry (2020) 326, 1081–1089.

<https://doi.org/10.1007/s10967-020-07393-1>

Kiattipong Kamdee, José A. Corcho Alvarado, O. Occarach, Vanachawan Hunyek, A. Wongsit, C. Saengkorakot, P. Chanruang, C. Polee, S. Khaweerat, Ioannis Matiatos, Takuya Matsumoto

Application of isotope techniques to study groundwater resources in the unconsolidated aquifers along the Ping River (Thailand)

Isotopes in Environmental and Health Studies.

<https://doi.org/10.1080/10256016.2020.1739672>

Jasquelin Peña, Marietta Straub, Virginie Flury, Eymerick Loup, José Corcho, Philipp Steinmann, François Bochud, Pascal Froidevaux

Origin and stability of uranium accumulation-layers in an Alpine histosol

Science of the Total Environment 727 (2020) 138368.

<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138368>

Misael Díaz Asencio, Maickel Armenteros, José A. Corcho Alvarado, Ana Carolina Ruiz Fernández, Joan Albert Sanchez Cabeza, Adrian Martínez Suárez, Stefan Röllin, Vladislav Carnero-Bravo

Coastal accretion and sea-level rise in the Cuban Archipelago obtained from sedimentary records

The Holocene. 2020;30(9):1233–1242.

<https://doi.org/10.1177%2F0959683620919981>

Lino Valcarcel Rojas, José Araujo Santos Junior, José A. Corcho Alvarado, Romilton Santos Amaral, Stefan Röllin, Marvic Ortueta Milan, Zahily Herrero Fernández, Kennedy Francis, Marianna Cavalcanti, Josineide N. M. Santos

Quality and management status of the drinking water supplies in a semiarid region of Northeastern Brazil

J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng. 2020;55(10):1247–1256.

<https://doi.org/10.1080/10934529.2020.1782668>

Misael Díaz Asencio, Joan Albert Sanchez Cabeza, Ana Carolina Ruiz Fernández, José A. Corcho Alvarado, Libia Hascibe Pérez Bernal

Calibration and use of well-type germanium detectors for low-level gamma-ray spectrometry of sediments using a semi-empirical method

Journal of Environmental Radioactivity, Volume 225, December 2020, 106385.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2020.106385>

José Corcho, Hans Sahli

Validierung der Methode zur Bestimmung von Fe-55 und Ni-63 in Wasser und Stahl

LN 2020-01 CORJ

Publications

Regula Gosteli

Vergleich zweier Probenvorbereitungs-Verfahren für Umweltproben für das BAG URA-Programm

LN 2020-01 GOSR

Regula Gosteli

Optimierung der Extraktion und Probenaufarbeitung von Boden-, Milch- und Grasproben für die Strontium-Analytik (L 028 076)

LN 2020-02 GOSR

Fabian Hauenstein

Flugerfahrungen mit dem NuEM Drones-G

LN 2020-01 HFA

Fabian Hauenstein

Drohnenflug Vergleichsmessung ARM20

LN 2020-02 HFA

Adam Kimak

Determination of carbon enhancement effect on a broad scale of elements (NUC-20-303)

LN 2020-01 ADK

Adam Kimak

Neodymium targeted Lanthanide separation using ion chromatography (NUC-20-404)

LN 2020-02 ADK

Adam Kimak

Chemical Forensic – pilot study to investigate the potential of metal analysis in organic solvents

LN 2020-03 ADK

Nina Mosimann

Bestimmung der Positionierunsicherheit bei Ganzkörpermessungen

LN 2020-01 SNIN

Nina Mosimann

Ursachensuche für die tendenzielle Unterschätzung der Aktivität in den In vivo-Ringversuchen 2015-19

LN 2020-02 SNIN

Jasmin Ossola

Validierung der Bestimmung der Standard Kationen mittels ICP-OES in Wasserproben

LN 2020-01 OSJA

Jasmin Ossola

Bestimmung der Verfahrensnachweisgrenze verschiedener Methoden in der AA

LN 2020-02 OSJA

Stefan Röllin, Hans Sahli, Lars Gnägi, José A Corcho Alvarado

Determination of Plutonium and Uranium Radionuclides in Glacier Ice Samples by MC-ICP-MS

CHIMIA International Journal for Chemistry, Volume 74, Number 12, December 2020, pp. 989-994(6).

<https://doi.org/10.2533/chimia.2020.989>

V. Putyrskaya, E. Klemt, S. Röllin, José A. Corcho Alvarado, H. Sahli

Dating of recent sediments from Lago Maggiore and Lago di Lugano (Switzerland/Italy) using ¹³⁷Cs and ²¹⁰Pb

Journal of Environmental Radioactivity 212 (2020) 106135.

<https://doi.org/10.1016/j.jenvrad.2019.106135>

Guillaume Jouvet, Stefan Röllin, Hans Sahli, José A. Corcho Alvarado, Lars Gnägi, Loris Compagno, Dominik Sidler, Margit Schwikowski, Andreas Bauder, Martin Funk

Dating the ice of Gauligletscher, Switzerland, based on surface radionuclide contamination and ice flow modeling

The Cryosphere.

<https://doi.org/10.5194/tc-2020-142>

Stefan Röllin

Validierung der Messung von Plutoniumisotopen in Boden- und Sedimentproben mit einem Sektorfeld ICP-MS (Element XR, Element 2)

LN 2020-01 ROF

Stefan Röllin

Validierung der Messung von Uranisotopen und Th-232 in Bodenproben mit einem Sektorfeld ICP-MS (Element XR, Element 2)

LN 2020-02 ROF

Hans Sahli

Validierung der Aufkonzentrierung von Cs-Isotopen aus Wasserproben zur Messung mittels Gamma-Spektrometrie

LN 2020-01 SAAH

Hans Sahli

Neugestaltung der Vorschriftenwelt im Bereich ICP-MS der Gruppe Radiochemie

LN 2020-02 SAHH

Hans Sahli

Validierung der Messung von Uran-Isotopen in Wasserproben mit ICP-MS

LN 2020-03 SAHH

Hans Sahli

Validierung der Messung von Plutonium-Isotopen in Wasserproben mit ICP-MS

LN 2020-04 SAHH

Marc Stauffer

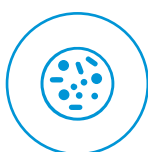
Ringversuchsergebnisse 2019 der Prüfstelle STS 0028

LN 2020-01 STM

Cedric von Gunten

Testing of BlueAct's Granulated Material for the expert group «Water, Sanitation and Hygiene» WASH of the Swiss Humanitarian Aid Unit SHA

LS 2020-11



Section Biologie

Joyce Odeke Akello, Stephen L. Leib, Olivier Engler, Christian Beuret

Evaluation of Viral RNA Recovery Methods in Vectors by Metagenomic Sequencing

Viruses 2020, 12(5), 562.

<https://doi.org/10.3390/v12050562>

Christian Beuret, Sandra Paniga, Sarah Ryter, Olivier Engler

Verifizierung des qualitativen Multiplex-Nukleinsäure-Assay für den Nachweis von Severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) mittels BioFire® FilmArray® Respiratory Panel 2.1

LN 2020-02 BCR/PS/RYS/ENO

Maximilian Brackmann, Christian Müller

Evaluationsbericht zur Beschaffung eines LC-IMS-MS/MS Systems

LN 2020-01 BM

Jennifer Mayor, Giulia Torriani, Sylvia Rothenberger, Olivier Engler

T-cell immunoglobulin and mucin (TIM) contributes to the infection of human airway epithelial cells by pseudotype viruses containing Hantaan virus glycoproteins

Virology. 2020 Apr; 543:54-62.

<https://doi.org/10.1016/j.virol.2020.02.002>

Johanna Signer, Hulda R. Jonsdottir, Werner C. Albrich, Marc Strasser, Roland Züst, Sarah Ryter, Rahel Ackermann-Gäumann, Nicole Lenz, Denise Siegrist, Andreas Suter, Roland Schoop, Olivier Engler

In vitro virucidal activity of Echinaforce®, an Echinacea purpurea preparation, against coronaviruses, including com-

mon cold coronavirus 229E and SARS-CoV-2

Virology. 2020 Sep 9;17(1):136.

<https://doi.org/10.1186/s12985-020-01401-2>

Author Correction: Virology. 2020 Nov 9;17(1):172.

<https://doi.org/10.1186/s12985-020-01439-2>

Daniel Brigger, Michael P. Horn, Luke F. Pennington, Abigail E. Powell, Denise Siegrist, Benjamin Weber, Olivier Engler, Vanja Piezzi, Lauro Damonti, Patricia Iseli, Christoph Hauser, Tanja K. Froehlich, Peter M. Villiger, Martin F. Bachmann, Stephen L. Leib, Pascal Bittel, Martin Fiedler, Carlo R. Largiadè, Jonas Marschall, Hanspeter Stalder, Peter S. Kim, Theodore S. Jardetzky, Alexander Eggel, Michael Nagler

Accuracy of serological testing for SARS-CoV-2 antibodies: First results of a large mixed-method evaluation study

Allergy. 2021 Mar;76(3):853-865.

<https://doi.org/10.1111/all.14608>

Daniel Kümmin, Monika Gsell Albert, Benjamin Weber, and Kathrin Summermatter

The Hitchhiker's Guide to Hydrogen Peroxide Fumigation, Part 1: Introduction to Hydrogen Peroxide Fumigation

Applied Biosafety, Vol. 25, No. 4.

<https://doi.org/10.1177/1535676020921007>

Daniel Kümmin, Monika Gsell Albert, Benjamin Weber, Kathrin Summermatter

The Hitchhiker's Guide to Hydrogen Peroxide Fumigation, Part 2: Verifying and Validating Hydrogen Peroxide Fumigation Cycles

Applied Biosafety, Vol. 26, No. 1.

<https://doi.org/10.1089/apb.21.921099>

Publications

Michel Bielecki, Roland Züst, Denise Siegrist, Daniele Meyerhofer, Giovanni Andrea Gerardo Cramer, Zeno Stanga, Andreas Stettbacher, Thomas Werner Buehrer, Jeremy Werner Deuel

Social Distancing Alters the Clinical Course of COVID-19 in Young Adults: A Comparative Cohort Study

Clin Infect Dis. 2021 Feb 16;72(4):598-603.

<https://doi.org/10.1093/cid/ciaa889>

Giovanni Andrea Gerardo Cramer, Michel Bielecki, Roland Züst, Thomas Werner Buehrer, Zeno Stanga, and Jeremy Werner Deuel

Reduced maximal aerobic capacity after COVID-19 in young adult recruits, Switzerland, May 2020

Euro Surveill. 2020 Sep 10; 25(36): 2001542.

<https://dx.doi.org/10.2807%2F1560-7917>

ES.2020.25.36.2001542



Section Chimie

Thomas Clare, Peter Siegenthaler, Andreas Schorer

Validierung des Gerstel TD 3.5+ / Agilent 7890B/5977B TD-GC-MSD/dFPD Systems (TD3-MSD7) im Modus für Thermo-desorption

LN 2020-04 CLA

Jean-Claude Dutoit

Formation des suppléants pour la préparation d'échantillons

LN 2020-03 DUT

Fausto Guidetti

Überprüfung von C-Nachweisgeräten - 2019

LN 2020-01 GIF

Fausto Guidetti

Messkampagne mit den Geräten GDA-P und GDA-FR der Firma Airsense

LN 2020-02 GIF

Fausto Guidetti

Messkampagne mit den Geräten RAID-M 100, RAID-XP, DE-tector und MM2 der Firma Bruker

LN 2020-03 GIF

Fausto Guidetti

Messkampagne mit dem Gerät GTD-S der Firma Oritest

LN 2020-04 GIF

Fausto Guidetti

Überprüfung von Detektiv-Sensoren

LN 2020-05 GIF

Fausto Guidetti

Überprüfung von C-Nachweisgeräten - 2020

LN 2020-06 GIF

Urs Meier

Marktübersicht für den möglichen Ersatz des bestehenden LC-SPE Systems der Gruppe Organische Analytik

LN 2020-01 MRU

Urs Meier

Untersuchung der Herstellung von Diisopropyl-Methylphosphonat, Thiodiglykol und Sarin durch Bestimmung der 2H/1H-Isotopenverhältnisse mittels Site-Specific Natural Isotope Fractionation - Nuclear Magnetic Resonance Spectroscopy (SNIF-NMR)

LN 2020-02 MRU

Benjamin Menzi

Herstellung und Anwendung von Alkylphosphonsäure-dibromide

LN 2020-01 MEN

Martin Schär, Marco Elmiger, Peter Siegenthaler

Validierung des LC-MS/MS Systems Agilent 1290 Infinity II / Sciex QTrap6500+

LN 2020-05 SCM

Martin Schär, Andreas Schorer, Peter Siegenthaler

Bestimmung der Addukte von Nervengiften an Butyrylcholinesterase in Blutplasma mit LC-MS/MS und LC-HRMS

LN 2020-06 SCM

Andreas Schorer, Silvan Glauser, Peter Siegenthaler

Bestimmung der Yperit-Metabolite Thiodiglykol (TDG) und Thiodiglykolsulfoxid (TDGO) in Urin mittels GC-MS/MS

LN 2020-03 ANDRS

Andreas Schorer, Martin Schär, Peter Siegenthaler

Fluoridreaktivierung von Nervengiften in Blutplasma und Bestimmung mittels GC-MS/MS

LN 2020-07 ANDRS

M. Kuitunen, J. C. Altamirano, P. Siegenthaler, T. H. Taure, V. M. A. Häkkinen, P. Vanninen

Derivatization and rapid GC-MS screening of chlorides relevant to the Chemical Weapons Convention in organic liquid samples.

Analytical Methods, 2020, 12, 2527-2535.

<https://doi.org/10.1039/D0AY00263A>



Section Systèmes de protection NRBCe

Beat Aebi

Chemische Gefährdung durch ausgewählte Lithium-Akkus

LS 2020-01

Beat Aebi

Mangel an Schutz- und Hygienemasken in der Covid-19 Krise. Wiederverwendung und Desinfektion von Einwegmasken: Zusammenfassung der Literatursuche

LN 2020-01 AEB

Reto Augsburgberger

Ausarbeitung einer Methode zur Messung der Kampfstoffbeständigkeit (Sarin)

LS 2020-08

Isabelle Feller

Hitzestress in ABC-Schutzkleidung: Die Entwicklung eines Messkonzeptes

LN 2020-01 FELI

Thomas Friedrich

Werkstoffprüfungen während SARS-CoV-2-Pandemie. Vorgehen und Erkenntnisse bei Schutzmasken-Prüfungen

LS 2020-06

Jean Schmitt, Lewis S. Jones, Elise A. Aeby, Christian Gloor, Berthold Moser, Jing Wang

Protection Level and Reusability of a Modified Full-Face Snorkel Mask as Alternative Personal Protective Equipment for Healthcare Workers during the COVID-19 Pandemic

Chem. Res. Toxicol. 2021, 34, 1, 110-118.

<https://doi.org/10.1021/acs.chemrestox.0c00371>

Christian Gloor, Peter Siegenthaler

CBRN Trinksysteme. Etablierung einer Prüfung auf chemische Beständigkeit von Trinksystemen

LS 2020-14

Christian Gloor, Reto Augsburgberger

Atemschutzmaske FM 53 von AVON. Prüfung einer Atemschutzmaske mit verschiedenen Luftzufuhr-Konfigurationen

LS 2020-13

Christian Gloor

Dichtigkeitsprüfungen von Schutzmasken Vergleichsmessungen zwischen PortaCount® und Helium-Prüfkammer

LN 2020-01 GLOC

Christian Gloor

Prüfungen zur Bestimmung der nach innen gerichteten Gesamtleckage von Atemschutzmasken. Ein praktischer Vergleich von Bewegungsabläufen verschiedener Normen und Standards

LN 2020-02 GLOC

Christian Gloor

Ad-hoc Methodik zur qualitativen Bestimmung der Filterleistung von Einweg-Atemschutzmasken mit einem Prüfkopf unter simulierter Atmung

LN 2020-03 GLOC

Christian Gloor

Zusammenarbeit mit dem ABC Abwehr Labor 1. Erfahrungen des Fachbereichs CBRNe-Schutzsysteme während des Assistenzdienstes Covid-19

LN 2020-04 GLOC

Publications

Christian Gloor

Steigende Nachfrage nach Beatmungsgeräten während der Covid-19 Pandemie. Dichtigkeitsprüfungen in Zusammenarbeit mit der Firma Hamilton Medical AG

LN 2020-05 GLOC

Markus Gurtner

Ersatzbeschaffung Gaschromatograf zu Sorptionsprüfapparatur (SOPRAN)

LN 2020-01 GM

Andreas F. Widmer, Gilles Richner

Proposal for a EN 149 acceptable reprocessing method for FFP2 respirators in times of severe shortage

Antimicrob Resist Infect Control 9, 88 (2020).

<https://doi.org/10.1186/s13756-020-00744-3>

Gilles Richner

Schutzanzug: Einfluss des Konfektions-sitzes auf die Schutzleistung von ABC-Schutzanzügen

LN 2020-01 GRIC

Gilles Richner, Christian Gloor

Mangel an Schutz- und Hygienemasken. Wiederverwendung von Einwegmasken durch Sterilisation oder Dekontamination

LN 2020-02 GRIC/GLOC

Gilles Richner, Luca Huwyler

Mangel an Schutz- und Hygienemasken. Alternative Masken- und Filtermaterialien

LN 2020-01 HUW/GRIC

Christoph Wirz, Thomas Friedrich, Reto Augsburger

Charakterisierung von Vliesstrukturen aus der Atemschutzmaske FFP2 von Paul Boyé mittels REM, PW-2020-0050

LS 2020-03

Christoph Wirz, Thomas Friedrich, Reto Augsburger

Charakterisierung von Vliesstrukturen aus der Atemschutzmasken FFP2 von 3M (AURA 1862+) von Uni Spital Basel mittels REM, PW-2020-0043

LS 2020-02

Christoph Wirz, Thomas Friedrich, Reto Augsburger

Charakterisierung von Vliesstrukturen aus drei verschiedenen Masken mittels Raster Elektronen Mikroskop (REM), PW-2020-0037

LN 2020-01 WIC

Andres Wittwer

Anwendbarkeit der Prüfmethode des Labor Spiez zur Partikelabscheideleistung von ABC-Schutzmasken und -filtern auch für die Prüfung von Filterhalbmasken und Hygienemasken

LN 2020-02 WITA

André Zahnd

Grundlagen Prüfverfahren STS 0055 - Druckstossprüfungen Numerische Simulation von Luftstößen in den beiden Stosswellenrohren der Prüfstation STS 0055 mit dem CFD-Programm Apollo Blastsimulator

LS 2020-07

André Zahnd

Modellierung und Simulation der im SHIELD-Test generierten Druckwelle

LS 2020-12

Unité Contrôle des armements NBC

Christoph Wirz

CTBTO Level 5 Radionuklid-detektion vom 23. Juni 2020

LN 2020-04 WIC

07 Domaines accrédités

Participation aux essais interlaboratoires organisés d'octobre 2019 à septembre 2020

Laboratoire	Nombre	Type et partenaires
STS 0019	0	Essais interlaboratoires internationaux de l'Organisation pour l'interdiction des armes chimiques (OIAC) dans le domaine des toxiques de combat, provenant d'échantillons prélevés dans l'environnement (OPCW Proficiency Tests).
STS 0022	1	Mesures comparatives sur des filtres HEPA 180 m ³ /h selon la norme EN 1822 et des procédures internes de type standard
STS 0028	7	<ul style="list-style-type: none"> - International Soil Exchange ISE – University of Wageningen - Potable water – Ielab - PT ALMERA – IAEA - PT Seawater RML – IAEA - PT IRA/BAG - Essai interlaboratoires Invivo – Bundesamt für Strahlenschutz D - PT TRIC - IAEA
STS 0036	7	<p>Série d'essais interlaboratoires organisée par le Kunststoffinstitut Lüdenscheid</p> <ul style="list-style-type: none"> - Analyse thermique DSC, température de fusion et enthalpie de fusion - Analyse thermique DSC, température de vitrification des élastomères - Analyse thermique DSC, température de vitrification des thermoplastiques - Analyse thermique TGA, teneur en charge - Propriétés de traction des thermoplastiques - Propriétés de traction des élastomères - Set de compression
STS 0054	1	SH1 SHARP WP7: B.anthraxis, Brucella spp., Burkholderia, Francisella spp., Yersinia.
	1	UNSGM EQAE UN3: Anthrax forensics
	1	Essai interlaboratoires INSTAND: PCR für B. anthracis, F. tularensis, C. burnetti, Brucella spp. und Borrelien (11.11.2019)
	1	Essai interlaboratoires INSTAND: PCR für B. anthracis, F. tularensis, C. burnetti, Brucella spp. und Borrelien (05.06.2020)
	1	RefBio EQAE1 Tox Rizin
	1	Essai interlaboratoires INSTAND FSMEV, sérologie
	1	Essai interlaboratoires QCMD: MERS-Coronavirus, PCR (non accrédité)
	1	WHO SARS-CoV-2, PCR
	3	Essai interlaboratoires FEPTU: E.coli et entérocoques
STS 0055	1	Mesure comparative informelle avec STS 0179 et STS 0667



EN VOITURE



1

Quittez l'autoroute à la sortie 'Spiez' et continuez en direction de Spiez.

2



A environ 100 m tournez à gauche devant la station-service BP et suivez le panneau jaune de direction 'ABC-Zentrum' sur la route qui longe l'autoroute.

3



Passez le tunnel sous l'autoroute.

4



Au bout d'env. 1.5 km tournez à gauche suivant toujours le panneau 'ABC-Zentrum'.

5

L'entrée du Laboratoire Spiez se trouve à environ 200 m sur la gauche.

Annoncez-vous à la réception du Laboratoire Spiez, à droite après l'entrée principale.



EN TRAIN



1

Prenez un billet pour 'Lattigen bei Spiez'. Il y a des trains directs de Berne.

2

Changement à Spiez pour le train régional en direction de Zweisimmen (premier arrêt après Spiez).



ATTENTION
Dans le train il faut appuyer le bouton 'Halten/Aussteigen'.

3



A la station de 'Lattigen bei Spiez', dirigez vous vers la gauche et suivez le panneau jaune 'ABC-Zentrum' (environ 10 minutes à pied).

4

L'entrée du Laboratoire Spiez se trouve à environ 200 m sur la gauche.

Annoncez-vous à la réception du Laboratoire Spiez, à droite après l'entrée principale.

