



## METAS en 2020

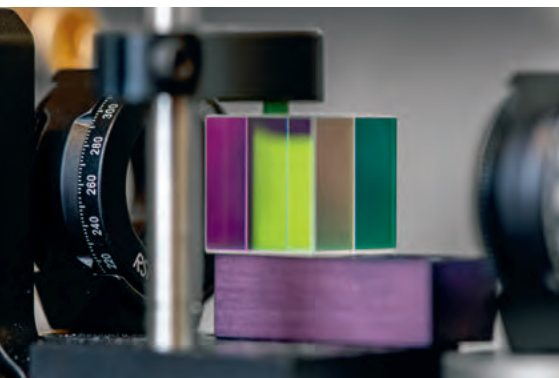


Image de couverture: Mesure des composants à fibres optiques (voir p. 18).

### Impressum

Le présent rapport a pour but de donner de manière compréhensible un aperçu des activités de METAS en 2020. D'autres informations peuvent être obtenues dans le Rapport de gestion de METAS, dans le Rapport annuel sur l'exécution de la loi sur la métrologie (tous deux publiés sur [www.metas.ch](http://www.metas.ch)), dans le Rapport sur le salaire des cadres (publié sur [www.epa.admin.ch](http://www.epa.admin.ch)) et dans le Rapport succinct du Conseil fédéral sur l'atteinte des objectifs stratégiques en 2020 (publié sur [www.efv.admin.ch](http://www.efv.admin.ch)).

### Éditeur

Institut fédéral de métrologie METAS  
Lindenweg 50, 3003 Berne-Wabern, Suisse  
Téléphone +41 58 387 01 11, [www.metas.ch](http://www.metas.ch)

### Droit d'auteur

Reproduction autorisée avec indication de la source;  
exemplaires justificatifs souhaités

### Finances

Les pages 26 à 27 de ce rapport contiennent des indications tirées des comptes annuels de METAS au 31 décembre 2020. Les comptes annuels 2020 de METAS et le rapport de l'organe de révision sont publiés à l'adresse suivante: [www.metas.ch](http://www.metas.ch).

### Langues

Le présent rapport est publié en allemand, français, italien et anglais.

### Édition

Mai 2021  
05.21 700 860488297

### Crédit photographique

METAS

### Mise en page

Casalini Werbeagentur AG, 3007 Berne  
[www.casalini.ch](http://www.casalini.ch)



# Sommaire

- 4 Avant-propos
- 6 Diriger METAS:  
le Conseil de l'Institut et la direction
- 8 Mesurer dans de nouvelles conditions:  
impact de la pandémie
- 10 Mesurer pour l'économie et la société:  
les tâches de METAS
- 12 Projets métrologiques:  
recherche et développement à METAS
- 14 La métrologie au service du développement de produits:  
projets de coopération avec l'industrie
- 16 La métrologie pour le secteur économique:  
contrôle indépendant des capteurs dans le domaine des techniques d'éclairage
- 18 Mesurer pour les télécommunications à fibres optiques:  
photonique/fibres optiques
- 20 Réglementation en métrologie:  
législation en vigueur
- 22 Mesurer par-delà les frontières:  
organisations internationales de métrologie
- 24 Diversité autour des mesures:  
METAS, un lieu de formation
- 26 Finances
- 28 Informer sur la métrologie:  
publications et exposés de METAS

# Changements à tous les niveaux



Les séances du Conseil de l'Institut ont généralement lieu à METAS, ce qui nous donne également l'occasion de visiter un laboratoire, d'observer le fonctionnement d'une place de mesure lors d'une séance, ou d'avoir un aperçu concret de l'avancement des travaux dans un projet de recherche. Toutefois, cela n'a pas été possible en 2020. Deux des séances ont pu se dérouler uniquement de manière virtuelle. Une séance a pu avoir lieu à METAS, mais seulement dans des conditions particulières: elle a dû se tenir dans une salle beaucoup trop grande pour le nombre de personnes présentes, afin qu'une distance suffisante puisse être maintenue entre les participants.

Il s'agit de changements minimes en comparaison avec d'autres effets de la pandémie de coronavirus. En même temps, ces changements montrent tout de même combien cette crise sanitaire a affecté les niveaux les plus divers de notre vie professionnelle, sans parler de notre vie privée. Des processus et des comportements considérés comme acquis n'étaient soudain plus possibles. La pandémie de coronavirus a également nécessité certaines adaptations et changements à METAS (voir p. 8). Malgré ces changements et ces mesures, l'exploitation de METAS a pu être maintenue grâce à l'engagement considérable des collaboratrices et collaborateurs de METAS, qui se sont rapidement adaptés en faisant preuve de flexibilité et en effectuant leur travail dans de nouvelles conditions. Au nom du Conseil de l'Institut, je tiens à tous les remercier pour leur flexibilité et leur engagement.

Matthias Kaiserswerth  
Président du Conseil de l'Institut



Cette crise sanitaire a affecté les niveaux les plus divers de notre vie professionnelle.



# Masques et adaptation aux exigences futures

Si quelqu'un avait dit, au début de l'année 2020, que nous nous déplacerions tous au sein de METAS avec des masques de protection, ou que le port de masques de protection deviendrait obligatoire dans les transports publics, il n'aurait probablement pas été pris au sérieux. Pourtant, cela fait partie de notre quotidien depuis déjà longtemps. Personne ne peut prédire exactement la manière dont la pandémie de coronavirus évoluera. Toutefois, cette situation nous a également rappelé qu'il est important de prendre, autant que possible, des dispositions à l'avance en vue de développements futurs.

L'année passée, outre les affaires quotidiennes, la direction s'est également occupée de manière intensive des changements et des modifications en cours à METAS. En effet, au cours des prochaines années, METAS sera confronté à certains défis: ainsi, la numérisation modifiera les prestations métrologiques. Outre les domaines physiques classiques, les références chimiques et biologiques prendront une importance croissante. De plus, il faudra tenir compte des formes actuelles de contact avec la clientèle ainsi que des nouvelles formes d'organisation et de travail. La direction a élaboré la vision METAS 2025, afin de répondre à ces exigences. Elle constitue le cadre d'un programme de changement et définit la direction dans laquelle METAS doit se développer. Les prochaines années seront donc consacrées à la mise en œuvre de la vision METAS 2025.

Philippe Richard  
Directeur



Au cours des prochaines années,  
METAS sera confronté à de nouveaux défis.



# Diriger METAS: le Conseil de l'Institut et la direction

*Le Conseil de l'Institut est l'organe suprême de METAS. Il répond de la direction entrepreneuriale. La gestion opérationnelle est assurée par la direction.*

Comme le stipulent les prescriptions légales, le Conseil de l'Institut se compose de cinq à sept membres qualifiés. Durant l'année sous revue, il était composé de sept membres: Matthias Kaiserswerth (président), Ursula Widmer (vice-présidente), le professeur Thierry Courvoisier, Tony Kaiser, la professeure Sonia Isabelle Seneviratne, Alessandra Curioni Fontecedro, René Lenggenhager.

Les tâches du Conseil de l'Institut sont définies par la loi sur l'Institut fédéral de métrologie (LIFM). Le Conseil de l'Institut adresse au Conseil fédéral les demandes d'indemnisation pour les prestations qui doivent être fournies par la Confédération et approuve le programme de recherche et de développement. Il surveille la direction et édicte l'ordonnance sur le personnel. Les membres du Conseil de l'Institut disposent d'une grande expérience en matière de direction, aussi bien sur le plan académique qu'entrepreneurial, ainsi que d'une expérience longue et variée de la recherche et du développement dans les sciences naturelles et la technique.

## Vision METAS 2025

L'une des tâches les plus importantes du Conseil de l'Institut est de définir, en accord avec la direction, l'orientation stratégique de METAS. À cet effet, il se réfère aux indications du Conseil fédéral qui figurent dans les objectifs stratégiques à suivre par METAS. Durant l'année sous revue, le Conseil de l'Institut s'est notamment penché sur la vision METAS 2025, élaborée par la direction, et l'a approuvée en novembre 2020.

La vision METAS 2025 constitue le cadre d'un programme de changement. Elle représente la réponse de METAS aux défis liés aux évolutions attendues dans les domaines importants les plus divers: dans le domaine de la métrologie, en ce qui concerne les attentes des groupes cibles, dans le domaine de la numérisation et dans d'autres domaines sociaux. Elle définit la direction dans laquelle METAS devra aller au cours des prochaines années.



Les membres du Conseil de l'Institut en 2020 de gauche à droite: Matthias Kaiserswerth (président), le professeur Thierry J.-L. Courvoisier, Tony Kaiser; Ursula Widmer, la professeure Sonia I. Seneviratne, Alessandra Curioni-Fontecedro, René Lenggenhager.

### Gestion opérationnelle

La direction assure la gestion opérationnelle de METAS. Elle représente l'Institut auprès des tiers. Elle est composée de quatre membres: le directeur, Philippe Richard, le directeur suppléant, Gregor Dudle, le sous-directeur, Bobjoseph Mathew et le chef de la division Chimie, Hanspeter Andres, nommé sous-directeur par le Conseil de l'Institut au 1<sup>er</sup> janvier 2021.

L'année dernière, les activités de la direction se sont axées en grande partie sur le développement de la vision METAS 2025. De plus, la définition et la mise en œuvre des mesures que la pandémie de coronavirus a impliquées ont également marqué le quotidien de METAS.



La direction de METAS de gauche à droite:  
Philippe Richard (directeur), Gregor Dudle,  
Bobjoseph Mathew, Hanspeter Andres.

# Mesurer dans de nouvelles conditions: impact de la pandémie

*La pandémie de coronavirus a également eu un impact sur METAS, où de nombreux changements et adaptations ont été nécessaires. Cependant, l'exploitation et le service à la clientèle ont toujours pu être maintenus.*

La pandémie de coronavirus a eu un très gros impact sur notre vie en 2020. Elle a, bien entendu, également touché le quotidien de METAS. Il a fallu prendre et mettre en œuvre les mesures nécessaires visant à protéger la santé du personnel et des tiers et à assurer l'exploitation de METAS.

## Exploitation dans de nouvelles conditions

Contrairement aux tâches administratives, les activités de laboratoire ne peuvent être effectuées que de manière limitée en télétravail. Une mesure peut être uniquement effectuée sur la place de mesure prévue à cet effet. Par conséquent, les mesures de protection ont aussi été particulièrement importantes. Elles ont impliqué de nouvelles conditions de travail. Des processus considérés comme acquis n'étaient soudain plus possibles. Par exemple, il a toujours fallu veiller à ce que le moins de personnes possible se retrouvent ensemble au même endroit. Certaines équipes ont été divisées de manière à ce que les mêmes personnes travaillent toujours ensemble à METAS. Dans certains cas, ces mesures ont donné lieu à des retards. Toutefois, dans l'ensemble, les prestations de laboratoire demandées ont toujours pu être fournies. La pandémie a surtout eu un impact sur les cours et les manifestations. En août, deux séances d'information sur les mesures des rayonnements non ionisants ont pu être organisées avec un nombre limité de participants. Toutefois, la majorité des cours et des offres de formation de METAS ont dû être reportés.

## Recours à l'expertise

METAS a également mis son expertise à disposition pour la clarification de questions techniques individuelles, par exemple, pour des conseils relatifs à la fabrication de désinfectants. Des analyses ont également été effectuées dans le cadre d'autorisations exceptionnelles relatives à des désinfectants, afin de s'assurer que ces produits étaient efficaces sans être dangereux. En outre, en raison d'une forte augmen-

tation de la demande d'éthanol pour la fabrication de désinfectants, un plus grand nombre d'échantillons d'éthanol ont été analysés.

Les surfaces et les pièces peuvent être désinfectées non seulement au moyen de désinfectants, mais aussi au moyen de rayons ultraviolets. Les appareils de désinfection UV-C, comme ils se nomment, sont utilisés à cet effet. Toutefois, ils peuvent causer des lésions oculaires et cutanées et peuvent donc être dangereux. Ainsi, le laboratoire Optique de METAS a évalué le potentiel de risque de certains de ces appareils.







Les discussions relatives à la fiabilité et à la traçabilité des tests permettant de détecter les infections au coronavirus soulignent notamment l'importance des mesures des acides nucléiques traçables pour les analyses de laboratoire médical. En 2019, METAS a commencé à mettre en place des possibilités concernant les mesures des acides nucléiques traçables, afin d'être disponible comme interlocuteur et prestataire pour les questions relatives à la traçabilité métrologique des acides nucléiques.



Mise en œuvre des mesures de protection .

# Mesurer pour l'économie et la société: les tâches de METAS

*La Suisse mesure le plus exactement à Wabern. L'Institut fédéral de métrologie (METAS), en d'autres termes le centre de référence métrologique de la Suisse, y a son siège.*

METAS est l'Institut national de métrologie de la Suisse. Ce centre de compétences de la Confédération répond à toute question relative aux mesures ainsi qu'aux instruments et procédures de mesure. Ses activités en matière de recherche et de développement, ainsi que ses prestations lui permettent de créer les conditions nécessaires à des mesures exactes en Suisse, ce qui est indispensable pour répondre aux attentes du secteur économique, de la recherche, de l'administration et de la société.

## Mesures de référence faisant foi

METAS réalise les mesures de référence en Suisse, veille à leur reconnaissance à l'échelon international et les transmet avec l'exactitude requise. L'Institut met ainsi à la disposition du secteur économique et de la société l'infrastructure de base en matière de métrologie. Cette infrastructure est nécessaire lorsqu'il s'agit d'effectuer des mesures.

METAS surveille la mise sur le marché, l'utilisation et le contrôle des instruments de mesure utilisés dans le commerce, le trafic, la sécurité publique, la santé et la protection de l'environnement. L'Institut veille à ce que les mesures requises pour la protection et la sécurité des êtres humains et de l'environnement soient effectuées correctement et selon les dispositions en vigueur.

## Métrologie

*La métrologie est la science et la technique des mesures (du grec *metron* – mesure). Il est fréquent de confondre métrologie et météorologie. Sur le fond, ces deux termes n'ont toutefois rien en commun. La météorologie est la branche se chargeant des questions relatives au temps qu'il a fait, qu'il fait ou qu'il fera (du grec *meteoros* – flotter en l'air).*



## Le progrès requiert de l'exactitude

Il n'est possible de fabriquer et de surveiller avec fiabilité que ce qui peut être mesuré avec exactitude. La science et la technique imposent un développement permanent de bases et de procédures métrologiques. Les procédures de mesure et de réglementation utilisées par des secteurs importants de l'économie suisse, tels que la microtechnique ou la technique médicale ont par exemple besoin de méthodes de mesure dont l'exactitude peut atteindre un millionième de millimètre.



METAS suit les derniers développements scientifiques et techniques pour rester à jour. L'Institut se consacre à la recherche et au développement, afin d'améliorer ses installations de mesure et ses prestations dans le domaine de la métrologie. Il examine à intervalle régulier son offre de prestations et s'adapte en fonction des besoins du marché.



L'endroit où la Suisse mesure le plus exactement: METAS à Wabern.

# Projets métrologiques: recherche et développement à METAS

*METAS exécute de nombreux travaux de recherche et de développement sous l'égide du programme européen de recherche et développement en métrologie (EMPIR).*

La collaboration internationale joue également un rôle primordial en matière de recherche et de développement dans le domaine de la métrologie et elle relève d'une tradition. Cette collaboration se déroule en grande partie dans le cadre du programme de recherche EMPIR (*European Metrology Programme for Innovation and Research*). EMPIR a été développé par EURAMET, l'Association européenne des instituts nationaux de métrologie, et par la Commission européenne. Ce programme a pour objectif d'améliorer la coordination de la recherche entre les instituts nationaux de métrologie et de renforcer la collaboration sur le plan métrologique. En 2020, METAS a participé à 28 projets EMPIR.

## **Des évaluations subjectives...**

La métrologie traite également (ce qui peut surprendre) de l'apparence visuelle des produits (*appearance* en anglais), qui relève d'une grande importance au sein du processus de mise sur le marché. En effet, nous associons l'apparence visuelle à des perceptions telles que la qualité, l'attractivité ou l'expression d'un style de vie, ce qui a bien sûr aussi une influence sur le prix du marché. C'est la raison pour laquelle il est indispensable que les producteurs puissent contrôler les aspects de l'apparence visuelle de manière aussi optimale que possible. Aujourd'hui, l'apparence visuelle d'un produit est souvent évaluée par un groupe de test, avec la subjectivité qui lui est inhérente. Cette évaluation intersubjective n'est bien sûr pas univoque et dépend sans doute aussi du contexte culturel.

## **... à l'objectivité déterminable**

Le projet EMPIR intitulé «BxDiff» tente de donner une évaluation quantitative objectivable à l'apparence visuelle d'un produit et de caractériser cette grandeur de la manière la plus exacte possible, avec une faible incertitude de mesure.

Il s'agit d'obtenir une échelle traçable de la fonction de distribution de la réflectivité bidirectionnelle qui décrit, dans les grandes lignes, la manière dont la lumière est réfléchiée sur les surfaces. L'influence de la polarisation de la lumière ou la texture de la

surface sont également prises en compte. Les mesures doivent être applicables aussi bien aux plus petits échantillons d'une épaisseur de quelques micromètres, qu'à des objets de l'ordre du centimètre. Les résultats doivent également pouvoir être utilisés dans les domaines de la fabrication de prototypes virtuels et dans les procédures de rendu (*rendering*) pour les visualisations virtuelles en 3D.

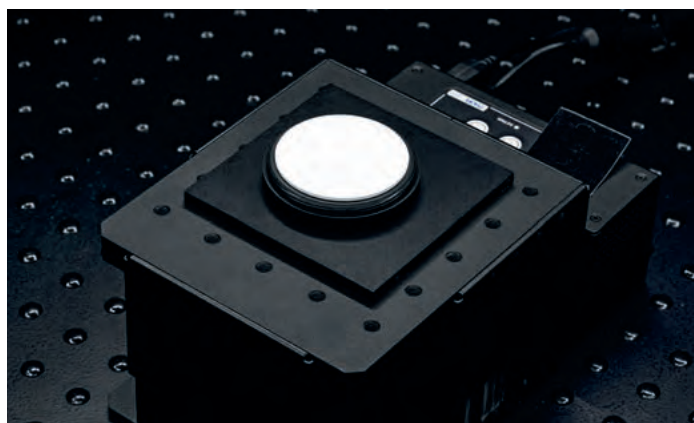
L'objectif est de promouvoir à long terme le large éventail de tous les secteurs industriels pour lesquels l'apparence visuelle d'un produit est importante. Les fabricants d'instruments de mesure optiques, les fabricants de matériaux et de pigments, l'industrie horlogère, l'industrie auto-





mobile, l'industrie du papier, l'industrie high-tech et l'industrie cosmétique, mais aussi des acteurs du domaine de la réalité virtuelle et de la normalisation font partie de ces secteurs industriels. Ce projet de recherche EMPIR suscite donc un grand intérêt sur le plan industriel.

Il doit permettre à METAS de contribuer à augmenter l'attractivité visuelle, même s'il ne s'agit que de la détermination objective d'une grandeur physique. Même à l'avenir, la perception esthétique subjective de l'être humain ne pourra pas être complètement remplacée par une mesure.



Évaluation quantitative de l'apparence visuelle des produits.

# La métrologie au service du développement de produits: projets de coopération avec l'industrie

*METAS est soutenu par Innosuisse en tant que partenaire de recherche. Ainsi, les entreprises peuvent utiliser ses compétences en recherche et développement pour leurs innovations. De plus, elles peuvent réaliser, en collaboration avec METAS, des projets de développement appliqués.*

METAS dispose d'un vaste savoir-faire technico-scientifique. Ses connaissances étendues en matière de métrologie sont utilisables pour l'industrie, non seulement sous forme de prestations d'étalonnage et de mesure, mais aussi sous forme de conseils pour le développement de produits ou l'optimisation des processus.

## Mesurer la qualité de l'air

Durant la pandémie de coronavirus, les autres risques pour la santé sont passés au second plan. Néanmoins, les oxydes d'azote, l'ozone et les poussières fines environnementaux sont dangereux. Selon l'Organisation mondiale de la santé (OMS), 4,2 millions de décès par an dans le monde sont dus à la pollution atmosphérique. Plus de 91 % de la population mondiale vit dans des zones où la qualité de l'air ne correspond pas aux prescriptions de l'OMS.

L'amélioration de la qualité de l'air suscite donc un grand intérêt. Pour ce faire, il est nécessaire de pouvoir également mesurer les grandeurs pertinentes présentes dans l'air, car c'est le seul moyen d'évaluer l'efficacité des mesures. Les stations de mesure destinées à la détermination des molécules de gaz et des poussières fines nocives présentes dans l'air existent depuis un certain temps. Elles sont toutefois grandes, coûteuses et donc peu répandues. La pollution pouvant être très variable sur le plan local, un réseau plus dense de surveillance de la pollution atmosphérique serait souhaitable, notamment pour surveiller l'exposition individuelle aux polluants.

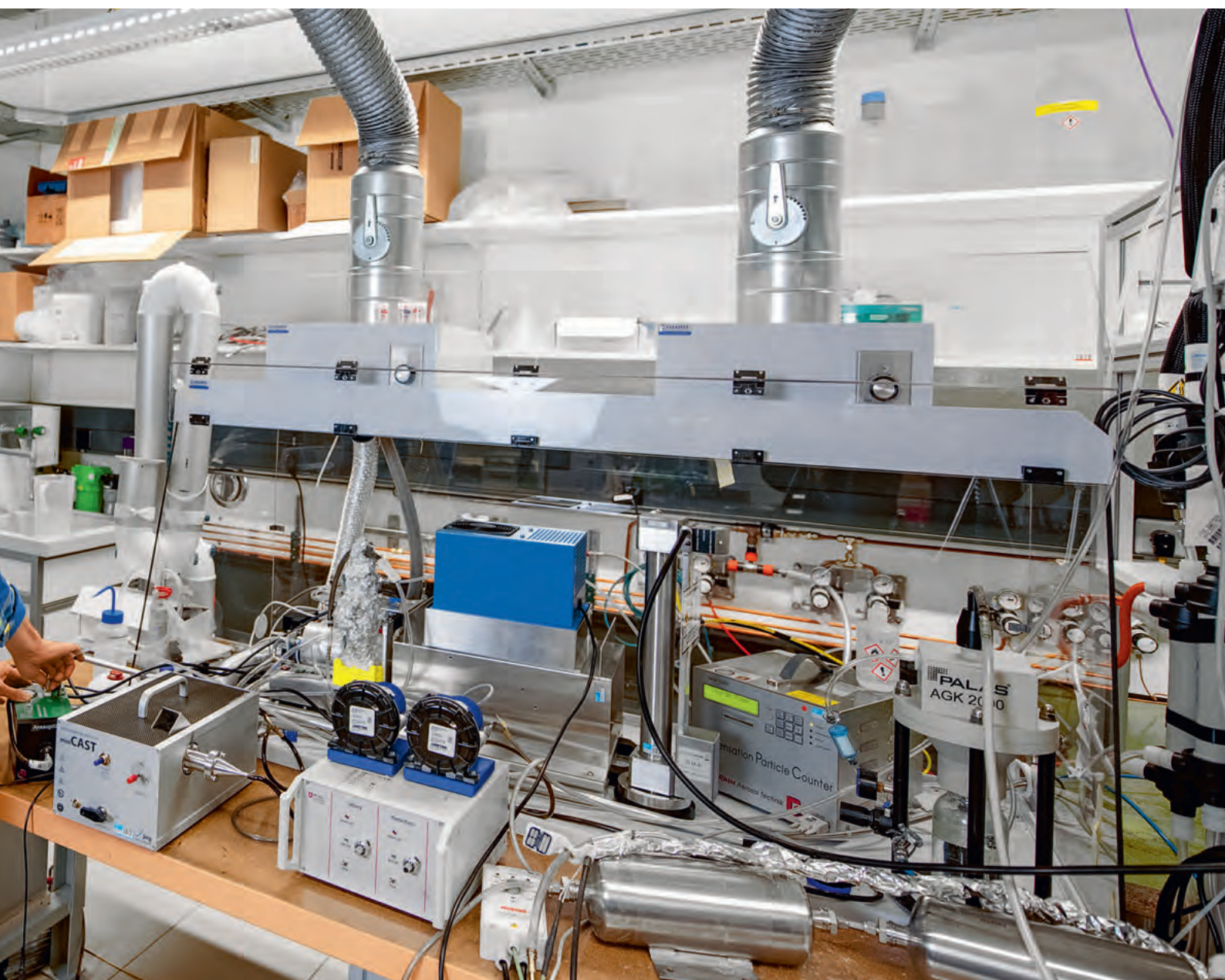
## Réseaux de mesure avec capteurs

Par conséquent, un grand nombre d'instruments de mesure composés de capteurs de gaz et de poussières fines peu coûteux ont été développés ces dernières années. En raison des coûts réduits et des dimensions plus petites, un grand nombre de capteurs pourraient être connectés à un réseau

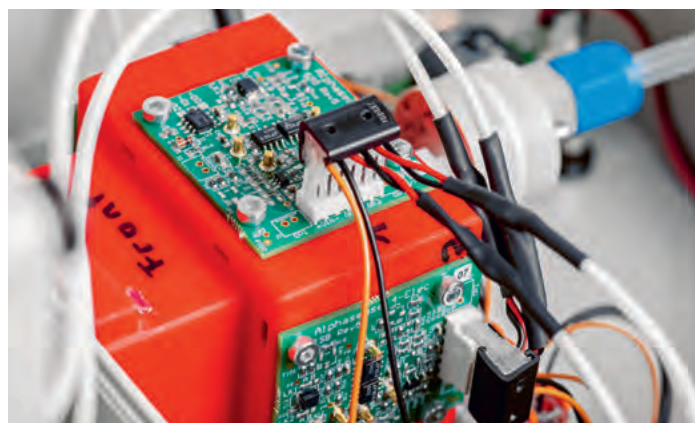


de mesure à fin maillage, grâce à l'Internet des objets, et fournir des données de haute résolution relatives à la qualité de l'air, dans l'espace et dans le temps.

Toutefois, ces capteurs présentent divers défauts en comparaison avec les stations de mesure. Ainsi, des questions se posent sur la sensibilité et sur les interférences possibles avec d'autres grandeurs, sur la constance des valeurs mesurées dans le temps (dérivation du signal) et sur l'incertitude de mesure. Certaines de ces sources d'erreur pourraient être réduites grâce à des étalonnages périodiques, mais ceux-ci seraient coûteux en comparaison avec le prix du capteur et entraîneraient des coûts opérationnels importants en raison du nombre d'instruments.



Dans ce contexte, le laboratoire Analyse de gaz de METAS s'est associé au partenaire industriel LNI Swissgas et au Service de l'air, du bruit et des rayonnements non ionisants (SABRA) du canton de Genève dans un projet soutenu par Innosuisse. L'objectif est de combiner les capteurs de pollution à faible coût dans un instrument. Des méthodes d'intelligence artificielle doivent être appliquées pour filtrer les valeurs aberrantes et les interférences lors de la mesure des différents gaz. Un autre objectif concerne la caractérisation métrologique efficace du nouvel instrument et le développement d'un étalonnage simple du réseau de capteurs à l'aide de méthodes dites de conception expérimentale.



Connecter et combiner les capteurs de pollution.

# La métrologie pour le secteur économique: contrôle indépendant des capteurs dans le domaine des techniques d'éclairage

*Les prestations de METAS permettent à de nombreuses entreprises issues de divers secteurs économiques d'effectuer des mesures correctes et fiables. Ces entreprises peuvent donc proposer des produits qui satisfont aux exigences qualitatives. C'est le cas, par exemple, de la caractérisation et du contrôle des détecteurs de mouvements et de présence dans le domaine des techniques d'éclairage.*

METAS fournit au secteur économique et à l'administration de nombreuses prestations d'étalonnage, de mesure et d'essai. En 2020, quelque 4600 certificats d'étalonnage ont de nouveau été émis. La clientèle provient en majorité de l'industrie des machines ainsi que de l'industrie électrique, métallurgique, et horlogère, de la médecine et des technologies de la communication.

## **Systemes d'éclairage intelligents**

On accorde toujours plus d'importance aux détecteurs de mouvements et de présence au sein des techniques d'éclairage modernes. Ils permettent de contrôler les conditions d'éclairage en fonction de la situation et selon les besoins à l'intérieur et à l'extérieur, et peuvent, en même temps, contribuer de manière significative aux économies d'énergie. Des capteurs performants ont ainsi été développés au cours de ces dernières années. Ils permettent un contrôle précis et fiable de l'éclairage.

Le principe de fonctionnement des détecteurs de mouvements et de présence repose sur le fait que, soit ils détectent activement les rayonnements émis et réfléchis par l'environnement (par exemple, les rayonnements ultraviolets, infrarouges ou micro-ondes), soit ils exploitent passivement le rayonnement thermique émis par les objets présents dans l'environnement. Les détecteurs passifs reconnaissent les mouvements dans l'environnement, en détectant la variation du rayonnement thermique. Ces capteurs infrarouges passifs (IRP) sont actuellement les capteurs les plus répandus sur le marché.

## **Laboratoire d'essai des capteurs indépendant à METAS**

La qualité et les performances des capteurs se caractérisent par des critères tels que la sensibilité, la portée et la fiabilité. Dans l'intérêt d'une qualification uniforme, des normes d'essai ont récemment été définies sous la direction de l'association des fabricants européens de capteurs sensNORM. Toutefois, les essais en question ont été, jusqu'à présent, uniquement effectués par quelques fabricants.







Dans ce contexte, METAS a mis en place en 2020 un laboratoire d'essai spécialisé qui, en tant que première institution indépendante, peut effectuer les essais au profit des fabricants. L'essai d'un capteur consiste à déterminer si ce dernier reconnaît le mouvement d'un fantôme chauffé qui s'approche du capteur sous différents angles et dans des conditions définies, et qui s'éloigne à nouveau. L'installation effectue les procédures de contrôle prévues pour les différents types de capteurs de manière largement automatisée. À partir de 2021, METAS pourra offrir ces prestations d'essai pour les détecteurs de mouvements et de présence.



Détecteurs de mouvements et de présence pour les techniques d'éclairage au banc d'essai.

# Mesurer pour les télécommunications à fibres optiques: photonique/fibres optiques

*Les fibres optiques sont actuellement utilisées partout pour transmettre des données. Pour pouvoir utiliser correctement ces fibres optiques, il faut déterminer de manière toujours plus exacte leurs propriétés et celles des composants à fibres optiques. À cette fin, METAS développe constamment de nouvelles possibilités de mesure et il fournit des unités de référence.*

Le besoin d'une transmission rapide des données est en constante augmentation. Les réseaux de communication et les lignes de transmission doivent suivre le développement des technologies de l'information et des télécommunications. Les fibres optiques jouent un rôle essentiel dans la transmission des données. Elles sont utilisées au sein des réseaux, notamment pour connecter les entreprises et les ménages aux réseaux des fournisseurs de services de télécommunication. Elles trouvent aussi leur application au sein des données transmises dans les véhicules et les avions. Les fibres optiques et les composants à fibres optiques sont également des éléments essentiels de nombreux systèmes de mesure et capteurs optiques, qui sont, par exemple, utilisés dans le domaine de la technologie médicale ou pour mesurer de nombreuses grandeurs physiques.

## **Mesures exactes**

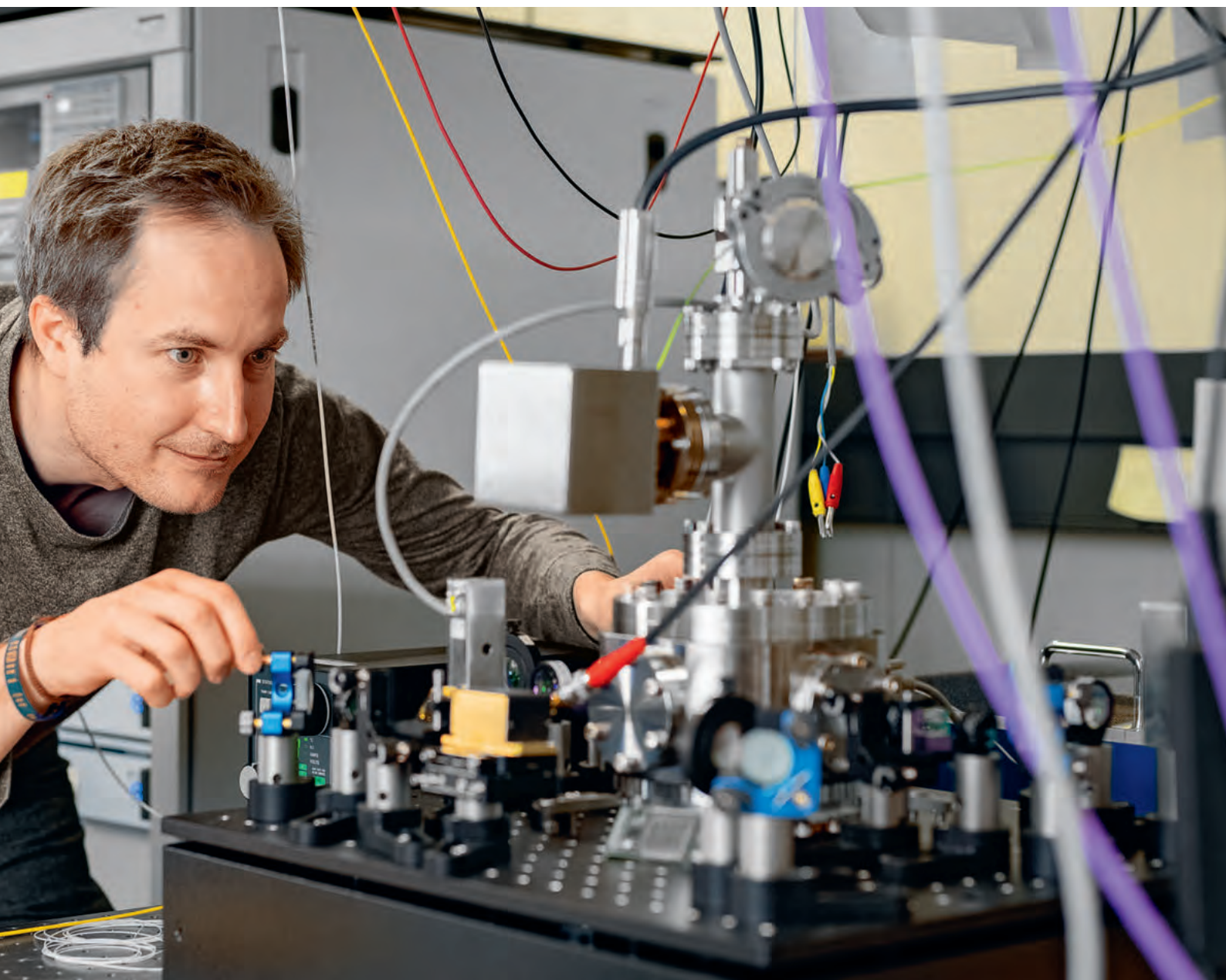
La garantie d'une bonne transmission des données par fibres optiques repose sur une détermination exacte des propriétés des fibres optiques et des composants à fibres optiques. C'est le seul moyen de s'assurer que ces fibres optiques sont utilisées correctement et que, par exemple, en cas de perturbation, il est possible de déterminer rapidement la cause de celle-ci. Le laboratoire Photonique, temps et fréquence développe toute une série de références et les met à disposition, afin de pouvoir diffuser le plus exactement possible les grandeurs physiques essentielles dans ce domaine. La dispersion, les longueurs, l'atténuation et les caractéristiques de réflexion des fibres optiques, ainsi que la détermination très exacte des fréquences optiques transmises font notamment partie de ces grandeurs. Grâce à ses références, le laboratoire Photonique,

temps et fréquence peut offrir des prestations complètes d'étalonnage pour les instruments de mesure destinés à déterminer ces mesurandes et d'autres dans les fibres optiques.

## **Cryptage basé sur les effets quantiques**

Les nouvelles technologies de la communication, qui cryptent, au moyen de la physique quantique, les données transmises par les fibres optiques sont en plein essor. Il s'agit de l'un des nouveaux domaines prometteurs pour lesquels le laboratoire Photonique, temps et fréquence a récemment développé des méthodes de mesure innovantes.





Grâce aux propriétés de la physique quantique, les données confidentielles peuvent en principe être cryptées en toute sécurité. Les systèmes qui fonctionnent au moyen de clés quantiques sont sûrs s'ils sont exploités dans des conditions optimales. Cette exploitation optimale peut être uniquement atteinte si tous les composants de ces systèmes satisfont à des exigences très élevées en ce qui concerne les spécifications contrôlées. Les nouvelles méthodes de mesure développées par le laboratoire Photonique, temps et fréquence permettent désormais de caractériser de manière optimale tous les composants utilisés et d'assurer ainsi une mise en service correcte et le fonctionnement sûr de ces systèmes.



Place de mesure destinée à la caractérisation des composants à fibres optiques.

# Réglementation en métrologie: législation en vigueur

*Outre les tâches que la loi sur l'Institut fédéral de métrologie attribue à METAS, l'Institut accomplit d'autres tâches, qui lui sont conférées par le Conseil fédéral. En 2020, deux tâches ont été ajoutées à cette catégorie.*

La participation à la préparation de textes législatifs du domaine de la métrologie fait partie des tâches légales de METAS. En 2020, deux modifications d'ordonnances spécifiques aux instruments de mesure et une modification de l'ordonnance sur l'Institut fédéral de métrologie ont été décidées.

## **Jaugeurs de niveau et ensembles de mesurage routiers**

L'ordonnance du DFJP sur les instruments de mesure de longueur fait partie des ordonnances spécifiques aux instruments de mesure qui ont été modifiées durant l'année sous revue. Les modifications relatives à cette ordonnance concernent des prescriptions relatives aux jaugeurs de niveau pour camions-citernes et la prolongation de certains délais de vérification. L'ordonnance du DFJP sur les ensembles de mesurage et sur les instruments de mesure de liquides autres que l'eau a également été modifiée. Les délais de vérification pour tous les ensembles de mesurage routiers sont désormais harmonisés. Une procédure de vérification échelonnée pour tous les ensembles de mesurage routiers a été mise en œuvre. La première vérification aura lieu après une année et les vérifications suivantes, tous les deux ans.

La nouvelle réglementation des délais de vérification est appliquée conformément à une motion du Parlement (motion 16.3670).

## **Tâches attribuées contre indemnité**

Le Conseil fédéral peut attribuer à METAS des tâches contre indemnité. Ce sont des tâches qui ne lui sont pas déjà attribuées par la loi, mais qui s'inscrivent dans le cadre des objectifs de l'Institut. Jusqu'à présent, le Conseil fédéral avait attribué quatre tâches à METAS contre indemnité dans l'ordonnance sur l'Institut fédéral de métrologie. METAS entretient le réseau d'observation hydrologique de la Suisse pour l'Office fédéral de l'environnement et fournit des prestations scientifiques et techniques à l'Administration fédérale des douanes,

à l'Office fédéral de la sécurité alimentaire et des affaires vétérinaires, ainsi qu'à l'Office fédéral de la santé publique. Le 1er janvier 2021, le Conseil fédéral a complété l'ordonnance sur l'Institut fédéral de métrologie avec deux tâches supplémentaires: d'une part, METAS met des expert/es techniques à la disposition du Service d'accréditation suisse (SAS), qui relève du Secrétariat d'État à l'économie, d'autre part, il fournit des prestations scientifiques et techniques à l'Office fédéral des routes (OFROU). METAS a déjà collaboré avec ces deux services. La nouvelle réglementation permet désormais de





définir la collaboration dans les contrats de droit public et de combiner ainsi sécurité du droit et flexibilité. Elle facilite le recours aux compétences scientifiques et techniques de METAS par les services fédéraux concernés et améliore la planification des ressources de METAS dans les domaines d'activité concernés.



L'entretien du réseau de mesure hydrologique fait partie des tâches attribuées à METAS contre indemnité.

# Mesurer par-delà les frontières: organisations internationales de métrologie

*METAS (et de ce fait la Suisse) est particulièrement bien représenté dans les organisations internationales de métrologie. L'engagement international des collaborateurs de METAS est important.*

Dans le domaine de la métrologie, la collaboration internationale est indispensable. Elle a permis le remplacement de la multitude d'unités de mesure et de systèmes d'unités valables sur le plan régional qui coexistaient, grâce au Système international d'unités (SI) valable dans le monde entier. Les exigences afférentes aux instruments de mesure harmonisées au niveau international facilitent le commerce des instruments de mesure et leur utilisation.

## Collaboration en Europe...

La collaboration entre les instituts nationaux de métrologie en Europe s'effectue principalement dans le cadre d'EURAMET, l'Association européenne des instituts nationaux de métrologie. Cette association traite de métrologie scientifique et industrielle. Elle a développé de manière déterminante le programme de recherche EMPIR (voir p. 12). METAS joue un rôle actif et essentiel au sein d'EURAMET. Actuellement, un collaborateur de METAS est le président du Comité technique *Electricity and Magnetism*.

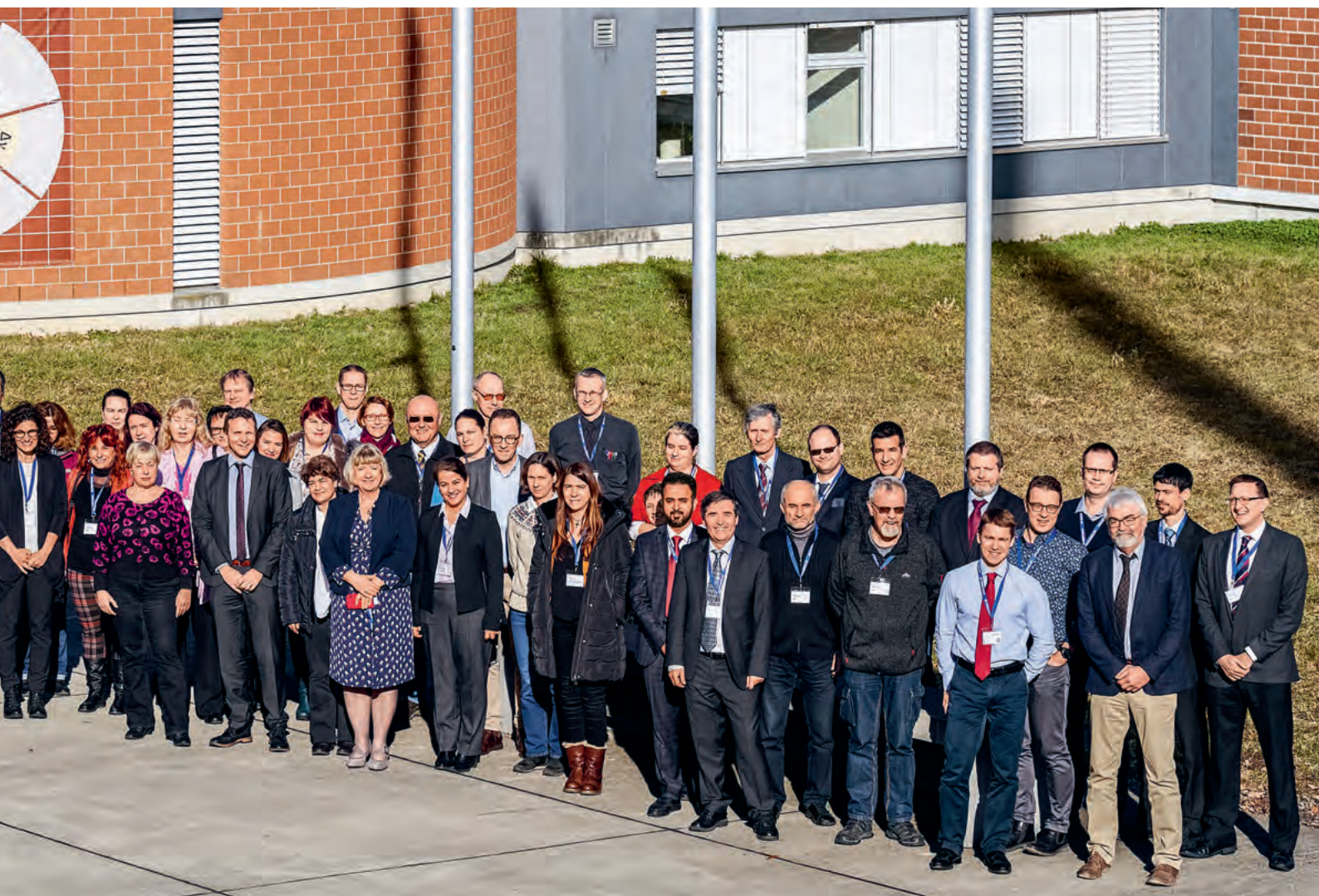
Il existe également une organisation qui assure la coopération européenne en métrologie légale: WELMEC. Le directeur suppléant de METAS a été président de WELMEC jusqu'en octobre 2020. La réorganisation des structures de cette organisation a constitué l'une des priorités de son activité. Il a en effet réussi à réorganiser WELMEC avec une structure juridique claire et un secrétariat permanent.

## ... et dans le monde

METAS est également bien représenté dans les associations internationales. Le sous-directeur de METAS est l'un des vice-présidents du *Comité international de métrologie légale (CIML)*, l'organe de surveillance de l'*Organisation internationale de métrologie légale (OIML)*.

Le directeur de METAS est membre du *Comité international des poids et mesures (CIPM)*, l'organe de surveillance de l'organisation internationale de la Convention du Mètre.





Une rencontre d'un Comité technique a encore pu se tenir à METAS avant le début de la pandémie. Les autres rencontres ou séances ont eu lieu par vidéoconférence.

Depuis juin 2019, le chef du laboratoire Optique est le président de la *Commission Internationale de l'Éclairage (CIE)*, l'organisme international de normalisation et de standardisation dans les domaines de la lumière et de l'éclairage.

Cet engagement de METAS, comme d'autres, au niveau international et dans des organisations spécialisées en métrologie témoignent notamment du fait que METAS et ses collaborateurs sont appréciés comme partenaires compétents et fiables sur le plan international.

# Diversité en matière de mesures: METAS, un lieu de formation

*Six professions différentes peuvent être apprises à METAS. Les stages permettent aux diplômés universitaires de se familiariser avec la recherche et le développement en métrologie. En outre, METAS investit dans la formation continue de son personnel.*

Grâce à ses divers domaines technico-scientifiques et à ses activités complexes de haute précision, METAS est un lieu de formation attractif, que ce soit pour les formations professionnelles, les stages universitaires ou les séjours de chercheurs invités.

## **Formations professionnelles**

METAS s'engage fortement pour la formation professionnelle, ce qui s'exprime par le pourcentage relativement élevé de personnes en formation par rapport à l'effectif total (7,5 %). Six filières différentes de formation professionnelle sont offertes à METAS, principalement dans le domaine technique. METAS forme des laborantins en chimie et en physique, des informaticiens, des électroniciens, des médiamaticiens et des stagiaires des écoles professionnelles supérieures pour l'obtention du CFC d'employé/e de commerce.

## **Stages et échanges scientifiques**

METAS offre également des places de stage de plusieurs mois aux étudiants des hautes écoles et des universités, en particulier dans le cadre de projets de recherche et de développement. D'une part, les stagiaires peuvent se familiariser avec la recherche et le développement dans certains domaines techniques de la métrologie et, d'autre part, METAS peut profiter de leur savoir et de leurs connaissances. Cette situation s'avère donc bénéfique pour les stagiaires et pour METAS.

En outre, METAS propose un stage spécial d'une année pour les physiciennes, les chimistes, les ingénieures qui s'intéressent à la métrologie. Ce stage leur permet d'avoir un aperçu des activités dans le domaine de la métrologie et de collaborer à un ou deux projets à long terme, dont le sujet les intéressent particulièrement.

Depuis plusieurs années, METAS soutient et encourage la collaboration et l'échange de connaissances entre des scientifiques d'autres pays et les experts de METAS. Cette année, par exemple, une jeune biochimiste slovène a travaillé plusieurs mois à METAS, en qualité de chercheuse invitée, dans un domaine en développement. Cet échange de connaissances et cette collaboration ont permis à la biochimiste et à METAS de gagner de l'expérience et des connaissances utiles.







### Formation continue

METAS investit beaucoup dans la formation continue de son personnel car elle peut contribuer à faciliter ou à développer l'activité professionnelle. En 2020, l'accent a été mis sur les formations continues en gestion de projet. Quelques collaborateurs ont commencé une telle formation. Qu'il s'agisse de formations continues destinées aux cadres, de cours spécialisés ou de colloques, METAS s'engage fortement non seulement en tant que lieu de formation, mais également en tant qu'employeur pour maintenir l'employabilité de ses collaborateurs.



Exactitude et fiabilité: formation à METAS.

# Finances

*METAS boucle son exercice 2020 avec un bénéfice de 2,5 millions de francs. Les charges se sont élevées à 50,2 millions de francs et les revenus (y compris les indemnités) ont atteint 52,7 millions de francs.*

Les comptes de METAS sont établis conformément aux normes comptables internationales pour le secteur public (*International Public Sector Accounting Standards, IPSAS*).

## Bilan

(en milliers de CHF)	31.12.2020	31.12.2019
<b>Actifs</b>		
Liquidités	26 941	22 373
Créances résultant de prestations	2 466	4 196
Créances résultant de projets de recherche	2 889	2 702
Autres créances	172	268
Comptes de régularisation d'actifs	1 056	1 115
<b>Actif circulant</b>	<b>33 524</b>	<b>30 654</b>
Immobilisations corporelles	19 778	19 964
Immobilisations incorporelles	2 131	2 002
<b>Actif immobilisé</b>	<b>21 909</b>	<b>21 966</b>
<b>Total de l'actif</b>	<b>55 433</b>	<b>52 620</b>
<b>Passifs</b>		
Engagements résultant de livraisons et de prestations	524	911
Engagements résultant de projets de recherche	3 825	4 009
Autres engagements	1 123	1 381
Comptes de régularisation de passifs	296	304
Provisions à court terme	1 227	1 230
<b>Capitaux de tiers à court terme</b>	<b>6 995</b>	<b>7 835</b>
Provisions pour engagements de prévoyance	42 839	57 002
Provisions pour primes de fidélité	1 603	1 637
<b>Capitaux de tiers à long terme</b>	<b>44 442</b>	<b>58 659</b>
Perte résultant du bilan	-11 313	-12 934
Pertes / bénéfices actuariel(le)s cumulé(e)s	9 408	-5 974
Réserves pour actif immobilisé	3 413	3 413
Bénéfice	2 488	1 621
<b>Capitaux propres</b>	<b>3 996</b>	<b>-13 874</b>
<b>Total du passif</b>	<b>55 433</b>	<b>52 620</b>

**Compte de résultat**

(en milliers de CHF)	2020 1.1.2020–31.12.2020	2019 1.1.2019–31.12.2019
<b>Produits nets</b>	<b>52 608</b>	<b>52 722</b>
<b>Bénéfices provenant de la vente de l'actif immobilisé</b>	<b>0</b>	<b>14</b>
<b>Charges de biens et services et de prestations de tiers</b>	<b>-331</b>	<b>-587</b>
Charges de personnel	-34 853	-34 694
Charges d'exploitation	-11 194	-11 632
Amortissements	-3 641	-3 958
<b>Charges d'exploitation</b>	<b>-49 688</b>	<b>-50 284</b>
Revenus financiers	57	6
Charges financières	-12	-76
<b>Résultat financier</b>	<b>-45</b>	<b>-70</b>
Charges d'impôts différés	-146	-174
<b>Bénéfice</b>	<b>2 488</b>	<b>1 621</b>

Durant l'année sous revue, METAS a pu autofinancer ses activités à hauteur de 56,7 % (55,7 % l'année précédente). Ce taux d'autofinancement est dû aux émoluments, aux indemnités pour la prise en charge d'autres tâches et aux fonds de tiers.

L'organe de révision a confirmé sans réserve la régularité de la tenue des comptes.

Les comptes annuels détaillés, conformes aux normes IPSAS, peuvent être consultés sur le site Internet de METAS ou commandés auprès de METAS.

# Informer sur la métrologie: publications et exposés de METAS

*L'activité de recherche et développement se reflète à travers des publications et des exposés rédigés ou donnés par les chercheurs de METAS.*

En 2020, les collaborateurs de METAS ont présenté les résultats de leurs travaux de recherche et développement au cours de colloques, de conférences et dans des publications scientifiques. Ils ont œuvré au sein d'organisations ou d'organes spécialisés sur le plan national et international, où ils ont apporté leur savoir-faire et leur expérience. Ils ont contribué à la renommée de la métrologie auprès du grand public, au-delà du cercle restreint des initiés et ont participé à des cours dispensés aux étudiants des hautes écoles. Durant l'année sous revue, la plupart des présentations, exposés et séances ont eu lieu en ligne.

Un aperçu des principales publications rédigées par des collaborateurs de METAS et des exposés qu'ils ont tenus se trouve à la fin de ce chapitre. En outre, plusieurs exposés ont été donnés lors de manifestations organisées par METAS.

## Distinctions

La revue scientifique *IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement* a profité de son 70<sup>e</sup> anniversaire pour rendre honneur à des auteurs remarquables. Deux scientifiques de METAS, qui travaillent dans le domaine de l'électricité, ont obtenu des distinctions. L'un d'eux est un auteur émérite, et l'autre un jeune auteur prometteur dans ce domaine.

## Revue spécialisée METInfo

En 2020, deux numéros de la revue spécialisée en métrologie METInfo sont parus. METAS en est l'éditeur et les articles sont en règle générale rédigés par des collaborateurs de METAS. Plusieurs articles de METInfo ont été repris par des revues spécialisées dans divers domaines.

## Aperçu des laboratoires

Contrairement aux années précédentes, METAS n'a pas pu participer au programme «Filles et métiers de la technique» durant la journée nationale «Futur en tous genres». Cette journée, qui aurait dû avoir lieu au début du mois de novembre 2020, a été annulée en raison de la pandémie de coronavirus. Dans le cadre de ce programme, METAS propose à un groupe de jeunes filles un aperçu de ses tâches et de ses activités au sein de ses laboratoires.

Durant l'année sous revue, les visites de groupe n'ont guère pu être organisées. Ces visites permettent aux visiteurs de voir et d'approcher les tâches et les activités de METAS. Dès que la situation le permettra, METAS organisera de nouveau des manifestations.

## Publications et exposés

La liste ci-après est un aperçu des principales publications rédigées par des collaborateurs de METAS ainsi que des exposés qu'ils ont tenus. Les noms des collaborateurs de METAS sont écrits en caractères gras dans la liste des auteurs.

## Publications

- Brown, R. J.C., **Andres, H.**: *How should metrology bodies treat method-defined measurands?* Accreditation and Quality Assurance 25 (2020), 161-166.
- Sauvageat, E. (...), **Auderset, K.** (...), **Vasilatou, K.**: *Real-time pollen monitoring using digital holography.* Atmospheric Measurement Techniques 13 (2020), 1539-1550.
- Ferrero, A., **Basic, N.** et al.: *An insight into the present capabilities of national metrology institutes for measuring sparkle.* Metrologia 57 (2020), 065029 18pp.
- Muzeta, V., **Bernasconi, J.** (...), **Blattner, P., Reber, J.** et al.: *Review of road surface photometry methods and devices – Proposal for new measurement geometries.* Lighting Research and Technology (2020), 0: 1-17.
- Bircher, B., Meli, F., Küng, A., Thalmann, R.**: *X-ray source tracking to compensate focal spot drifts for dimensional CT measurements.* Proceedings. 10th Conference on Industrial Computed Tomography (iCT 2020) Wels, Austria, 6pp.
- Bissig, H., Tschannen, M., de Huu, M.**: *Traceability of pulsed flow rates consisting of constant delivered volumes at given time interval.* Flow Measurement and Instrumentation 73 (2020), 101729.
- Bissig, H., Tschannen, M., de Huu, M.**: *Water collection techniques at very low flow rates including strong capillary effects.* Flow Measurement and Instrumentation 73 (2020), 101744.
- Reyes, D. R. (...), **Bissig, H., Becker, H.**: *Accelerating innovation and commercialization through standardization of microfluidic-based medical devices.* Royal Society of Chemistry (2020), 13pp.
- de Huu, M., Tschannen, M., Bissig, H.** et al.: *Design of gravimetric standards for field-testing of hydrogen refuelling stations.* Flow Measurement and Instrumentation 73 (2020), 101747.
- Maury, R. (...), **de Huu, M.** et al.: *Hydrogen refuelling station calibration with a traceable gravimetric standard.* Flow Measurement and Instrumentation 74 (2020), 101743.
- Bücker, O. Stolt, K., **de Huu, M.** et al.: *Investigations on pressure dependence of Coriolis Mass Flow Meters used at Hydrogen Refueling Stations.* Flow Measurement and Instrumentation 76 (2020), 101815.
- Kottler, Ch.** et al.: *Comparisons of air kerma and absorbed dose to water standards in Co-60 radiation beams for radiotherapy.* Metrologia 57 (2020), 06013.
- Küng, A., Bircher, B., Meli, F.**: *Low-Cost 2D Index and Straightness Measurement System Based on a CMOS Image Sensor.* Sensors 19 (2020), 5461.
- Lüthi, M., Bircher, B., Meli, F., Küng, A., Thalmann, R.**: *X-ray flat-panel detector geometry correction to improve dimensional computed tomography measurements.* Measurement Science and Technology 31 (2020), 8 pp.
- Fernández-Martínez, M. (...), **Iturrate-García, M.** et al.: *The role of climate, foliar stoichiometry and plant diversity on ecosystem carbon balance.* Global Change Biology 26 (2020), 7067-7078.

Marti, K., Wuethrich, Ch., Aeschbacher, M., Russi, S., Brand, U., Li, Z.: *Micro-Force Measurements: A New Instrument at METAS*. Measurement Science and Technology 31, No. 7 (April 2020), 075007.

Seferi, Y., Blair, S.M., Mester, Ch., Stewart, B.G.: *Power Quality Measurement and Active Harmonic Power in 25 kV 50 Hz AC Railway Systems*. Energies 13 (2020), 5698.

Cötz, M (...) **Mortara, A**: *Calibration of ultrastable low-noise current amplifiers without direct use of a cryogenic current comparator*. Metrologia 57 (2020), 055008 9pp.

Heinrich, M., **Overney, F.** et al.: *Application of electrochemical impedance spectroscopy to commercial Li-ion cells*. Journal of Power Sources 480 (2020), 228742.

**Overney, F.**, (...) **Jeanneret, B.**: *Load compensation bridge for Josephson arbitrary waveform synthesizers*. Measurement Science and Technology 31 (2020), 055004.

**Overney, F.**, Flowers-Jacobs, N.E., **Jeanneret, B.** et al.: *Dual Josephson impedance bridge: towards a universal bridge for impedance metrology*. Metrologia 57 (2020), 065014.

Satar, E., Nyfeler, P., **Pascale, C.**, **Niederhauser, B.**, **Leuenberger, M.**: *Towards an understanding of surface effects: Testing of various materials in a small volume measurement chamber and its relevance for atmospheric trace gas analysis*. Atmospheric Measurement Techniques 13 (2020), 16 pp.

Satar, E. (...), **Pascale, C.**, **Niederhauser, B.**, **Leuenberger, M.**: *Investigation of adsorption and desorption behavior of small-volume cylinders and its relevance for atmospheric trace gas analysis*. Atmospheric Measurement Techniques 13 (2020), 101-117.

Högström, R. (...), **Niederhauser, B.** et al.: *Comparison for gas flow range 5 ml/min to 30 l/min*. Metrologia 57 (2020), 07029.

**Peier, P.**, **Trachsel, M.**, **Kottler, Ch.** et al.: *The European Joint Research Project UHDPulse -Metrology for advanced radiotherapy using particle beams with ultra-high pulse dose rates*. Physica Medica 80, (2020), 134-150.

Loch, C. (...), **Peier, P.** et al.: *Characterization of a Low-cost Plastic Fiber Array Detector for Proton Beam Dosimetry*. Sensors 20, (2020), 5727 13pp.

**Pythoud, F.**: *Technical Report: Measurement Method for 5G NR Base Stations up to 6 GHz*. METAS-report 154.1-2020-5218-1016 (2020), 25pp.

Dedyulin, S. (...), **Senn, R.**, de Groot, M.: *On the long-term stability of the triple-point-of-water cells*. Metrologia 57 (2020), 065032 11pp.

**Stölting, K.**, **Stettler, K.**: *Die Naturwissenschaften machen es vor – Rückführbar messen – auch in der Medizin*. Chemieextra (2020), 11: 14-16.

**Tancev, G.**, **Pascale, C.**: *The Relocation Problem of Field Calibrated Low-Cost Sensor Systems in Air Quality Monitoring: A Sampling Bias*. Sensors 20 (2020), 6198.

**Tas, E.**, **Pythoud, F.**: *Design, Implementation, and Evaluation of Proficiency Testing in EMC Surge Immunity*. IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility 62, (2020), 2368-2375.



**Trachsel, M.**, **Kottler, Ch.** et al.: *Chemical radiation dosimetry in magnetic fields: Characterization of a Fricke-type chemical detector in 6 MV photon beams and magnetic fields up to 1.42 T*. Physics in Medicine and Biology 65 (2020), 10pp.

**Vasilatou, K.**, (...), **Horender, S.**, **Auderset, K.**: *Calibration of optical particle counters: first comprehensive inter-comparison for particle sizes up to 5 µm and number concentrations up to 2 cm<sup>-3</sup>*. Metrologia 57 (2020), 2, 025005.

**Wuethrich, Ch.**, **Marti, K.**: *Simultaneous Determination of Mass and Volume of a Set of Weights in Group Weighing*. ACTA IMEKO 9, No. 5 (2020), 17–22.

#### Contributions à des conférences et des exposés

**Agustoni, M.**: *Impedance Metrology: Bridging the LF-RF Gap*. CPEM 2020 (online), 24.8.2020.

**Andres, H.**: *Metrology for Atmospheric Observations from in situ and on site sensors and networks (non-satellite)*. Stakeholder webinar for EMN ClimOcNet, 12.2.2020.

**Basic, N.**: *Brief Description of the Physics of Graininess Sparkle and Graininess*. CIE Tutorial: Measurements of sparkle and graininess, 29.7.2020.

**Bernasconi, J.**: *Overview on quantities, geometries, instruments and measurement methods*. SURFACE stakeholder webinar, 19.6.2020.

**Bircher, B.**: *X-ray source tracking to compensate focal spot drifts for dimensional CT measurements*. 10th Conference on Industrial Computed Tomography 2020, Wels, 5.2.2020.

**Bircher, B.**: *METAS-CT: Metrological X-ray computed tomography at sub-micrometre precision*. euspen's international conference 2020 (online), 10.6.2020.

**Bircher, B.**: *Dimensional X-ray computed tomography at METAS*. Seminar Series in XCT, University Manchester, (online), 21.7.2020.

**Bircher, B.**: *State-of-the-art X-ray computed tomography for dimensional metrology*. NPL DXCT Workshop: Advanced X-ray computed tomography for dimensional metrology, (online), 2.12.2020.

- Blattner, P.:** *Blaulichtgefährdung – Positionspapier der CIE*. SLG Vorabendseminar, Murten, 21.1.2020.
- Blattner, P.:** METROLOGY - Fundamentals of measurement, terms, units and traceability. CIE/ICNIRP Tutorial on the Measurement of Optical Radiation and its Effects on Photobiological Systems (Online), 14.8.2020.
- Blattner, P.:** *Physique des rayonnements UV et leurs effets biologiques*. Tagung ARRAD, rayonnement non ionisant, 27.11.2020.
- Blattner, P./Stuker, F.:** *sensLAB – Bewegungs- und Präsenzsensoren auf dem Prüfstand*. SLG Vorabendseminar, Olten, 24.11.2020.
- de Huu, M.:** *New measurement capabilities of the METAS piston provers*. Euramet TC Flow, Teams meeting, 4.11.2020
- Hof, C.:** *Reziprozitätsmethode*. Kalibrier-Seminar SPEKTRA, Dresden, 29.9.2020.
- Hof, C.:** *Metrologie im Bereich der Vibration am METAS*. Kalibrier-Seminar SPEKTRA, Dresden, 30.9.2020.
- Hoffmann, J.:** *Calculable RF Standard for Frequencies Between 5 Hz and Several GHz*. CPEM 2020 (online), 30.8.2020.
- Esche, M., **Grasso Toro, F.:** *Developing Defense Strategies from Attack Probability Trees in Software Risk Assessment*. FedCSIS (2020), 527.
- Iturrate-Garcia, M.:** *Metrology for climate relevant volatile organic compounds – MetClimVOC*. 18th Swiss Geoscience Meeting (online), 7.11.2020.
- Jeanneret, B.:** *The Load Compensation Bridge: Preliminary Results*. CPEM 2020 (online), 24.8.2020.
- Kazemipour, A.:** *Material Measurements and Parameter Extraction, Error Analysis and Uncertainties*. UMEMA 2020, Workshop on Uncertainty Modelling for Electromagnetic Applications, Paris, 30.1.2020.
- Kazemipour, A.:** *Material Measurements and THz Metrology*. Seminar Universität Bern, 13.3.2020.
- Kazemipour, A.:** *THz Corrugated Horn Antennas as TEM Mode-Converter for Power Measurements and Material Characterization in Free-Space*. AES 2020, International Conference on Antennas and Electromagnetic Systems, Marrakesch, 1.6.2020.
- Kazemipour, A.:** *VNA-Based Material Characterization in THz Domain without Classic Calibration and Time-Gating*. CPEM 2020 (online), 30.8.2020.
- Lüthi, M.:** *Current Status*. PHOR Physics Meeting (online), 31.3.2020.
- Lüthi, M.:** *Cross-Section Measurements & Beamline Upgrade*. PHOR Physics Meeting (online), 6.11.2020.
- Mallia, S.:** *Präsentationen über «Metas-Aktivitäten» und über das «Lebensmittelsicherheitsprojekt»*. PTB, Braunschweig, 1.10.2020.
- Mallia, S.:** *Metas: PAHs CRM Project*. Workshop "NRL-PAK", BVL, Berlin (online), 14.12.2020.
- Meli, F.:** *Towards primary dimensional X-ray computed tomography*. euspen's international conference 2020 (online), 8.6.2020.
- Mester, Ch.:** *Sampling primary power standard from DC up to 9 kHz using COTS components*. 3rd International Colloquium on Intelligent Grid Metrology (online). 20.10.2020.
- Morel, J.:** *Precise time and frequency transfer using the SWITCH network*. ICT-Focus Meeting 2020 (online), 10.11.2020
- Niederhauser, B.:** *Calibration services for ozone standards and instruments in Switzerland*. Ozone Workshop, 6.10.2020.
- Niederhauser, B.:** *Metrologie, METAS, Terminologie, Messunsicherheit, Konformität und Atemalkoholmessung*. ZHAW Kurs, 7.12.2020.
- Overney, F.:** *Characterization of a Dual Josephson Impedance Bridge*. CPEM 2020 (online), 24.8.2020.
- Pascale, C.:** *EMN for climate and ocean Observation: Atmospheric Section*. TC-MC Workshop PRT Brainstorming, 9.12.2020.
- Peier, P.:** *Radonmessplatz am METAS*. Mai-Sitzung der Subkommission für Umweltüberwachung der KSR (online), 7.5.2020.
- Peier, P.:** *Radonvergleichsmessung 2020 und Revision der Strahlenmessmittelverordnung*. Radoninformativonstag, BAG (online), 13.10.2020.
- Stöltzing, K.:** *Scientific study of measurements, SI units, and the tasks of a National Metrology Institute*. Topical Day – Measurement Uncertainty. EMPA, St. Gallen, 18.8.2020.
- Stuker, F.:** *Messen und Beurteilen der Blaulichtgefährdung*. SLG Vorabendseminar, Murten, 21.1.2020.
- Tas, E.:** *An Improved Reference Device for Radiated Immunity Interlaboratory Comparison*. EMC Europe 2020, Rom (online), 24.9.2020.
- Vasilatou, K.:** *Generation and physicochemical characterisation of ambient-like model aerosols in the laboratory: application in the intercomparison of automated PM monitors with the reference gravimetric method*. SCS Fall meeting (online), 28.8.2020.
- Vasilatou, K.:** *Calibration of optical and aerodynamic particle size spectrometers*. European Aerosol Conference 2020 (online), 3.9.2020.
- Vasilatou, K.:** *New calibration procedures for bioaerosol monitors*. AutoPollen meeting (online), 3.9.2020.



