



Actualité

## Ozone troposphérique : une référence trois fois plus exacte

Le laboratoire Analyse de gaz de METAS étalonne depuis 1993 des instruments servant à mesurer l’ozone. Il utilise pour cela un photomètre primaire mesureur d’ozone et applique une méthode uniformisée, qui sera adaptée aux nouvelles connaissances dans le cadre d’un processus international. Cette méthode permet de réduire les incertitudes de mesure.

Bernhard Niederhauser

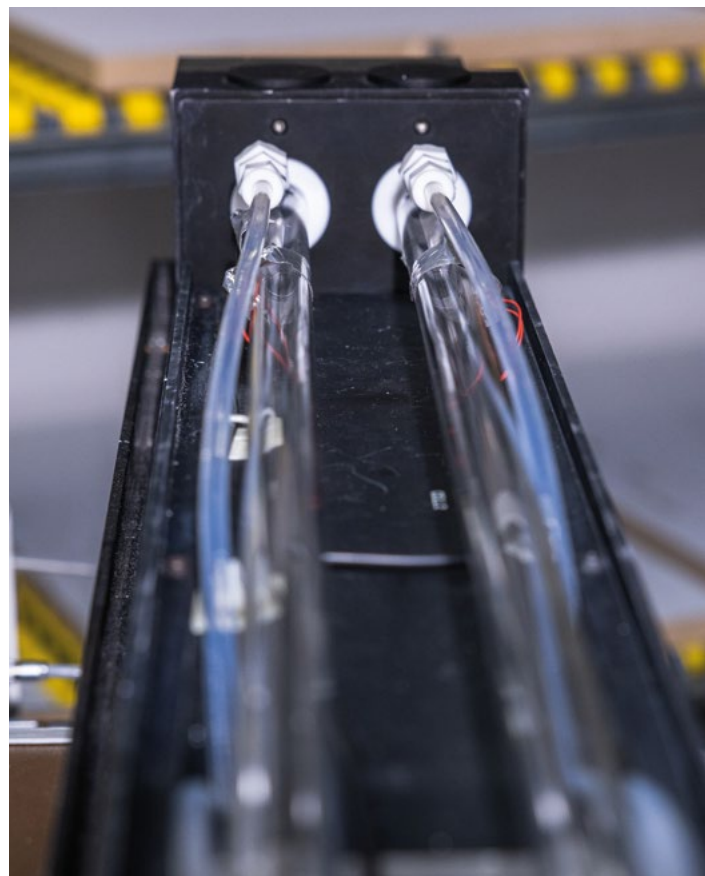
La mesure des fractions molaires d’ozone dans la troposphère et, par conséquent, l’étalonnage des instruments utilisés à cette fin ont une longue tradition en Suisse. Conformément à la méthode normalisée en vigueur, les instruments de mesure destinés à la surveillance de la qualité de l’air et à la recherche dans ce domaine sont étalonnés régulièrement et de la manière suivante: un générateur d’ozone constant produit une fraction molaire<sup>1</sup> d’ozone dans l’air, qui est mesurée au moyen d’un photomètre de

$$x_{O_3} = \frac{-1}{2 \cdot L_{opt} \cdot \sigma} \cdot \frac{R}{N_A} \cdot \frac{T_{mes}}{p_{mes}} \cdot \ln(D)$$

Formule pour calculer la fraction molaire d’ozone:  $x_{O_3}$  est la fraction molaire d’ozone;  $L_{opt}$  est la longueur optique moyenne des cellules de mesure;  $\sigma$  est la section efficace d’absorption d’une molécule d’ozone;  $R$  est la constante universelle des gaz parfaits et  $N_A$  la constante d’Avogadro;  $T_{mes}$  et  $p_{mes}$  sont la température et la pression mesurées, et  $D$  est le produit de la transmission des deux cellules de mesure.



Le « manifold » distribue le mélange d'air et d'ozone, dont la fraction molaire est stable, sur le photomètre de référence et, en même temps, sur un à trois instruments à étalonner.



Les deux cellules de mesure, de 90 cm chacune, reçoivent par intermittence un mélange contenant de l'ozone puis de l'air zéro.

référence étalon. Le mélange d'air et d'ozone est envoyé en même temps sur l'instrument à étalonner. Cette mesure et son incertitude sont principalement influencées par la section efficace d'absorption (voir formule). Or la valeur utilisée jusqu'à présent pour celle-ci datait de 1961.<sup>2</sup> Elle est, dès 2025, remplacée dans le monde entier par une nouvelle valeur consensuelle nommée CCQM.O3.2019, qui permettra d'obtenir des valeurs de référence – et donc des mesures – plus exactes.

#### Un groupe de travail international

Un groupe de travail international, dont la Suisse fait partie, a été créé pour définir des lignes directrices et coordonner le passage de l'ancienne à la nouvelle valeur de la section efficace d'absorption, le but étant d'assurer une transition fluide et surtout traçable. Il a à présent publié les lignes directrices pour une utilisation uniforme des métadonnées ainsi que divers rapports sur la transition. Ces informations, entre autres, sont disponibles sur le site Internet du

## Caractéristiques d'absorption

	Avant le changement	Facteur de conversion	Après le changement
Période	Jusqu'à déc. 2024		Dès janv. 2025
Nom de la référence	Hearn.1961		CCQM.O3.2019
Section efficace d'absorption par molécule $\sigma$	1,1476·10 <sup>-17</sup> cm <sup>2</sup>	1,01298	1,1329·10 <sup>-17</sup> cm <sup>2</sup> <sup>4</sup>
Incertitude de mesure rel. $\sigma$	1,06%		0,31%
Coefficient d'absorption linéique $\alpha_x$	308,32 cm <sup>-1</sup>	1,01293	304,39 cm <sup>-1</sup>
Incertitude de mesure rel. $\alpha_x$	1,06%		0,31%

La nouvelle valeur de la section efficace d'absorption est un peu plus petite et trois fois plus exacte que l'ancienne. Les valeurs relatives à l'absorption avant et après le changement de référence diffèrent les unes des autres. Les données calculées selon l'ancienne référence peuvent être exprimées selon la nouvelle au moyen du facteur de conversion. Étant donné que le coefficient d'absorption linéique est enregistré dans le photomètre de référence étalon, la ligne en bleu dans le tableau ci-dessus est essentielle.

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM).<sup>3</sup>

Les personnes intéressées peuvent s'inscrire pour recevoir les actualités. Le groupe de travail s'est en outre penché sur l'adaptation des normes internationales, régionales et nationales et a défini un calendrier pour la mise en œuvre des modifications. Il prévoit également de publier une étude des conséquences qu'aura à long terme ce changement de valeur dans différents contextes.

### Le processus en Suisse

En Suisse, les deux prestataires en matière d'étalonnage, METAS et le Laboratoire fédéral d'essai des matériaux et de recherche (Empa), se sont accordés pour ne proposer plus que des étalonnages avec la nouvelle valeur, dès janvier 2025. L'année 2025 servira ainsi de transition et permettra de convertir les données fondées sur les certificats d'étalonnage délivrés en 2024 ou précédemment en fonction de la nouvelle section efficace d'absorption (voir tableau). Quant aux données des instruments de mesure étalonnés en 2025 avec la référence CCQM.O3.2019, elles pourront être corrigées selon la procédure établie à l'aide de la fonction d'étalonnage mentionnée sur le certificat. Le processus devrait pouvoir se terminer à la fin de l'année 2025. Par la suite, seules les métadonnées détaillées permettront d'identifier que les données relatives aux mesures d'ozone s'appuient sur la nouvelle référence.

### Incidences sur les taux d'émission

D'après la loi de Beer-Lambert (voir formule), puisque la valeur d'absorption diminue d'environ 1,3%, les valeurs de mesure augmentent d'autant. Or les valeurs limites d'émission définies dans l'ordonnance sur la protection de l'air<sup>5</sup> n'ont pas été adaptées et restent fondées sur les valeurs «arrondies» (p. ex. 120 µg/m<sup>3</sup> pour la moyenne horaire), ce qui peut entraîner dans de rares cas des dépassements en trop. Des études et publications complémentaires montreront à l'avenir si le changement de section efficace d'absorption a un effet significatif et s'il entraîne des conséquences différentes dans les autres pays. ●

<sup>1</sup> Dans le cas des gaz parfaits, la fraction molaire équivaut à la fraction volumique.

<sup>2</sup> Hearn, Proc. Phys. Soc., 78, 1961, DOI 10.1088/0370-1328/78/5/340; <https://doi.org/10.1088/0370-1328/78/5/340>

<sup>3</sup> <https://www.bipm.org/en/ozone>

<sup>4</sup> J T Hodges et al. 2019. Metrologia 56, 034001, <https://doi.org/10.1088/1681-7575/ab0bdd>

<sup>5</sup> Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, RS 814.318.142.1), [https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208\\_208\\_208/fr](https://www.fedlex.admin.ch/eli/cc/1986/208_208_208/fr)