



Poussières fines PM_{2,5}

Questions et réponses concernant les propriétés, les émissions, les immissions, les effets sur la santé et les mesures

Octobre 2024

Table des matières

Propriétés	2
Emissions	5
Immissions	6
Valeurs limites d'immission	9
Effets sur la santé	11
Mesures de réduction des émissions	16
Bibliographie	22



Propriétés

- **Comment les particules se forment-elles ?**

On distingue les particules primaires, émises directement en tant que telles, et les particules secondaires, qui sont formées dans l'atmosphère à partir de précurseurs gazeux.

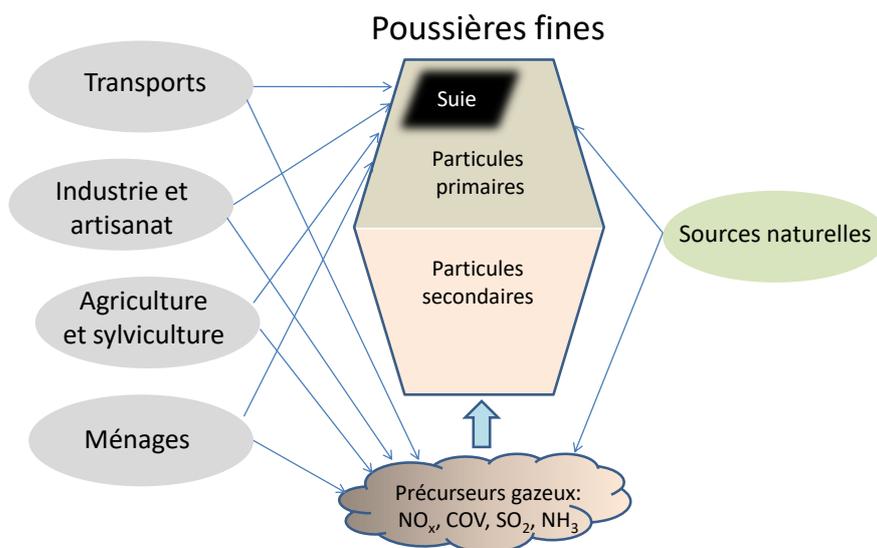


Figure 1 Représentation schématique simplifiée des poussières fines en Suisse à partir de leurs composantes primaires et secondaires, ainsi que leurs sources. La suie constitue une partie des poussières fines primaires.

Les particules primaires anthropiques se forment lors des processus de combustion ; ce sont avant tout des particules ultrafines et fines d'un diamètre¹ inférieur à environ 0,3 μm (p. ex. les suies). Les particules qui se forment par abrasion ou qui sont mises en suspension dans l'air ont en général un diamètre supérieur à 1-2 μm . Les sources naturelles possibles sont les pollens, les embruns, l'érosion éolienne et les volcans. Les particules de grandeur moyenne (entre 0,1 et 1 μm) proviennent en majorité de sources secondaires et se forment par conversion gaz-particule à partir des précurseurs SO_2 , NO_x , NH_3 et COVNM (composés organiques volatils non méthaniques).

¹ **Diamètre aérodynamique** : comme les particules en suspension dans l'air peuvent présenter des formes et des densités variables, il n'est pas aisé de leur attribuer un diamètre. Le diamètre aérodynamique est une grandeur qui se prête à la description d'une série de processus. Il correspond au diamètre qu'une particule sphérique d'une densité de 1 g/cm^3 devrait avoir pour présenter la même vitesse de chute dans l'air que la particule concernée.

- **Quelle est la composition chimique des PM_{2,5}² ?**

Les poussières fines sont un mélange physico-chimique complexe. Les PM_{2,5} sont constituées de particules primaires émises par la combustion et l'abrasion, ainsi que de composants secondaires formés à partir de précurseurs gazeux. Les poussières soulevées, les embruns marins et les matériaux biologiques sont plus grossières et ne jouent qu'un rôle mineur dans les PM_{2,5}. De même, de nombreux processus d'abrasion génèrent principalement des particules grossières.

On peut distinguer les principaux composants suivants :

	Composant	Précurseur / Cause
Composants primaires	suie (CE) et matière organique primaire (MO)	processus de combustion, usure des pneus
	métaux lourds	combustion, production, usure des freins et des pneus
	poussière minérale	abrasion des routes, chantiers, tourbillonnement par les véhicules et par le vent, poussière du Sahara
Composants secondaires	sulfates	dioxyde de soufre SO ₂
	nitrate	oxydes d'azote NO _x
	ammonium	ammoniac NH ₃
	matière organique (MO)	composés organiques volatils NMCOV

Tableau 1 Composition et sources des PM_{2,5}

Sur plusieurs sites du réseau NABEL, certains composants des poussières fines sont déterminés en continu ou dans le cadre de projets (cf. Hüglin and Grange 2021). En résumé, on peut dire que l'ammonium, les nitrates et les sulfates constituent près de la moitié des PM_{2,5}. Sur les sites routiers et au sud de la Suisse, ces composés représentent près d'un tiers des PM_{2,5}. Si l'on y ajoute la matière organique secondaire (part de la MO), on obtient une part d'aérosol secondaire d'environ 70% des PM_{2,5}. Les suies (carbone élémentaire CE) et la matière organique en représentent, ensemble, environ un bon tiers, et jusqu'à près de la moitié sur les sites routiers et au Sud de la Suisse. La part massique des autres composantes (p. ex. poussière minérale, métaux lourds) est très faible.

La concentration des composants secondaires est analogue pour tout le Plateau suisse. Selon les analyses effectuées au Tessin et dans les vallées du Sud des

² **PM_{2,5}** : particules d'un diamètre aérodynamique $\leq 2,5 \mu\text{m}$ (plus précisément, particules passant par un orifice qui présente un degré de 50 % d'efficacité de séparation des particules d'un diamètre aérodynamique de $2,5 \mu\text{m}$).

Grisons (Hüglin 2012, Baltensperger 2013, Dällenbach 2017), la combustion du bois semble jouer un rôle nettement plus important dans la pollution par les particules fines et leur MO au sud des Alpes.

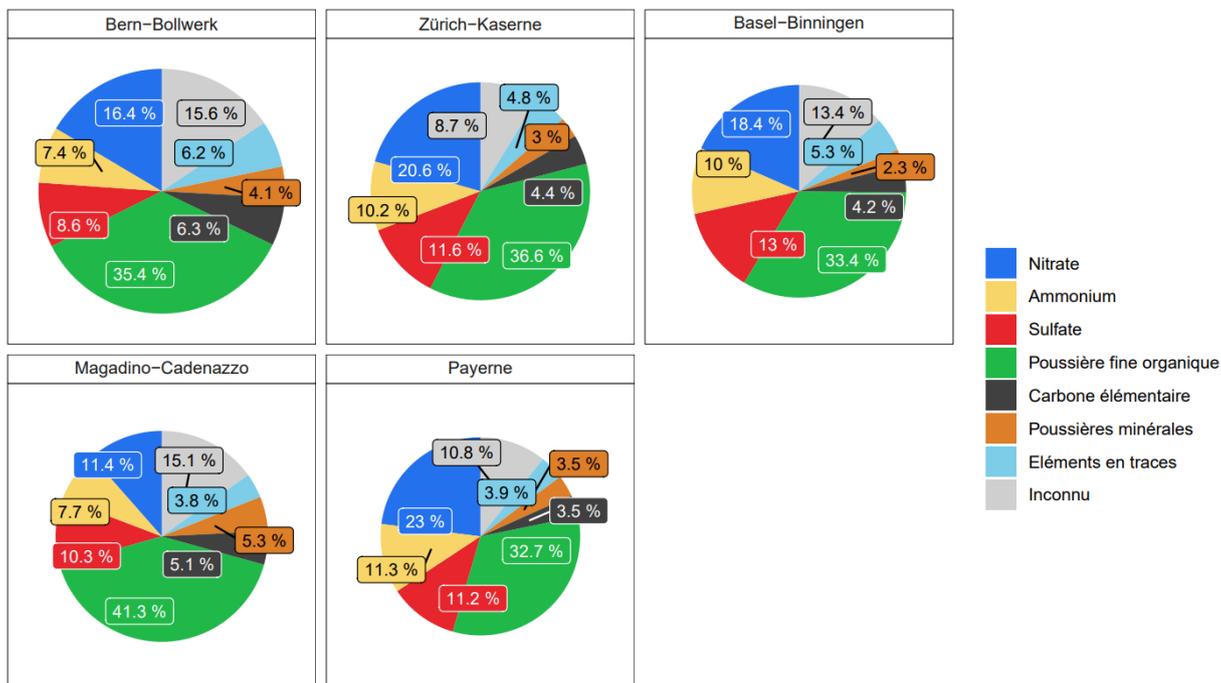


Figure 2 Composition chimique moyenne des PM2.5 en 2018–2019 de cinq stations du Réseau national d'observation des polluants atmosphériques (NABEL). La surface des cercles est proportionnelle à la concentration totale en PM2.5 relevée sur chaque site : Bern-Bollwerk $14.0 \mu\text{g m}^{-3}$, Zürich-Kaserne $11.1 \mu\text{g m}^{-3}$, Basel-Binningen $10.6 \mu\text{g m}^{-3}$, Magadino-Cadenazzo $10.4 \mu\text{g m}^{-3}$, Payerne $9.2 \mu\text{g m}^{-3}$.
Figure de Hüglin and Grange 2021

Emissions

- **Combien de PM_{2,5} primaires les différentes sources émettent-elles en Suisse ?**

En 2022, les émissions de PM_{2,5} primaires en Suisse se sont élevées à près de 7'000 tonnes³ (Source : OFEV, soumission 2024 à la CEE-ONU). La figure ci-dessous indique la part des différents groupes de sources dans ces émissions. Outre l'industrie et les transports, l'agriculture et la sylviculture produisent une part des émissions. S'agissant des ménages, on constate que les chauffages au bois, qui ne couvrent qu'une part minime des besoins en chaleur, dégagent beaucoup plus d'émissions que les chauffages au mazout ou au gaz, qui fournissent la majeure partie de l'énergie thermique consommée. Les émissions dues aux incendies de forêt ne sont pas représentées dans la figure, car elles sont très variables d'une année à l'autre.

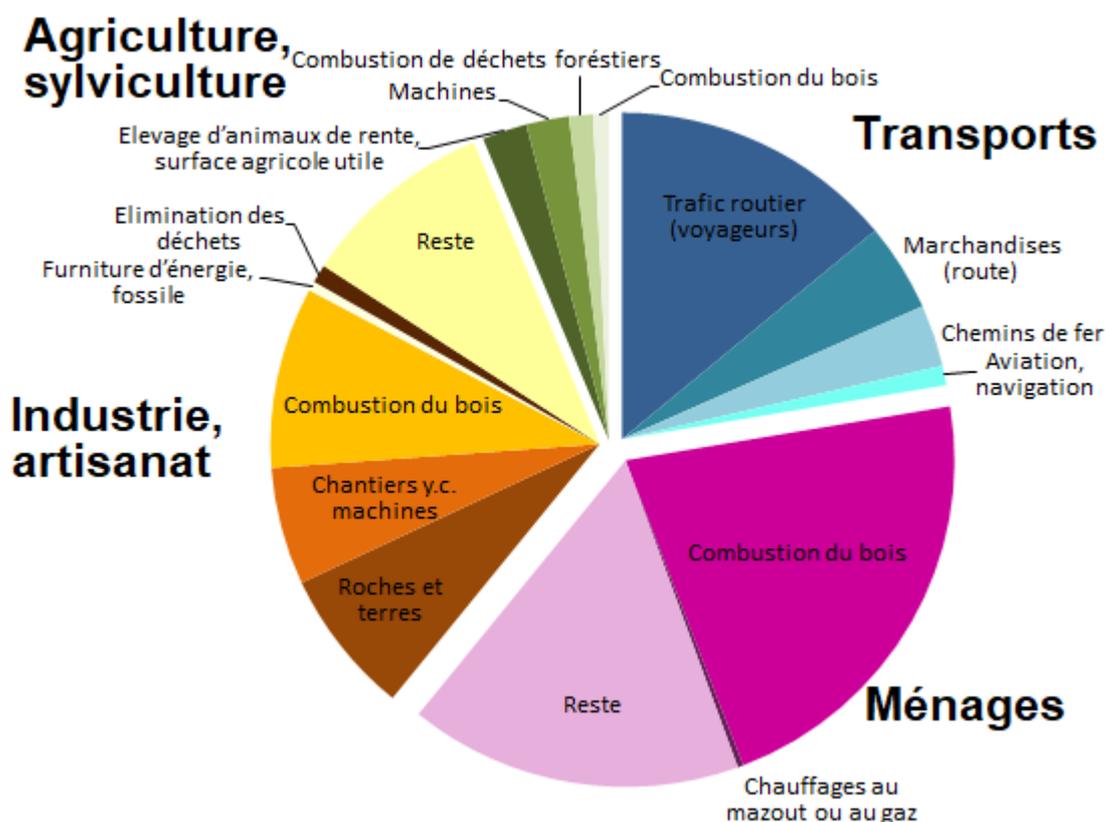


Figure 3 Part des différentes sources dans les émissions de PM_{2,5} primaires en Suisse en 2022 (Source : OFEV, soumission 2024 à la CEE-ONU).

³ Les données sont généralement obtenues par le biais d'enquêtes, d'hypothèses et de modèles de calcul complexes. Elles comportent de par leur nature des parts d'incertitude qui sont à prendre en compte avant utilisation et interprétation. De nombreux domaines sont régulièrement mis à jour si bien que les données des années précédentes ne peuvent pas être considérées comme définitives.

Immissions

- **Comment la charge de PM_{2,5} se présente-t-elle en moyenne annuelle ?**

Entre 2021 et 2023, les valeurs moyennes annuelles sur le Plateau étaient très semblables, à savoir entre 6 et 9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les sites ruraux. Aux stations urbaines ou influencées par le trafic, les valeurs les plus élevées ont atteint 8 – 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au Tessin les valeurs sont plus élevées, entre 9 – 12 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La proportion des PM_{2,5} par rapport aux PM₁₀ en moyenne sur plusieurs années est d'environ 0,7, à l'exception des sites routiers encaissés et les sites valaisans plus secs.

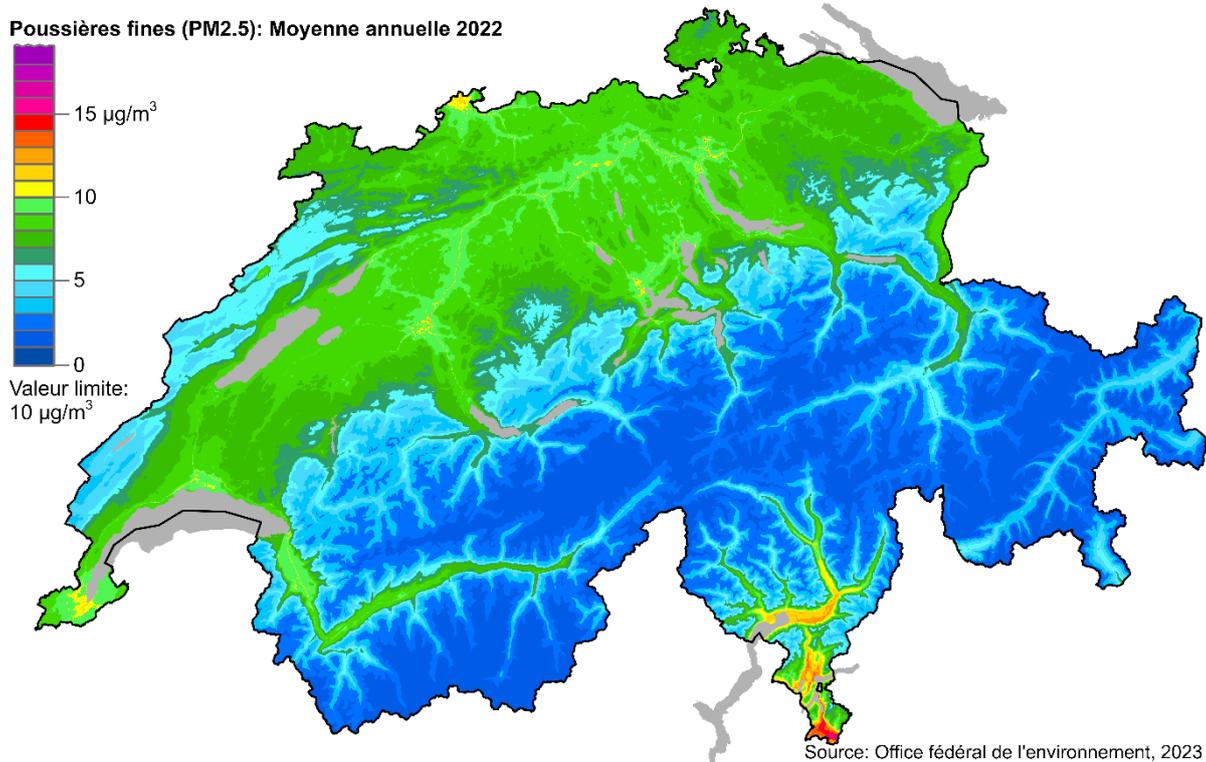


Figure 4 Moyenne annuelle des PM_{2,5} en 2022, cartographiée sur la base de mesures et de modélisation.

- **Quelle a été l'évolution de la charge de PM2.5 au cours des dernières années ?**

Grâce aux mesures de protection de l'air prises par la Confédération, les cantons et les communes et à l'application de l'état de la technique, les émissions de polluants atmosphériques ont pu être fortement réduites. Au sein du réseau NABEL, les mesures de PM2,5 ont débuté en 1998. Le graphique indique une tendance à la baisse des concentrations de poussières fines. Les variations interannuelles sont dues aux variations météorologiques. De plus amples informations sont disponibles dans les [rapports annuels et mensuels NABEL](#) et sur les pages web de l'OFEV.

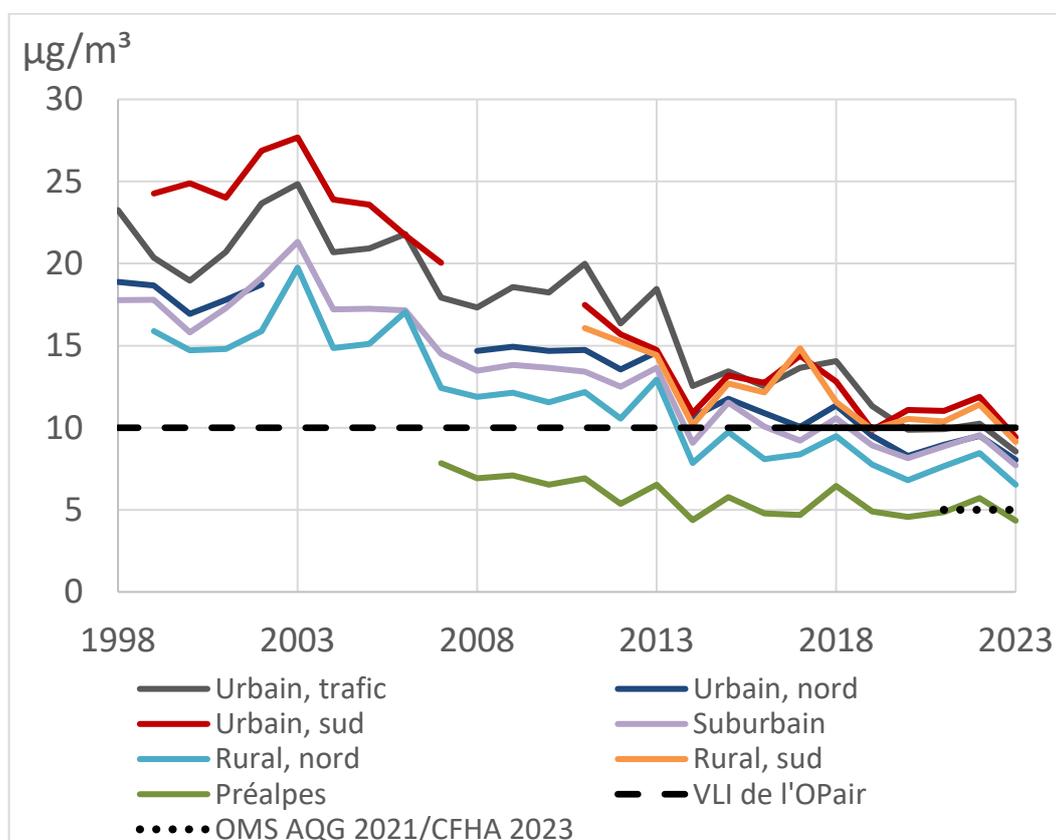


Figure 5 Évolution de la charge en PM2,5 (moyennes annuelles) selon les mesures effectuées dans le réseau NABEL. Sont également indiquées la valeur limite d'immission (VLI) actuellement en vigueur dans l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair) et la valeur recommandée par la Commission fédérale de l'hygiène de l'air (CFHA), qui correspond à la valeur indicative de qualité de l'air (AQG) de l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

- **Comment se dispersent les polluants atmosphériques ?**

L'air est en mouvement perpétuel. Les polluants émis localement ou les PM2,5 formées dans l'atmosphère sont transportés sur de longues distances au-delà des frontières en raison de leur persistance. Les poussières fines provenant des pays voisins peuvent aboutir en Suisse, alors que les poussières « suisses » sont exportées. Pour tenir compte de ces aspects, la Convention CEE-ONU sur la pollution

atmosphérique transfrontière à longue distance a été adoptée avec ses protocoles additionnels visant à limiter les émissions polluantes sur l'ensemble de l'Europe. La part des PM_{2,5} qui est importée en Suisse varie fortement selon les régions.

Valeurs limites d'immission

- **Quelles sont les bases pour fixer les valeurs limites ?**

La Suisse établit ses valeurs limites d'immissions dans l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair)⁴ sur la base des critères de la loi sur la protection de l'environnement (LPE)⁵. Pour ce faire, l'état des connaissances scientifiques et les recommandations des organisations spécialisées, notamment de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) sont prises en compte. L'**OMS** a établi qu'il y a une corrélation claire entre les concentrations de poussières fines et toute une palette d'effets sur la santé, principalement au niveau des maladies respiratoires et cardio-vasculaires. Le Conseil fédéral bénéficie aussi des recommandations des experts de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air CFHA. En 2018, le Conseil fédéral a révisé l'OPair pour introduire une valeur limite pour les PM_{2,5} en plus des PM₁₀. La valeur adoptée correspond à celle recommandée par l'OMS en 2005 (OMS 2006). Il s'agit d'une moyenne annuelle de 10 µg/m³.

Sur la base d'une analyse complète des connaissances scientifiques, l'OMS a abaissé en 2021 ses valeurs indicatives pour plusieurs polluants atmosphériques, dont les poussières fines PM_{2,5} (OMS 2021). La CFHA recommande d'adapter l'ordonnance sur la protection de l'air en tenant compte des valeurs indicatives de l'OMS de 2021 et d'abaisser ainsi la valeur limite moyenne annuelle des PM_{2,5} à 5 µg/m³ et d'introduire une valeur limite moyenne journalière de 15 µg/m³, qui peut être dépassée trois fois par an (CFHA 2023). Le Département fédéral de l'environnement, des transports, de l'énergie et de la communication DETEC examine actuellement les recommandations de la CFHA.

- **Quelles sont les valeurs limites pour les PM_{2,5} appliquées dans d'autres pays ?**

L'**UE** reconnaît que les critères de qualité de l'air devraient s'orienter sur les normes et recommandations de l'OMS. Elle veut atteindre une pollution zéro dans l'air, l'eau et les sols d'ici 2050 (Commission européenne 2021). Au contraire de la Suisse, l'UE n'a par contre pas adopté de valeurs limites orientées sur les effets mais des valeurs à atteindre selon un calendrier fixe et pouvant faire l'objet d'une action en justice. Elle a introduit un système complexe de valeurs cibles, d'obligations et d'objectifs de réduction de l'exposition. En 2024, l'UE a abaissé la valeur limite annuelle moyenne des PM_{2,5} à 10 µg/m³. Les États membres ont jusqu'en 2030 pour atteindre ces valeurs limites plus strictes. Sous certaines conditions, il est possible de demander une prolongation du délai.

Au **Canada**, une valeur limite moyenne annuelle de 8.8 µg/m³ pour les PM_{2,5} s'applique depuis 2020. La valeur ne doit pas être dépassée en moyenne sur 3 ans.

Aux **USA**, une valeur limite en moyenne annuelle de 9 µg/m³ a été adoptée en 2023. Cette valeur ne doit pas être dépassée en moyenne sur 3 ans.

⁴ Ordonnance sur la protection de l'air, [RS 814.318.142.1](#)

⁵ Loi fédérale sur la protection de l'environnement, [RS 814.01](#)

L'Australie a fixé la valeur limite moyenne annuelle à $8 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Elle prévoit d'abaisser cette valeur en 2025.

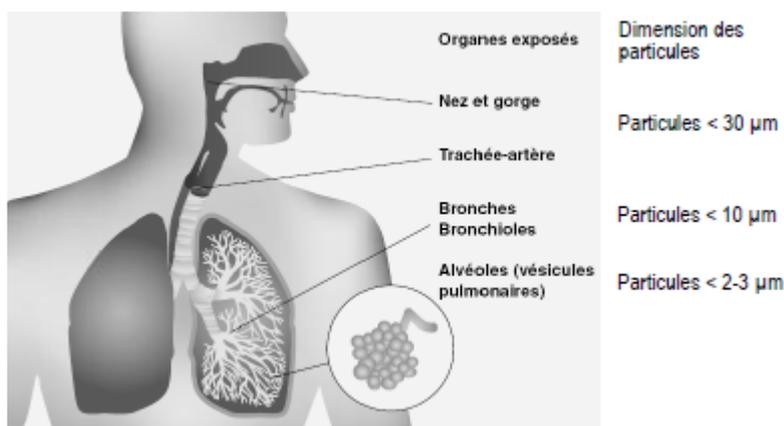
- **Comment sont limités les polluants cancérigènes ?**

En 2012, la commission IARC de l'OMS a classé les suies de diesel dans la classe 1 des polluants cancérigènes. Cette même catégorie s'applique également depuis octobre 2013 pour les mélanges de poussières fines en général. Les concentrations de polluants cancérigènes sont d'un point de vue sanitaire à maintenir à un niveau aussi bas que possible. En 2013, la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air a recommandé comme objectif intermédiaire de limiter à un cinquième (20%) les suies cancérigènes, qui se compose principalement de particules ultrafines, dans une période de 10 ans (CFHA 2013). Entre-temps, la concentration de suie a fortement diminué, en particulier sur les sites exposés au trafic (voir OFEV, [rapport NABEL](#)).

Effets sur la santé

- **Que deviennent les particules lorsqu'elles sont respirées ?**

Chaque fois que nous respirons, des milliers de particules pénètrent dans nos voies respiratoires. Une partie des poussières sont immédiatement ré-expirées, le reste va s'accumuler suivant leur taille et provoquer des symptômes et des impacts sur la santé. Au contraire des poussières les plus grossières, les poussières fines PM_{2,5} peuvent pénétrer profondément dans les poumons et se déposer à la surface des alvéoles.



(Source : Poussières fines en Suisse, CFHA 2007)

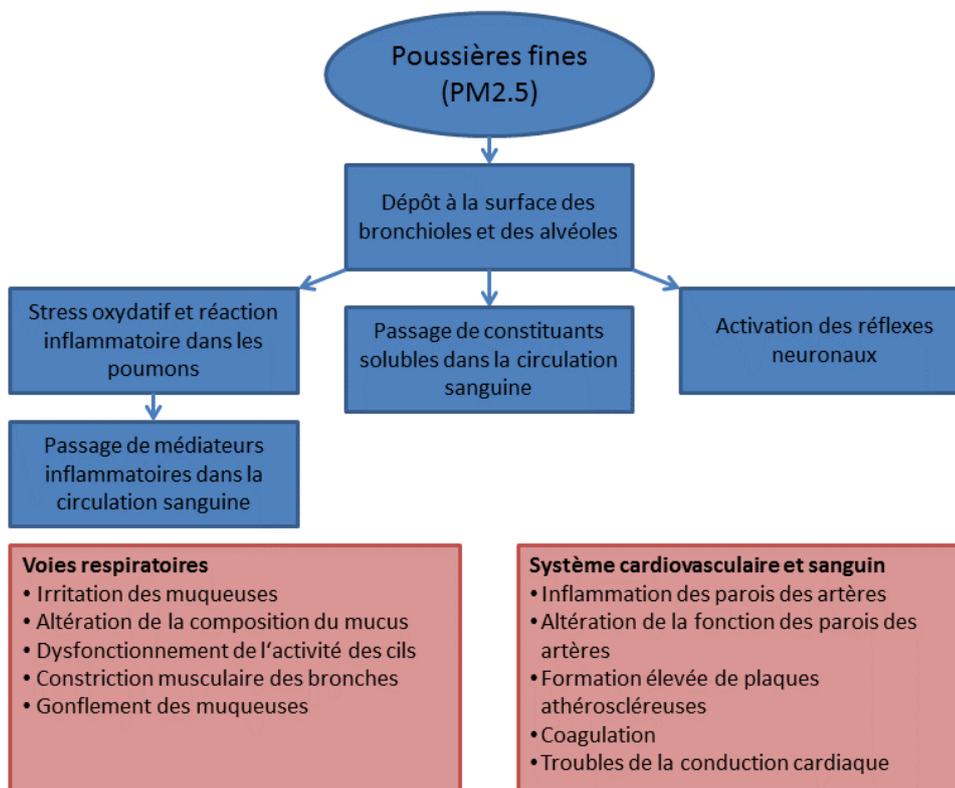
- **Comment réagit le corps humain face aux poussières fines ?**

Sur le site de leur dépôt dans les voies respiratoires, les poussières fines provoquent des irritations de courte durée des muqueuses et des réactions inflammatoires et de défenses immunitaires avec une production de mucosité accrue. Des symptômes respiratoires tels que la toux, la bronchite ou l'exacerbation des crises d'asthme en résultent. Les muqueuses des bronches et des bronchioles sont recouvertes de cellules vibratiles dont la surface est recouverte de cils qui rejettent les particules intruses. Dans les alvéoles pulmonaires il n'y a plus de cellules ciliées. Cela signifie que les plus petites particules qui y ont pénétré doivent être éliminées ou dissoutes grâce à des mécanismes de nettoyage cellulaire par les macrophages. Les particules ultrafines ne sont pas bien résorbées par ce mécanisme et peuvent ensuite se retrouver dans le sang, dans des organes et, chez les femmes enceintes, dans le système sanguin du fœtus.

Les médiateurs d'inflammation qui sont générés dans les organes respiratoires se dissolvent dans le sang et affectent les parois des artères, ce qui peut provoquer des thromboses, de l'athérosclérose et de l'hypertension. Les jours où sont enregistrés des concentrations élevées de PM_{2,5} il en résulte une augmentation des cas d'hospitalisation et une mortalité accrue en raison de maladies des poumons, du cœur ou du système circulatoire. Du point de vue sanitaire, il apparaît toutefois que les expositions durables de la population à des concentrations élevées de PM_{2,5} provoquent des effets chroniques plus dommageables que les pointes de

courte durée. D'innombrables études réalisées à travers le monde ont démontré des relations entre des concentrations élevées de plus ou moins longue durée de PM_{2,5} et des effets néfastes pour la santé, en particulier des symptômes cardiovasculaires au sein de la population.

L'OMS a publié une étude détaillée (Health Effects of Black Carbon, WHO 2012) sur les effets sanitaires des particules de suie (carbone élémentaire, CE). La conclusion en est qu'il existe suffisamment d'éléments probants pour établir que le carbone élémentaire a des effets sur les poumons et le système cardiovasculaire. Les indices selon lesquels les particules ultrafines ont une influence néfaste sur la santé se multiplient également. Dans ses lignes directrices pour la qualité de l'air 2021 (WHO global air quality guidelines, WHO 2021), l'OMS a toutefois estimé que les données disponibles n'étaient pas suffisantes pour fixer des valeurs indicatives pour la suie (noir de carbone) et les particules ultrafines. Elle recommande toutefois de mesurer leur concentration dans l'air et de prendre des mesures pour réduire l'exposition.



- **Conséquences résultant d'une augmentation de courte durée des charges en poussières fines et d'une pollution trop élevée à long terme**

Le [graphique interactif](#) du Centre de documentation sur l'air et la santé (LUDOK) donne un aperçu des conséquences à court et à long terme de la pollution atmosphérique.

Parmi les conséquences d'une pollution élevée à court terme, on trouve une augmentation de la mortalité due aux maladies cardio-vasculaires et respiratoires, l'hypertension, la détérioration de l'état des patients souffrant d'asthme et de bronchopneumopathie chronique obstructive (BPCO), davantage d'urgences pour des maladies cardio-vasculaires, BPCO et respiratoires, la détérioration de la fonction pulmonaire, les troubles du rythme cardiaque.

Les conséquences d'une pollution par les particules fines constamment trop élevée sont une augmentation de la mortalité due aux maladies cardio-vasculaires et respiratoires, au cancer du poumon, à la BPCO et à l'asthme, l'apparition du cancer du poumon, des effets nocifs sur le système cardio-vasculaire (artériosclérose, hypertension, variabilité du rythme cardiaque, coagulation sanguine), sur le système nerveux et sur les voies respiratoires (asthme, bronchite, inflammation des voies respiratoires, diminution de la fonction pulmonaire).

Lorsque les charges polluantes diminuent grâce aux mesures de réduction adoptées en matière de protection de l'air, on enregistre également une amélioration de l'état de santé (ERS 2010).

- **Y-a-t-il des personnes plus sensibles à la pollution de l'air ?**

Chaque individu réagit différemment face à la pollution de l'air, mais d'une manière générale les enfants, les personnes âgées ou malades sont plus sensibles. Il existe aussi des prédispositions génétiques qui peuvent jouer un rôle pour déterminer cette sensibilité.

- **Quelles sont les conséquences pour la population et quels seraient les bénéfices résultant d'une réduction des concentrations de PM_{2,5} ?**

Les impacts sur la santé de la population résultant de la pollution de l'air en Suisse ont été déterminés dans le cadre d'une vaste étude associant des personnes en charge de la protection de l'air, des épidémiologistes et des économistes pour l'année de référence 2010. Dans le cadre de cette étude, les indicateurs PM₁₀ et oxydes d'azote ont été pris en compte, mais pas l'ozone. Il apparaît qu'environ 2'200 personnes meurent prématurément chaque année des suites de la pollution de l'air. Il en résulte une perte de 25'000 années de vie (ARE 2018). Cela correspond à des coûts de la santé d'environ 6.5 milliards de francs par an selon les évaluations chiffrées de l'étude.

Selon une nouvelle étude suisse (Castro 2023), il apparaît qu'une réduction de la moyenne annuelle de PM_{2,5} en Suisse à un niveau de 5 µg/m³ - conformément à la valeur indicative de l'OMS 2021 et aux recommandations de la CFAH 2023 - aurait un impact positif sur la santé de la population et permettrait ainsi d'éviter les impacts suivants par rapport à l'année de référence 2019 :

- environ 2'200 décès prématurés évités
 - environ 9'000 cas de BPCO évités
 - environ 5'000 cas de démence évités par an.
- **Est-ce que la pollution au centre-ville est aussi dangereuse pour la santé qu'en d'autres sites ?**

D'une manière générale, il est établi que les impacts sur la santé augmentent avec l'augmentation du niveau de la charge polluante. Dans les régions fortement peuplées, les concentrations de poussières fines sont souvent plus élevées, il en résulte aussi des problèmes accrus en matière de santé.

L'OMS a établi que les aérosols de combustion jouent un rôle très important. Les particules résultant de la combustion de la biomasse (par ex. du bois) présentent un potentiel toxique semblable à celui des particules provenant de la combustion des carburants fossiles (par ex. le diesel).

- **Comment peut-on se protéger contre les concentrations excessives de poussières fines qui affectent notre santé ?**

Du fait que la répartition des PM_{2,5} est relativement homogène tant dans l'espace que sur la durée, la prévention passe par la réduction à la source des polluants précurseurs responsables de ces fortes charges polluantes.

- **Quelle est l'importance de ces résultats pour la politique de protection de l'air ?**

Les mesures de réduction de la charge en PM_{2,5} sont efficaces. Elles entraînent une amélioration de la santé de la population. Ces mesures devraient toutefois porter sur l'ensemble des tailles, donc aussi bien sur les particules grossières que sur les particules fines et ultrafines. Un accent devrait être mis sur les particules de suie cancérigène (CFHA 2013, CFHA 2023).

- **Où trouver des informations plus détaillées au sujet des effets sur la santé ?**

Des informations plus détaillées se trouvent sur le site de l'OFEV [Effets de la pollution atmosphérique](#) et du centre de documentation sur l'air et la santé [LUDOK](#).

Mesures de réduction des émissions

En plus des mesures adoptées par la Confédération, les cantons et au niveau international, chacun, à titre individuel, peut contribuer par son comportement en matière de consommation et de mobilité quotidienne à diminuer les niveaux de pollution.

- **Quelle est la stratégie appliquée en Suisse pour diminuer les poussières fines ?**

Les mesures de réductions des émissions doivent traiter non seulement des émissions primaires, mais aussi des émissions de gaz précurseurs (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ammoniac et composés organiques volatils).

Le tableau suivant donne un aperçu des réductions d'émissions nécessaires en Suisse afin que les valeurs limites d'immissions et les charges critiques visant à protéger la santé et la nature puissent être respectées (Conseil Fédéral 2009). En ce qui concerne les poussières fines, ce sont les PM10 qui sont mentionnées, car à l'époque, seules celles-ci étaient réglementées par des VLI.

Polluant	Réduction d'émissions nécessaire par rapport à 2005
Dioxyde de soufre SO ₂	éviter une augmentation des émissions par des mesures préventives
Oxydes d'azote NO _x	env. 50 %
Composés organiques volatils COVNM	env. 20-30 %
Poussières fines PM10 (primaires)	env. 45 %
Ammoniac NH ₃	env. 40 %
Substances cancérigènes (p.ex. la suie de diesel)	autant que la technique le permet et que cela soit proportionné

Tableau 2 Réductions d'émissions nécessaires pour respecter les objectifs environnementaux et de santé de 2009.

En Suisse, les immissions de PM2,5 et de PM10 sont en étroite corrélation. La diminution de leurs concentrations au cours des dernières années a suivi une évolution similaire sur presque tous les sites de mesures. Ainsi, il apparaît que tant les valeurs des PM2,5 que celles des PM10 ont bénéficié des mesures adoptées pour la protection de l'air. En moyenne, les PM2,5 représentent environ 70% de la masse des PM10.

Mais il faut poursuivre les mesures de limitations des émissions dans les secteurs concernés, en particulier pour les chauffages à bois et les foyers individuels comme les cheminées. Les polluants précurseurs, sous forme gazeuse (NO_x, NMCOV,

SO₂) sont limités dans le cadre de stratégies adoptées pour lutter contre l'ozone, l'acidification et l'eutrophisation.

Une priorité est mise sur la réduction des émissions de suies, qui contribuent aux PM_{2,5} et sont cancérogènes. Cela nécessite de les limiter autant que possible. En outre, il est important que les mesures de réduction des émissions qui découlent des objectifs environnementaux pour l'agriculture (OFEV/OFAG 2008) soient mises en œuvre pour limiter les émissions de suies de diesel des machines et véhicules et de l'ammoniac en provenance de l'agriculture.

Pour les poussières fines secondaires, le transport transfrontière joue un rôle non négligeable. C'est pourquoi, à côté des réductions réalisées en Suisse, il est important que les pays voisins réalisent aussi des diminutions significatives de leurs émissions polluantes pour protéger la santé et l'environnement.

- **Quelle est la stratégie appliquée au niveau international ?**

Dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, le Protocole de Göteborg révisé ([RS 0.814.327](#)) est entré en vigueur en 2019, par lequel les Parties s'engagent à réduire davantage leurs émissions de dioxyde de soufre (SO₂), d'oxydes d'azote (NO_x), de composés organiques volatils (COV), d'ammoniac (NH₃) et de poussières fines primaires (PM_{2,5}) en appliquant les meilleures techniques disponibles (tableau 3).

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM _{2.5}
Suisse	21%	41%	30%	8%	26%
Union européenne (UE27) + Grande-Bretagne	59 %	42 %	28 %	6 %	22%

Tableau 3 Engagements en matière de réduction des polluants entre 2005 et 2020 selon le protocole de Göteborg révisé.

La mise en œuvre du protocole de Göteborg révisé a permis d'obtenir de nouvelles améliorations significatives de la qualité de l'air. Ces engagements ne constituent qu'une étape intermédiaire vers la réalisation des objectifs de protection établis par l'OMS. D'autres efforts sont encore nécessaires pour diminuer les émissions de tous les polluants. Les émissions de NH₃, en particulier, n'ont pu être réduites que dans une faible mesure. Elles doivent encore être réduites par des mesures supplémentaires dans le secteur agricole.

- **Quels sont les engagements internationaux supplémentaires en matière de réduction des émissions ?**

Les États membres de l'UE se sont engagés, par le biais de la directive NEC⁶ (UE 2016), à réduire encore fortement leurs émissions de polluants d'ici 2030. On peut donc s'attendre à ce que l'UE réalise d'autres améliorations substantielles de la qualité de l'air, dont la Suisse profitera également.

⁶ [Directive \(EU\) 2016/2284](#)

	SO₂	NO_x	COV	NH₃	PM2.5
Allemagne	58 %	65 %	28 %	29 %	43 %
France	77 %	69 %	52 %	13 %	57 %
Italie	71 %	65 %	46 %	16 %	40 %
Autriche	41 %	69 %	36 %	12 %	46 %
UE (27) + Grande-Bretagne	79 %	63 %	40 %	19 %	49 %

Tableau 4 Engagements de l'UE et des pays voisins de la Suisse en matière de réduction des polluants entre 2005 et 2030 selon la directive NEC

- **Quelles mesures ont été prises à ce jour pour réduire la charge de PM_{2,5} et quels ont été les résultats obtenus ?**

Depuis l'entrée en vigueur de la législation sur la protection de l'air, la Confédération, les cantons et les communes ont adopté un grand nombre de mesures visant à réduire les émissions de PM_{2,5} et de leurs polluants précurseurs. Il s'agit par exemple des mesures suivantes :

- La réduction de la teneur en soufre dans les combustibles et carburants (diesel et essence), ainsi que la réduction au minimum de la teneur en plomb dans l'essence.
- L'introduction de systèmes de purification des gaz d'échappement tels que les pots catalytiques, les filtres à particules et le système SCR (selective catalytic reduction) sur les véhicules routiers, ainsi que le renforcement des prescriptions sur les gaz d'échappement et des valeurs limites d'émissions pour les autres véhicules, les machines, les chauffages, l'industrie et l'artisanat.
- Les valeurs limites d'émissions pour les chauffages et installations stationnaires dans l'industrie, l'artisanat et les ménages selon l'état actuel de la technique.
- La taxe d'incitation sur les COV introduite en 2000 incite l'industrie et l'artisanat à réduire considérablement leurs émissions, notamment en développant des produits contenant peu de solvants (par ex. les peintures et vernis).
- La redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations, différenciée selon les émissions de polluants atmosphériques, le développement et la promotion des transports publics et de l'électromobilité contribuent à une mobilité moins polluante.
- Les prescriptions relatives à l'épandage d'engrais de ferme liquides à faibles émissions et à la couverture des réservoirs de lisier ainsi que les mesures de construction d'étables conformes à l'état de la technique contribuent à réduire les émissions d'ammoniac agricoles.

Entre 1990 et 2022, les émissions de dioxyde de soufre en Suisse ont diminué de 91 %, celles de composés organiques volatils de 75%, celles d'oxydes d'azote de 62 %, et celles d'ammoniac de 22 %, alors que les PM_{2,5} primaires ont régressé de 76 %.

- **Quelles sont les mesures adoptées par l'UE ?**

L'UE a introduit et renforcé les prescriptions sur les gaz d'échappement de différents types de véhicules et de machines. Ces prescriptions sont reprises en même temps par la Suisse. Les prescriptions pour les installations industrielles et les grandes installations ont déjà fait l'objet d'un renforcement et exigent ainsi l'application des meilleures techniques disponibles. La mise sur le marché d'installations de combustion de tous types de combustibles est soumise à des prescriptions en matière d'efficacité énergétique et de protection de l'air. La teneur en polluants des carburants et des combustibles a été limitée. La directive Décopaint limite la teneur en solvants des produits. La directive sur les nitrates réduit les émissions d'azote dans l'agriculture. Sa mise en œuvre en Allemagne est assurée par l'ordonnance sur les engrais, qui limite les apports d'azote et exige des méthodes d'épandage à faibles émissions pour réduire les émissions d'ammoniac. L'ensemble de ces mesures entraînera une diminution majeure des émissions polluantes tant particulières que gazeuses.

- **Quelles sont les mesures supplémentaires qui seront encore nécessaires en Suisse ?**

Dans de nombreux domaines, il existe déjà des prescriptions strictes en matière de protection de l'air. Il convient d'accorder une grande attention à leur mise en œuvre conséquente. Des potentiels existent en premier lieu dans les domaines suivants :

- Remplacement progressif des anciens chauffages au bois à fortes émissions polluantes par des installations modernes à haute efficacité et à faibles émissions polluantes.
- Remplacement des chauffages à combustibles fossiles et à biomasse par des pompes à chaleur.
- Le remplacement progressif des moteurs diesel dans le secteur non-routier par des moteurs plus récents équipés de filtres à particules et du système SCR ou de technologies équivalentes. Sont notamment concernés les véhicules et machines agricoles, les bateaux et les moteurs stationnaires.
- Mobilité électrique et sa promotion, développement de l'infrastructure de recharge.
- Introduction de la norme d'émission Euro-7 prévue.
- Réduction des émissions d'ammoniac produites par le secteur agricole (application systématique des prescriptions relatives à la couverture des réservoirs de lisier et à l'épandage de lisier à faibles émissions, mesures de réduction des émissions dans la construction des étables, alimentation des animaux de rente à teneur réduite en protéines).
- Mise à jour régulière des prescriptions sur la protection de l'air en fonction de l'état actuel de la technique pour toutes les sources de polluants atmosphériques.

Bibliographie

- ARE, Coûts externes des transports en Suisse. Mise à jour pour 2010 (rapport INFRAS/Ecoplan ; en allemand avec résumé en français), Office fédéral du développement territorial (2018)
- Baltensperger, U. et al., „Holzfeuerungen: eine bedeutende Quelle von Feinstaub in der Schweiz“, Schweiz. Z. Forstwes. 164 (2013) 420-427
- [Castro, A., Quantifizierung des Gesundheitsnutzens der neuen Luftqualitätsleitlinien der Weltgesundheitsorganisation in der Schweiz, Swiss TPH, Allschwil \(2023\)](#) (en allemand).
- [CFHA \(Commission fédérale de l'hygiène de l'air\), « Poussières fines en Suisse », Berne \(2013\)](#)
- [CFHA \(Commission fédérale de l'hygiène de l'air\), « Les nouvelles lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air 2021 et leur importance pour l'ordonnance fédérale sur la protection de l'air », Berne 2023](#)
- [Commission européenne, Communication de la Commission \(COM\(2021\) 44 final, Plan d'action de l'UE: «Vers une pollution zéro dans l'air, l'eau et les sols » \[resource.html \\(europa.eu\\)\]\(#\)](#)
- [Conseil fédéral, Rapport Stratégie fédérale de protection de l'air, Feuille Fédérale 2009 p. 5941- 5972](#)
- [Dällenbach, K., Quellenzuordnung von organischem Aerosol mit massenspektrometrischen Filteranalysen, Paul Scherrer Institut, Villigen \(2017\)](#) (en allemand).
- [ERS \(European Respiratory Society\), Qualité de l'air et santé, Lausanne \(2010\)](#)
- [Hüglin C. and Grange, S., Chemical characterisation and source identification of PM10 and PM2.5 in Switzerland, Empa, Dübendorf \(2021\)](#)
- [Hüglin, C., Gianini, M., Gehrig, R. Chemische Zusammensetzung und Quellen von Feinstaub, Empa, Dübendorf \(2012\)](#) (avec résumé en français).
- [LPE](#) Loi fédérale sur la protection de l'environnement du 7 octobre 1983 (état au 1^{er} janvier 2024)
- [OFEV / OFAG 2008, Objectifs environnementaux pour l'agriculture ; Connaissance de l'environnement 0820, Berne, 2008](#)
- OFEV, [Système d'information sur les émissions en Suisse et soumission des données annuelles à la CEE-ONU \(2024\)](#)
- OFEV, [Rapports annuels et mensuels NABEL](#)
- [OMS, WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005. World Health Organization 2006.](#)
- OMS, [WHO Global air quality guidelines 2021. World Health Organization \(2021\)](#)
- OMS, [Health Effects of Black Carbon](#), World Health Organization (2012)
- [OPair](#) du 16 décembre 1985 (état au 1^{er} janvier 2024)
- [UE 2016, Directive \(EU\) 2016/2284 du parlement européen et du conseil du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques Directive - 2016/2284 - EN - EUR-Lex \(europa.eu\)](#)