



Poussières fines PM2.5

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

Janvier 2019

Table des matières

<i>Propriétés</i>	2
<i>Emissions</i>	4
<i>Immissions</i>	5
<i>Valeurs limites d'immission</i>	8
<i>Effets sur la santé</i>	9
<i>Mesures de réduction des émissions</i>	13
<i>Bibliographie</i>	16

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.

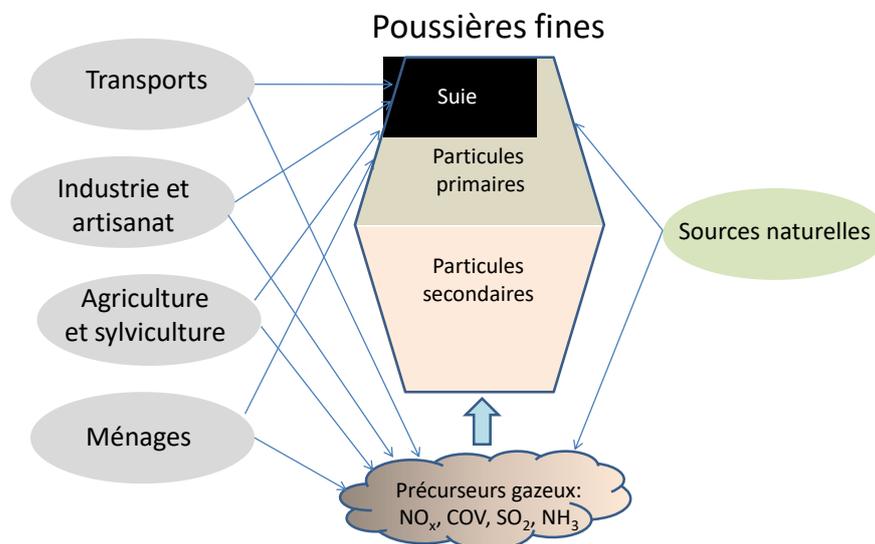


Figure 1 Représentation schématique simplifiée des poussières fines en Suisse à partir de leurs composantes primaires et secondaires, ainsi que leurs sources. La suie constitue une partie des poussières fines primaires.

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 $0,3 \mu\text{m}$ (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 $1-2 \mu\text{m}$. Les sources naturelles possibles sont les pollens, les embruns, l'érosion éolienne et les volcans. Les particules de grandeur moyenne (entre $0,1$ et $1 \mu\text{m}$) 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.

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 PM_{2,5} se constituent d'aérosols produits lors de combustions et de composants secondaires formés à partir des polluants gazeux. Les poussières en suspension, les résidus d'abrasion et les matériaux biologiques sont plus grossières et ne jouent qu'un rôle mineur dans les PM_{2,5}. On peut distinguer les principaux composants suivants:

	Composant	Précurseur / Cause
Composants primaires	suie (CE et OC primaire)	processus de combustion
	métaux lourds	combustion, production
Composants secondaires	sulfates	dioxyde de soufre SO ₂
	nitrate	oxydes d'azote NO _x
	ammonium	ammoniac NH ₃
	matière organique (OC)	composés organiques volatils NMCOV

Tableau 1 Composition et sources des PM_{2.5}

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 $2,5 \mu\text{m}$).

Emissions

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

En 2016, les émissions³ de PM_{2,5} primaires en Suisse se sont élevées à environ 7'000 tonnes (Source : OFEV, soumission 2018-19 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 considérable 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.

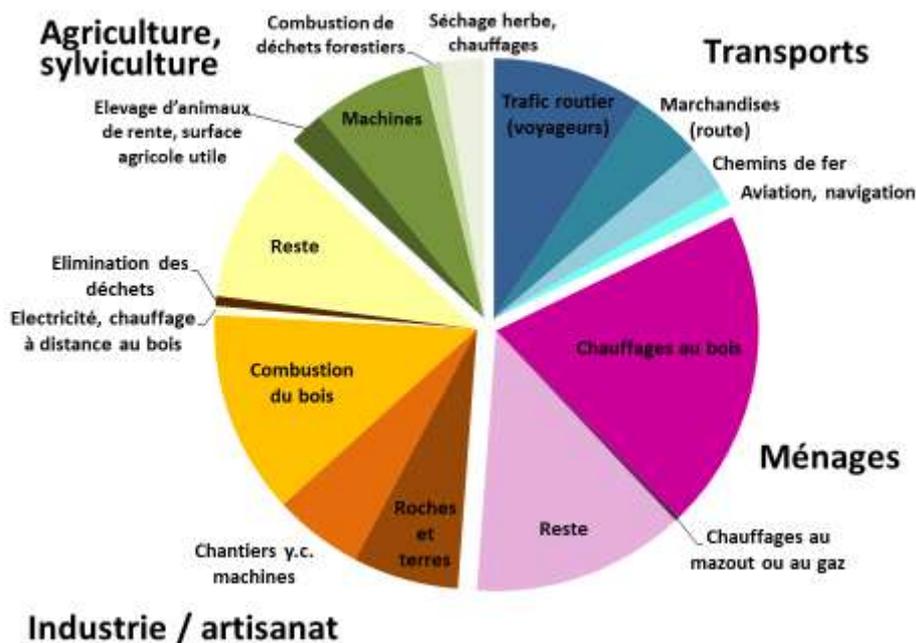


Figure 2 Part des différentes sources dans les émissions de PM_{2,5} primaires en Suisse en 2016 (Source : OFEV, soumission 2018-19 à la CEE-ONU).

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 pour que les données des années précédentes ne puissent pas être considérées comme définitives.

Immissions

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

Les valeurs annuelles moyennes annuelles sur le Plateau sont très semblables et s'élèvent entre 8 et 11 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pour les PM_{2,5}. Sur un site encaissé avec un trafic routier intense, les valeurs les plus élevées ont atteint 14 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au Tessin les valeurs sont plus élevées, entre 14 – 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. La proportion des PM_{2,5} par rapport aux PM₁₀ en moyenne sur plusieurs années est d'environ 0,75, à l'exception des sites routiers encaissés.

(Sources:

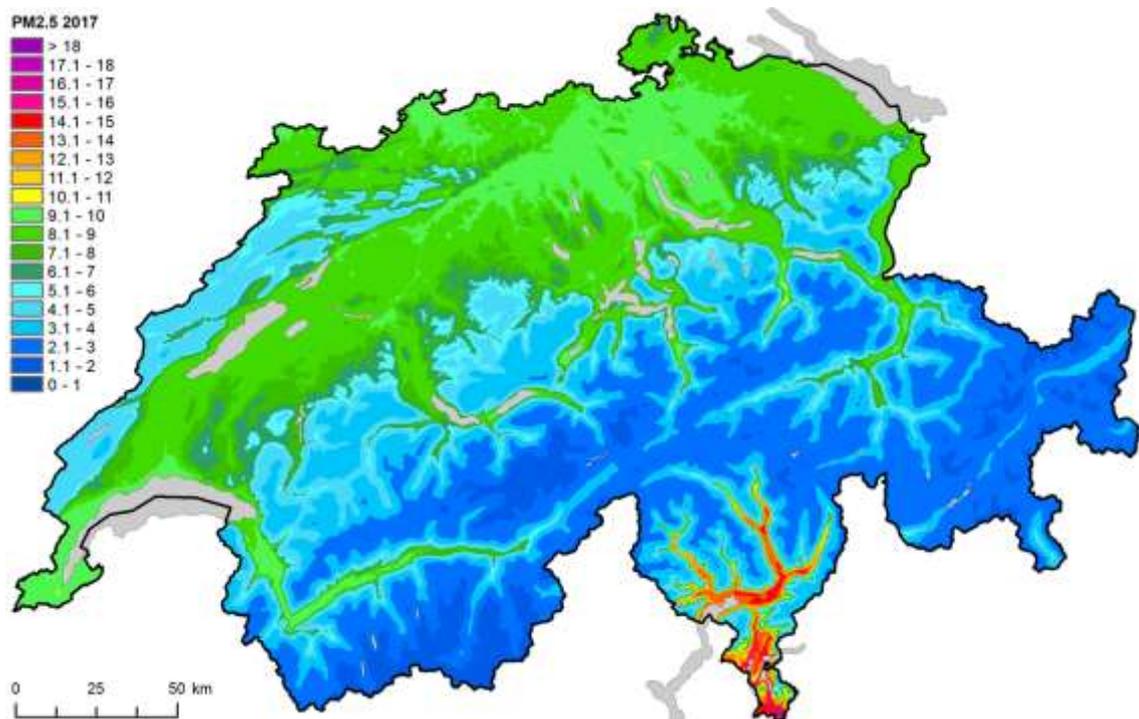


Figure 3 Moyenne annuelle des PM_{2,5} en 2017

- **Quelle a été l'évolution de la charge de PM2.5 au cours des 15 dernières années?**

Au sein du réseau NABEL, les mesures de PM_{2,5} 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. Les valeurs publiées dans les bulletins mensuels du réseau NABEL sont des moyennes mobiles sur les 12 derniers mois.

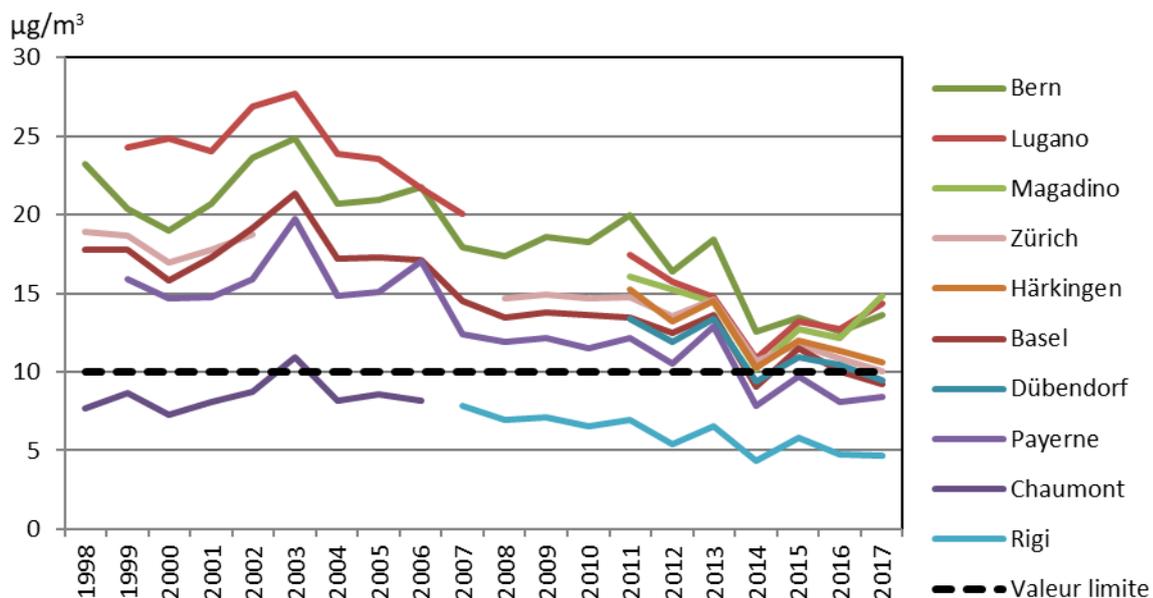


Figure 4 Évolution de la charge en PM_{2,5} selon les mesures effectuées dans le réseau NABEL

- **Quelle est la composition chimique de la charge des PM2,5 en Suisse?**

En résumé, on peut dire que l'ammonium, les nitrates et les sulfates constituent environ la moitié des PM_{2,5}. Sur les sites routiers et au Sud de la Suisse, ces composés représentent environ un tiers des PM_{2,5}. Si l'on y ajoute la matière organique secondaire (part de MO), on obtient une part d'aérosol secondaire d'environ trois quarts des PM_{2,5}. Le carbone élémentaire et la matière organique en représentent, ensemble environ un tiers, près de la moitié sur les sites routiers et au Sud de la Suisse. La part massique des autres composantes est très faible.

La concentration des composants secondaires est analogue pour tout le Plateau suisse. Au Sud de la Suisse, les concentrations d'ammonium et de nitrates sont plus basses qu'au Nord des Alpes. Selon les analyses effectuées à Magadino (Hüglin 2012) et dans les vallées du Sud des Grisons (Baltensperger 2013) la combustion du bois pourrait être à l'origine des concentrations élevées des poussières fines et de la part importante des matières organiques.

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

L'air est en mouvement perpétuel. Les polluants émis localement ou les PM_{2,5} 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 ces 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'OPair⁴ sur la base des critères de la LPE⁵. Pour ce faire, l'état des connaissances scientifiques et les recommandations des organisations spécialisées, notamment de l'Organisation mondiale de la santé l'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 conséquence, 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. Il s'agit d'une moyenne annuelle de 10 µg/m applicable dès le 1^{er} juin 2018.

- **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. Au contraire de la Suisse, l'UE n'a par contre pas adopté une valeur limite orientée sur les effets mais au contraire une valeur à atteindre selon un calendrier fixe. Elle a introduit un système complexe de valeurs cibles, d'obligations et d'objectifs de réduction de l'exposition. Au sein de l'UE, une valeur moyenne annuelle de 25 µg/m³ devrait être respectée dès 2015.

Au **Canada**, une valeur limite moyenne annuelle de 10 µg/m³ pour les PM_{2,5} s'applique depuis 2015. Cette valeur sera abaissée à 8,8 µg/m³ en 2020. La valeur ne doit pas être dépassée en moyenne sur 3 ans.

Aux **USA**, une valeur limite en moyenne annuelle de 12 µg/m³ a été adoptée. Cette valeur ne doit pas être dépassée en moyenne sur 3 ans.

- **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. En conséquence, la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air recommande comme objectif intermédiaire de limiter à un cinquième (20%) les suies cancérigènes, qui constituent les poussières ultrafines, dans une période de 10 ans par rapport à la situation actuelle. Les concentrations de polluants cancérigènes sont d'un point de vue sanitaire à maintenir à un niveau aussi bas que possible.

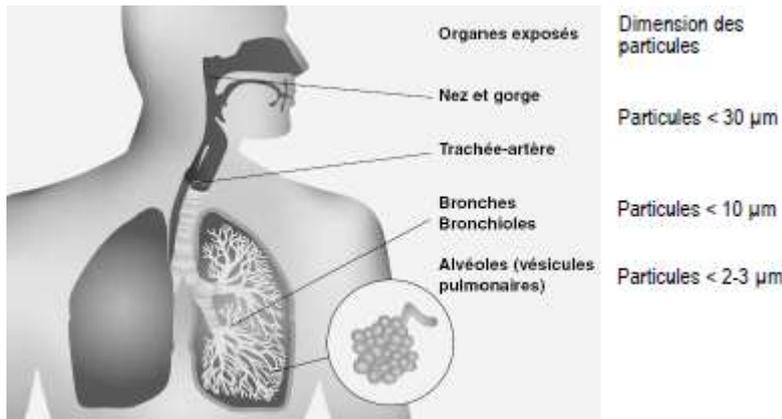
⁴ **OPair**: Ordonnance sur la protection de l'air, RS 814.318.142.1

⁵ **LPE**: Loi fédérale sur la protection de l'environnement, RS 814.01

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?**

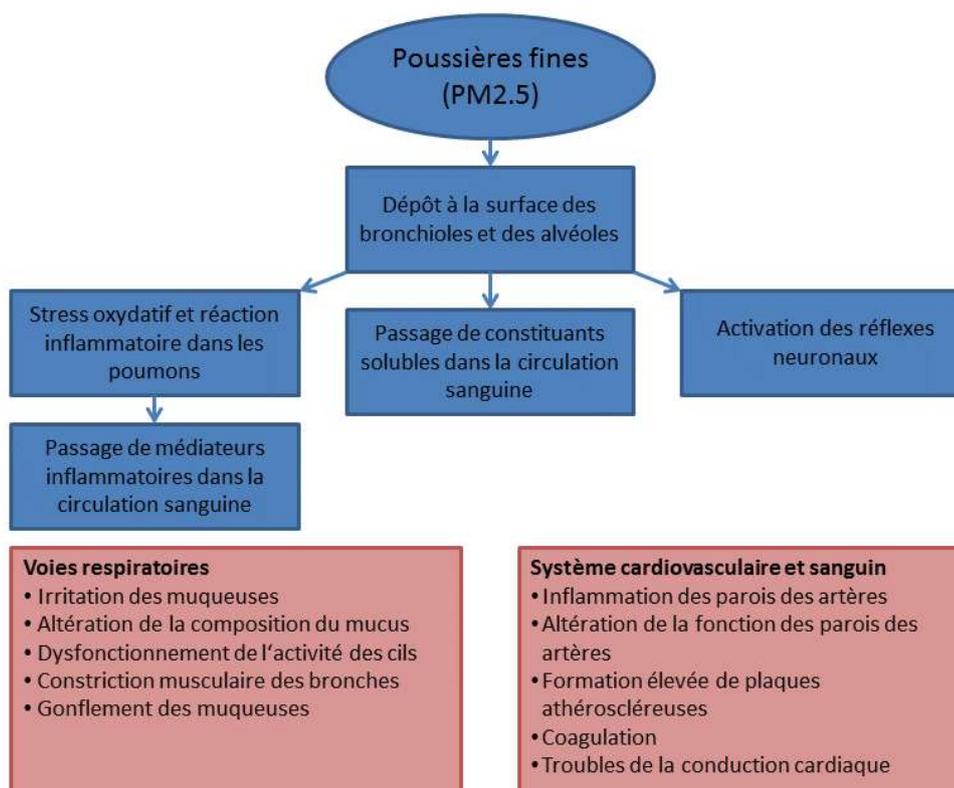
Sur le site de leur dépôt dans les voies respiratoires, les poussières fines provoquent des irritations de courte durée des muqueuses et des réactions inflammatoires et de défenses immunitaires avec une production de mucosité accrue. Des symptômes respiratoires tels que la toux, la bronchite ou l'exacerbation 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

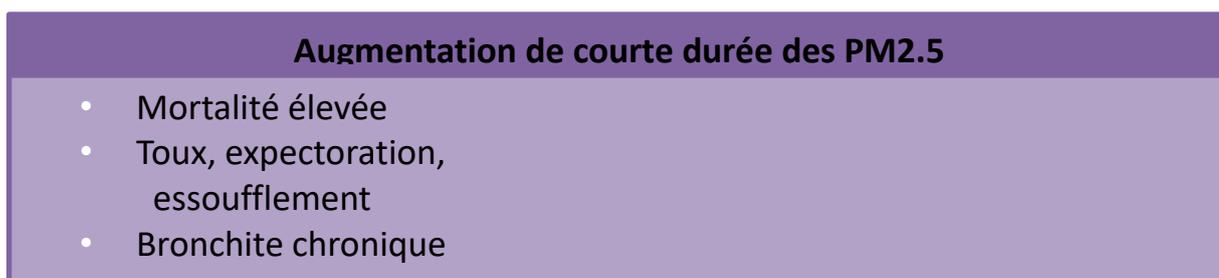
durée de PM_{2,5} et des effets néfastes pour la santé, en particulier des symptômes cardio-vasculaires au sein de la population.

Il n'existe encore que trop peu d'études sur les effets sanitaires dus au nombre de particules ultrafines pour pouvoir en tirer des conclusions fiables. Relevons en particulier qu'il n'y a pratiquement pas d'études relatives aux effets à long terme d'une trop forte exposition.

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 données actuellement disponibles ne permettent toutefois pas d'opérer une distinction quantitative fiable entre les effets du CE et ceux d'autres composants des particules fines.



- **Conséquences possibles résultant d'une augmentation de courte durée des charges en poussières fines:**



- **Conséquences possibles résultant des charges élevées en poussières fines:**

Augmentation permanente des PM2.5

- Diminution de l'espérance de vie
- Toux
- Bronchite chronique
- Asthme

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 économiques pour la population et quels seraient les bénéfices résultant d'une réduction des concentrations de PM2,5?**

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 que près de 2200 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 étude complémentaire (Röösli 2014), il apparaît qu'une réduction de la moyenne annuelle de PM2,5 en Suisse à un niveau de 10 µg/m³ 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 2010:

- 1'900 décès prématurés évités
- 13'500 journées d'hospitalisations dues aux maladies respiratoires ou cardio-vasculaire en moins
- 2.7 milliards de francs de coûts de santé évités.

- **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. Au centre des villes, les concentrations de poussières fines sont souvent plus élevées qu'à la campagne, 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 cancérogène (CFHA 2007).

- **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: <http://www.bafu.admin.ch/luft/10804/index.html?lang=fr>

Mesures de réduction des émissions

En plus des mesures adoptées par la Confédération et les cantons, 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 visant à protéger la santé puissent être respectées (Conseil Fédéral 2009). En ce qui concerne les poussières fines, ce sont les PM10 qui sont mentionnées car ce sont uniquement elles qui sont, pour l'instant, réglementées sous forme de 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

En Suisse, les immissions de PM_{2,5} 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 les mesures adoptées dans la protection de l'air ont bénéficié aussi bien pour les PM_{2,5} que pour les PM₁₀. En moyenne, les PM_{2,5} représentent le 75% de la masse des PM₁₀.

En conséquence, il faut poursuivre les mesures de limitations des émissions dans les secteurs concernés, en particulier pour les chauffages à bois et les moteurs diesel. Les polluants précurseurs, sous forme gazeuse (NO_x, NMCOV, SO₂) seront limités dans le cadre de la stratégie adoptée pour lutter contre l'acidification et l'eutrophisation.

Une priorité est mise sur la réduction des émissions de suies, qui contribuent aux PM_{2,5} et sont cancérigènes. Cela nécessite de les limiter autant que possible. En outre, il est important que les mesures de réduction des émissions qui découlent des objectifs agro-écologiques 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 afin de permettre le respect à large échelle des valeurs limites d'immissions.

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

Dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, la révision du protocole de Göteborg a été adoptée en 2012 et prévoit de renforcer les engagements des Parties concernant la réduction de 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}) d'ici à 2020 en appliquant les meilleures techniques disponibles (tableau 3). Le protocole révisé ne pourra toutefois entrer en vigueur qu'après avoir été ratifié par au moins deux tiers des parties.

	SO ₂	NO _x	COV	NH ₃	PM _{2.5}
Suisse	21%	41%	32%	8%	26%
Union européenne (UE27)	59 %	40 %	28 %	6 %	22%

Tableau 3 Engagements en matière de réduction des polluants d'ici à 2020 par rapport à 2005 selon le protocole de Göteborg révisé.

En appliquant d'une manière conséquente les engagements du protocole de Göteborg, on peut s'attendre à une nette amélioration de la qualité de l'air d'ici à 2020. Les engagements prévus ne constituent qu'une étape intermédiaire vers la réalisation des objectifs de protection établis par l'OMS. D'autres efforts seront encore nécessaires au-delà de 2020, notamment pour diminuer les émissions d'ammoniac par des mesures supplémentaires dans le secteur agricole.

- **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 du pot catalytique et du filtre à particules 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 installations stationnaires, ainsi que la taxe d'incitation sur les COV dès 2000 ont incité l'industrie et l'artisanat à réduire considérablement leurs émissions, notamment grâce au développement de produit contenant peu de solvants (par ex. les peintures et vernis).

- Le plan d'action contre les poussières fines : les filtres à particules pour les moteurs diesel ou des mesures équivalentes pour les machines de chantiers, les bateaux, les locomotives et des prescriptions d'émissions plus basses pour les installations stationnaires de l'industrie et des chauffages, ainsi que des incitations financières en faveur de l'équipement des camions et des bus des transports publics.

Entre 1990 et 2016, les émissions en Suisse de dioxyde de soufre ont diminué de 83 %, celles de composés organiques volatils de 75%, celles d'oxydes d'azote de 55 %, et celles d'ammoniac de 17 %, alors que les PM2,5 primaires ont régressé de 57 %.

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

L'UE a renforcé les prescriptions sur les gaz d'échappement de différents types de véhicules. Ces prescriptions seront mises en œuvre en même temps en Suisse. Alors que 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. Ces nouvelles mesures, conjuguées à la mise en œuvre de celles qui sont déjà entrées en vigueur, entraîneront une nouvelle diminution majeure des émissions polluantes tant particulières que gazeuses.

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

La poursuite de la baisse des concentrations de PM2,5 nécessite prioritairement la mise en œuvre des mesures dans les secteurs suivants :

- Des exigences sévères pour les installations de combustion du bois selon l'état de la technique en ce qui concerne les émissions polluantes et leur niveau d'efficacité. Les vieilles installations avec de fortes émissions devraient être remplacées par des installations modernes avec un niveau d'efficacité élevé et de faibles émissions.
- L'introduction complète des filtres à particules ou de techniques équivalentes sur tous les moteurs diesel dans le secteur non-routier, en particulier pour les véhicules et machines agricoles, les bateaux et les moteurs stationnaires.
- Réduction des émissions d'ammoniac produites par le secteur agricole (amélioration de la construction des étables et de l'épuration des effluents gazeux, couverture des réservoirs de lisier, épandage à l'aide de distributeurs à tuyaux souples ou par injection).

Bibliographie

- ARE, Coûts externes de 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
- [CFHA \(Commission fédérale de l'hygiène de l'air\), « Poussières fines en Suisse », Berne \(2013\)](#)
- [Conseil fédéral, Rapport Stratégie fédérale de protection de l'air, Feuille Fédérale 2009 p. 5941- 5972](#)
- [ERS \(European Respiratory Society\), Qualité de l'air et santé, Lausanne \(2010\)](#)
- [FOEN; PM10 et PM2.5 : immissions en Suisse. Résultats de modélisations pour 2005, 2010 et 2020. Berne 2013](#)
- [Hüglin, C., Gianini, M., Gehrig, R. „Chemische Zusammensetzung und Quellen von Feinstaub“, EMPA, Dübendorf 2012 \(avec résumé en français\)](#)
- IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis): Scope for further environmental improvements in 2020 beyond the baseline projections, CIAM Report 1/2010, Laxenburg (2010)
- [OFEV / OFAG 2008, Objectifs environnementaux pour l'agriculture ; Connaissance de l'environnement 0820, Berne, 2008](#)
- [OFEV / OFAG 2016, Objectifs environnementaux pour l'agriculture ; Rapport d'état 2016, Berne, 2016](#)
- [OFEV, Soumission des données d'émissions annuelles à la CEE-ONU Berne \(2018/19\)](#)
- [OFEV 2017, « NABEL - La pollution de l'air 2017 », État de l'environnement Berne \(2018\)](#)
- [OMS 2006: WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide - Global update 2005. World Health Organization 2006.](#)
- [OPair](#) du 16 décembre 1985 (Etat le 11 décembre 2018)
- Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP Project. World Health Organization 2013.
- Rösli, M., Abschätzung der Gesundheitskosten für verschiedene PM2.5-Konzentrationsszenarien, Basel 2014.