

LE POINT SUR L'ÉNERGIE

DES FAITS POUR LA POLITIQUE ÉNERGETIQUE DE DEMAIN



Attention: Poussières fines!

Les poussières fines que nous respirons quotidiennement peuvent rendre malade. Trois millions de personnes vivent en Suisse dans des régions où les valeurs limites des concentrations sont dépassées, parfois largement. C'est surtout en hiver que l'on mesure régulièrement dans les agglomérations des concentrations nocives de poussières fines. Les sources sont multiples, et – surprise ! – la combustion du bois y contribue considérablement, comme le montrent des mesures du PSI.

Les charges des poussières fines ont diminué en Suisse depuis la fin des années 80, mais elles sont toujours clairement supérieures aux valeurs limites recommandées par l'OMS. Des inversions atmosphériques en hiver amènent chaque année des cas de charges accrues. Dans les villages des vallées alpines, les cheminées sont souvent la source la plus importante de poussières fines; sur le plateau, c'est le trafic qui joue le plus grand rôle. Plus de la moitié de ces aérosols est formée dans l'atmosphère à partir d'émissions gazeuses primaires comme oxydes d'azote, ammoniac, dioxyde de soufre et hydrocarbures. Les sources d'émission contribuant à ce problème sont donc très variées: les chaudières, le trafic, l'industrie et l'agriculture. Les poussières fines n'affectent pas toutes de la même façon notre santé: les plus nocives sont les particules minuscules et la suie cancérigène émanant des moteurs diesel et de la combustion du bois.

Les poussières fines influencent aussi le climat. Les aérosols refroidissent l'atmosphère en réfléchissant les rayons solaires et en agissant sur les nuages; ils réduisent ainsi le réchauffement global par les gaz à effet de serre comme le CO₂. Les poussières fines compensent donc le CO₂, mais seulement à court terme.

Moins de poussières fines c'est moins d'effets sur la santé. Il y a déjà des mesures de réduction efficaces, mais des considérations financières à court terme empêchent souvent leur mise en œuvre. Une solution durable du problème nécessite tout un paquet de mesures: p. ex. des filtres à particules efficaces pour tous les moteurs diesel, des systèmes DeNO_x pour réduire les oxydes d'azote précurseurs des aérosols secondaires ainsi qu'une utilisation de la biomasse aussi exempte de poussières fines que possible. Et plus généralement: une consommation réduite de carburants et de combustibles fait aussi baisser les charges des poussières fines.

Contenu

- 2 Sources: **D'où viennent toutes ces poussières fines?**
- 3 Propagation et impact: **des effets sur la santé et le climat**
- 4 Entretien avec Bruno M.C. Oberle: **«les poussières fines sont un des problèmes les plus pressants pour l'environnement»**

D'où viennent toutes ces poussières fines?

Chaque hiver il y a trop de poussières fines dans l'air. Les plus petites des particules (PM₁) sont particulièrement nocives. Mais à part les émissions des particules qui nous atteignent directement, il y a aussi les poussières fines que d'autres polluants forment ultérieurement dans l'air.

C'est chaque année le même spectacle: le soleil se cache derrière une voile de brouillard élevé au dessus du plateau suisse entre novembre et mars, parfois pendant des journées entières. Pour certains ceci n'affecte pas seulement le moral, mais aussi les poumons: quand les chauffages marchent à fond, quand les voitures s'agglutinent matin et soir pare-choc contre pare-choc dans les agglomérations et qu'une inversion atmosphérique empêche l'air de circuler, on atteint souvent des charges nocives de poussières fines. En plus de ces épisodes de smog, les hautes concen-

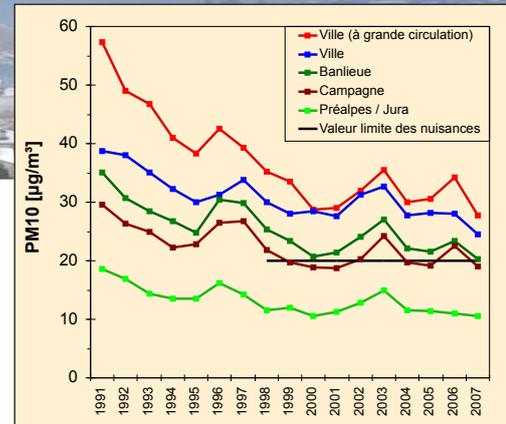
l'industrie, de l'ammoniaque de l'agriculture et des hydrocarbures de toutes ces sources. À ajouter des particules plus grandes – et donc moins nocives – provenant des procédés mécaniques comme abrasion des freins ou resuspension.

La source du mal

En combinant la composition chimique mesurée des aérosols avec les données des émissions de l'OFEV on peut estimer la contribution de chaque source à la charge totale. Les coupables principaux sont le trafic, les chauffages à bois et les feux ouverts ainsi que l'industrie, sans ignorer l'agriculture et les chauffages au mazout et au gaz. En plus, toutes les particules de poussière ne sont pas également dangereuses: les particules de suie émises directement par les moteurs diesel et les chaudières à bois ne nuisent pas qu'aux poumons mais sont aussi cancérigènes et doivent être éliminées autant que possible.

Des mesures d'envergure

Derrière ces connaissances il y a une campagne intense de mesures effectuées par le PSI dans plusieurs endroits de toute la Suisse. La plupart des stations de mesure en service continu de la Confédération et des cantons mesurent la masse des poussières fines pour les PM₁₀. C'est là-dessus que se basent les valeurs limites légales pour les charges des polluants. Mais ces seules mesures ne livrent aucune indication sur la composition, la nocivité et la source des poussières fines. La spectrométrie de masse utilisée par le PSI pour les aérosols enregistre les composants volatiles des poussières fines même pour des concentrations in-



Charges de PM₁₀ en Suisse: valeurs annuelles moyennes. Source: BAFU 2008

fines. On peut aussi mesurer ainsi des fluctuations de petite durée. En collaboration avec l'Université de Berne on a perfectionné la méthode de datation par ¹⁴C bien connue dans l'archéologie pour identifier dans les poussières fines des sources de carbone fossiles et non-fossiles. La combinaison de ces deux méthodes permet une caractérisation complète des particules d'un diamètre inférieur à 1 micromètre (PM₁).

Les coupables principaux: trafic, combustion du bois et industrie

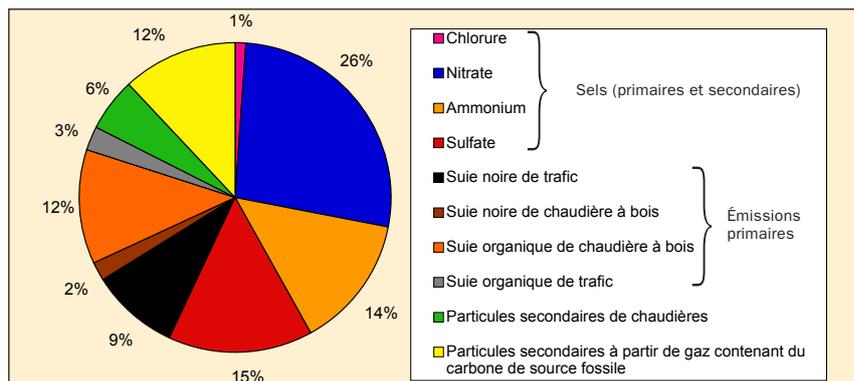
trations chroniques de poussières fines posent aussi un problème de santé. Et celles-ci sont depuis des années trop élevées en Suisse. Il est vrai que la réduction des émissions du trafic et de l'industrie a amélioré la situation entre 1990 et 2000, mais cela n'avance guère depuis.

Les particules ont des compositions très diverses, il y a la suie s'échappant des moteurs diesel et des chaudières à bois mal entretenues, mais il y a aussi dans l'air quantité de sels sous forme d'aérosols créés à partir de divers polluants gazeux. Ces particules «secondaires» causent même la majorité des charges urbaines par un jour d'hiver typique. Ces transformations chimiques impliquent des oxydes d'azote provenant du trafic et de l'industrie, des dioxydes de soufre des chauffages au mazout et de

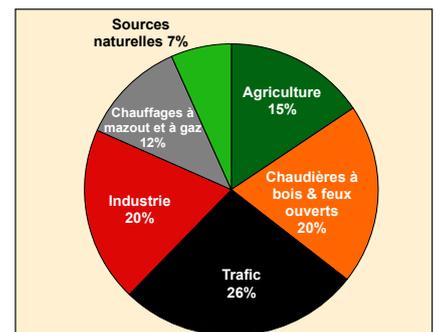
Poussières fines: sont composées des particules (dites aussi aérosols) d'un diamètre de moins de 10 millièmes de millimètre (10 µm Δ PM₁₀). Si les particules sont plus petites que 1 µm, on parle de PM₁.

Particules primaires: Particules qui se forment lors des procédés de combustion et sont émises directement par les voitures, machines de construction, chauffages etc. ou arrivent dans l'air suite à des procédés mécaniques.

Particules secondaires: Sont formées dans l'atmosphère par transformation chimique, nucléation et condensation à partir de substances gazeuses précurseurs telles qu'oxydes d'azote, dioxyde de soufre, ammoniaque et hydrocarbures



Composition typique de poussières fines PM₁ à Zurich en hiver. (Source: PSI, Prevot et al.)



Contribution moyenne de différentes sources aux poussières fines PM₁ à Zurich en hiver. (Source: PSI, Prevot et al.)

Des effets sur la santé et le climat

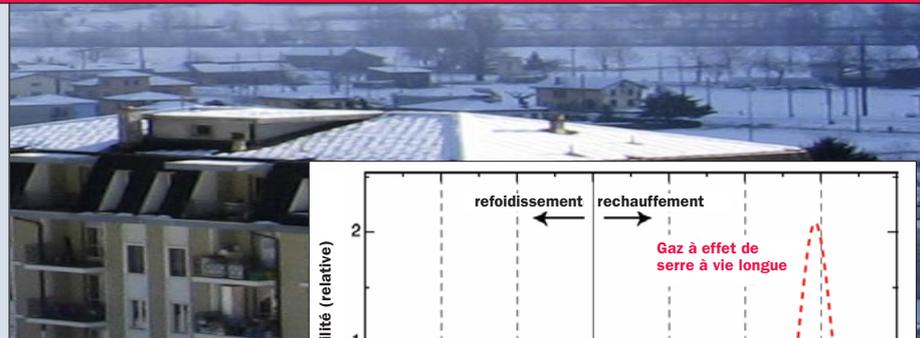
Notre organisme souffre à cause des poussières fines dans l'air: lorsque la charge monte, il devient difficile de respirer, les cas de bronchite chronique, d'asthme, des maladies cardiovasculaires et de cancer augmentent, la mortalité croît. Et ceci non seulement à côté des sources, mais aussi bien loin d'elles.

Plus les particules sont petites, plus elles pénètrent au fond des poumons et développent leurs effets nocifs: Il en résulte entre autres des infections qui à leur tour déclenchent des maladies secondaires. Tandis que

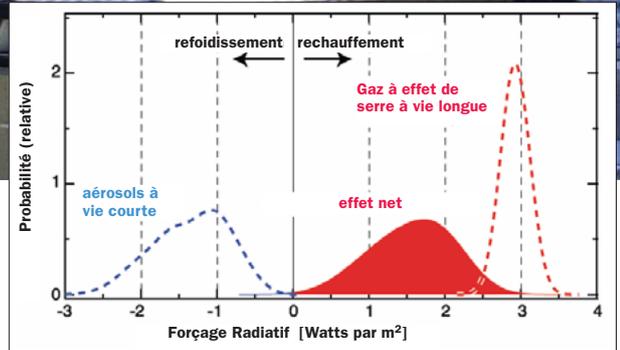
Les moyens de réduction des poussières fines existent pour la plupart déjà

les particules de 5–10 µm se déposent dans le nez et le pharynx et peuvent en être éliminées par l'organisme même, celles inférieures à 1 µm atteignent les alvéoles pulmonaires. Avec le sang elles se diffusent dans tout le corps. Les plus minuscules arrivent même à pénétrer dans les cellules et leur noyau.

Ces effets sont prouvés par plusieurs études, notamment en Suisse: Les charges des poussières fines détériorent le fonctionnement des poumons, affectent de façon aigüe



La courbe pointillée rouge montre l'effet réchauffant (forçage radiatif) des gaz à effet de serre et leur plage d'incertitude: plus les courbes sont plates, plus grande est l'incertitude. En bleu pointillé, l'effet refroidissant des aérosols; l'incertitude ici est beaucoup plus grande que pour les gaz à effet de serre. Pour cette raison l'effet net (courbe rouge continue) montre aussi une grande incertitude. Ceci rend les prévisions sur l'évolution future du climat incertaines (la question n'étant pas si, mais à quelle vitesse il fera plus chaud). Source: IPCC 2007



et chronique la santé et augmentent la mortalité. Mais on ne sait pas encore très bien comment chaque composante des poussières fines agit en détail.

Des effets à distance sous-estimés

Contrairement à ce qu'on pourrait penser, les poussières fines ne sont pas un problème local juste à côté des sources. Le vent peut transporter une partie des substances précurseurs et les particules émises sur plusieurs centaines de kilomètres. Les effets nocifs sur la santé des émissions d'une seule centrale à charbon se font sentir jusqu'à 1000 km. Les conséquences sont toujours une fonction complexe du vent et des conditions climatiques, de l'intensité et du lieu des sources émettrices et de la distribution démographique.

Dans notre pays les sources sont distribuées plus régulièrement. Mais les distances dans lesquelles les émissions causent leurs dégâts sont similaires. Les poussières fines mesurées à Zurich proviennent en partie aussi de sources émettrices bien éloignées en Suisse ou à l'étranger, aussi de la combustion à ciel ouvert des déchets agricoles ou forestiers.

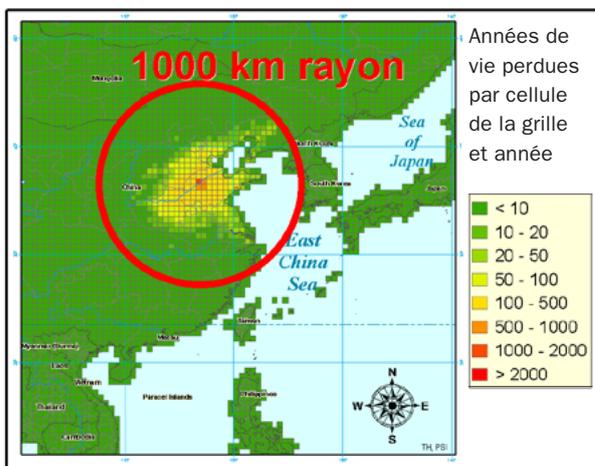
Une ombre globale

Les particules dans l'air affectent en plus le climat. Des recherches intensives sur ces effets ont lieu aussi dans le domaine des EPF. Le PSI effectuée régulièrement depuis 1995 des mesures sur le Jungfraujoch afin de mieux les quantifier. Même si tout n'est pas

encore clair: les émissions élevées de dioxyde de soufre, des oxydes d'azote et des particules primaires dans toutes les régions habitées du monde ont un effet net refroidissant sur le climat global. À première vue ceci apparaît positif, sinon on devrait se faire encore plus de soucis pour le réchauffement global par le CO₂ et les autres gaz à effet de serre. En vérité, cependant, le refroidissement à cause des particules n'est qu'un camouflage du changement climatique actuel: Les aérosols ne restent dans l'atmosphère qu'une semaine et ne refroidissent ainsi qu'à court terme, tandis que le CO₂ reste actif au delà d'une décennie.

Des contre-mesures

Les concentrations de poussières fines doivent être réduites durablement pour des raisons de santé. Les moyens techniques nécessaires existent pour la plupart. Des filtres à particules efficaces pour les moteurs diesel réduisent fortement les émissions, que ce soit des voitures privées, des camions, des machines de construction ou des tracteurs. On peut déjà aujourd'hui brûler le bois presque sans poussières fines: des filtres efficaces pour grandes chaudières sont relativement bon marché, une alternative serait la gazéification. Il y a aussi des filtres pour les petites chaudières, mais leur efficacité doit encore être améliorée. Et une meilleure isolation thermique des immeubles réduit les besoins de chauffage et donc les substances précurseurs des poussières fines.



Mortalité accrue à cause des particules primaires et secondaires émises d'une seule grande centrale à charbon en Chine (centre du cercle) pour une population entre 100'000 et 4 millions par cellule de la grille dans la région concernée. (Source: PSI, Heck)

«Les poussières fines sont un des problèmes les plus pressants pour l'environnement»



Bruno M.C. Oberle, avec une promotion en biologie et sciences environnementales de l'EPF, est depuis le 1^{er} octobre 2005 directeur de l'Office Fédéral de l'Environnement (OFEV, ex BUWAL). Entre 1999 et 2005 il en était le vice-directeur responsable de la protection technique de l'environnement. Au préalable il était consultant dans le domaine de la gestion et protection environnementale ainsi qu'agrégé de l'EPF pour les sciences environnementales.

Comment jugez-vous les dangers des poussières fines pour la santé de la population suisse?

Du point de vue de la santé la pollution de l'air par les poussières fines est certainement un des problèmes écologiques les plus pressants. L'air est notre denrée la plus importante, parce que nous respirons jour et nuit et que ne pouvons pas nous protéger contre l'air pollué. Un air respiratoire fortement pollué attaque la santé et peut dans le pire des cas mener même à la mort. On perd chaque année en Europe trois millions d'années de vie à la suite des charges de l'air par les poussières fines. Rien qu'en Suisse ce sont plus de 40'000 années de vie perdues par an. Ceci correspond à environ 350'000 personnes mortes prématurément par an en Europe et quelque 3000 à 4000 en Suisse.

Où voyez-vous les causes primaires du problème et quelles mesures sont-elles prévues pour baisser les charges? Où sont les priorités?

Les individus les plus atteints sont env. 3 millions dans les villes et les agglomérations ainsi qu'au Tessin du sud – en particulier le long des routes très fréquentées. Les poussières fines dans ces endroits dépassent en partie le double de la valeur limite annuelle. Avec le plan d'action «Poussières fines» lancé en 2006 la Suisse a toutefois fait un pas important pour réduire ces charges. Il se manifeste par nettement moins de polluants émis par les véhicules diesel, les nouveaux chauffages au bois et les installations industrielles. L'ordonnance sur la protection de l'air prévoit aussi une adaptation périodique à l'état de la technique des prescriptions sur les émissions. Il faut pour suivre ce chemin avec constance. Il est prouvé que toutes ces mesures pour améliorer la qualité de l'air ont des effets positifs sur la santé publique: Des recherches scientifi-

ques récentes en Suisse montrent que la santé des enfants et des adultes s'améliore assez rapidement quand la teneur en polluants de l'air baisse.

Comment la Confédération et les cantons partagent-ils les compétences dans ce domaine? Y a-t-il un dialogue par-dessus les frontières entre les gouvernements européens afin de réduire les charges des poussières fines?

La responsabilité de la Confédération est surtout de décréter des mesures durables et valables partout en Suisse. La politique locale des transports, les prescriptions énergétiques pour bâtiments et la planification des mesures sont par contre dans la compétence des cantons, qui en grande partie sont aussi responsables pour l'exécution des mesures de protection de l'air. La collaboration internationale est importante, car la pollution de l'air ne connaît pas de frontières. La Suisse a harmonisé avec l'UE des prescriptions décisives, comme les normes limites des polluants. Des contacts internationaux ont lieu dans p. ex. le cadre de la convention de l'UNECE concernant la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, dans des groupes de travail de l'UE ou lors des rencontres des Ministres de l'environnement.

La valeur limite des émissions de poussières fines en Suisse est plus basse que celle de l'UE. Quelle en est la raison et quelles sont les conséquences?

Pour déterminer les valeurs limites d'immissions (VLI) en Suisse on suit les dispositions de la loi sur la protection de l'environnement, qui oblige le Conseil Fédéral de fixer les VLI de façon que les personnes, les animaux, les plantes, le sol etc. soient pro-

tégés des effets nocifs et gênants. Ces valeurs limites s'orientent donc vers un objectif de protection de la santé. Elles sont pour la plupart en accord avec les recommandations de l'OMS. Les valeurs limites actuellement en vigueur dans l'UE doivent être considérées comme des objectifs intermédiaires à atteindre par tous les États Membres dans un calendrier prédéterminé. On peut s'attendre à ce que l'UE fixe plus tard des valeurs encore plus sévères.

Les plus atteints sont
3 millions de personnes
dans les agglomérations

Comment estimez-vous le rôle de la recherche, où y a-t-il selon vous besoin d'études?

La recherche donne à la politique les bases sur lesquelles on planifie et met en exécution des mesures. Ainsi p. ex. on a fixé les valeurs limites pour les poussières fines en Suisse sur la base des résultats de la grande étude de cohorte suisse SAPALDIA. La recherche joue donc un rôle décisif dans la lutte pour un air meilleur. Il y a un besoin de recherche entre autres pour caractériser, quantifier et modéliser les émissions des chaudières à bois ou l'abrasion des matériaux tels que pneus ou freins. En plus on doit encore mieux caractériser les effets sur la santé des fractions isolées du mélange des poussières fines. Par exemple: les gaz d'échappement sont-ils plus nocifs que la fumée de bois? Et quelle est l'importance sanitaire des particules provenant des transports à longue distance?

Impressum

Le point sur l'énergie est une publication du PSI sur l'évaluation globale des systèmes énergétiques (projet GaBE). Il paraît quatre fois par an. Ont contribué à cette édition: A. Prevot, T. Heck et U. Baltensperger.

ISSN-Nr.: 1661-5093

Tirage: 15 000 ex. en allemand, 4000 ex. en français, 800 ex. en anglais
Anciens numéros disponibles en Pdf (D, F, E): <http://gabe.web.psi.ch/>

Responsable du contenu:

Paul Scherrer Institut
Dr. Stefan Hirschberg
5232 Villigen PSI, Suisse
Tél. 056 310 29 56, Fax 056 310 44 11
stefan.hirschberg@psi.ch; www.psi.ch/GaBE

Rédaction: Christian Bauer

Distribution et souscriptions:
energiespiegel@psi.ch

Traduction française: Konstantin Foskopos

Layout: Paul Scherrer Institut

Analyses des systèmes énergétiques au PSI: L'objectif des analyses des systèmes énergétiques au Paul Scherrer Institut à Villigen est l'appréciation globale et détaillée des systèmes énergétiques d'aujourd'hui et de demain. On considère en particulier des critères de santé publique, d'écologie et d'économie. Sur la base des Analyses de Cycle de Vie (LCA), des modèles d'économie énergétique, des analyses des risques, des modèles de dispersion des substances nocives et, enfin, d'une analyse multi-critères il est possible de comparer différents scénarios énergétiques, afin d'offrir une base pour des décisions politiques.

Collaborations avec:

ETH Zürich; EPF Lausanne; Empa; Massachusetts Institute of Technology (MIT); University of Tokyo; Union Européenne (EU); Agence Internationale pour l'Energie (IEA); Organisation pour la Coopération et le Développement Economique (OECD); Organisation des Nations-Unies (UNO)