



Le smog estival et l'ozone

Informations sur l'ozone, ses origines, les émissions de ses précurseurs, la qualité de l'air en été, les mesures pour l'améliorer, ainsi que les effets sur la santé humaine, les écosystèmes, les matériaux et le climat.

1	<i>Quelle est la pollution actuelle par l'ozone ?</i>	2
1.1	Où trouver des informations ?	2
1.2	Quelle sera l'évolution des concentrations d'ozone ces prochains jours ?	2
2	<i>Effets provoqués par l'ozone</i>	3
2.1	Quels sont les effets sur la santé ?	3
2.2	Quel comportement adopter lorsqu'il y a beaucoup d'ozone ?	5
2.3	Quels sont les effets de l'ozone sur la végétation ?	6
3	<i>Que peut-on faire individuellement pour lutter contre l'ozone ?</i>	7
4	<i>Que font les autorités pour nous protéger ?</i>	8
4.1	Quelles sont les mesures qui ont été mises en place jusqu'à maintenant ?	8
4.2	Quelles sont les mesures nationales prévues qui auront la meilleure efficacité?	9
4.3	Où se situent les améliorations en matière d'émissions ? Que reste-t-il encore à faire?	9
4.4	Qu'est - ce que l'on pourrait obtenir avec des mesures d'urgences?	9
5	<i>Description générale</i>	10
5.1	Qu'est ce que le smog estival et d'où vient-il ?	10
5.2	Qu'est ce que l'ozone ?	10
5.3	Pourquoi parle-t-on de « trou d'ozone » alors qu'il y a trop d'ozone?	12
5.4	Quelle est l'influence des autres pays et continents sur les concentrations d'ozone mesurées en Suisse?	12
6	<i>Comparaison Suisse / Europe</i>	13
6.1	Que font les pays voisins et qu'est-ce qui est prévu à l'avenir ?	13
6.2	Quelle fut la situation des immissions en 2009 ?	13
6.3	Comparaison des valeurs limites d'immission en Suisse avec les valeurs proposées par l'OMS et l'Union Européenne	16
7	<i>Bibliographie et documentation</i>	17

1 Quelle est la pollution actuelle par l'ozone ?

1.1 Où trouver des informations ?

Des informations de base sur l'origine, l'importance et le rôle de l'ozone, ainsi que ses effets sur la santé se trouvent sur les pages : <http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=fr> et <http://www.ozone-info.ch/>

Des informations détaillées sur les mesures d'ozone **en valeurs horaires** sont disponibles aux pages suivantes:

- <http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/aktuell/04393/index.html?lang=fr> avec une carte, actualisée toutes les heures, présentant la **répartition géographique**, des concentrations d'ozone mesurées par la Confédération, les cantons et les villes.
- Le système Teletext à la télévision (TSR1, SF1 et TSI page 666) fournit des données journalières et des valeurs moyennes annuelles pour d'autres polluants en provenance des 16 stations du réseau NABEL.
- <http://www.ozone-info.ch/franzoesisch/belastung.htm> qui indique les liens avec les différents réseaux de mesures cantonaux.. Des liens avec les réseaux de mesures à l'étranger y sont également mentionnés (cf. aussi le site de l'Agence Européenne pour l'Environnement : <http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/welcome>

La Conférence des Conseillers d'Etat / Directeurs cantonaux de l'environnement de la construction et de l'aménagement du territoire (**DTAP** / BPUK) a décidé lors de sa séance du 21 avril 2005 de renforcer l'information au sujet du smog estival et de l'ozone en pratiquant une stratégie plus active à l'exemple de la directive européenne avec la publication au cours de l'été de communiqués de presse lors de dépassements du **seuil européen d'information** (moyenne horaire supérieure à 180 microgramme O₃/m³ soit une fois et demie la valeur limite d'immission de l'Ordonnance suisse sur la protection de l'air, OPair).

1.2 Quelle sera l'évolution des concentrations d'ozone ces prochains jours ?

En plus de la dispersion des concentrations d'ozone sur l'ensemble du territoire suisse, les cartes mentionnées ci-dessus indiquent une **tendance générale (qualitative)** pour le jour suivant en fonction des prévisions météorologiques par région

<http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/aktuell/04393/index.html?lang=fr>

Au cours des dernières années plusieurs modèles de prévision des concentrations d'ozone pour l'ensemble de l'Europe ont été développés. Une vue d'ensemble de ces différents modèles de prévision de la qualité de l'air à l'échelle régionale est disponible sur le site du « European Centre for Medium-Range Weather Forecasts , ECMWF » à l'adresse : <http://gems.ecmwf.int/d/products/raq/>

En ce qui concerne la Suisse, il peut être utile de consulter, soit le modèle PREV'AIR qui permet de faire un zoom sur la France et qui couvre également une grande partie du territoire suisse (disponible à l'adresse : <http://prevair.ineris.fr>) ou le modèle de l'Université de Cologne (disponible sur <http://www.eurad.uni-koeln.de/>) avec un zoom sur l'Allemagne, qui couvre aussi une partie du territoire suisse.

2 Effets provoqués par l'ozone

2.1 Quels sont les effets sur la santé ?

L'ozone est un gaz irritant agressif qui, en raison de sa faible solubilité aqueuse, pénètre profondément dans les poumons. Puissant oxydant, l'ozone peut attaquer les membranes cellulaires et les terminaisons nerveuses de l'épithélium des voies respiratoires. Il en résulte des dommages aux tissus et de fortes réactions d'irritations et d'inflammations dans cette région. L'ozone est le responsable principal des effets du smog estival sur la santé humaine. Ses effets sont pour la plupart indépendants des effets néfastes d'autres polluants. La présence d'oxydes d'azote ou de poussières fines, mais aussi de fortes chaleurs ou une grande quantité de pollen, peut accroître les effets de l'ozone.

Parmi les effets aigus dus à l'ozone, on peut mentionner :

- Des irritations des muqueuses qui se manifestent par des picotements des yeux ou la gorge qui gratte, un sentiment d'oppression de la poitrine et des douleurs en respirant profondément ;
- Des réactions inflammatoires, un accroissement des symptômes et des maladies des voies respiratoires ;
- Une réduction mesurable, mais réversible, de la fonction pulmonaire ;
- De moindres performances physiques ;
- Une augmentation des cas d'hospitalisation et de décès.

Qu'est ce qui influence ces effets ?

Les effets sont influencés essentiellement par :

- **les concentrations** : plus les valeurs d'ozone sont élevées, plus le nombre de personnes affectées augmente ;
- **la durée** : plus l'exposition d'une personne à des concentrations élevées se prolonge, plus les réactions seront fortes ;
- **l'intensité du travail ou de l'exercice** : plus les efforts physiques sont intenses, et donc plus la demande d'oxygénation est importante, plus fortes seront les réactions.

Les maladies préexistantes sont-elles aggravées ?

L'ozone peut provoquer une perturbation de la fonction pulmonaire ainsi qu'une baisse des échanges gazeux. Ceci peut entraîner des effets négatifs pour l'état des patients qui souffrent d'autres maladies, telles que des maladies cardio-vasculaires.

Est-ce que l'ozone influence les crises d'asthme ?

Les inflammations des voies respiratoires liées à l'ozone sont d'une manière générale, mais pas pour toutes les personnes, plus marquées chez les asthmatiques que chez les personnes en bonne santé. Les effets amplifiés des autres agents irritants (autres polluants tels que les poussières fines respirables (PM10), ainsi que les pollens ou les acariens etc.) peuvent être particulièrement problématiques pour les personnes souffrant de l'asthme.

Qui est concerné ?

Les réactions varient fortement d'un individu à l'autre. Lors d'études portant sur différents groupes de personnes et d'activités, sous nos conditions climatiques, ce sont surtout des réductions de la fonction pulmonaire et des performances physiques qui ont été observées. D'une manière générale il apparaît que 10 à 15% de la population suisse pourrait être affectée. Cette sensibilité à l'ozone est probablement en partie déterminée par des prédispositions génétiques. Ces personnes, de toutes les classes d'âges, sont les premières à ressentir les effets du smog estival.

Ozone et fonction pulmonaire

Des charges élevées en ozone peuvent affecter la fonction pulmonaire (capacité et volume expiré forcé) des enfants et des personnes sensibles. Une étude conduite au Tessin a montré que des enfants présentant des réactions subissaient des diminutions jusqu'à 30% de leur fonction pulmonaire lors d'un exercice physique modéré.

Les enfants sont-ils plus fragiles ?

En effet, les petits enfants souffrent particulièrement de la mauvaise qualité de l'air et d'autres facteurs environnementaux, car leurs poumons sont encore en développement jusqu'à l'âge de 5 ans et ils sont ainsi moins résistants que les adultes face aux charges polluantes. C'est pourquoi, les petits enfants sont nettement plus affectés par les maladies inflammatoires des voies respiratoires.

Les personnes âgées sont-elles aussi sensibles ?

On connaît peu les effets inflammatoires de l'ozone sur les personnes âgées. Toutefois, il apparaît que les personnes plus âgées ont des réactions moins fortes au niveau de la fonction pulmonaire que les jeunes. Une explication pourrait provenir du fait que les personnes âgées se tiennent moins à l'extérieur et qu'elles ont généralement moins d'activités physiques en plein air.

Y a-t-il plus de cas d'hospitalisations et de décès les jours où l'on enregistre des concentrations élevées d'ozone ?

Des études épidémiologiques récentes ont démontré une relation significative entre l'accroissement des concentrations d'ozone journalières et l'augmentation des cas d'hospitalisation en raison de problèmes respiratoires et des cas de décès. Ces études ont apporté de nouvelles connaissances qui ont permis de définir des relations concentrations/effets, ainsi que sur l'impact des facteurs d'influence. L'Organisation mondiale de la santé (OMS) estime qu'en Europe, ce sont près de 21000 décès prématurés et environ 14000 cas d'hospitalisation causés par des maladies respiratoires par année qui sont à attribuer aux charges en ozone¹. En Suisse, les charges en ozone provoquent entre 150 et 300 cas de décès prématurés par année,².

Y a-t-il des effets chroniques résultant des charges élevées en ozone ?

Les nouvelles études épidémiologiques ont aussi identifié des effets chroniques résultant des charges élevées en ozone durant une période prolongée comme c'est le cas en Californie ou à Taiwan. Parmi ces effets, on peut citer des modifications structurelles répétées des tissus pulmonaires et une croissance ralentie des poumons, principalement lorsqu'il y a eu une exposition prolongée au cours de l'enfance. Dans ces régions, une mortalité accrue à la suite de maladies respiratoires y a aussi été observée. Il n'y a toutefois que trop peu d'études sur les effets chroniques pour pouvoir définir des relations exposition/effets. En Suisse, les effets chroniques résultant des charges en ozone n'ont pas été étudiés jusqu'à maintenant.

La situation est-elle pire au Tessin ?

Au Tessin, les valeurs estivales d'ozone atteignent des valeurs plus élevées que dans d'autres régions densément peuplées de Suisse. Un fort ensoleillement, des vallées étroites et la proximité de la plaine du Pô et de ses centres industriels favorisent la production d'ozone. En été, de nombreux tessinois se plaignent de l'air pollué et de la chaleur oppressante. Ils souffrent aussi de la forte pollution par l'ozone. Il y a toutefois des différences régionales. Ainsi, à Bellinzone, la population profite d'un bon échange d'air entre les montagnes environnantes et la plaine large. Le smog estival y est un problème moins aigu qu'au Sud du canton, où l'air stagne souvent. Avec des concentrations d'ozone y atteignant des niveaux beaucoup plus élevées. Pour les patients déjà atteints de déficiences pulmonaires, cela peut signifier une irritation supplémentaire. C'est pourquoi les cantons

¹ WHO 2008: Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2008 <http://www.euro.who.int/document/e91843.pdf>

² CFHA 2004, Rapport de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air « Smog estival »

du Tessin et des Grisons mettront en place des mesures immédiates (par ex. des limitations temporaires de vitesse) si les valeurs d'ozone dépassent 240 µg/m³ durant 3 heures et que les prévisions météo n'annoncent pas de changement pour les jours suivants.

La pollution par l'ozone au Tessin n'est pas uniquement un problème aigu durant quelques jours, mais plutôt une situation chronique tout au long de l'été. Ce sont particulièrement les enfants qui souffrent de cette pollution.

2.2 Quel comportement adopter lorsqu'il y a beaucoup d'ozone ?

- Une recommandation générale de ne pas sortir en cas de concentrations élevées d'ozone n'est pas justifiée.
- Les enfants ne doivent pas être empêchés de jouer, ni rester enfermés, même s'il est vrai qu'il y a généralement moins d'ozone à l'intérieur des locaux qu'à l'extérieur.
- Des manifestations sportives, des ballades à pied et d'autres activités physiques estivales devraient être planifiées de façon à ce que les efforts prolongés aient lieu plutôt le matin. Aucune exigence de performance ne devrait être exigée à l'égard des personnes qui souffrent de difficultés résultant de l'ozone.
- Les personnes qui subissent fréquemment des atteintes devraient consulter un médecin afin de faire identifier précisément les causes de ces symptômes.

Peut-on faire du sport ?

Oui, les activités sportives sont possibles même lorsque les valeurs d'ozone sont élevées. Par contre, il est déconseillé de faire du sport aux heures les plus chaudes de la journée au moment où il y a de fortes concentrations d'ozone. Les maîtres de sport ou les entraîneurs ne devraient pas exiger de performances physiques, ni fixer de concours à ces heures là, mais plutôt le matin ou dans la soirée (après le coucher du soleil). Il est recommandé de pratiquer le sport, là où il fait plus frais et dans des endroits ombragés par exemple en forêt, plutôt que dans les champs, afin de ménager les organismes. Les enfants sensibles ne devraient pas fournir trop d'efforts lorsqu'il fait très chaud l'après-midi. Il est toutefois impossible de faire des recommandations générales car les réactions de sensibilité des individus sont très fortes.

Que conseiller aux personnes sensibles à l'ozone pour leurs vacances?

En général, il convient de préférer les lieux de villégiatures affichant une pollution d'ozone basse, mais celui-ci n'est qu'un facteur parmi d'autres. Loin du trafic routier et des centres industriels – par exemple des agglomérations et des autoroutes – ou à une altitude de plus de 1500 mètres, l'air est la plupart du temps bien plus sain.

Communication et appréciation des effets aigus mais en général réversibles³

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) tolère un seul dépassement de la valeur horaire de 120 microgrammes par mètre cube (120 µg/m³) par année. Si cette valeur est respectée, la qualité de l'air est « bonne à suffisante » et il n'y a pas ou peu d'effets à craindre pour la santé. Si les concentrations sont plus élevées, il faut s'attendre à des atteintes néfastes :

- **Entre 120 et 180 µg/m³ : « Pollution marquée ».** Les personnes sensibles souffriront probablement d'irritations des muqueuses (yeux, nez, gorge). En cas d'activités physiques à l'extérieur, les enfants, les jeunes et les adultes sensibles risquent de subir une faible réduction de leur fonction pulmonaire.
- **Entre 180 et 240 µg/m³ : « Pollution élevée ».** Il y a une probabilité accrue d'irritations des muqueuses. En cas d'activités physiques à l'extérieur, une réduction de 5 à 10% de la fonction pulmonaire des enfants, des jeunes et des adultes sensibles est prévisible.
- **Valeurs supérieures à 240 µg/m³ : « Pollution très élevée ».** Il y a une très grande probabilité que la population souffre d'irritations des muqueuses. En cas d'activités physiques à l'extérieur, la fonction pulmonaire de la population est réduite de 15% en moyenne. La fonction pulmonaire des personnes sensibles peut même être réduite de 30% ou plus.

Recommandations

Les activités sportives, les marches, les tours à vélo, etc. sont à planifier de telle manière que les efforts des participants se produisent plutôt le matin lorsque les valeurs d'ozone sont plus faibles qu'au cours de l'après-midi.

2.3 Quels sont les effets de l'ozone sur la végétation ?

Lorsque les charges en ozone croissent, des dégâts visibles apparaissent périodiquement sur les feuilles des arbres, des buissons et des cultures agricoles. Une exposition prolongée à l'ozone au dessus des niveaux critiques établis par la CEE-ONU peut provoquer des perturbations de leur croissance et affecter la vitalité des plantes sensibles

Elle peut affaiblir les arbres et ralentir la croissance du bois, ce qui peut avoir des conséquences notamment sur la stabilité des forêts de protection. La pollution due à l'ozone entraîne aussi des pertes de rendements dans l'agriculture, pour le blé et les pommes de terre notamment. Ces pertes varient selon les cultures, les régions et les situations climatiques.

Sous des conditions expérimentales, il a été démontré que l'ozone peut affecter la biodiversité et influencer la sélection des plantes en croissance dans les prairies ensemencées, diminuer la productivité des prairies permanentes et augmenter la sensibilité aux maladies et aux parasites.

³ CFHA 2004, Rapport de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air « Smog estival »
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=fr> (sous Informations complémentaires)

3 Que peut-on faire individuellement pour lutter contre l'ozone ?

Chacun peut contribuer à diminuer la pollution et les charges en ozone en agissant de la manière suivante :

- Se déplacer autant que possible à pied, à vélo ou utiliser les transports publics ;
- Éviter les trajets en voiture ou en tout cas adopter un mode de conduite économique et privilégier les véhicules les moins polluants;
- Ne pas laisser tourner le moteur à l'arrêt ;
- Privilégier le covoiturage au lieu de rouler seul en voiture
- Pour ceux qui utilisent un scooter ou une moto, choisir de préférence un moteur à 4 temps avec pot catalytique plutôt qu'un 2 temps ;
- Planifier des vacances près du domicile et éviter les voyages en avion ;
- Acheter des produits de saison et préférer des produits régionaux transportés sur de courtes distances ;
- Appliquer des produits (peintures aqueuses, vernis, détergents, colles, aérosols et produits de conservation du bois) sans ou au moins pauvres en solvants ;
- Privilégier les appareils et machines électriques dans le domaine du bricolage et du jardinage, sinon utiliser de l'essence pour machines et des tondeuses à gazon à 4 temps.

Choix du moyen de transport

La mobilité répond à un besoin fondamental de notre société. Le défi est donc de satisfaire ces exigences de déplacement en générant un minimum de nuisances. Le trafic routier est le principal responsable des émissions d'oxydes d'azote, précurseurs importants de l'ozone. Ainsi, pour contribuer à réduire le smog estival il est préférable d'utiliser les transports publics, de parcourir les petites distances en vélo ou à pied et de veiller, lors de l'achat d'une voiture neuve, à choisir des véhicules qui répondent aux normes les plus sévères (EURO5, resp. 6).

En ce qui concerne les voitures à essence, il est utile de signaler que les développements réalisés ces dernières années avec les pots catalytiques ont permis de réduire considérablement les émissions de NO_x. Par contre, actuellement, une voiture neuve équipée d'un moteur diesel (norme Euro 5) émet en moyenne huit fois plus de NO_x par kilomètre qu'un même modèle avec un moteur à essence.

Privilégier les produits pauvres en solvants

Les ménages suisses ont laissé s'évaporer dans l'air environ 11 000 tonnes de composés organiques volatils (COV) en 2009. A 85%, ce sont des solvants contenus dans les produits de nettoyage, les peintures, les vernis, les cosmétiques, les sprays aérosols, les produits d'entretien des meubles et des chaussures..

Il existe pourtant des peintures à usage ménager contenant peu de solvant, qui portent l'inscription «sans solvants». En cosmétique, il convient de préférer les vaporisateurs à pompes ou les produits spray dont le gaz propulseur est de l'air. Au bureau aussi, on trouve de plus en plus de produits à base d'eau. Et si le choix manque, on aura soin de n'acheter que les quantités vraiment nécessaires et de les utiliser avec parcimonie. Si toutes ces règles d'achat étaient respectées, les émissions de COV pourraient être considérablement réduites.

4 Que font les autorités pour nous protéger ?

4.1 Quelles sont les mesures qui ont été mises en place jusqu'à maintenant ?

La Confédération, les cantons et les communes ont engagé des mesures très diverses depuis une vingtaine d'années pour réduire les substances précurseurs de l'ozone. On en trouvera quelques-unes énoncées ci-dessous :

Mesures prises au niveau fédéral:

- Mise en œuvre du protocole de Göteborg dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance.
- Adoption de l'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) avec ces valeurs limites d'émission pour les sources stationnaires et les valeurs limites d'immissions (critères de qualité de l'air).
- Taxe d'incitation sur les composés organiques volatils (COV).
- Prescriptions sur les gaz d'échappement de tous les véhicules à moteur.
- Renforcement des prescriptions sur les gaz d'échappement des véhicules à moteur (normes EURO) d'une manière analogue à l'Union européenne.
- Recommandation d'éviter d'utiliser des véhicules et machines avec des moteurs deux temps, qui émettent de grandes quantités de COV à l'échappement.
- Redevance sur le trafic des Poids Lourds liée aux Prestations (RPLP).
- Transfert sur le rail du trafic marchandises.
- Abaissement des vitesses maximales sur les routes (hors des localités) et les autoroutes (80 resp. 120 km/h).

Les cantons sont chargés:

- de mettre en vigueur de l'OPair d'une manière conséquente.
- de contrôler les installations de récupération des vapeurs d'essence.
- de pratiquer une politique routière orientée vers l'environnement, et de réduire les vitesses limites maximum sur certains tronçons routiers.
- d'encourager la réduction des émissions de COV et d'oxydes d'azote dans l'administration cantonale.

Les **communes** ont la possibilité de pratiquer, par exemple:

- la vitesse limitée à 30 km/h dans les zones résidentielles.
- la priorité aux transports publics.
- l'encouragement du trafic lent (piétons, vélos).
- l'encouragement de la réduction de COV dans l'administration communale.
- l'approvisionnement respectueux de l'environnement (produits pauvres en solvants, véhicules peu polluants).

4.2 Quelles sont les mesures nationales prévues qui auront la meilleure efficacité?

La réduction de la pollution par l'ozone s'inscrit dans un concept global de limitation des émissions, telle que la Stratégie de lutte contre la pollution de l'air adoptée en 1986 par le Conseil fédéral et concrétisée dans l'ordonnance sur la protection de l'air. Cette stratégie a été actualisée et adoptée par le Conseil fédéral le 11 septembre 2009. La meilleure stratégie en matière de politique de lutte contre la pollution de l'air, pour faire baisser les concentrations d'ozone, reste la réduction efficace des émissions de polluants précurseurs (NOx et COV).

Les mesures réductrices d'émissions comprennent l'introduction systématique des meilleures techniques disponibles auprès de tous les groupes de pollueurs. Parmi ces mesures, citons les prescriptions sur les gaz d'échappement (normes EURO) des véhicules à moteur et pour le trafic off road (comme les machines de chantier).

Il faudra également appliquer le mieux possible les exigences de la législation actuelle et, le cas échéant, les renforcer. Les instruments économiques, comme par exemple la taxe d'incitation sur les COV et la redevance sur le trafic des poids lourds liée aux prestations (RPLP), ont pour objectif d'imposer la vérité des prix. Les coûts de la pollution atmosphérique doivent être supportés par les pollueurs et non par la communauté.

4.3 Où se situent les améliorations en matière d'émissions ? Que reste-t-il encore à faire?

Les émissions de précurseurs d'ozone ont atteint leur maximum en Suisse au milieu des années quatre-vingt. Par rapport à leur niveau maximal, les émissions suisses de NO_x, provoquées essentiellement par le trafic motorisé, ont reculé d'environ 50%. Les émissions de COV, rejetées avant tout par l'industrie et l'artisanat, ont diminué de 60%.

Des engagements ont été pris par la Suisse pour 2010 (environ 50% de réduction des émissions de NOx et de COV) dans le cadre d'un protocole international. Cela constitue un premier pas très favorable, il s'agira toutefois de limiter encore plus ces émissions au-delà de 2010. Des négociations vont débuter en 2010 pour renforcer les engagements et définir de nouvelles réductions des émissions contraignantes pour 2020.

Des informations supplémentaires et détaillées sur la nécessité et le potentiel de réduction que l'on pourrait obtenir à l'avenir avec l'application de différentes mesures techniques figure dans le rapport intitulé « Stratégie de lutte contre la pollution de l'air : bilan et actualisation » publié par l'OFEP en 2005. Sur cette base, le Conseil fédéral a actualisé sa « Stratégie fédérale de protection de l'air » le 11.9.2009. Les réductions d'émissions nécessaires pour atteindre les objectifs de protection pour les principaux polluants atmosphériques y sont précisées. Il s'agit de réduire d'environ 50% les émissions de NOx et de 20 à 30% les émissions COVNM par rapport à leur niveau d'émissions en 2005.

4.4 Qu'est - ce que l'on pourrait obtenir avec des mesures d'urgences?

Des mesures d'urgence locales déclenchées en période de pollution élevée, comme par exemple des interdictions ponctuelles de circuler, favorisent la sensibilisation de la population au problème de la qualité de l'air. Toutefois, elles ne contribuent que de façon limitée à une réduction immédiate du niveau de pollution du moment, puisqu'elles sont déclenchées seulement lorsque les concentrations de polluants dans l'air sont déjà excessives.

5 Description générale

5.1 Qu'est ce que le smog estival et d'où vient-il ?

En été - on parle de smog photochimique ou estival, à la différence du smog hivernal - il s'agit de la pollution formée par l'action de l'irradiation solaire sur les polluants dits précurseurs (essentiellement les oxydes d'azote et les composés organiques volatils). Le polluant principal qui résulte de ces réactions photochimiques est l'ozone qui est utilisée comme substance indicatrice. D'autres polluants, tels que du formaldéhyde, du peroxy-acétyl-nitrate (PAN) et de l'acide nitrique se forment simultanément. L'apparition de smog estival et les concentrations élevées d'ozone qui y sont associées sont révélatrices d'un niveau de pollution atmosphérique excessif et nocif pour la santé humaine et la végétation, ainsi que les matériaux et le climat.

Le mot « smog » vient d'une contraction anglo-saxonne des mots « smoke » (fumée) et « fog » (brouillard). Il désigne un état de la pollution sous des conditions météorologiques particulières sans vent où les polluants se concentrent à un niveau si élevé que la lumière solaire apparaît tamisée, nébuleuse, et le ciel prend des couleurs jaunes / brunâtres et troubles.

5.2 Qu'est ce que l'ozone ?

Sources

L'ozone (O₃) est un gaz présent naturellement à l'état de trace dans l'air que nous respirons. Dans les couches d'air proches du sol de la troposphère, l'ozone ne se forme pas spontanément, mais sous l'action de la lumière du soleil, à partir de polluants précurseurs : les composés organiques volatils (COV), appelés également hydrocarbures, et les oxydes d'azote (NO_x). Plus il y a de COV et de NO_x dans l'air, et plus le soleil est intense, plus grandes sont les quantités d'ozone formées. Une température élevée favorise également les réactions chimiques. Pour lutter contre le smog estival il faut s'attaquer aux précurseurs. L'industrie, l'artisanat et les ménages sont les principaux responsables des émissions de COV, tandis que les NO_x sont principalement générés par les véhicules à moteur.

Effets

En trop grande concentration, il est nuisible pour la santé. Il affecte les êtres humains, les animaux et des plantes. L'ozone est difficilement soluble dans l'eau et pénètre profondément dans les poumons où il y déploie son action irritante pour les cellules. L'ozone est la principale composante du smog estival. Il a une action très oxydante et agressive sur les matériaux et présente une activité de gaz à effet de serre qui affecte le climat. (cf. chapitre 2 sur les effets sur la santé et la végétation).

Est-ce que l'ozone réagit avec les autres polluants atmosphériques ?

Oui. Lorsqu'une période de smog s'étend sur plusieurs jours, les niveaux d'ozone augmentent jour après jour. Il n'est pas rare d'avoir la situation « paradoxale » que la concentration d'ozone soit moindre aux centres des villes qu'à la périphérie proche et à la campagne. En effet, à proximité de la source d'émission, le monoxyde d'azote (NO) détruit l'ozone et constitue du dioxyde d'azote (NO₂). A son tour, le NO₂ est transporté par le vent et constitue ainsi un polluant précurseur pour la formation d'ozone dans un environnement hors des villes.

L'ozone, en tant qu'oxydant, agit avec une foule d'autres polluants pour les transformer et les dégrader. Il réagit par exemple avec les cellules des êtres vivants et les matériaux de construction (peintures, polymère, plastiques, etc.) et les endommage.

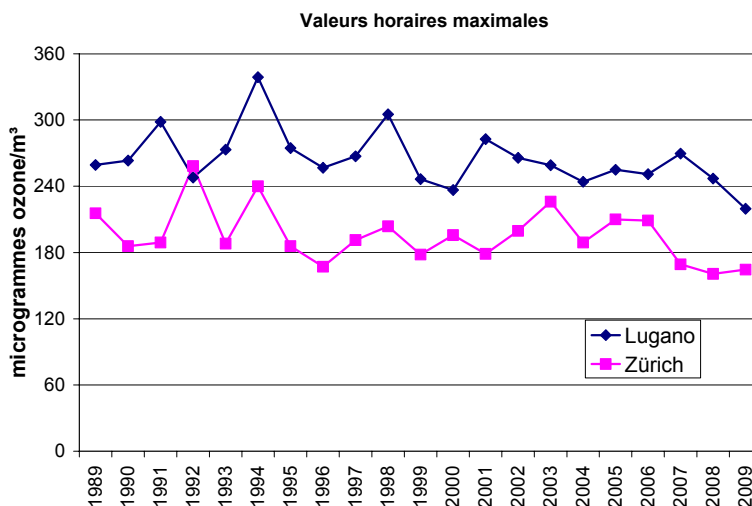
Pourquoi dit-on que la ville provoque et que la campagne écope ?

S'il est vrai que l'on trouve davantage de circulation et d'industrie dans les villes, il n'en est pas moins exact que les concentrations d'ozone enregistrées à la campagne sont supérieures à celles mesurées dans les agglomérations. Ce phénomène s'explique par le fait que l'ozone produit la journée dans les villes disparaît quasiment entièrement pendant la nuit sous l'effet d'autres polluants (réaction de destruction par le NO par exemple). À la campagne en revanche, bénéficiant d'un air relativement propre, la concentration d'ozone demeure plus ou moins inchangée, en raison de la faible présence d'autres polluants qui pourraient «dévorer» l'ozone. Le jour suivant, une nouvelle quantité d'ozone vient s'ajouter, née des précurseurs émis en ville et transportés vers la campagne. La population rurale peut toutefois se «consoler» car l'air dans les villes est malgré tout davantage pollué que celui de la campagne.

Quelles sont les tendances et l'évolution au cours de ces dernières années ?

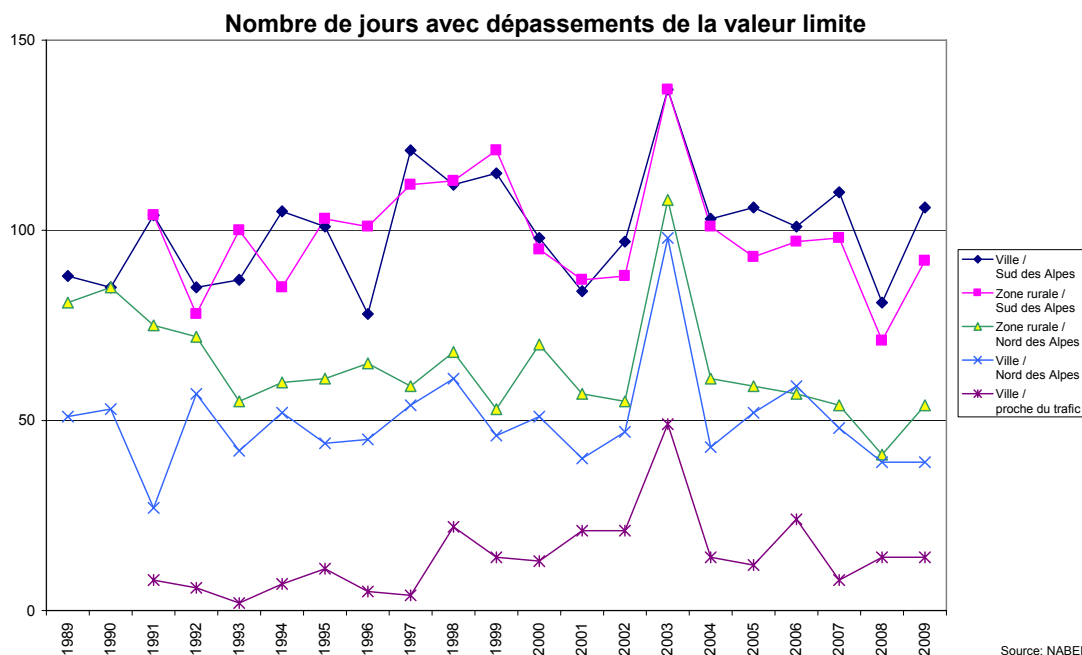
La situation de l'ozone en Suisse est caractérisée, du printemps à l'automne, par des dépassements fréquents des valeurs limites horaires d'immissions fixées à 120 microgrammes par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Les valeurs mesurées au Nord des Alpes se situent régulièrement dans une fourchette de 150 à 180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et celles enregistrées au Sud des Alpes sont plus élevées. Les pics d'ozone enregistrés ces dernières années au Nord des Alpes se situaient vers 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, exceptionnellement à 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Au sud des Alpes, les valeurs maximales enregistrées atteignaient environ 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, et même, cas extrême au Sud du Tessin, au-dessus de 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Chiasso.

En revanche, la différence entre Nord et Sud des Alpes est restée importante. La face Sud des Alpes est, en raison de l'influence de la région industrielle de Milan et des conditions climatiques très favorables à la formation des oxydants photochimiques (fort ensoleillement, température élevée, vents faibles), plus fortement polluée par l'ozone que le Plateau suisse.



Un rapport sur les mesures de différents polluants, dont l'ozone, effectuées dans la centaine de stations cantonales et communales est également disponible sur le site Internet de l'OFEV à la rubrique Rétrospective (sous forme de tabelles ou de graphiques) <http://www.bafu.admin.ch/air>

D'une manière générale, on peut dégager certaines tendances. D'un côté, les concentrations maximales horaires d'ozone ont reculé ces dernières années, ceci plus fortement en zone rurale que dans les villes. Par contre, la charge moyenne n'a que très peu baissée et le nombre de jours de dépassements de la valeur limite d'immission n'a pas diminué.



5.3 Pourquoi parle-t-on de « trou d'ozone » alors qu'il y a trop d'ozone?

Une concentration excessive d'ozone si elle est nuisible au sol est utile, et même vitale, en altitude. En effet, l'ozone, présent dans la stratosphère (entre 10 et 50km d'altitude), entoure la terre comme un voile de protection. Celui-ci absorbe les rayons ultraviolets dangereux du soleil, qui peuvent provoquer des coups de soleil, des cancers de la peau et des préjudices pour les yeux. Sans cette couche d'ozone épaisse d'environ 40 kilomètres, et qui agit comme un filtre, la vie sur terre serait impossible dans sa forme actuelle.

On parle de « trou d'ozone », mais le mot le plus approprié serait « manque d'ozone », en raison de sa destruction à une hauteur de 10 à 50 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre, où les chlorofluorocarbones (CFC) catalysent la destruction de la couche vitale d'ozone.

D'autre part, il y a de trop grandes concentrations d'ozone dans l'air près du sol, au cours de la saison d'été. Cette pollution néfaste augmente la fréquence de troubles respiratoires chez les personnes sensibles.

En outre, l'ozone dans les couches basses de l'atmosphère agit aussi comme un gaz à effet de serre co-responsable du réchauffement climatique et des perturbations qui peuvent en découler. L'ozone est même le troisième gaz, d'origine anthropique, en importance pour le réchauffement après le dioxyde de carbone et le méthane.

5.4 Quelle est l'influence des autres pays et continents sur les concentrations d'ozone mesurées en Suisse?

Les concentrations élevées d'ozone qui sont enregistrées en Suisse ne sont pas uniquement dues aux émissions locales de polluants précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils). Des émissions importantes proviennent aussi d'autres régions d'Europe et même, dans une moindre mesure, de tout l'hémisphère Nord. L'augmentation des activités humaines, de la combustion d'énergie dans les secteurs des transports et de l'industrie, au cours des 20 à 30 dernières années, ont provoqué une croissance de ces émissions au niveau mondial, qui ont entraîné par la suite des augmentations des concentrations de fond de l'ozone ("background ozone"). Cette augmentation des émissions de précurseurs dans différentes régions du globe est une des raisons pour laquelle la baisse des concentrations d'ozone, attendue en Suisse, n'a pas suivie la diminution des émissions de précurseurs. Cela signifie que des réductions supplémentaires des émissions de polluants précurseurs sont nécessaires aussi bien en Suisse, qu'en Europe et au niveau mondial.

6 Comparaison Suisse / Europe

6.1 Que font les pays voisins et qu'est-ce qui est prévu à l'avenir ?

Les pays voisins de la Suisse se sont aussi engagés dans la lutte contre les concentrations excessives d'ozone en limitant les émissions de polluants précurseurs d'environ 50% (cf. tableau ci-dessous pour plus de détails). Ces engagements se sont concrétisés dans le cadre du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (signé à Göteborg en 1999 et entré en vigueur le 17 mai 2005) sous les auspices de la Convention CEE-ONU relative à la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, ainsi que dans le cadre de la Directive européenne 2001/81/CE fixant les plafonds nationaux d'émissions. Les engagements y sont très similaires et fixent des niveaux d'émissions à atteindre d'ici à 2010 afin de limiter les concentrations excessives. Des réductions supplémentaires seront nécessaires pour respecter les valeurs critiques et ainsi éviter les dommages pour la santé humaine et la végétation.

Du fait de la sensibilité variable à l'acidification, à l'eutrophisation ou aux oxydants photochimiques et de l'intensité différentes des émissions dans chaque pays, il en résulte que des pourcentages différents de réduction sont à atteindre.

<i>Pays</i>	Réduction des émissions de précurseurs d'ici à 2010 par rapport à 1990 selon le protocole de Göteborg (entré en vigueur le 17.5.2005)	
	<i>Oxydes d'azote (NO_x)</i>	<i>Composés organiques volatils (COV)</i>
Suisse	52%	51%
Autriche	45%	55%
Allemagne	60%	69%
Italie	48%	48%
France	54%	63%
UE15 en moyenne	49%	57%

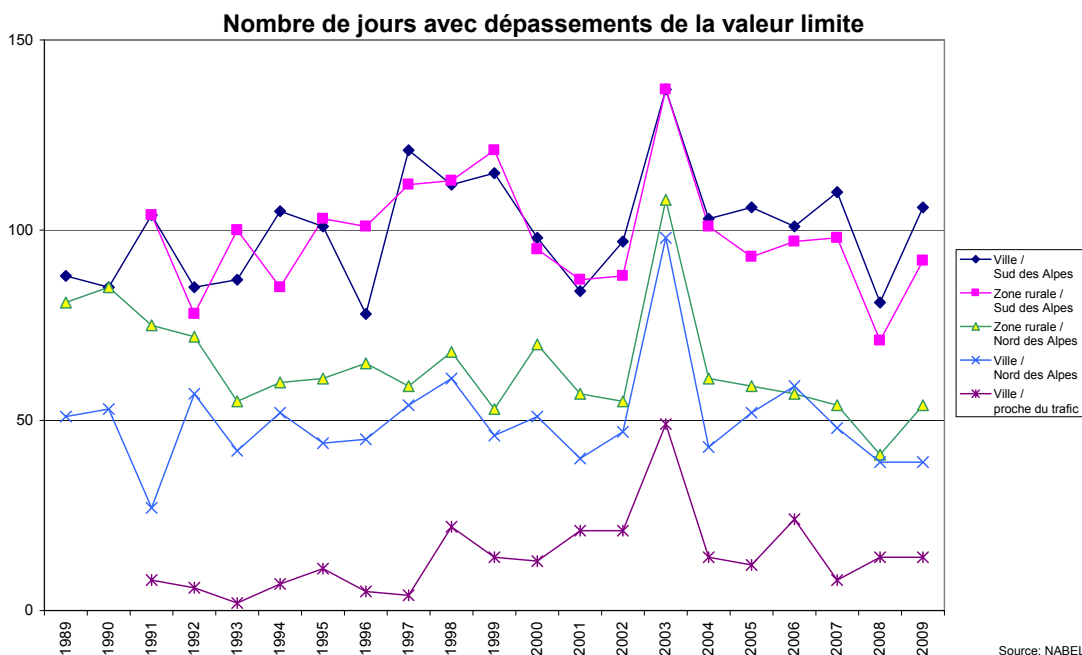
6.2 Quelle fut la situation des immissions en 2009 ?

En 2009, l'été a été caractérisé par le passage fréquent de fronts orageux et il n'y a pas eu de période prolongée d'anticyclone stable. Il en résulte que les concentrations d'ozone furent plus basses que les années précédentes.

Malgré tout, comme ces dernières années, la valeur limite d'immission de 120 microgrammes d'ozone par mètre cube ($\mu\text{g}/\text{m}^3$, moyenne horaire) a été dépassée à toutes les stations du réseau NABEL. Les dépassements les plus fréquents (428 à 647 heures) ont été mesurés au Tessin et à moyenne altitude (à environ 1000 mètres) sur le versant nord des Alpes. Ces dépassements se répartissent sur 56 à 106 jours. Dans les autres régions du nord des Alpes, des valeurs d'ozone excessives ont été relevées durant 11 à 353 heures réparties sur 3 à 54 jours.

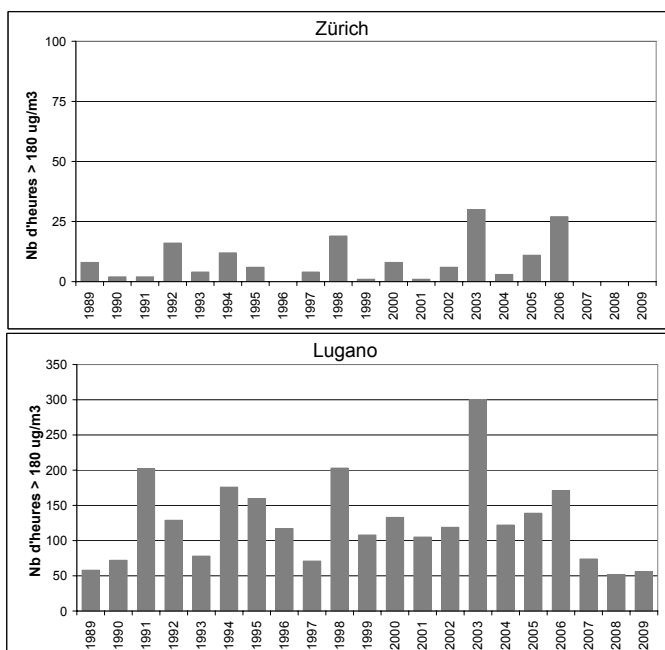
Les valeurs des pics d'ozone au Nord des Alpes en 2009 ont été nettement plus basses que les années précédentes. Les valeurs mesurées en 2003 durant l'été caniculaire furent beaucoup plus élevées.

Le **seuil d'information** ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire soit 1,5 fois la valeur limite d'immission de l'OPair) **de la directive européenne (2008/50/CE) sur la qualité de l'air** a été dépassé en 2009 qu'un jour sur deux stations NABEL au Nord des Alpes, ainsi qu'au Sud des Alpes (5 jours à Magadino et 18 jours à Lugano).



Le **seuil d'alarme** ($240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dépassé durant 3 heures consécutives et persistance pour les jours suivants) de la directive européenne n'a pas été dépassé en Suisse durant l'été 2009.

Sur le versant Sud des Alpes, des concentrations nettement plus élevées qu'au Nord des Alpes ont été mesurées. Dans les vallées du Sud des Alpes, la formation d'ozone est favorisée par la durée prolongée de l'ensoleillement et la proximité de l'agglomération milanaise (avec son trafic intense comptant beaucoup de véhicules diesel et de nombreux sites industriels), dont le panache de pollution peut s'étendre jusqu'au Tessin.



Nombre d'heures de dépassements de la valeur de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Zurich et à Lugano entre 1989 - 2009.

Est-ce que la situation est encore problématique ?

Oui, car aujourd'hui encore les immissions d'ozone observées ont des effets négatifs sur l'homme et son environnement. Il faut donc poursuivre les efforts pour réduire cette pollution. Au-dessous des valeurs limites d'immission fixées dans l'OPair, il n'y a, en règle générale, pas de répercussion négative sur la santé de l'homme à attendre.

Au-dessus de ces limites, les effets croissent en même temps que les concentrations et la durée de l'exposition. Ces effets sont aussi influencés par l'intensité des efforts physiques fournis. Un dépassement, même minime, des valeurs limites d'immissions peut déclencher une irritation des yeux et des voies respiratoires chez les personnes sensibles. Plus les concentrations sont élevées et plus les personnes concernées sont nombreuses et fortement incommodées.

De plus, l'ozone est aujourd'hui la substance à l'action de loin la plus toxique pour la végétation. Elle agit comme un poison cellulaire et ralentit l'intensité de la photosynthèse et, donc, la croissance des plantes. Des études ont désormais fait la preuve que les pollutions d'ozone que nous connaissons génèrent des dégâts pour l'agriculture. Les pertes de rendement oscillent, selon les cultures, les régions et les années, entre 5 et 15 pour-cent. La sylviculture n'est pas épargnée. Combiné à d'autres substances polluantes, l'ozone est un facteur de stress pour les arbres et co-responsable des dégâts forestiers.

Les valeurs d'ozone sont-elles particulièrement élevées en Suisse en comparaison avec nos pays voisins?

Non, dans les pays voisins par ex. en Allemagne ou en France, la pollution par l'ozone a été plus importante qu'en Suisse. Au Sud des Alpes, notamment en Italie, des valeurs nettement plus élevées ont été mesurées et de fréquents dépassements du seuil d'information (180 µg/m³ selon la directive européenne) ont été enregistrés.

Des informations supplémentaires relatives aux concentrations d'ozone mesurées en Europe en 2009 ont été publiées dans le rapport annuel de l'Agence Européenne pour l'Environnement⁴. Les valeurs actuelles sont disponibles sur le site: <http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/welcome>

⁴ „Air pollution by ozone across Europe during summer 2009 Technical report No 2/2010“ accessible par: http://air-climate.eionet.europa.eu/reports/EEA_TR_2_2010_SummerO3_2009

6.3 Comparaison des valeurs limites d'immission en Suisse avec les valeurs proposées par l'OMS et l'Union Européenne

6.3.1 La Suisse

Elle a fixé deux valeurs limites d'immissions dans son Ordonnance sur la protection de l'air (OPair, annexe 7) de façon à assurer la protection de la santé humaine et de l'environnement. Il s'agit d'une valeur horaire de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus d'une fois par année et d'une valeur à plus long terme représentant le 98% des valeurs semi-horaires d'un mois qui ne doit pas dépasser $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Si ces valeurs sont respectées, pratiquement l'ensemble de la population (y compris les enfants, les personnes âgées, les femmes enceintes, les malades) ne souffrira d'aucun effet néfaste dus à l'ozone. Conformément au mandat général d'information de la population établi par la législation sur la protection de l'environnement, la Confédération et les cantons procèdent à l'information du public concernant les concentrations mesurées. Ils renseignent sur les mesures à prendre pour limiter les émissions polluantes, ainsi que sur le comportement à adopter pour éviter de souffrir des concentrations excessives.

6.3.2 L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)

L'OMS a publié en 2008 des recommandations sur la qualité de l'air dont l'objectif pour la protection de la santé humaine est une valeur maximale journalière de $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures. Le niveau d'exigence de cette valeur correspond environ à une valeur moyenne horaire de $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

6.3.3 L'Union européenne (UE)

L'UE a adopté la directive (2008/50/CE) concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe, dont les valeurs cibles et les objectifs à long terme sont destinés à garantir une protection efficace contre les effets nocifs de l'exposition à l'ozone sur la santé humaine, ainsi que sur la végétation et les écosystèmes.

La valeur cible est un maximum journalier de la moyenne sur 8 heures de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à ne pas dépasser plus de 25 jours par année civile, moyenne calculée sur 3 ans. Cette valeur cible devrait être respecté à partir du 1.1.2010.

L'objectif à long terme est que le maximum journalier de la moyenne sur 8 heures de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pendant une année civile soit respecté. Le niveau d'exigence de cette valeur correspond environ à une valeur moyenne horaire de $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

En plus des valeurs cibles et des objectifs à long terme, l'UE a fixé un seuil d'alerte et un seuil d'information pour l'ozone afin de protéger la population dans son ensemble et les groupes sensibles, respectivement contre les épisodes d'exposition de courte durée à des concentrations élevées d'ozone. Ces seuils devraient déclencher la diffusion d'informations auprès du public sur les risques liés à l'exposition, et à l'application, le cas échéant, de mesures à court terme en vue de réduire les niveaux d'ozone lorsque ces seuils sont dépassés :

- Le seuil d'information est fixé à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire.
- Le seuil d'alerte est dépassé lorsque la valeur de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée durant trois heures consécutives et lorsqu'il apparaît que de tels dépassements se poursuivront les jours suivants.

La Conférence des Conseillers d'Etat / Directeurs cantonaux de l'environnement, de la construction et de l'aménagement du territoire (DTAP / BPUK) a décidé lors de sa séance du 21 avril 2005 de renforcer l'information au sujet du smog estival et de l'ozone en pratiquant une stratégie plus active à l'exemple de la directive européenne avec la publication de communiqués de presse lors de **dépassements du seuil européen d'information** (moyenne horaire supérieure à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ soit une fois et demie la VLI de l'OPair) au cours de l'été.

7 Bibliographie et documentation

D'autres informations sont disponibles auprès de:

Cercl'Air sur le site de la campagne d'information sur l'ozone www.ozone-info.ch

Office fédéral de l'environnement, (OFEV),
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=fr>

Office fédéral de l'environnement, (OFEV), L'ozone troposphérique : résultats des recherches actuelles. Conséquences pour la lutte contre la pollution de l'air. Cahier de l'environnement N° 277, OFEFP, Berne 1996

Stratégie de lutte contre la pollution de l'air, Bilan et actualisation, Cahier de l'environnement N° 379, OFEFP, Berne, 2005
<http://www.bafu.admin.ch/publikationen/publikation/00546/index.html?lang=fr>

Rapport du Conseil fédéral au Parlement « Stratégie fédérale de protection de l'air » du 11.9.2009 (FF 2009-1221, p. 5941-5972)
<http://www.news-service.admin.ch/NSBSubscriber/message/attachments/17043.pdf>

CFHA 2004, Rapport de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air « Smog estival »
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/index.html?lang=fr> (sous Informations complémentaires)

ISPM 2004, Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz für die Schweiz, Litteraturstudie im Auftrag der Bundesämter für Umwelt, Wald und Landschaft (BUWAL) und für Gesundheit (BAG); Institut für Sozial- und Präventivmedizin, UNI Basel, November 2004

WHO 2008: Health risks of ozone from long-range transboundary air pollution. WHO Regional Office for Europe, Copenhagen 2008 <http://www.euro.who.int/document/e91843.pdf>

Protocole CEE/ONU relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (signé à Göteborg en 1999 et entré en vigueur le 17 mai 2005;
http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm

Directive européenne relative aux plafonds nationaux d'émissions (NEC, directive 2001/81/CE ; cf. pour le texte de la directive et pour les explications à son sujet <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2001:309:0022:0030:FR:PDF>

Directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 11 décembre 2007 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2008:152:0001:0044:FR:PDF>

„Air pollution by ozone across Europe during summer 2009 Technical report No 2/2010“ accessible par: http://air-climate.eionet.europa.eu/reports/EEA_TR_2_2010_SummerO3_2009

Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications, Report 15/08, The Royal Society, October 2008,
http://royalsociety.org/Report_WF.aspx?pageid=7924&terms=Ground-level+ozone