



## Le smog estival et l'ozone

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

---

<i>Origine du smog estival et comment se forme-t-il? .....</i>	<i>2</i>
<i>Quel est le niveau de pollution par l'ozone? .....</i>	<i>4</i>
<i>Effets de l'ozone .....</i>	<i>8</i>
<i>Que peut-on faire pour lutter contre l'ozone? .....</i>	<i>13</i>
<i>Mesures entreprises au niveau national et international.....</i>	<i>14</i>
<i>Bibliographie et documentation.....</i>	<i>16</i>

## Origine du smog estival et comment se forme-t-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. Par ailleurs, l'ozone est un gaz à effet de serre de courte durée de vie qui contribue aux changements climatiques.

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.

### Sources

L'ozone (O<sub>3</sub>) 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, en présence de polluants dits précurseurs : les composés organiques volatils (COV), appelés également hydrocarbures, et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). Plus il y a de COV et de NO<sub>2</sub> 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 diminuer les émissions de précurseurs. L'industrie, l'artisanat et les ménages sont les principaux responsables des émissions de COV, tandis que 2/3 des oxydes d'azote proviennent des moteurs (véhicules routiers et non routiers, machines et engins de travail).

### 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 sur les impacts sur la santé et la végétation).

### Interactions de l'ozone avec d'autres polluants atmosphériques

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

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

Lorsqu'une période de smog s'étend sur plusieurs jours, les niveaux d'ozone augmentent jour après jour. Il n'est pas rare 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 sa source d'émission, le monoxyde d'azote (NO) détruit l'ozone et constitue du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>). A son tour, le NO<sub>2</sub> est transporté par le vent et constitue ainsi un polluant précurseur pour la formation d'ozone hors des villes. L'ozone produit durant la journée dans les villes disparaît quasiment entièrement pendant la nuit. À la campagne en revanche, la concentration d'ozone demeure plus ou moins inchangée, en raison de la faible présence d'autres polluants qui pourraient le dégrader. 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.

## **Les valeurs d'ozone sont-elles particulièrement élevées en Suisse en comparaison internationale?**

Au Sud des Alpes, notamment en Italie, des valeurs nettement plus élevées ont été mesurées et de fréquents dépassements du seuil d'information ( $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  selon la directive européenne) ont été enregistrés.

Des informations supplémentaires relatives aux concentrations d'ozone mesurées en Europe sont publiées dans le rapport annuel de l'Agence Européenne pour l'Environnement<sup>1</sup>.

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

Les concentrations élevées d'ozone, 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 des émissions au niveau mondial et entraîné 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 (oxydes d'azote, composés organiques volatils et méthane) sont nécessaires aussi bien en Suisse, qu'en Europe et au niveau mondial.

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

Les concentrations excessives d'ozone sont nuisibles pour les voies respiratoires et pour les plantes au niveau du sol mais elles sont vitales, en altitude. En effet, l'ozone, présent dans la stratosphère (entre 10 et 50 km 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 20 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 pour la santé de la population et des plantes (cf. chapitre sur les effets).

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.

---

<sup>1</sup> „Air pollution by ozone across Europe during summer 2014” accessible sur: <http://www.eea.europa.eu/themes/air/ozone/air-pollution-by-ozone-across>

## Quel est le niveau de pollution par l'ozone?

### Où trouver des informations sur la situation actuelle?

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>

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 (RTS1, SRF1 et RSI-LA1 page 521) fournit des données journalières et des valeurs moyennes annuelles pour d'autres polluants en provenance des 16 stations du réseau NABEL.
- Sur la page [www.ozone-info.ch](http://www.ozone-info.ch) des liens avec les différents réseaux de mesures cantonaux sont disponibles. Des liens avec les réseaux de mesures à l'étranger y sont également mentionnés.

La Conférence des Conseillers d'Etat / Directeurs cantonaux de l'environnement de la construction et de l'aménagement du territoire (**DTAP** / BPUK) a décidé en 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 O<sub>3</sub>/m<sup>3</sup> soit une fois et demie la valeur limite d'immission de l'Ordonnance suisse sur la protection de l'air, OPair).

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

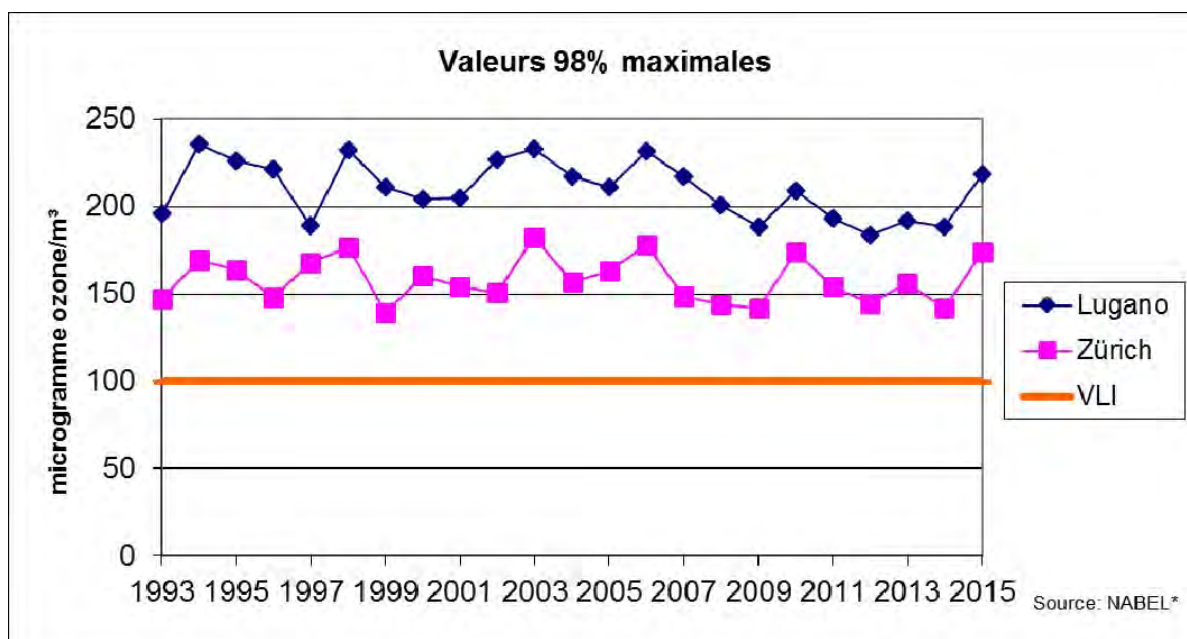
Au cours des dernières années plusieurs modèles de prévision des concentrations d'ozone pour l'ensemble de l'Europe ont été développés.

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://www.prevoir.org/en/prevision\\_o3.php](http://www.prevoir.org/en/prevision_o3.php)) ou le modèle de l'Université de Cologne (disponible à <http://db.eurad.uni-koeln.de/de/vorhersage/eurad-im.php>) avec un zoom sur l'Allemagne, qui couvre aussi une partie du territoire suisse.

### 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 (µg/m<sup>3</sup>). Les valeurs mesurées au Nord des Alpes se situent régulièrement durant la période estivale dans une fourchette de 150 à 180 µg/m<sup>3</sup>, et celles enregistrées au Sud des Alpes sont plus élevées. Les charges importantes en ozone sont bien caractérisées par la moyenne mensuelle la plus élevée de 98% des valeurs semi-horaires. Cette valeur moyenne, qui ne devrait pas dépasser 100 µg/m<sup>3</sup> est largement dépassée sur l'ensemble de la Suisse.

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, vents faibles), plus fortement polluée par l'ozone que le Plateau suisse.



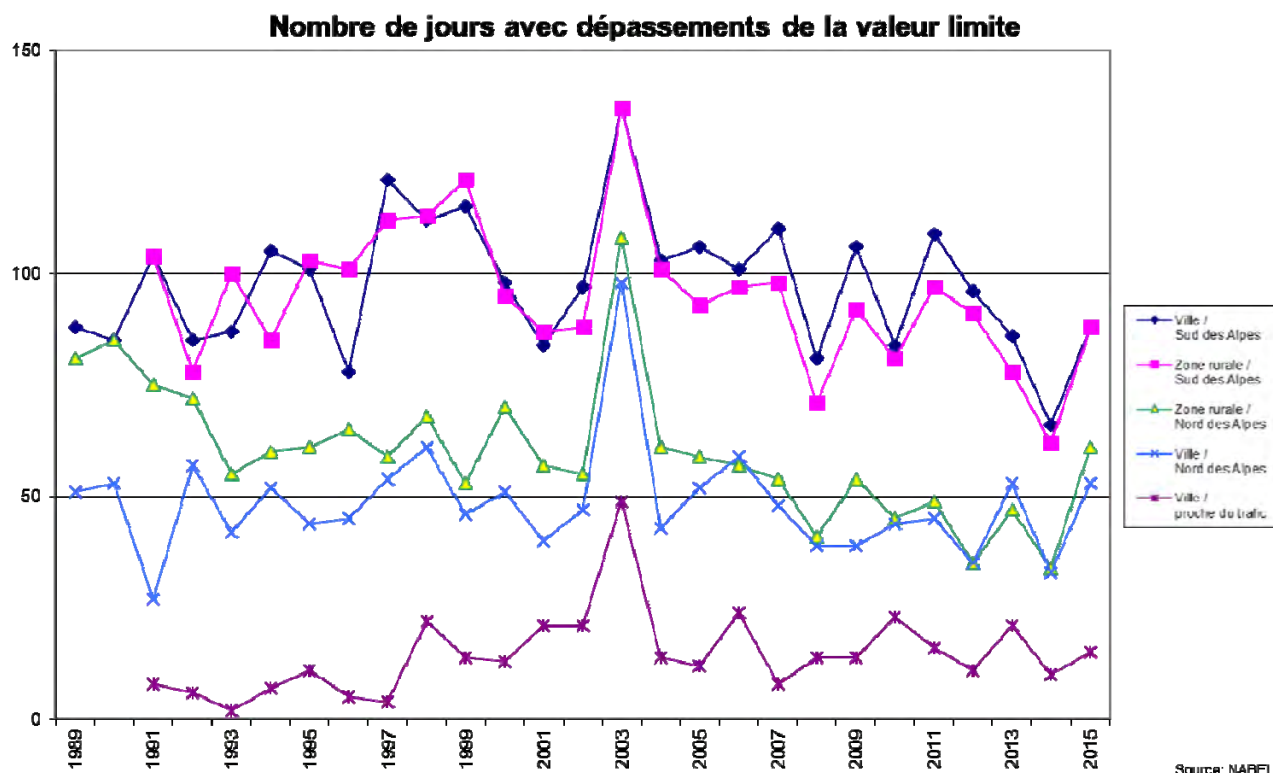
Le site de l'OFEV fournit des cartes représentant la valeur mensuelle maximale de 98 pourcent des valeurs semi-horaires et des charges en ozone sur les forêts pour l'ensemble de la Suisse.

Un rapport sur les mesures de différents polluants, dont l'ozone, effectuées dans la centaine de stations nationales, cantonales et communales est également disponible sur le site Internet de l'OFEV : [http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/blick\\_zurueck/01694/index.html?lang=fr](http://www.bafu.admin.ch/luft/luftbelastung/blick_zurueck/01694/index.html?lang=fr)

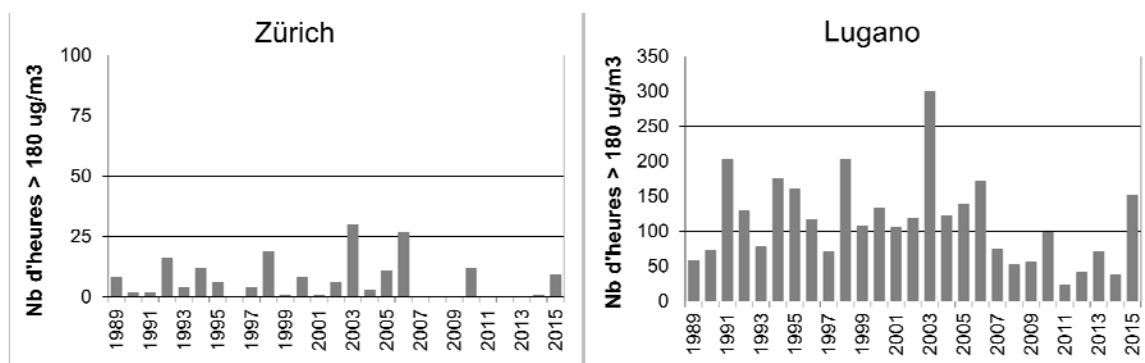
D'une manière générale, on peut dégager certaines tendances. D'un côté, les concentrations maximales horaires d'ozone ont reculé ces dernières années, ceci plus fortement en zone rurale que dans les villes. Par contre, la charge moyenne n'a que très peu baissée et le nombre de jours de dépassements de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

#### Quelle fut la situation des immissions en 2015?

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. Sur le versant nord des Alpes, ces dépassements ont été enregistrés durant environ 50 jours et au Tessin durant environ 85 jours.



Au nord des Alpes, il n'y a eu que quelques valeurs qui ont dépassé le seuil européen d'information<sup>2</sup>. Au Sud des Alpes, par contre, des valeurs d'ozone très élevées ont été enregistrées. Le nombre de jours avec des valeurs dépassant  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a toutefois été plus élevé sur l'ensemble de la Suisse que les 2 années précédentes. Le **seuil d'alarme** de l'UE<sup>3</sup> n'a pas été atteint en Suisse en 2015.



Nombre d'heures de dépassements de la valeur de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$   
à Zurich et à Lugano entre 1989 – 2015 (source : NABEL).

Sur le versant Sud des Alpes, des concentrations 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.

<sup>2</sup> Le seuil européen d'information est fixé à  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (soit 1,5 fois la valeur limite d'immission de l'OPair) selon la directive sur la qualité de l'air (2008/50/CE).

<sup>3</sup>  $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$  dépassé durant 3 heures consécutives et persistance pour les jours suivants selon la directive européenne 2008/50/CE.

### **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.

## Effets de l'ozone

### Sur la santé humaine

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 surfaces actives 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, peut encore 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 effets aigus provoqués par le smog estival concernent essentiellement les personnes actives à l'extérieur. Ces 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, lors d'un exercice physique modéré à l'extérieur, pouvaient subir des diminutions mesurables de leur fonction pulmonaire. Des personnes sensibles, lors d'activités physiques à l'extérieur, peuvent présenter des diminutions jusqu'à 30% de leur capacité pulmonaire les jours avec de fortes concentrations d'ozone.

### **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. L'Agence européenne de l'environnement (AEE) estime qu'en Europe (UE28 et 12 autres pays) en 2012, ce sont près de 17000 décès prématurés qui sont à attribuer aux charges en ozone. En Suisse, les charges en ozone provoquent entre 200 et 300 cas de décès prématurés par année.

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

De nouvelles études à long terme, effectuées en Europe et aux USA, ont identifié des effets chroniques résultant des charges élevées en ozone durant une période prolongée. Dans ces cas-là, une mortalité accrue à la suite de maladies respiratoires et cardio-vasculaires a été observée, en particulier pour des personnes avec des maladies pré-existantes. Des effets ont aussi été enregistrés sur l'incidence et la gravité de l'asthme, ainsi que sur la croissance des poumons.<sup>4</sup>

### **Est-ce que la situation est 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 Bellinzona, 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 personnes déjà atteintes de déficiences pulmonaires, cela peut signifier une irritation supplémentaire. C'est pourquoi les cantons 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/m<sup>3</sup> 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.

---

<sup>4</sup> WHO Regional Office for Europe 2013. Review of evidence on health aspects of air pollution – REVIHAAP project: final technical report. Copenhagen 2013  
[http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0004/193108/REVIHAAP-Final-technical-report-final-version.pdf)

### 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 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 à signaler que les différences entre les individus sont très marquées et que chacun réagit différemment aux charges en ozone.

### 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. De nombreux pays publient sur Internet des informations sur les niveaux de pollution locale.

### Communication et appréciation des effets aigus mais en général réversibles<sup>5</sup>

L'Ordonnance sur la protection de l'air (OPair) tolère un seul dépassement de la valeur horaire de 120 microgrammes par mètre cube ( $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : « 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : « 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  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  : « 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.

---

<sup>5</sup> CFHA 2011, Prise de position de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air «Smog estival » [http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/dokumentation/Sommersmog\\_F\\_2011-07-18.pdf](http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/dokumentation/Sommersmog_F_2011-07-18.pdf)

## **Effets de l'ozone sur la végétation**

L'ozone est aujourd'hui la substance à l'action la plus toxique pour la végétation. Elle agit comme un poison cellulaire, ralentit l'intensité de la photosynthèse et, donc, la croissance des plantes. Les pertes de rendement oscillent, selon les cultures, les régions et les années, entre 5 et 15 pour-cent. Combiné à d'autres substances polluantes, l'ozone est un facteur de stress pour les arbres et co-responsable des dégâts forestiers.

Lorsque les charges en ozone croissent, des dégâts visibles apparaissent périodiquement sur les feuilles des arbres, des buissons et des légumes feuillus. Une exposition prolongée à l'ozone au-dessus des niveaux critiques établis dans le cadre de la Convention CEE-ONU sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance peut provoquer des perturbations de leur croissance et affecter la vitalité des plantes sensibles.

Les concentrations élevées d'ozone peuvent affaiblir les arbres et ralentir la croissance du bois, ce qui peut avoir des conséquences 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 prairiesensemencées, diminuer la productivité des prairies permanentes et augmenter la sensibilité aux maladies et aux parasites.

## **Comparaison des valeurs limites d'immission en Suisse avec les valeurs recommandées par l'OMS et l'Union Européenne**

### **La Suisse**

A fixé deux valeurs limites d'immissions dans l'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.

### **L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)**

a publié en 2008 des recommandations sur la qualité de l'air avec une valeur cible pour l'ozone. Une valeur maximale journalière de  $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (en moyenne sur 8 heures) ne devrait pas être dépassée de façon à assurer la protection de la santé humaine. Afin de respecter ce niveau d'exigence, la valeur horaire réglementée en Suisse ne devrait pas dépasser  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

### **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.

L'Union européenne a établi que la valeur journalière maximale sur 8 heures de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ne devrait pas être dépassée plus de 25 jours par année civile. Cette valeur cible devrait être respectée depuis le 1.1.2010. L'objectif à long terme est que cette valeur ne soit pas dépassée plus d'un jour par année. Afin de respecter ce niveau d'exigence, la valeur horaire réglementée en Suisse ne devrait pas dépasser  $135 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

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.

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

### Recommandations générales

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 (EURO 6).

### Privilégier les produits pauvres en solvants

Une nouvelle étiquette environnementale suisse permet une évaluation facilitée des produits disponibles sur le marché. Cette étiquette montre les résultats de l'évaluation de l'ensemble des peintures d'intérieur. Elle simplifie le choix des produits les plus respectueux de l'environnement et les mieux appropriés pour l'usage recherché. Le concept intègre tous les labels existants et va même au-delà en incluant les substances néfastes pour la santé et/ou l'environnement et les identifie clairement. L'étiquette environnementale établit ainsi une classification compréhensible avec des critères bien définis pour les peintures murales intérieures et pour les plafonds, qui sont sur le marché.

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.

## Mesures entreprises au niveau national et international

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. Parmi les mesures efficaces, on peut citer le respect des prescriptions sur les gaz d'échappement des véhicules et les valeurs limites d'émissions pour les sources stationnaires, ainsi que la taxe d'incitation sur les COV, l'encouragement à l'usage des transports publics ou le transfert du trafic marchandise de la route vers le rail.

Les émissions de précurseurs de l'ozone ont atteint leur maximum en Suisse au milieu des années quatre-vingt. Depuis lors, les émissions suisses de NO<sub>x</sub> provoquées essentiellement par le trafic motorisé, ont reculé de plus de 50%. Les émissions de COV, rejetées avant tout par l'industrie et l'artisanat, ont diminué de plus de 70%. Des engagements ont aussi été pris par la Suisse dans le cadre d'un protocole international pour limiter jusqu'en 2010 les émissions de NO<sub>x</sub> et de COV. Cela constitue un premier pas très favorable.

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 NO<sub>x</sub> et de 20 à 30% les émissions COVNM par rapport à leur niveau d'émissions en 2005.

### 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 (NO<sub>x</sub> et COV, complété par des réductions à large échelle des émissions de méthane).

Les mesures de limitations des 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.

### 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.

### **Que se passe-t-il au niveau international?**

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. 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 en 2010 afin de limiter les concentrations excessives. Cela constitue une première étape importante. D'autres réductions seront nécessaires au-delà de 2010 pour éviter les dommages pour la santé humaine et la végétation. C'est pourquoi, les Parties au Protocole de Göteborg ont adopté en mai 2012 une révision des engagements avec des réductions supplémentaires des émissions à atteindre d'ici à 2020. Les valeurs limites d'émissions contraignantes ont été renforcées. La mise en œuvre en Europe du Protocole révisé contribuera aussi à améliorer la qualité de l'air en Suisse, notamment pour les polluants qui sont largement dispersés sur de vastes étendues, tels que l'ozone.

## Bibliographie et documentation

Cercl'Air sur le site d'information sur l'ozone [www.ozone-info.ch](http://www.ozone-info.ch)

Office fédéral de l'environnement, (OFEV),  
<http://www.bafu.admin.ch/luft/00575/00577/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 2011, Prise de position de la Commission fédérale pour l'hygiène de l'air « Smog estival »  
[http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/dokumentation/Sommersmog\\_F\\_2011-07-18.pdf](http://www.ekl.admin.ch/fileadmin/ekl-dateien/dokumentation/Sommersmog_F_2011-07-18.pdf)

ISPM 2004, Gesundheitliche Auswirkungen der Klimaänderung mit Relevanz für die Schweiz, Literaturstudie 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](http://www.unece.org/env/lrtap/multi_h1.htm)

Stratégie européenne de lutte contre la pollution de l'air adoptée par la Commission européenne en décembre 2013 : [http://ec.europa.eu/environment/air/clean\\_air\\_policy.htm](http://ec.europa.eu/environment/air/clean_air_policy.htm)

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 2014“ accessible par:  
<http://www.eea.europa.eu/themes/air/ozone/air-pollution-by-ozone-across>

Ground-level ozone in the 21st century: future trends, impacts and policy implications, Report 15/08, The Royal Society, October 2008  
[http://www.research.ed.ac.uk/portal/files/6298538/royalsociety\\_08.pdf](http://www.research.ed.ac.uk/portal/files/6298538/royalsociety_08.pdf)