



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
2	<i>Effets provoqués par l'ozone</i>	4
2.1	Quels sont les effets sur la santé ?	4
2.2	Quel comportement adopter lorsqu'il y a beaucoup d'ozone ?	5
2.3	Quels ont été les effets sur la santé dus à l'ozone au cours de l'été 2003 ?	7
2.4	Quels sont les effets de l'ozone sur la végétation ?	7
3	<i>Que peut-on faire individuellement pour lutter contre l'ozone ?</i>	8
3.1	Recommandations sur les moyens d'actions à court terme	8
4	<i>Que font les autorités pour nous protéger ?</i>	9
4.1	Quelles sont les mesures qui ont été mises en place jusqu'à maintenant ?	9
4.2	Quelles sont les mesures nationales prévues qui auront la meilleure efficacité?	10
4.3	Où se situent les améliorations en matière d'émissions ? Que reste-t-il encore à faire?	10
4.4	Qu'est - ce que l'on pourrait obtenir avec des mesures d'urgences?	10
5	<i>Description générale</i>	11
5.1	Qu'est ce que le smog estival et d'où vient-il ?	11
5.2	Qu'est ce que l'ozone ?	11
5.3	Pourquoi parle-t-on de « trou d'ozone » alors qu'il y a trop d'ozone?	13
6	<i>Comparaison Suisse / Europe</i>	14
6.1	Que font les pays voisins et qu'est-ce qui est prévu à l'avenir ?	14
6.2	Quelle fut la situation des immissions en 2006 ?	14
6.3	Comparaison des valeurs limites d'immission en Suisse avec les valeurs de la Directive européenne sur l'ozone	16
7	<i>Bibliographie et documentation</i>	18

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 Internet www.ozone-info.ch et <http://www.bafu.admin.ch/air>

Des informations détaillées sur les mesures d'ozone **en valeurs horaires, actualisées quotidiennement**, se trouvent à disposition sur Internet aux pages :

- <http://www.bafu.admin.ch/air> sous la rubrique « Pollution atmosphérique » en ce qui concerne les 16 stations du réseau NABEL.
- http://www.cerclair.ch/fr/qualite_air.html qui indique les liens avec les différents réseaux de mesures et rassemble les informations en provenance des cantons. 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>
- une carte présentant la **répartition géographique** de l'ozone en Suisse : http://www.meteotest.ch/de/lr_ozonig_fr1?w=ber établie chaque jour avec les concentrations d'ozone mesurées entre 15 et 16 h. par la Confédération, les cantons et les villes est aussi disponible entre mai et septembre.

Des **informations en direct** et en continu peuvent aussi être obtenues par réception d'un **message SMS** avec indication de la concentration, ainsi qu'une brève interprétation selon la procédure suivante :

« Le service SMS consiste à obtenir des données actualisées sur l'ozone (valeurs horaires), en composant le numéro 20120 et en tapant le mot clé OZON plus l'abréviation du canton. Cette prestation est disponible d'avril à septembre pour 30 cts par SMS via les trois opérateurs de téléphonie mobile. Il est aussi possible de conclure un abonnement pour la fourniture automatique de 2 messages par jour. »

Les 11 cantons suivants fournissent des données actualisées par le biais du service SMS: AG, BL, BS, BE, LU, NW, OW, SO, UR, TI et ZG.

Le système **Teletext** à la télévision (TSR et SF1) fournit des données journalières et des valeurs moyennes annuelles pour d'autres polluants sur les pages 666 et 667 ; 676 et 677 pour TSI.

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 sur l'ozone de 2002 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).

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.meteotest.ch/de/lr_ozonig_fr1?w=ber

Sur le plan européen, un système de prévision des concentrations d'ozone (PREV'AIR) a été développé en France par l'INERIS, le CNRS/ISPL et l'ADEME. Il s'agit d'une structure informatique regroupant des modèles numériques de simulation de la qualité de l'air, des modules assurant l'alimentation de ces modèles en données d'entrée et l'exploitation des données numériques générées par le système sous forme de cartes de l'Europe accessibles via le site Internet <http://prevair.ineris.fr> Il est important de noter que les informations calculées et diffusées correspondent à une représentation de la pollution de fond, basée sur la modélisation du transport et de la chimie des polluants à grande échelle.

2 Effets provoqués par l'ozone

2.1 Quels sont les effets sur la santé ?

- Des irritations des muqueuses qui se manifestent par les yeux qui brûlent ou la gorge qui gratte, une oppression de la poitrine et des douleurs en respirant profondément ;
- Des réactions inflammatoires dans les voies respiratoires et jusqu'au niveau des poumons ;
- Une réduction mesurable réversible de la fonction pulmonaire ;
- De moindres performances physiques
- Une amplification des réactions des voies respiratoires face à divers agents irritants (autres polluants tels que les poussières fines respirables (PM10), ainsi que les pollens ou les acariens etc.).

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.

Sous nos conditions climatiques, ce sont surtout des réductions de la fonction pulmonaire et des restrictions de performances physiques qui ont été observées lors d'études portant sur différents groupes de personnes et d'activités.

D'une manière générale en **Suisse**, 10 à 15% de la population est considérée comme sensible à l'ozone. Ces personnes, de toutes les classes d'âges, sont les premières à souffrir 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 ?

L'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié une vue d'ensemble approfondie sur les conséquences de concentrations élevées d'ozone et de PM sur l'être humain (OMS 2004). Se basant sur les résultats des études effectuées dans 15 villes d'Europe en relation avec l'effet de l'ozone sur la mortalité, les experts de l'OMS parviennent à la conclusion que les décès augmentent d'environ 0,3% durant les mois d'été quand les valeurs maximales s'accroissent de 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures. Cette hausse des décès est imputable à l'ozone, dont les effets diffèrent de ceux des particules fines ou des charges en NO_2 . Toutefois, une augmentation des concentrations de particules fines (PM10 et/ou PM2.5) ou de NO_2 peut aggraver les effets de l'ozone.

L'OMS a aussi examiné les effets de l'ozone sur les hospitalisations. L'évaluation des études effectuées en Europe et aux USA indique que les cas d'hospitalisation en raison de difficultés respiratoires augmentent de 0 à 5% lorsque les moyennes sur 8 heures des concentrations d'ozone augmentent de 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (cf. table ci-dessous).

Augmentation des concentrations d'ozone en moyennes sur 8 heures ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Augmentation des cas de décès
10	0.3%
50	1.5%
100	3%

Tableau : Augmentation des cas de décès journaliers (à l'exclusion des accidents) lors de charges croissantes d'ozone (domaine de concentrations de 80 à 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$) en Europe.

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 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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, mais bien plutôt une situation chronique. 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 ou le soir. 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 aussi les plus 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 médecins recommandent aux personnes qui réagissent par des troubles en présence d'ozone, de pratiquer le moins de sport possible vers midi ou dans l'après-midi. De même, 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 réversibles¹

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.

Recommandations

Les activités sportives, les marches, les tours à vélo, etc. devraient être planifiés de telle manière que les efforts des participants se produisent le matin ou le soir lorsque les valeurs d'ozone sont plus faibles.

¹ CFH A 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)

2.3 Quels ont été les effets sur la santé dus à l'ozone au cours de l'été 2003 ?

L'été caniculaire 2003 a été marqué par un nombre exceptionnellement élevé de dépassements de la valeur limite d'immission ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Bien que les valeurs maximales n'étaient pas aussi élevées que les années passées, la population a tout de même subi tout au long de l'été une charge en ozone particulièrement forte. Il en résulte que ce ne sont pas seulement les 10 à 15% de la population sensible à l'ozone qui ont ressenti des symptômes, mais au contraire une grande partie de la population qui a souffert de cette pollution. Au Sud du Tessin, par exemple, plus du tiers de la population a souffert, certains jours, d'irritations des muqueuses dues à l'ozone. Les concentrations extraordinairement élevées d'ozone peuvent aussi provoquer une mortalité accrue. L'été caniculaire de 2003 a provoqué environ 1000 décès prématurés en Suisse, en particulier chez les personnes âgées. Un tiers environ de ces décès est à imputer à la pollution due à l'ozone. (CFHA, ISPM BS 2004).

2.4 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 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 enssemencées, diminuer la productivité des prairies permanentes et augmenter la sensibilité aux maladies et aux parasites.

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

3.1 Recommandations sur les moyens d'actions à court terme

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 (cf. site Eco drive, www.eco-drive.ch) 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, 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 (NO_x 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 déjà aux normes les plus sévères (EURO5).

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 équipée d'un moteur diesel émet au moins trois fois plus de NO_x par kilomètre qu'un même modèle avec un moteur à essence avec pot catalytique.

Privilégier les produits pauvres en solvants

Les ménages suisses ont laissé s'évaporer dans l'air quelque 18 000 tonnes de composés organiques volatils (COV) en 2004. A 85% ce sont des solvants contenus dans les produits de nettoyage, les peintures, les vernis, les cosmétiques, etc.

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:

- 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 une politique routière soucieuse de l'environnement, par exemple grâce à:

- la gestion des espaces de parking.
- 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).

Que dois-je penser des lois sur la protection de l'environnement si les autorités ne prennent pas les valeurs limites au sérieux?

Les autorités prennent les valeurs limites très au sérieux. Les organes exécutifs de la Confédération et des cantons ont, en outre, grand besoin du soutien efficace des milieux politiques, économiques et de la population, aussi bien au niveau national qu'international, pour réaliser les mesures prévues afin de combattre efficacement la pollution nocive.

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

La réduction de la pollution d'ozone s'inscrit dans un concept global de limitation des émissions, tel 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. La meilleure stratégie en matière de politique de lutte contre la pollution de l'air, pour faire baisser la concentration d'ozone, est la réduction efficace des émissions de polluants précurseurs.

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 NO_x 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. En effet, pour supprimer les concentrations excessives d'ozone, il faudrait atteindre des taux de réduction des émissions d'au moins 66% par rapport à leur niveau de 1990, aussi bien pour les NO_x que pour les COV.

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'OFEFP 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 haute pollution, 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 ?

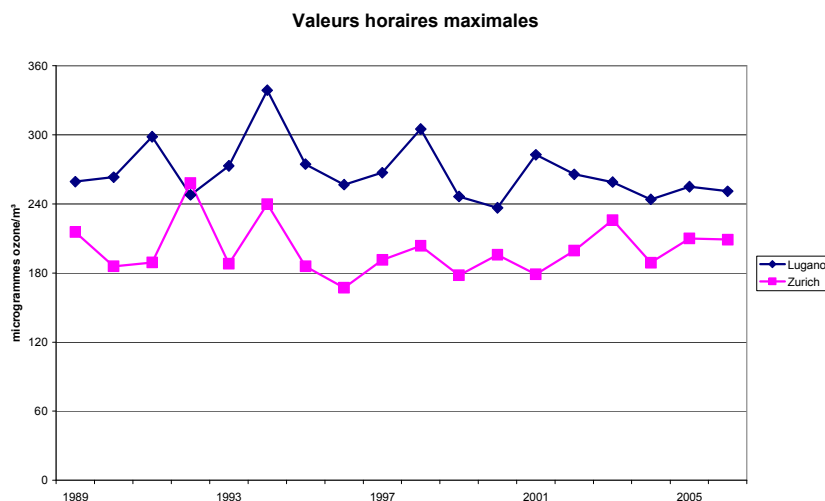
S'il est vrai que l'on trouve davantage de circulation et d'industrie dans les villes, il n'en est pas moins exact que les concentrations d'ozone enregistrées à la campagne sont supérieures à celles mesurées dans les agglomérations. Ce phénomène s'explique par le fait que l'ozone produit la journée dans les villes disparaît quasiment entièrement pendant la nuit sous l'effet d'autres substances toxiques

(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 substances nuisibles 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.



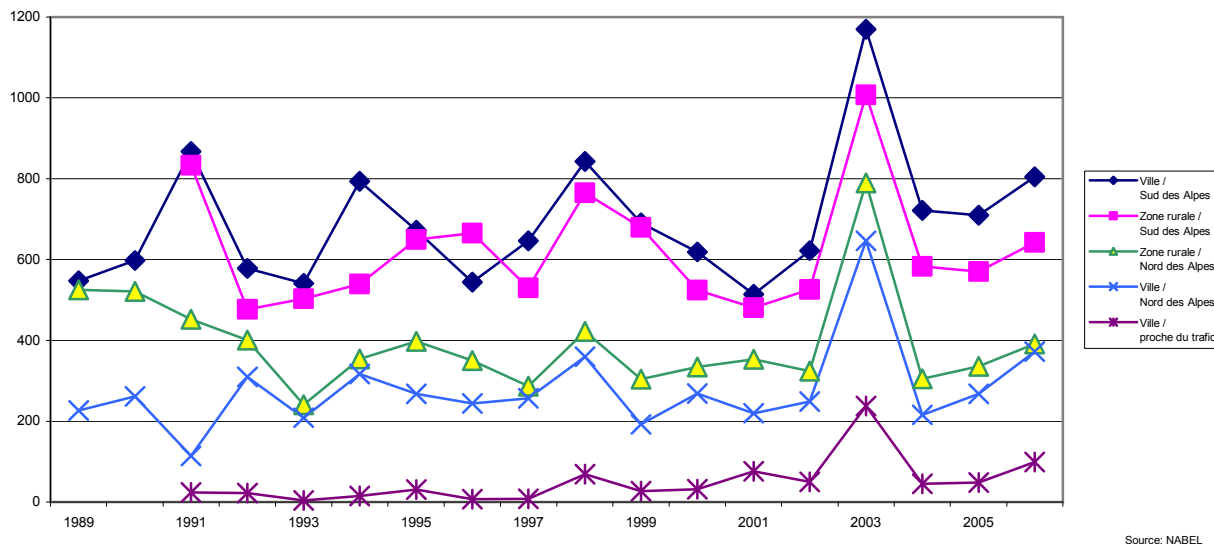
Un rapport sur les mesures de différents polluants, dont l'ozone, effectuées dans la centaine de stations cantonales et communales au cours de la période 1991 à 2006 est également disponible sur le site Internet de l'OFEV à la rubrique Rétrospective (sous forme de tabelles, de cartes ou de graphiques) <http://www.bafu.admin.ch/air>

D'une manière générale, grâce à la réduction des émissions de polluants précurseurs (oxydes d'azote et composés organiques volatils), on s'attend à ce que les concentrations de pointe diminuent au cours de ces prochaines années et que la charge polluante soit ainsi également réduite à l'avenir.

Pour ce qui est de l'évolution dans le temps, 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.
- D'autre part, la charge moyenne n'a que très peu baissée et le nombre d'heures de dépassements de la valeur limite d'immission n'a pas diminué.

Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite



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.

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 2006 ?

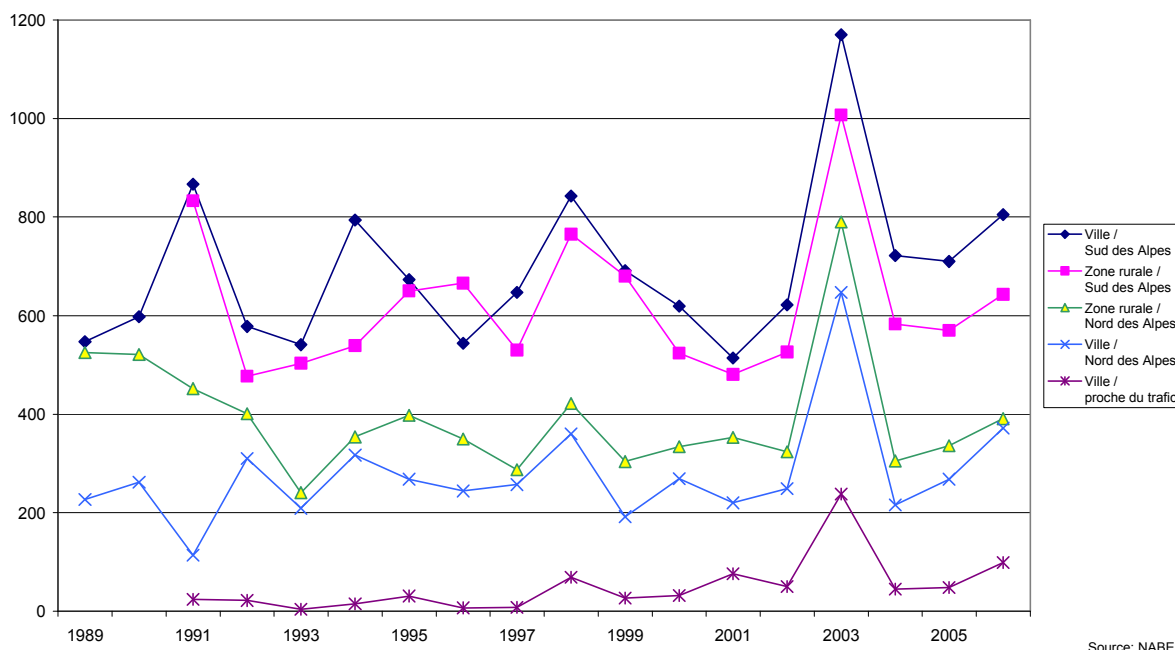
En 2006, le début de l'été a été plus chaud que la moyenne, mais par contre le mois d'août fut très humide et frais. L'ensoleillement sur l'ensemble de l'année a été supérieur à la moyenne et en conséquence les concentrations d'ozone furent aussi plus marquées.

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. Les dépassements les plus fréquents (643 à 816 heures) ont été mesurés au Tessin et à moyenne altitude (à environ 1000 mètres) sur le versant nord des Alpes. Ces heures de dépassements sont réparties sur 71 à 101 jours. Dans les autres régions du nord des Alpes, des valeurs d'ozone excessives ont été relevées durant 79 à 425 heures réparties sur 22 à 65 jours.

Les valeurs des pics de pollution n'ont pratiquement pas changé par rapport aux années précédentes. Seules les valeurs mesurées en 2003 durant l'été caniculaire ont été beaucoup plus élevées.

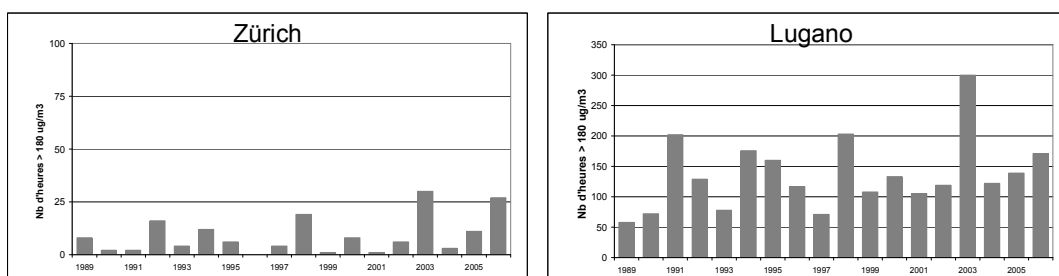
Le **seuil d'information** (180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire soit 1,5 fois la valeur limite d'immission de l'OPair) **de la directive européenne (2002/3/CE) sur l'ozone** a été dépassé à plusieurs reprises sur le Plateau suisse pour un maximum de 11 jours à Bâle St Chrischona et 9 jours à Duebendorf. Alors qu'au Sud des Alpes des dépassements du seuil d'information se sont produits au cours de 38 jours à Lugano et de 41 jours à Chiasso.

Nombre d'heures de dépassement de la valeur limite



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 au Nord des Alpes durant l'été 2006. Au Sud des Alpes, par contre, plusieurs stations ont enregistré des valeurs horaires supérieures à $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$, mais le seuil d'alarme n'a été dépassé qu'à Chiasso (les 21, 22 et 25 juillet).

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 - 2006.

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 ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ selon la directive européenne) ont été enregistrés.

Des informations supplémentaires relatives aux concentrations d'ozone mesurées en Europe sont disponibles sur le site de l'Agence Européenne pour l'Environnement :

<http://www.eea.europa.eu/maps/ozone/welcome>

La situation actuelle et des prévisions pour les deux prochains jours sont disponibles sur le site :

<http://www.prevoir.org/fr/index.php>

6.3 Comparaison des valeurs limites d'immission en Suisse avec les valeurs de la Directive européenne sur l'ozone

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'Union européenne

Elle a adopté une directive relative à l'ozone dans l'air ambiant (directive 2002/3/CE), dont l'objectif à long terme pour la protection de la santé humaine est une valeur maximale journalière de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures.

En plus de la valeur limite, l'UE a encore introduit deux valeurs seuils :

Un seuil d'information : de façon à sensibiliser la population à la problématique de l'ozone, les autorités sont tenues d'informer le public lorsque les stations de surveillance relèvent des concentrations supérieures à $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire.

Un seuil d'alarme : lorsque la valeur de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassée durant trois heures consécutives, les autorités régionales sont chargées d'examiner la possibilité d'appliquer des plans d'actions à court terme pour les jours suivants, lorsqu'il apparaît que de tels dépassements se poursuivront les jours suivants et que des mesures potentiellement efficaces sont disponibles. Lorsqu'il n'y pas un potentiel significatif pour de telles mesures, l'application n'est pas exigée et les autorités régionales peuvent renoncer aux plans d'action à court terme (cf. aussi décision de la Commission européenne 2004/279/CE).

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 sur l'ozone de 2002 avec la publication 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 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 cf. www.ozone-info.ch

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

Rapport 99.077 du Conseil fédéral au Parlement sur les mesures d'hygiène de l'air adoptées par la Confédération et les cantons (FF 1999-4944, p. 6983-7007) <http://www.admin.ch/ch/ff/1999/6983.pdf>

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/index.html?lang=fr&action=show_publ&id_thema=18&series=SRU&nr_publ=379

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, 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 2004: Meta-analysis of time series studies of Particulate Matter (PM) and Ozone (O3). Report of a WHO Task Group, WHO Regional Office for Europe, Bonn 2004

<http://www.euro.who.int/document/e82792.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://www.europa.eu.int/comm/environment/air/ceilings.htm>

Directive 2002/3/CE du Parlement européen et du Conseil du 12 février 2002 relative à l'ozone dans l'air ambiant. http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/site/fr/oj/2002/l_067/l_06720020309fr00140030.pdf

Décision de la Commission 2004/279/CE du 19 mars 2004 concernant des orientations de mise en oeuvre de la directive 2002/3/CE du Parlement européen et du Conseil relative à l'ozone dans l'air ambiant cf. http://europa.eu.int/eur-lex/fr/lif/reg/fr_register_15102030.html