

DOSSIER : L'OZONE SOUS TOUTES SES COUTURES

Avec le soleil et la chaleur de l'été, c'est aussi les épisodes de pollution à l'ozone qui reviennent. Le dossier ci-dessous propose de répondre aux 12 questions les plus fréquemment posées sur ce polluant des beaux jours.

1. Comment se forme l'ozone que nous respirons ?
2. Quels sont les effets de l'ozone ?
3. Qu'est ce que je peux faire pour me protéger lors d'épisode de pollution à l'ozone ?
4. A quoi sont dus les épisodes de pollution à l'ozone observés en Ile-de-France ?
5. Qu'appelle-t-on un « épisode de pollution » et que fait-on dans cette situation ?
6. Quelle est la fréquence des épisodes de pollution à l'ozone ?
7. Quelle est l'efficacité de la limitation de vitesse en cas d'épisode de pollution ?
8. Quelle est l'évolution de la pollution à l'ozone en Ile-de-France ?
9. Quel rapport avec le trou dans la couche d'ozone ?
10. L'ozone et le smog photochimique, c'est la même chose ?
11. La canicule de 2003
12. Au quotidien, comment est-ce que je peux agir pour limiter ma contribution à la pollution ?

COMMENT SE FORME L'OZONE QUE NOUS RESPIRONS ?

L'ozone est un polluant dit « secondaire » car il **n'est pas directement rejeté dans l'atmosphère par une activité.**

Il se forme à partir d'autres polluants tels que :



- les oxydes d'azote (émis par les gaz d'échappement, les centrales thermiques et les procédés industriels)



- et les composés appelés composés organiques volatils (hydrocarbures que l'on trouve principalement dans l'essence, les peintures, les colles, les solvants et les détachants d'usage domestique et industriel)



sous l'action du rayonnement solaire et en l'absence de vent
(qui aurait permis sa dispersion).

C'est pourquoi on dit également que c'est un polluant « photochimique », qui pose donc essentiellement problème en été, en période d'ensoleillement intense.

L'ozone, un polluant de l'été

Les polluants à partir desquels se forme l'ozone sont émis dans l'atmosphère au-dessus de l'agglomération parisienne. La formation d'ozone proprement dit nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent sous l'influence des vents dominants. Ce qui explique pourquoi **on observe en zone rurale des niveaux plus élevés qu'en plein cœur de Paris.**

L'ozone est un polluant qui voyage et qui présente de ce fait plutôt une problématique régionale que locale. La pollution issue de l'agglomération impacte les zones rurales alentours et l'agglomération peut elle-même subir d'importants phénomènes d'import d'ozone en provenance d'autres régions voire d'autres pays, notamment d'Europe du Nord et de l'Est.

En cas d'épisode de pollution en Ile-de-France, les trois quarts de l'ozone que l'on mesure peuvent avoir été importés. La pollution en ozone importée s'ajoute alors à celle produite localement. Mais il ne faut pas non plus oublier que le panache d'ozone produit en Ile-de-France va à son tour s'exporter vers les régions avoisinantes.



QUELS SONT LES EFFETS DE L'OZONE ?

LES EFFETS DE L'OZONE SUR LA SANTE

En plus de l'ozone, il est important de rappeler ici que tout un cortège de polluants photochimiques est également formé sous l'action du soleil sur les oxydes d'azote et les hydrocarbures, le tout formant un mélange de gaz appelé « smog ». Or, ces autres polluants photochimiques (aldéhydes, acides, peroxyacétylnitrates, etc) sont eux aussi susceptibles d'effets sur la santé.

S'agissant de l'ozone, les populations qui sont les plus sensibles sont les enfants et les personnes âgées ainsi que les insuffisants respiratoires et les asthmatiques.

L'ozone est en effet un gaz irritant qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Ses conséquences sur la santé dépendent de la concentration de ce polluant dans l'atmosphère, de la quantité inhalée et de la durée durant laquelle les personnes y ont été exposées. **Selon la sensibilité de chacun, il peut ainsi provoquer des irritations des yeux, de la gorge et du nez, de la toux, des essoufflements, voire un inconfort thoracique ou une gêne douloureuse en cas d'inspiration profonde. Les effets de l'ozone sont accentués par les exercices physiques, du fait d'une plus grande quantité d'air inhalée lors de l'effort, et donc d'une plus grande quantité de polluant.**



De nombreuses études, tant en Europe qu'aux Etats Unis, se sont ainsi attachées à démontrer le lien existant entre les niveaux d'ozone et les effets sur la mortalité.

- En Ile-de-France, le programme ERPURS (Evaluation des Risques de la Pollution URbaine sur la Santé 1987-2000) permet de montrer les relations entre la pollution atmosphérique urbaine de fond et la santé. L'analyse s'attache à rechercher les liens existants entre le nombre de décès anticipés ou le nombre d'hospitalisations se produisant chaque jour et les niveaux de pollution du jour et de la veille.
Pour l'ozone, l'étude ERPURS conclut que, par rapport aux jours les moins pollués, les jours de forte pollution à l'ozone sont associés à un excès de mortalité pour causes respiratoires et cardiovasculaires de 6,1%. (www.ors-idf.org/)
- L'étude européenne APHEA (Air Pollution and Health ; A European Approach) a quant à elle évalué à 3% l'augmentation de mortalité (excepté celle induite par des accidents) lorsque la concentration maximum horaire d'ozone augmentait de 50 µg/m³.
(InVS, Impact sanitaire de la vague de chaleur en France survenue en août 2003, Rapport d'étape - 29 août 2003) www.invs.sante.fr

Compte tenu des niveaux d'ozone (mais aussi de dioxyde d'azote) atteints durant l'été 2003 et de la durée des épisodes de pollution, la pollution atmosphérique a eu une part de responsabilité dans les conséquences sanitaires de cette canicule. L'Institut de veille sanitaire (InVS) a mis en évidence dans une étude publiée en 2004 que **379 décès anticipés étaient attribuables aux niveaux d'ozone observés entre le 3 et le 17 août 2003 sur l'ensemble des 9 villes françaises étudiées**, et pour tous les âges.

LES EFFETS DE L'OZONE SUR LES BATIMENTS

En tant qu'oxydant, l'ozone intervient dans le processus d'**oxydation des matériaux**.
LISA www.lisa.univ-paris12.fr

LES EFFETS DE L'OZONE SUR LA VEGETATION

En France comme à l'étranger, les effets nocifs de l'ozone sur la végétation font l'objet de nombreuses recherches. **A fortes concentrations, l'ozone conduit à la formation de nécroses sur les feuilles, ce qui limite la photosynthèse des végétaux soumis à ces concentrations et provoque à terme des baisses de rendement pour les cultures, voire des dépérissements des écosystèmes.** L'étude de ces dégâts foliaires, qui se présentent sous forme de taches à la surface de feuilles, permet d'évaluer le degré d'exposition d'une plante à l'ozone. C'est pourquoi des espèces particulièrement sensibles à ce polluant, telles que le tabac, sont utilisées comme « bio-indicateur ».

Exemples d'effets de l'ozone sur les plantes: dégâts foliaires



Le développement de ces taches brunes est plus ou moins marqué selon les concentrations d'ozone et la durée d'exposition des plantes à ces concentrations. Si l'exposition de la plante à de fortes teneurs d'ozone se poursuit, les taches de diamètre limité au départ s'agrandissent et se rejoignent. Elles peuvent ainsi détruire la feuille et provoquer sa chute. Ce phénomène sera accentué par la chaleur et un fort ensoleillement.

Les écosystèmes ont également un rôle mineur dans le cycle de formation/destruction de l'ozone de part leur capacité d'absorption de ce polluant et, à l'inverse, d'émission de précurseurs. En effet, en plus de l'ozone formé à partir de différents composés issus principalement par les activités humaines (oxydes d'azote émis dans les gaz d'échappement et hydrocarbures), les sols et les arbres produisent également, mais en quantité limitée, des composés précurseurs d'ozone.

En Ile-de-France, les chercheurs de l'INRA (Institut national de recherche agronomique) et d'AgroParisTech (Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement) étudient l'ensemble des relations entre les écosystèmes agricoles et la pollution de l'air : sources de polluants, phénomènes de transport et de dépôt de polluants, impact sur les écosystèmes, et notamment sur la photosynthèse et le rendement des cultures. Grâce à des dispositifs expérimentaux (chambres de cultures, rampes de fumigation au champ, méthodes micro météorologiques) et en recourant à la modélisation, les chercheurs sont en mesure d'estimer le flux d'ozone réellement absorbé par les plantes et son impact sur leur croissance. 10 à 30% de l'ozone produit chaque jour dans l'atmosphère peut ainsi être absorbé par les cultures. En utilisant un indice d'exposition des plantes à l'ozone, **les chercheurs ont également évalué que sur les dix dernières années, des pertes de rendement de l'ordre de 5 à 10% avaient affecté le blé sur l'Ile-de-France, avec des impacts plus forts dans l'ouest et le sud-ouest de la région.** (Extrait de Juillet/Août 2003 : Nouvelles brèves de l'INRA)

Contacts scientifiques pour plus d'informations:

Pierre Cellier, Jean-François Castell,
Unité mixte de recherches Environnement et grandes cultures INRA-AgroParisTech,
Département environnement et agronomie, centre de recherche de Versailles-Grignon.
INRA www-egc.grignon.inra.fr

QU'EST CE QUE JE PEUX FAIRE POUR ME PROTEGER LORS D'EPISODE DE POLLUTION A L'OZONE ?**LES RECOMMANDATIONS DU CONSEIL SUPERIEUR D'HYGIENE PUBLIQUE DE FRANCE**

Le Conseil supérieur d'hygiène publique de France a émis, en avril 2000, un avis relatif aux conduites à tenir lors des épisodes de pollution atmosphérique.

Pour le seuil d'information,

il recommande de **ne pas modifier les déplacements habituels, de laisser les enfants s'aérer préférentiellement le matin, de ne pas modifier les activités ou compétitions sportives sauf pour les personnes sensibles** (enfants, personnes âgées, asthmatiques et personnes sujettes à des problèmes respiratoires...).

Pour le seuil d'alerte,

il recommande de **ne pas modifier les déplacements habituels mais d'éviter les activités à l'extérieur et préférer les activités sportives à l'intérieur tout en évitant des activités physiques trop intenses.**

Dans le cas de l'ozone, il est recommandé, pendant la période estivale, de **prévoir les activités physiques et l'aération des lieux de vie plutôt dans la matinée, car l'ozone se forme surtout l'après-midi lorsque l'ensoleillement est maximal.**

Il est important d'essayer de **ne pas aggraver la situation en fumant ou en utilisant des produits tels que des solvants ou peintures** lors d'un épisode de pollution

OU TROUVER DES INFORMATIONS ?**Sur la qualité de l'air**

En Ile-de-France :

Site internet d'[Airparif](http://www.airparif.asso.fr) www.airparif.asso.fr ou 01-44-59-47-64

En France :

- **ADEME** : (l'agence de l'Environnement et de la maîtrise de l'Energie) : la qualité de l'air dans les grandes villes de France - www.buldair.org
- **Prev'air** : Cartes de prévision de la qualité de l'air – www.ineris.fr
- **Fédération ATMO** : www.atmo-france.org
le lien sur toutes les associations de surveillance de la qualité de l'air en France

Sur des informations sanitaires

- **Direction régionale des affaires sanitaires et sociales d'Ile-de-France (DRASS)**
<http://ile-de-France.sante.gouv.fr> , rubrique "santé et environnement"

QUEL RAPPORT AVEC LE TROU DANS LA COUCHE D'OZONE ?

LE « BON » ET LE « MAUVAIS » OZONE

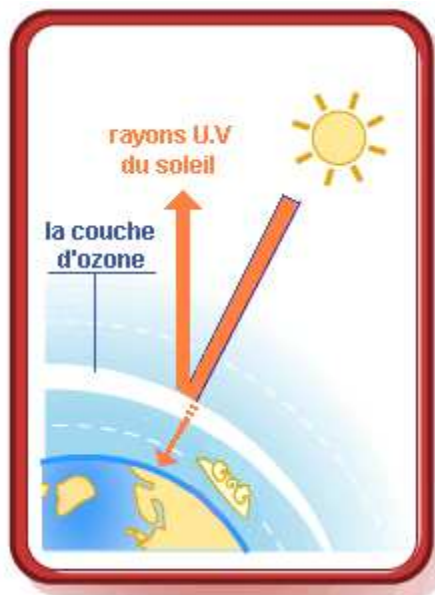
A très haute altitude dans l'atmosphère, l'ozone a un rôle protecteur. En effet, la couche d'ozone située à plus de 30 km du sol dans la stratosphère, rend la vie possible sur Terre en filtrant les rayons ultraviolets nocifs du soleil. **C'est le bon ozone.** Certains polluants produits par les activités humaines peuvent le détruire provoquant ainsi le trou dans la couche d'ozone.

Par contre, dans la troposphère, c'est à dire la basse atmosphère où l'on vit et l'on respire, l'ozone est également présent naturellement mais en faible quantité. Lorsque sa concentration augmente, il joue alors le rôle d'un polluant, et peut avoir des effets néfastes sur la santé de l'homme, sur les végétaux et les matériaux. **C'est le mauvais ozone.** Lors des épisodes de pollution en période estivale, les niveaux de ce polluant augmentent jusqu'à atteindre et dépasser le niveau d'information de la procédure d'information et d'alerte. De plus, contrairement au « bon ozone » qui se forme naturellement en altitude, ce « mauvais ozone » ne protège pas des rayons UV du soleil et il ne se déplace jusque dans la haute atmosphère que de façon très limitée.

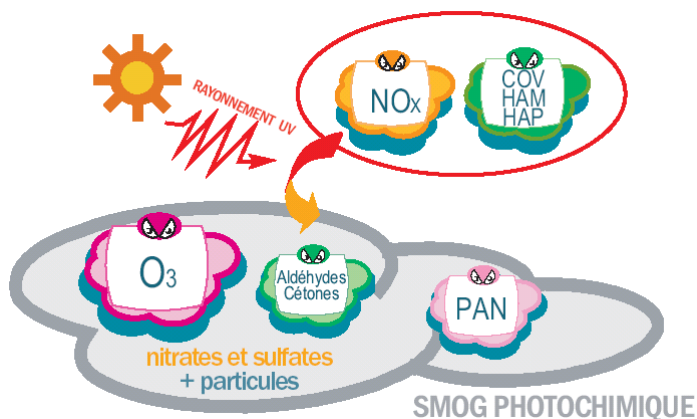
Le mauvais ozone



Le bon ozone



L'ozone et le smog photochimique, c'est la même chose ?



Le terme «smog» est un amalgame des termes anglais *smoke* (fumée) et *fog* (brouillard). Le smog photochimique est un brouillard brunâtre et oxydant qui résulte d'un mélange de particules et de gaz (ozone, PAN ou nitrates de peroxyacétyle, aldéhydes, cétones, etc.) produits par l'action des rayons du soleil sur certains polluants (oxydes d'azote et hydrocarbures) et dont l'ozone est l'élément principal.

Photos de smog à Paris lors d'un épisode de pollution à l'ozone



Indice 3,
qualité de l'air bonne



Teneur en particules (PM10):
20 µg/m³

Indice 7,
qualité de l'air médiocre
due à l'ozone



Teneur en particules (PM10):
80 µg/m³

A QUOI SONT DUS LES EPISODES DE POLLUTION A L'OZONE OBSERVES EN ILE-DE-FRANCE?

LE POIDS DE LA METEO

Les conditions météorologiques jouent un rôle prédominant dans la formation d'épisodes de pollution à l'ozone. Les conditions optimales sont les suivantes :

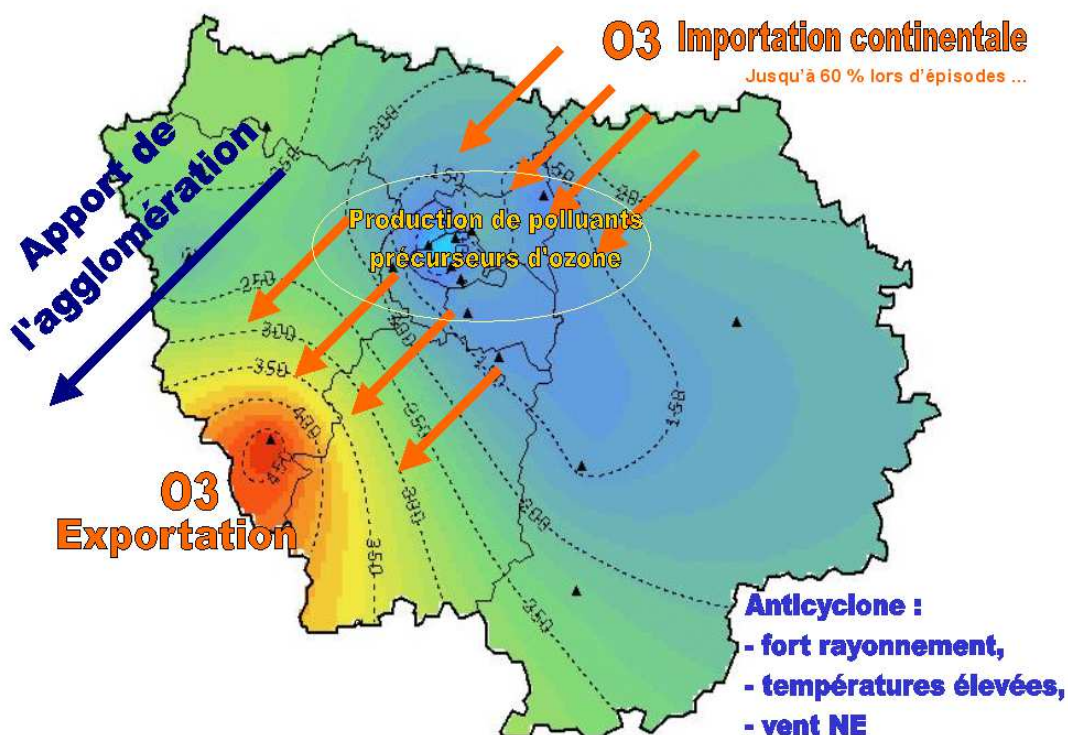
- **un ensoleillement très important**, avec une absence quasi totale de nuages puisque ce sont les rayons ultra violets du soleil qui permettent la formation d'ozone à partir d'autres polluants (voir comment se forme l'ozone que nous respirons),
- **des températures supérieures à 30°C**,
- **un vent faible** qui ne permet pas de disperser la pollution,
- des masses d'air qui arrivent sur l'Ile-de-France après avoir traversé d'autres régions européennes elles aussi confrontées à des niveaux importants de ce polluant (vents de secteur nord, nord-est). Elles sont alors déjà chargées en ozone lorsqu'elles atteignent la région.

Mais attention, **les conditions météorologiques qui favorisent un épisode de pollution au dioxyde d'azote ne sont pas les mêmes que pour l'ozone.**

LES EPISODES DE POLLUTION A L'OZONE CORRESPONDENT A DEUX TYPES DE SITUATIONS

- 1 Un épisode qui concerne plus particulièrement **les zones rurales**.
Les polluants précurseurs d'ozone sont émis au-dessus de l'agglomération parisienne. Ces polluants vont se déplacer avec les masses d'air vers les zones rurales. Au fur et à mesure de leur migration, ceux-ci se transforment en ozone sous l'action du soleil. Les niveaux maximums d'ozone ont alors été observés dans la zone rurale sous le vent de l'agglomération (ex : carte d'indice du 13 juin). Cette situation explique pourquoi les zones rurales sont plus souvent touchées par l'ozone que l'agglomération elle-même, alors que les polluants y ont été produits.

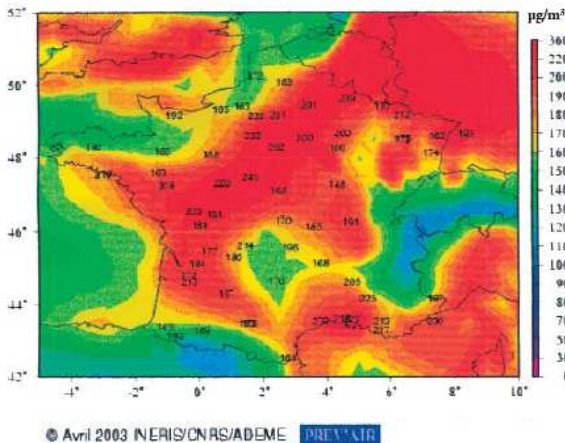
Pourquoi les zones rurales plutôt que l'agglomération?



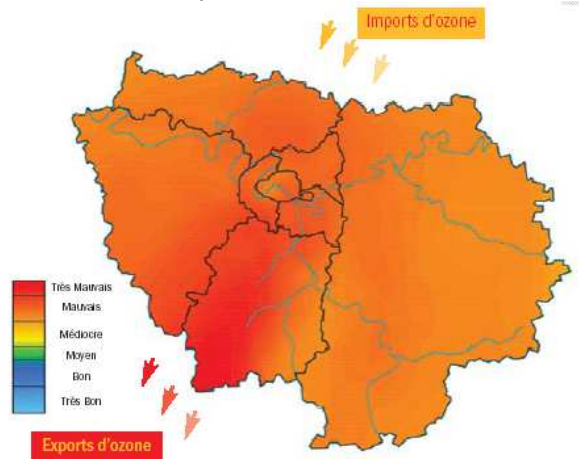
- ② Un épisode qui concerne **l'ensemble de la région Ile-de-France**,
Il résulte de forts imports d'ozone en provenance d'autres régions, voire d'autres pays (ex : carte d'indice du 8 août). Les masses d'air déjà chargées en ozone vont traverser la région. Dans de telles situations, le seuil d'information est dépassé sur une grande partie, voire la totalité de la région, comme ce fut le cas les 8 et 12 août, où les 25 stations franciliennes ont toutes dépassé le seuil d'information.
En zone rurale la pollution provenant du panache de l'agglomération parisienne se superpose alors à l'ozone importé.

Episode de pollution du 8 août 2003

A l'échelle de l'**Europe**
Concentrations d'ozone prévues



A l'échelle de l'**Ile-de-France**
Indices de qualité de l'air observés



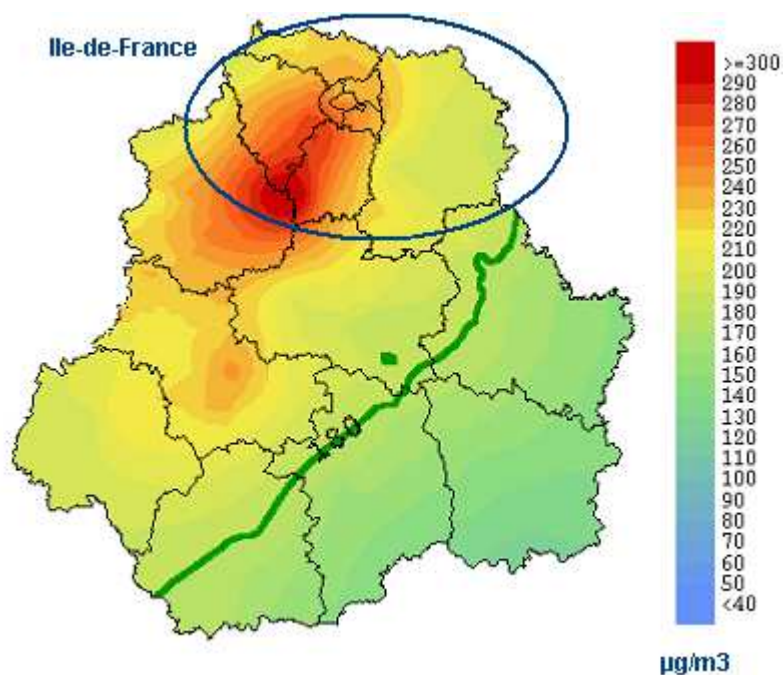
OZONE OU DIOXYDE D'AZOTE ?

La composition chimique du dioxyde d'azote et de l'ozone étant différente, les conditions météorologiques qui donnent lieu à un épisode de pollution sont donc différentes, ainsi que les zones touchées et les périodes d'apparition de ces épisodes.

	Ozone	Dioxyde d'azote
Zone concernée par l'épisode	Toute la région mais surtout les zones rurales	L'agglomération parisienne
Période de l'année la plus problématique	L'été	Toute l'année
Conditions météorologiques propices aux épisodes	• Températures supérieures à 30°C • Fort ensoleillement • Vent faible	• Vent faible ou absent • Inversion de températures avec la formation d'un couvercle d'air chaud au-dessus de l'agglomération parisienne
Période de la journée où le risque d'épisode est le plus fort	L'après-midi, quand l'ensoleillement est maximum	Le matin ou le soir, Quand le pic de trafic correspond à l'inversion de température
Exemple de cartes d'indice correspondantes	Episode de pollution du 25 mars 2003	Episode de pollution du 9 juillet 2003

EXEMPLE DE CIRCULATION D'UN PANACHE D'OZONE ENTRE PLUSIEURS REGIONS

Niveaux d'ozone (moyenne horaire) du 27 juillet 2001 entre les régions Centre, Bourgogne et Ile-de-France.



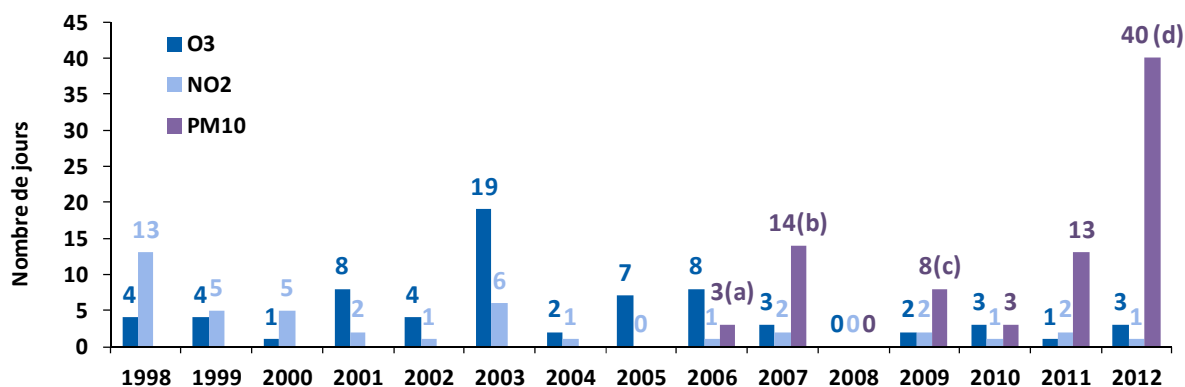
Source : campagne interrégionale de mesure d'ozone, mise en place grâce à la collaboration entre les réseaux de surveillance de la qualité de l'air Lig'Air, Atmosf'Air, Atmo Champagne Ardennes, et Air Normand.

QUELLE EST LA FREQUENCE DES EPISODES DE POLLUTION A L'OZONE?

UNE FREQUENCE QUI VARIE D'UNE ANNEE A L'AUTRE

Le nombre d'épisodes de pollution est variable d'une année sur l'autre. Pour l'ozone, les conditions climatiques de l'été sont déterminantes comme le montre le graphique ci-dessous avec un nombre record d'épisodes de pollution à l'ozone en 2003, et en particulier en août lors de la canicule. A l'inverse, le peu d'épisodes en 2002, 2004 ou 2008 s'explique par des étés pluvieux et venteux (voir « à quoi sont dus les épisodes de pollution à l'ozone observés en Ile-de-France ? »). Cependant, absence d'épisode ne rime pas avec bonne qualité de l'air. Exemple en 2008 : la procédure n'a pas été déclenchée alors que l'objectif de qualité annuel pour la protection de la santé était dépassé en tout point de la région comme chaque année.

Le nombre d'épisodes de pollution a été multiplié depuis l'abaissement des seuils de la procédure fin 2011 pour les particules. Le record de 2003 a ainsi été largement dépassé en 2012 à cause de ce changement de seuil.



(a) le niveau d'alerte aurait été dépassé le 2 février 2006 (b) le niveau d'alerte aurait été dépassé les 23 et 24 décembre 2007
(c) niveau d'alerte le 11 janvier 2009 (d) niveau d'alerte dépassé 2 fois en hiver et 2 fois au printemps.

Nombre de jours de déclenchement de la procédure d'information et d'alerte en Ile-de-France de 1998 à 2012, selon les polluants (résultats PM10 en 2006 et 2007 obtenus par analyse rétrospective selon les conditions de l'arrêté du 3.12.2007, résultats PM10 fin 2011 et 2012 obtenus avec le nouvel arrêté inter-préfectoral qui abaisse les seuils de dépassement)

L'ALERTE A L'OZONE : UN EVENEMENT RARE

L'alerte n'a jamais été déclenchée pour l'ozone en Ile-de-France, les seuils en vigueur actuellement (voir « qu'appelle-t-on un épisode de pollution et que fait-on dans cette situation ? ») n'étant pas encore applicables en France lors de la canicule de 2003.

Par contre, pour le dioxyde d'azote, 3 alertes ont déjà été observées dans la région : 2 en 1995 et 1 en 1997 qui avait donné lieu à la mise en place de la circulation alternée. Et pour les particules, le nombre d'alertes va se déclencher plus souvent suite au changement de seuil.

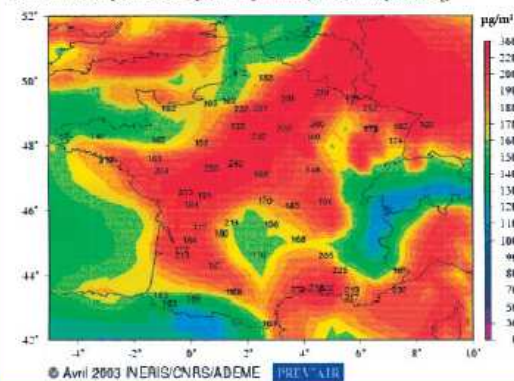
LA CANICULE DE 2003

L'année 2003 : la qualité de l'air victime d'une météorologie exceptionnelle

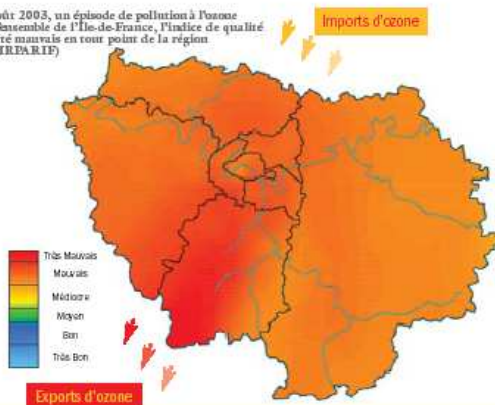
En France, 2003 a été une des années les plus chaudes depuis 50 ans, marquée en août par une période de canicule historique qui a touché l'Ile-de-France et une bonne partie de l'Europe. La durée d'ensoleillement exceptionnelle et les périodes anticycloniques fréquentes, parfois sur plusieurs semaines d'affilée, se sont traduites, sur l'année, par une pluviométrie plus faible que la normale observée depuis 30 ans en Ile-de-France et de mauvaises conditions

de dispersion. Ces facteurs météorologiques sont à l'origine d'une qualité de l'air particulièrement dégradée tout au long de l'année et tous polluants confondus : **un nombre record d'épisodes de pollution en ozone (28 épisodes) et en dioxyde d'azote (6 épisodes)** parfois à répétition (pendant la canicule du début août) et une hausse plus ou moins marquée des niveaux chroniques moyens d'ozone, de dioxyde d'azote et de particules fines.

▼ La carte des maximums d'ozone pendant la canicule le 8 août 2003 permet d'apprécier la dimension européenne de cet épisode de pollution (Source : www.preval.org)



▼ Le 8 août 2003, un épisode de pollution à l'ozone a affecté l'ensemble de l'Ile-de-France, l'indice de qualité de l'air a été mauvais en tout point de la région (Source AIRPARIF)



DE NOMBREUX RECORDS DE POLLUTION PAR L'OZONE BATTUS EN 2003

En plus de la canicule du mois d'août, **les conditions météorologiques de l'année 2003 dans son ensemble ont été peu favorables à la dispersion de la pollution** (températures élevées, fort ensoleillement, précipitations et vent faible, etc.). De nombreux records en matière de pollution par l'ozone ont été battus en Ile-de-France, mais également dans de nombreuses autres régions françaises. **Ces records concernent essentiellement la durée et la répétition de ces épisodes, plus que les niveaux atteints qui n'ont pas constitué des niveaux records pour la région.**

❶ Depuis 1995, il s'agit du **nombre le plus élevé de jours de pollution où la procédure d'information et d'alerte a été déclenchée pour l'ozone** (zones agglomérée et rurales confondues).

La période la plus critique a correspondu à la canicule de la première quinzaine d'août, au cours de laquelle, à l'exception d'une journée (le 4 août), Airparif a été amené chaque jour à déclencher le niveau d'information en ozone dans au moins une des zones définie dans le dispositif d'alerte.

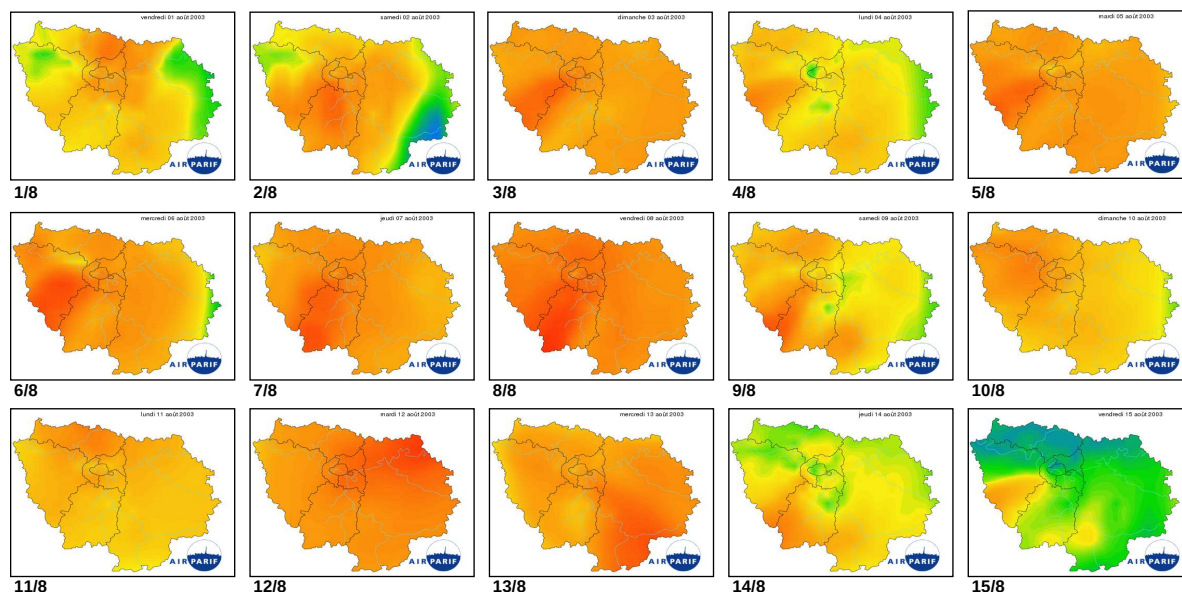
❷ Les records ont également concerné la **continuité des dépassements du seuil d'information**.

- **Dans l'agglomération**, le record de 3 jours consécutifs (en 2001) est battu avec 4 jours en 2003. Mais c'est surtout **un total de 10 jours de dépassement entre le 1^{er} et le 14 août qui constitue un niveau historique**.
- **La zone rurale Nord et Est** a quant à elle dépassé ce seuil durant 11 jours sur cette période, avec 9 jours d'affilée entre le 5 et le 13 août.
- **La zone rurale Sud et Ouest** a également dépassé du 1^{er} au 14 août durant 11 jours le seuil d'information, avec au maximum 6 jours consécutifs, battant ainsi le précédent record de 1999 (5 jours successifs).

❸ **L'indice de qualité de l'air a plus qu'à l'habitude été qualifié de « mauvais »**

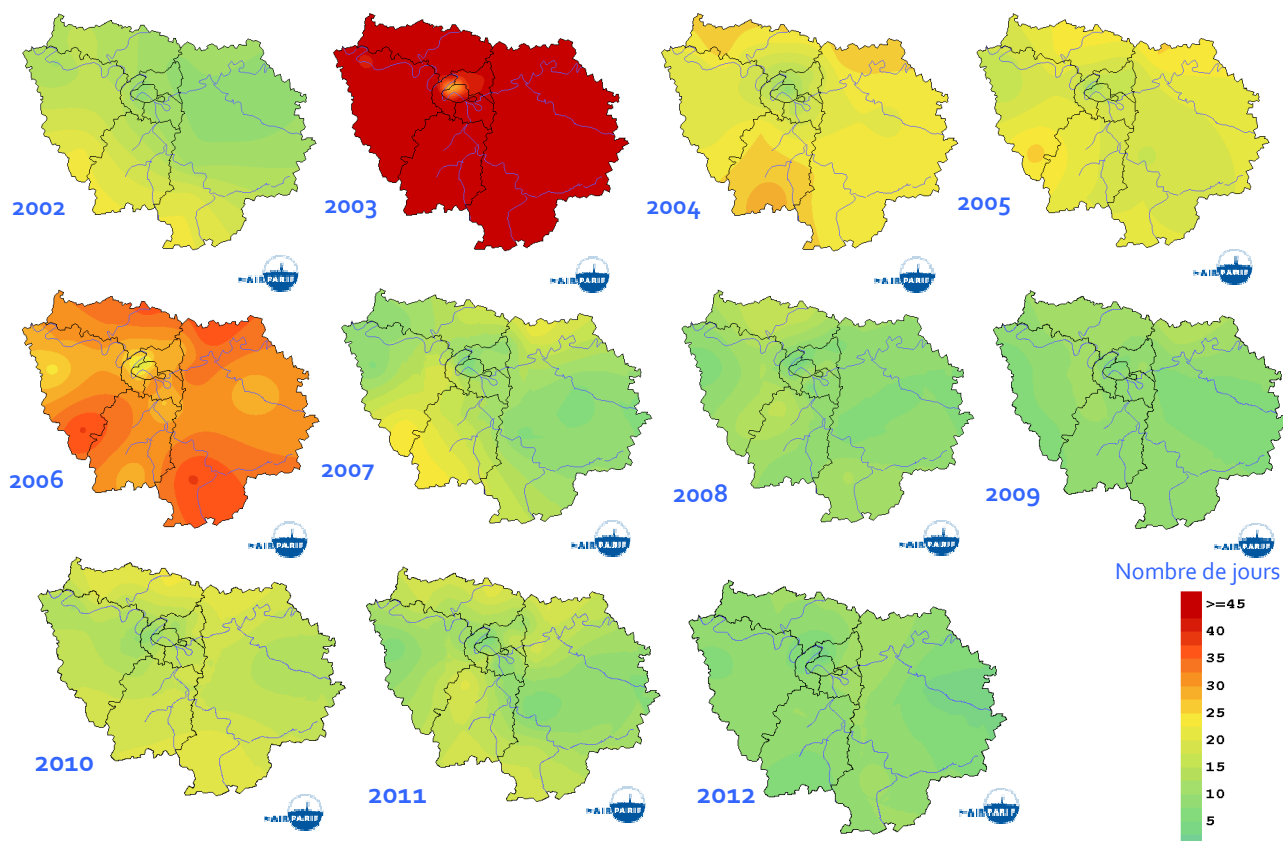
Sur les trois mois de juin, juillet et août, 2003 a connu **un nombre de jours d'indices supérieurs ou égaux à 7 (médiocre) sans précédent : 20 jours**, battant le précédent record de l'été 2001 (13 jours). C'est surtout le nombre de jours où l'indice a été de 8 (mauvais) qui est important, 10 jours en 2003, contre 3 jours en 1998 et 2001.

Chronologie des cartes d'indice de qualité de l'air régionales, pour la période du 1^{er} au 15 août 2003.



4 Un nombre record de jours de dépassement de l'objectif de qualité en matière d'ozone

La réglementation française en matière de qualité de l'air définit un objectif de qualité¹ (seuil de protection de la santé) équivalent à une concentration de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ d'ozone en moyenne sur une durée de 8 heures. Il faut savoir que ce seuil est chaque été dépassé en tout point de la région, plus particulièrement en zone rurale. Le nombre de jours où cet objectif de qualité est dépassé est variable, selon les stations et les étés, mais en 2003, le nombre de jours de dépassement a été très supérieur à celui enregistré au cours de l'ensemble de l'été des années précédentes. **En moyenne sur l'ensemble des stations, il y a donc eu quasiment deux fois plus de journées de dépassement de ce seuil de protection de la santé qui ont été constatées en 2003 par rapport aux autres années,** comme l'illustrent les cartes ci-dessous :



¹ **objectif de qualité** : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixé sur la base des connaissances scientifiques, dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine ou pour l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

La station de la zone rurale Sud-Ouest (forêt de Rambouillet), a été particulièrement concernée car c'est elle qui s'est le plus souvent trouvée placée sous le vent de l'agglomération lors des épisodes d'ozone de 2003. Elle a ainsi connu un nombre d'heures de dépassement de l'objectif de qualité sans précédent depuis son ouverture en septembre 1991, avec 710 heures de dépassement (précédent record 527 heures en 1992).

Il est également à souligner que l'objectif de qualité a été dépassé sans discontinuité pendant environ 40 heures sur la majorité des stations franciliennes, du 12 août en milieu d'après-midi au 14 août en fin de nuit. Cette situation a de nouveau été davantage marquée en zone rurale : la station Nord-Est (Montgé-en-Goële) a ainsi dépassé le seuil sans discontinuité durant 110 heures, du 9 août à 16h au 14 août 5h.

TOUTEFOIS LES NIVEAUX RECORDS D'OZONE OBSERVES SUR LA REGION N'ONT PAS ETE BATTUS

Concernant les valeurs maximales horaires d'ozone, les teneurs enregistrées au moment des épisodes de dépassement ont été comprises entre 180 et 280 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Le 8 août, jour de l'épisode le plus intense de l'été 2003, les valeurs maximales ont atteint 282 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en zone rurale Sud Ouest (Forêt de Rambouillet) et sur la station des Ulis (91). Ces teneurs ne constituent cependant pas des observations records pour l'Ile-de-France (valeur horaire record enregistrée dans l'agglomération = 340 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 11 août 1998, valeur horaire record en zone rurale = 357 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ le 12 juillet 1994). A titre de comparaison, ce même 8 août, le réseau de surveillance Lig'Air de la région Centre a enregistré 325 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à Oysonville (Eure-et-Loire) qui se trouvait dans le panache d'ozone sous le vent de l'agglomération parisienne.

Pour en savoir plus :

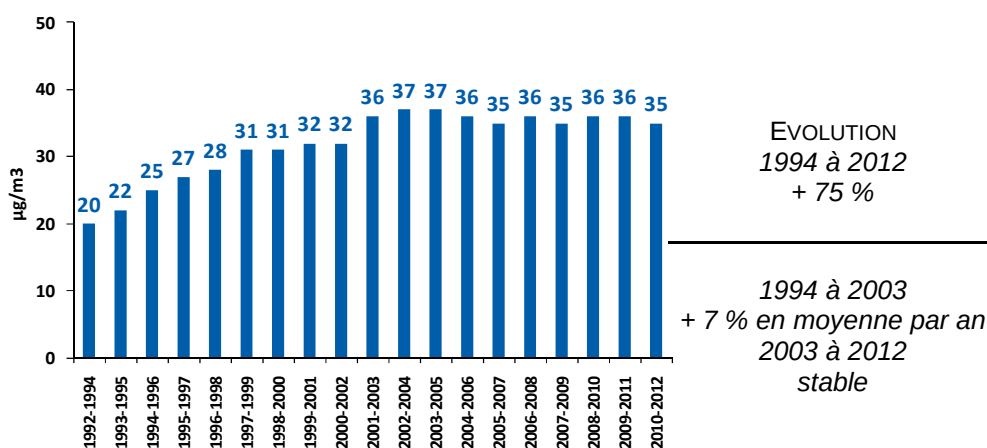
- Airparif Actualité N°20 : Canicule et pollution par l'ozone : l'été de tous les records, Décembre 2003.
- Airparif Actualité N°22 : 2003 trop beau, trop chaud aussi pour la qualité de l'air : une année d'un nouveau type ? Mars 2004.

QUELLE EST L'EVOLUTION DE LA POLLUTION A L'OZONE EN ÎLE-DE-FRANCE ?

En Ile-de-France, comme dans l'ensemble des régions françaises et dans la majorité des pays européens, l'ozone est une problématique récurrente. Au-delà du phénomène des épisodes de pollution, il faut savoir que **l'ozone est le seul polluant surveillé en Ile-de-France pour lequel les concentrations moyennes relevées tout au long de l'année sont en augmentation**. D'autres polluants sont également problématiques et dépassent toujours les objectifs de qualité fixés par la réglementation mais, à la différence de l'ozone, une tendance à la baisse ou tout au moins une stabilisation de leurs niveaux est toutefois observable.

Depuis une quinzaine d'années, les moyennes annuelles d'ozone ont quasiment doublé dans l'agglomération parisienne. Une augmentation est aussi observée en zone rurale. Les niveaux de fond planétaires sont également en hausse régulière depuis le début du siècle. Il semblerait que cette augmentation tende à se stabiliser.

L'objectif de qualité français ($120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne sur 8 heures consécutives) est dépassé tous les ans sur toute la région Ile-de-France pendant la période estivale : plus particulièrement dans les zones rurales, mais de manière plus ou moins marquée selon les conditions météo estivales. En 2012, le nombre de jours de dépassement était parmi les plus faibles de l'historique, comme en 2009 en raison d'un été peu ensoleillé.



Evolution de la concentration moyenne sur 3 ans en ozone dans l'agglomération parisienne (échantillon constant de trois stations urbaines de fond)

Globalement, les niveaux ambiants d'ozone à l'échelle de tout l'hémisphère Nord ont été multipliés par 5 en l'espace d'un siècle.

QU'APPELLE-T-ON UN « EPISODE DE POLLUTION » ET QUE FAIT-ON DANS CETTE SITUATION ?**QU'EST CE QU'UN EPISODE DE POLLUTION ?**

La pollution chronique, que l'on respire tous les jours, dépend de l'importance des émissions de polluants dans l'atmosphère. La météorologie est un facteur important puisqu'en fonction des conditions climatiques cette pollution pourra être dispersée par le vent et la pluie. A l'inverse, certaines conditions météorologiques jouent un rôle aggravant et vont contribuer à concentrer la pollution, parfois à des niveaux suffisamment élevés pour que l'on parle alors d'épisode de pollution. Les conditions météorologiques qui favorisent un épisode de pollution au dioxyde d'azote ne sont pas les mêmes que pour l'ozone. Ces épisodes peuvent durer des quelques heures à plusieurs jours.

LA PROCEDURE D'INFORMATION ET D'ALERTE

A partir des recommandations de l'Organisation mondiale de la santé, les directives européennes définissent la concentration de polluant à partir de laquelle on considère que l'on est confronté à un épisode de pollution présentant un **risque pour la santé et l'environnement**. Ces seuils sont ensuite transposés dans la réglementation française et notamment au niveau régional par un arrêté préfectoral ou inter préfectoral qui définit qui fait quoi lors de ces épisodes de pollution. Pour l'Ile-de-France (voir arrêté inter préfectoral du 12 octobre 2007), cet arrêté concerne :

4 POLLUANTS

- le dioxyde de soufre (SO₂),
- l'ozone (O₃),
- le dioxyde d'azote (NO₂)
- les particules (PM₁₀)

TOUTE L'ÎLE-DE-FRANCE

Cette procédure concerne la région dans son ensemble.

2 NIVEAUX

Elle comporte **deux niveaux de gravité croissante** :

① Un niveau d'information et de recommandation

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'information d'un des trois polluants est atteint. Chaque seuil d'information correspond à une **concentration d'un polluant dans l'atmosphère au-delà de laquelle une exposition de courte durée a des effets limités et transitoires sur la santé des catégories de la population particulièrement sensibles** (enfants, personnes âgées, asthmatiques et insuffisants respiratoires chroniques).

Il comprend des actions d'information de la population, des recommandations sanitaires aux catégories de la population particulièrement sensibles, ainsi que des recommandations et des mesures visant à réduire certaines des émissions polluantes comme la recommandation faite par les autorités aux conducteurs de véhicules à moteur de limiter leur vitesse.

En moyenne, on observe **une dizaine d'épisodes de pollution de ce type par an**.

② Un niveau d'alerte

Ce niveau est déclenché lorsque le seuil d'alerte d'un des trois polluants est atteint ou risque de l'être. Chaque seuil d'alerte correspond à **une concentration d'un polluant dans l'atmosphère au-delà de**

laquelle une exposition de courte durée présente un risque pour la santé ou l'environnement.

En plus des actions prévues au niveau d'information et de recommandation, ce niveau comprend des mesures de restriction ou de suspension des activités concourant à la pollution, y compris, le cas échéant, de la circulation des véhicules.

Pour l'ozone, 2 seuils supplémentaires d'alerte ont été définis (soit trois seuils d'alerte au total pour ce polluant), déclenchant l'activation ou le renforcement de certaines mesures sur les transports et les industries selon la gravité de l'épisode de pollution. La circulation alternée est prévue au 3^{ème} seuil et la limitation du transit des poids lourds au 2^{ème} seuil.

L'alerte n'a jamais été déclenchée pour l'ozone en Ile-de-France, les seuils présentés ci-dessous n'étant pas encore applicables en France lors de la canicule de 2003. Par contre, pour le dioxyde d'azote, 3 alertes ont déjà été observées dans la région : 2 en 1995 et 1 en 1997 qui avait donné lieu à la mise en place de la circulation alternée.

concentrations horaires en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Dioxyde d'azote NO_2	Ozone O_3	Dioxyde de soufre SO_2	Particules PM10
Niveaux d'information et de recommandation	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne sur 24 heures)
Niveaux d'alerte	400 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en cas de persistance sur 3 jours)	1 ^{er} seuil : 240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 2 ^e seuil : 300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 heures consécutives) 3 ^e seuil : 360 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	500 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (3 heures consécutives)	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne sur 24 heures)

*Seuils de déclenchement des niveaux d'information et d'alerte du public
en cas d'épisode de pollution en Ile-de-France pour les 4 polluants concernés*

LE ROLE D'AIRPARIF

Lorsque les prévisions font craindre le dépassement des seuils de déclenchement du niveau d'information et de recommandation, Airparif informe immédiatement les autorités et organismes concernés, qui sont alors placés en situation de vigilance, ainsi que les industriels mentionnés par l'arrêté. De même, Airparif informe les préfets signataires de l'arrêté en cas de risque de dépassement des seuils de déclenchement du niveau d'alerte. Ces prévisions sont réalisées à partir d'outils ou de modèles d'évaluation développés par Airparif et intégrant des données fournies par Météo France.

Par délégation des préfets signataires de cet arrêté, Airparif est chargé :

- de la **détection des dépassements** des différents seuils relatifs à cette procédure et d'en **informer les préfets** ainsi que de l'évolution de la pointe de pollution,
- pour le niveau d'information, de la **diffusion aux médias d'un communiqué d'informations générales sur la situation de pollution et de recommandations sanitaires**.

Le dépassement des seuils de déclenchement doit être constaté de manière simultanée sur trois stations de mesure d'Ile-de-France, dont une au moins de fond, pour que le niveau correspondant soit validé.

Les autorités, le préfet de la région Ile-de-France, le préfet de Paris, les préfets de département et, à Paris, le préfet de police, ainsi que le directeur régional de l'équipement d'Ile-de-France, **mettent ensuite en oeuvre, les actions et mesures d'urgence définies dans cet arrêté**.

QUELLE EFFICACITE DE LA LIMITATION DE VITESSE EN CAS D'EPISODE DE POLLUTION ?

En 2003, Airparif a réalisé une évaluation de la réduction potentielle des émissions de polluants due à l'application de la mesure de limitation des vitesses en cas d'épisode de pollution au dioxyde d'azote ou à l'ozone. Selon la procédure d'information et d'alerte, **cette mesure est recommandée par les autorités en cas de dépassement du niveau d'information et obligatoire en cas de dépassement du niveau d'alerte. Sur certaines voies la vitesse est alors réduite de 20 km/h** et la vitesse des véhicules à moteur est limitée :

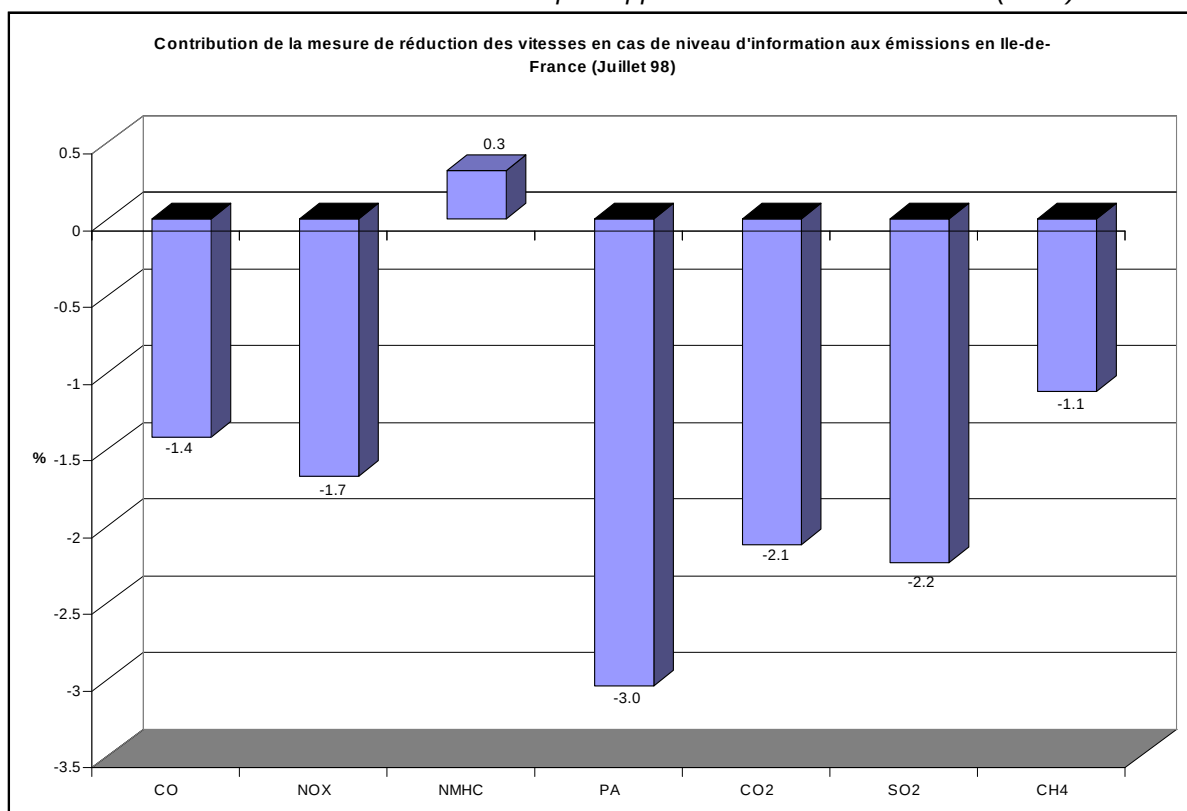
- Sur l'ensemble de la région d'Ile-de-France :
 - à 110 km/h sur les portions d'autoroutes normalement limitées à 130 km/h
 - à 90 km/h sur les portions d'autoroutes et de voies rapides normalement limitées à 110 km/h
 - à 70 km/h sur les portions d'autoroutes, de voies rapides et de routes nationales et départementales normalement limitées à 90 km/h
- à Paris :
 - à 60 km/h sur le Boulevard périphérique
 - à 50 km/h sur les voies sur berge et le quai de Bercy

IMPACTS DE LA LIMITATION DE VITESSE AU NIVEAU REGIONAL

L'impact estimé de la mesure sur les émissions serait limité et ne dépasserait pas 3% de réduction des émissions pour la globalité de l'Ile-de-France. Compte tenu de ces faibles variations d'émissions, **l'impact sur la qualité d'une telle mesure et dans l'hypothèse où elle serait parfaitement respectée, serait donc faible au niveau régional.** Il est tout de même à souligner que la mesure ne semble pas contre-productive puisque, pour la très grande majorité des polluants, les émissions associées sont à la baisse.

L'impact de cette mesure locale est d'autant plus limité qu'une part importante des concentrations d'ozone mesurées en Ile-de-France est produite bien en amont de la région et résulte du déplacement des masses d'air (de l'ordre de 60%). **Toutefois, les limitations des émissions en Ile-de-France conduisent aussi à réduire les niveaux de pollution d'ozone dans les régions voisines, qui sont à leur tour sous influence des masses d'air provenant de l'agglomération de Paris** (voir « A quoi sont dus les épisodes de pollutions à l'ozone observés en Ile-de-France ? »)

Différences d'émissions obtenues lors de l'application optimale de la mesure de limitation des vitesses par rapport à une situation habituelle (en %)



Pour réaliser cette évaluation, Airparif a utilisé comme situation de référence une description horaire du trafic sur chacun des 35 000 principaux axes routiers de l'Ile-de-France (fournie par la Direction Régionale de l'Équipement) pour un jour ouvrable normal. Les émissions de polluants obtenues durant ce jour « normal » ont ensuite été comparées à celles obtenues lors de la mise en place des limitations de vitesse et pour un cas optimal où tous les automobilistes respecteraient cette mesure de limitation. La figure précédente présente les différences d'émissions obtenues lors de l'application optimale de la mesure de limitation des vitesses par rapport à une situation habituelle.

EFFETS DE CETTE MESURE AU NIVEAU LOCAL, LE LONG DES AXES DE CIRCULATION CONCERNES

Mais attention, ce qui est vrai pour l'ozone, qui est un polluant secondaire, peut ne pas l'être pour d'autres polluants primaires, notamment les oxydes d'azote directement émis par le trafic. **Il convient ainsi donc de rappeler ici la pertinence forte des mesures de réduction locales lors des épisodes de pollution impliquant les seuls oxydes d'azote et l'agglomération de Paris.**

Ainsi, les différents résultats obtenus à l'échelle régionale sont toutefois à nuancer dans la mesure où **des réductions plus importantes sont vraisemblablement observées à un niveau plus local**, notamment le long d'axes rapides de circulation concernés par des limitations de vitesse.

Après analyse des émissions de différents polluants par deux types de véhicules (véhicule particulier et poids lourd représentatifs du parc automobile en 2003) selon leur vitesse, il apparaît vraisemblable que l'impact local d'une baisse des vitesses pour les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules fines (PM10) soit favorable sur les voiries rapides (où les vitesses moyennes de circulation dépassent typiquement les 70-80 km/h). Par contre, la baisse des vitesses moyennes de circulation en milieu urbain sur des axes où les vitesses moyennes de circulation sont déjà faibles (< 40-50 km/h), si elle n'est pas accompagnée de mesures parallèles visant à améliorer la fluidité de la circulation, ne semble pas souhaitable compte tenu des hausses probables d'émissions de polluants générées par une telle mesure.

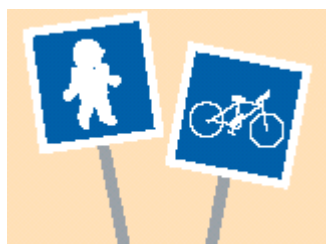
Pour en savoir plus : Quelques éléments de compréhension relatifs aux impacts sur les émissions et la qualité de l'air des mesures de limitation

AU QUOTIDIEN COMMENT EST-CE QUE JE PEUX AGIR POUR LIMITER MA CONTRIBUTION A LA POLLUTION ?

La solution à ces épisodes répétés, mais surtout à la pollution quotidienne, passe principalement par la mise en œuvre de mesures permanentes de maîtrise des pollutions atmosphériques. La mise en place de mesures ponctuelles de réduction des émissions de polluants lors des épisodes de pollution ne permet en effet pas de diminuer la pollution quotidienne. Au contraire, **lorsque l'on agit sur cette pollution permanente on diminue en retour la fréquence des épisodes de pollution.**

Ces pollutions atmosphériques résultant pour beaucoup de la combustion de combustibles, la qualité de l'air peut être améliorée en réduisant leur consommation. Chacun peut ainsi agir au quotidien en changeant simplement quelques-unes de ses habitudes, sans oublier que **ces gestes quotidiens s'accompagnent le plus souvent d'un effet bénéfique sur la santé et permettent de faire des économies**, comme par exemple :

POUR SE DEPLACER :



- **Préférer la marche à pied, le vélo ou les transports en commun à la voiture en particulier pour les petits déplacements (moins de 2km)** pour lesquels le moteur n'a pas le temps de chauffer. Vous éviterez ainsi les embouteillages et ne perdrez pas de temps à chercher une place de parking. De plus, **c'est à l'intérieur d'une voiture, derrière les pots d'échappements, que l'on est le plus exposé à la pollution.**

- **Choisir le covoiturage**, pour une même quantité d'essence vous transporterez plus de personnes.
- **Un véhicule neuf est beaucoup moins polluant qu'un véhicule ancien et notamment un deux-roues motorisé mis sur le marché après 1999 ?** Dans le choix d'un véhicule, **les GPL et GNV** sont également moins polluants que les véhicules diesel ou à essence. Pour un diesel, privilégier un véhicule équipé d'un filtre à particules.
- **Ne pas laisser tourner sa voiture longtemps au ralenti et couper le moteur à l'arrêt**, c'est aussi une source d'économie d'essence. Un conducteur nerveux augmente sa consommation de carburant de 30 à 40% et donc également ses émissions de polluants.
- **Conduire calmement**, sans coups d'accélérateurs ni sur-régime, en respectant les limitations de vitesse, vous diminuerez également votre consommation d'essence
- **Eviter de faire trop fonctionner la climatisation**, votre consommation d'essence s'en ressentira aussi.
- **Entretien régulièrement son véhicule.** Des pneus correctement gonflés, un moteur bien réglé et des vidanges d'huile régulières assurent un meilleur fonctionnement du moteur et réduisent le gaspillage d'énergie.
- Eté comme hiver **ne pas laisser sa voiture tourner au ralenti ou à l'arrêt.**

A LA MAISON



- **Une bonne isolation** de son logement permet de moins le chauffer en hiver et de le garder plus frais en été.
- **Triez vos déchets** pour favoriser leur recyclage et leur valorisation énergétique par le chauffage urbain. Préférez les produits qui contiennent moins d'emballage et évitez l'utilisation systématique des sacs en plastiques qui seront ensuite incinérés.
- **Privilégiez les vaporisateurs** aux bombes aérosols (laque, désodorisants, ...etc)

- Lorsque vous bricolez, **limitez l'utilisation de solvants, colles, vernis, revêtements et peintures** et ne laissez pas inutilement les pots ouverts. Ces substances sont sources de précurseurs d'ozone et ne sont pas non plus très bonnes à respirer. Choisissez de préférence des produits avec la norme NF130 qui garantit que la fabrication de ces produits et leur utilisation a un impact limité sur l'environnement ainsi qu'une teneur réduite en solvants et une absence de certaines substances dangereuses.
- Dans le jardin, **les insecticides, pesticides et désherbants sont à utiliser au compte goutte.**
- Gardez à l'esprit qu'en plus de ses effets sur la santé, **le tabac contient aussi de nombreux polluants** (monoxyde de carbone, benzène, nicotine, particules, aldéhydes).

En été,

- **préférez les ventilateurs** aux climatiseurs qui consomment beaucoup moins d'énergie.

En hiver

- **ne surchauffez pas votre appartement**, par exemple en utilisant un régulateur de température. 19°C c'est idéal pour la santé et pour le porte-monnaie : 1°C de plus c'est 7% de consommation supplémentaire.
- **Entretenez régulièrement votre installation de chauffage.**
- Pour vous chauffer, choisissez lorsque c'est possible
 - des **énergies renouvelables**. Attention, le chauffage au bois sans équipement performant ça pollue aussi.
 - pour le chauffage au gaz ou au fioul, des **chaudières basse consommation et faiblement émettrices en oxydes d'azote** (chaudières bas-Nox), comme le sont la plupart des chaudières à condensation vendues en France.

Ces quelques mesures ne sont pas à elles seules suffisantes pour régler le problème de la pollution atmosphérique, mais elles contribuent à faire diminuer les niveaux de polluants dans l'air que l'on respire.

pour

Aérer régulièrement son habitation tôt le matin en dehors des heures où la pollution extérieure est la plus forte, et de préférence en ouvrant des fenêtres donnant sur cour plutôt que sur rue.

limiter

A pied, choisir de préférence les voies piétonnes ou les rues les moins encombrées par le trafic et les plus aérées.

son exposition

Éviter de faire du sport (jogging) à proximité immédiate d'importants axes routiers ou au moment des épisodes de pollution (particulièrement l'après-midi pour l'ozone).