

Bilan de la pollution photochimique observée en France au cours de l'été 2003

Christian ELICHEGARAY, Joëlle COLOSIO, Souad BOUALLALA
ADEME - département surveillance de la qualité de l'air
27 rue Louis Vicat - 75737 Paris Cedex 15

Les conditions climatiques et les températures exceptionnelles de l'été 2003 ont conduit à des niveaux de pollution photochimique particulièrement élevés en France, mais aussi en diverses régions d'Europe. Une telle situation n'avait jamais été rencontrée depuis 1991, date de la généralisation des mesures de l'ozone sur l'ensemble du territoire.

La pollution photochimique désigne un mélange complexe de polluants formés chimiquement dans l'air, sous l'effet du rayonnement solaire ultra violet, à partir de composés précurseurs émis par des sources naturelles et les activités humaines (oxydes d'azote, composés organiques volatils, monoxyde de carbone). Le principal polluant photochimique est l'ozone (O₃), et la production de ce gaz s'accompagne d'autres espèces aux propriétés acides ou oxydantes telles que des aldéhydes, des composés organiques nitrés, de l'acide nitrique. Cette pollution s'observe surtout en été dans les régions périurbaines et en zones rurales sous le vent des agglomérations

L'ozone et les polluants photochimiques présentent des risques pour la santé de l'homme, et peuvent contribuer à l'apparition de dommages sur la végétation et les matériaux. L'ozone contribue également à l'accroissement de l'effet de serre car ce gaz absorbe en partie la chaleur rayonnée par les sols. L'ozone constitue, avec le problème des particules, l'une des priorités du programme CAFE (Clean Air For Europe) en matière de préservation de la qualité de l'air en Europe.

Les niveaux d'ozone dans l'air ambiant sont régis par la directive européenne 92/72/CEE adoptée en 1992. Cette directive comporte un seuil d'information fixé à 180 µg/m³ en moyenne horaire au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de populations particulièrement sensibles et un seuil d'alerte fixé à 360 µg/m³ en moyenne horaire. Une nouvelle directive sur l'ozone adoptée en 2002 a abaissé ce seuil d'alerte à 240 µg/m³ en moyenne horaire et impose de mesures d'urgence, en complément des mesures permanentes en vigueur pour préserver la qualité de l'air, lorsque ce seuil est dépassé au-delà de 3 heures consécutives.

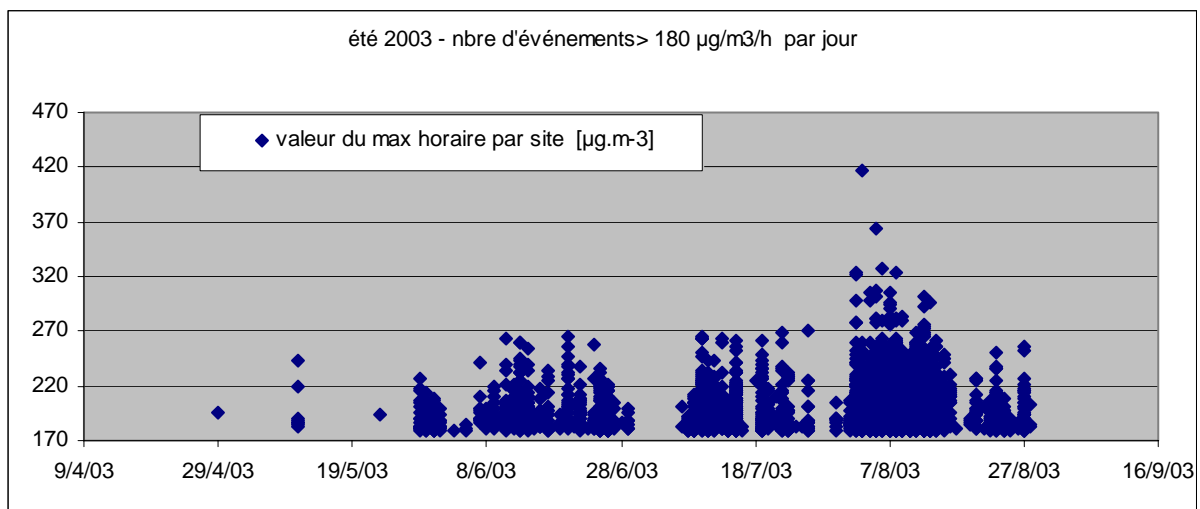
En France, la surveillance de l'air ambiant est assurée par 40 associations agréées de surveillance de la qualité de l'air (AASQA). En 2003 le dispositif comportait 426 sites fixes équipés d'analyseurs automatiques pour la mesure de l'ozone. Les composés précurseurs de l'ozone sont également mesurés, notamment le dioxyde d'azote qui constitue l'un des polluants réglementés dans l'air ambiant par les directives

européennes. La France dispose du parc analytique pour la surveillance de l'ozone le plus important d'Europe, et celui-ci est complété par des campagnes de mesures et par des prévisions au moyen de modèles numériques [mis en œuvre entre autre à l'INERIS, et dont les résultats sont accessibles via notamment le site internet de l'ADEME (www.ademe.fr)]. D'importants travaux de recherches sur les effets et les mécanismes de formation de l'ozone et des polluants de l'air sont par ailleurs menés au sein du programme de recherche PRIMEQUAL/PREDIT financé notamment par le MEDD et l'ADEME.

Le bilan national des événements de l'été 2003 présenté ci-après a été réalisé par l'ADEME à partir des données des AASQA archivées au sein de sa base nationale de données sur la qualité de l'air. Ce bilan complète les travaux et les évaluations menées par les AASQA sur leurs zones d'activité. Ce bilan s'appuie également sur les données météorologiques fournies par Météo-France.

La climatologie générale de l'ozone en 2003

La répartition temporelle des niveaux d'ozone pour l'année 2003 montre que les premiers dépassements du seuil d'information de la directive 92/72/CEE sont apparus dès les mois d'avril et mai. Cette situation est assez habituelle avec l'arrivée du printemps et un ensoleillement à la hausse.



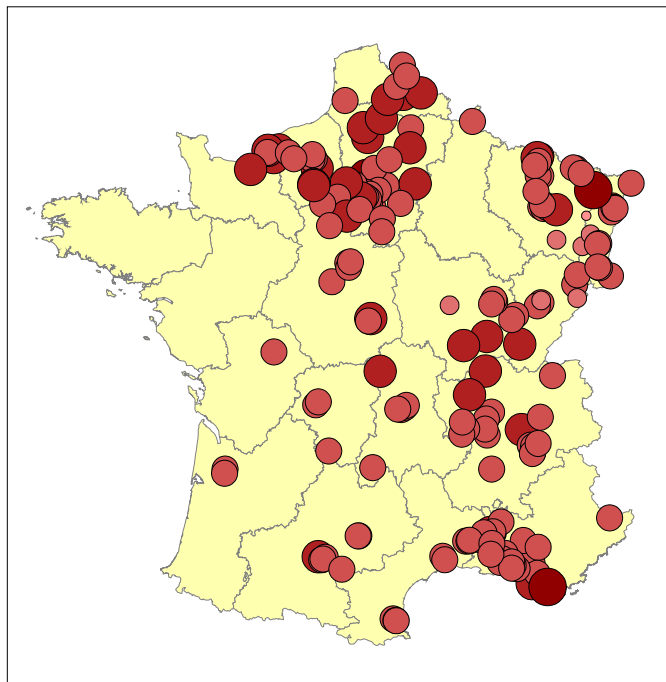
Répartition des dépassements du seuil d'information pour l'ozone en 2003 - source ADEME BDQA/ AASQA

De mai à septembre le pays a connu 84 journées au cours desquelles le seuil d'information a été dépassé sur au moins une des stations de surveillance des AASQA, mais la très grande majorité des événements se situe pendant la canicule du mois d'août et plus spécifiquement entre le 2 et le 15 août. C'est ainsi que du 2 au 15 août, plus de 2700 événements de dépassements du seuil d'information (180 µg/m³) ont été observés sur un ensemble de 367 sites de mesures (soit 86 % de l'ensemble du parc des stations). A titre de comparaison, l'année 2001 qui était l'une des plus polluées depuis

1991 avait connu 1127 évènements de dépassements sur 211 sites, soit sur 56 % des stations de l'époque.

Les épisodes de pollution photochimique de l'été 2003 se sont en outre caractérisés par leur durée. Les durées moyennes cumulées de dépassement du seuil d'information ont été de 10 heures environ par station concernée, et selon les régions ces durées se sont étalées de 5 heures (Bretagne) à plusieurs dizaines d'heures avec un record de 55 heures en région PACA.

Au cours de la première quinzaine du mois d'août tout l'hexagone a été plus ou moins concerné par des niveaux notables d'ozone, y compris certaines zones du littoral atlantique habituellement épargnées. Le nombre de sites concernés par des évènements de dépassement du seuil de $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ a augmenté progressivement du 2 au 4 août, atteint un paroxysme sur la période du 5 au 13 août, puis diminué progressivement. Cette progression est à rapprocher de la chronologie des variations journalières des températures diurnes et nocturnes sur le pays. A partir du 4 août les températures supérieures à 35°C ont été observées sur la majeure partie du pays, elles ont culminé autour du 11 et 12 août, et ce phénomène qui traduit un très fort ensoleillement a été propice à la production des polluants photochimiques.



Répartition des sites de mesure des AASQA ayant enregistré au moins 1 dépassement du seuil d'information $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ /heure lors de la journée du 12 août 2003

En août, pendant 16 jours consécutifs le niveau de $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire qui constitue le nouveau seuil d'alerte de la directive 2002/3/CE applicable à compter du 9

septembre 2003 a également été dépassé, tant en agglomérations qu'en zones rurales, sur au moins une des 426 stations gérées par les AASQA. Cette même directive impose le déclenchement de plans d'action à court terme lorsque le seuil $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est franchi pendant 3 heures. Ces conditions ont été rencontrées durant 13 jours cet été, dont 2 en juillet et 11 au mois d'août, en régions PACA, Ile de France, Centre, Lorraine, Rhône-Alpes, Alsace, Bretagne, Languedoc-Roussillon.

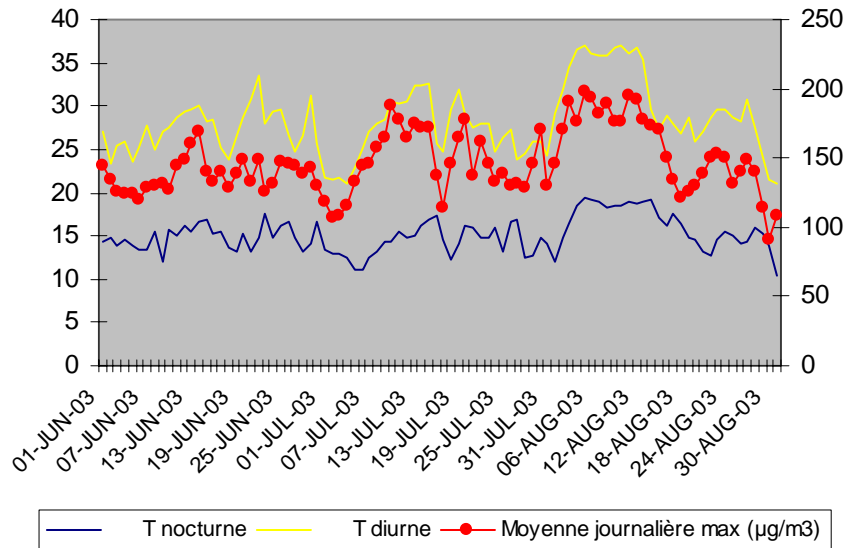
En terme de durée des événements de pollution, la région la plus touchée est la région Provence Alpes Côte d'Azur avec 78 jours de dépassements du seuil $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et 8 jours de dépassements du seuil $240 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette région a connu ponctuellement la concentration horaire la plus forte de l'année avec $417 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (seule l'année 1992 avait connu auparavant une telle valeur). Le Languedoc-Roussillon et Rhône-Alpes ont connu 44 jours de dépassements du seuil $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$, suivis des régions Alsace, Bourgogne, Lorraine, Ile de France, qui ont enregistré une trentaine de jours de dépassements horaires du seuil $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

La France n'a pas été le seul pays touché par cette situation qui a concerné également diverses régions en Europe. Les conditions météorologiques exceptionnelles en France et en Europe expliquent grandement cette situation. En France à partir du 4 août, de températures supérieures à 35°C ont été relevées sur les 2/3 du territoire. Cette situation s'est accompagnée de vents faibles et de températures nocturnes élevées, notamment les 11 et 12 août. L'atmosphère extrêmement stable (longues situations de haute pression sur l'Europe de l'Ouest), des vents souvent faibles, le maintien de températures nocturnes élevées, ainsi que le fort ensoleillement et une très faible couverture nuageuse sur de larges parties du pays, ont contribué d'une part à une forte activité photochimique génératrice d'ozone, et d'autre part à la persistance de niveaux élevés de précurseurs dans l'atmosphère et à l'accumulation de l'ozone formé. Il est probable en outre que cette situation a largement contribué à la formation d'autres polluants d'origine photochimique tels que des aérosols secondaires et des particules fines.

Les indices ATMO relevés sur la période du 1er au 15 août dans plusieurs agglomérations montrent ainsi des teneurs élevées en particules fines sur plus d'une vingtaine d'agglomérations du nord, du centre et de l'ouest du territoire entre le 1er et le 11 août). Dans les agglomérations du sud est, entre le 4 et le 11 août, des sous-indices NO_2 compris entre 6 et 7 ont été relevés. Le 12 août, le seuil d'information pour le dioxyde d'azote a été dépassé à Paris. Des mesurages menés par le CNRS (laboratoire d'aérodologie) à des fins de recherches au sommet de l'observatoire du Pic du Midi ont également mis en évidence des niveaux élevés de particules fines.

Une étude des relations entre les niveaux d'ozone et les températures moyennes journalières diurnes et nocturnes calculées par Météo-France a été menée. Elle montre respectivement peu de corrélation entre température diurne et durée des épisodes de pollution de pollution ($r^2 = 0.48$), une assez bonne corrélation entre température diurne et nombre d'événements de dépassements du seuil d'information ($r^2 = 0.67$), et une très

bonne corrélation entre les valeurs maximales d'ozone dans la journée et les moyennes journalières des températures diurnes ($r^2 = 0.81$).



Relations concentrations maximales d'ozone et température lors de l'été 2003

Au cours de l'été 2003, on peut estimer à plus de 30 millions de personnes la population qui a été exposée au moins 1 fois à un dépassement horaire du seuil d'information de la population pour l'ozone ($180 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Principales conclusions

Il apparaît clairement, toutes choses égales par ailleurs que les conditions météorologiques exceptionnelles en France et en Europe expliquent grandement les phénomènes de pollution de l'air rencontrés lors de l'été 2003. L'atmosphère extrêmement stable et ensoleillée (vents faibles, maintien de températures nocturnes élevées,...) a contribué à l'accumulation et à la persistance de niveaux élevés de pollution dans les agglomérations ainsi qu'en zones rurales. L'ensoleillement exceptionnel du mois d'août a également très largement favorisé la formation de polluants photochimiques tels que l'ozone dans l'atmosphère. Les conditions météorologiques et l'ensoleillement ont contribué également à la formation et à l'accumulation d'autres polluants d'origine photochimiques tels que des aérosols secondaires et des particules fines.

Parmi les enseignements à tirer en matière de surveillance figure tout l'intérêt d'une consolidation d'un dispositif national de prévision et d'observation permettant d'imbriquer des moyens mis en œuvre au niveau national avec les données et les outils de simulation des AASQA. Le système PREV'AIR implanté à l'INERIS en partenariat ADEME/CNRS/Météo-France, sous l'égide du MEDD, vise à cet effet une prévision et la fourniture de cartes de veille sur l'ozone à l'échelle du territoire, en complément et en

appui des moyens d'observation et de prévision déployés par l'ensemble des AASQA au plan local.

Pour mémoire :

L'indice ATMO est un indicateur de la qualité de l'air qui repose sur les concentrations de 4 polluants appelées sous indices (dioxyde d'azote, particules fines, ozone, dioxyde de soufre). Il est calculé à partir des mesures en sites urbains ou périurbains de fond et permet de disposer d'une information synthétique sur la pollution atmosphérique urbaine de fond dans les agglomérations. L'indice 1 qualifie une qualité de l'air très bonne, et l'indice 10 une qualité de l'air très mauvaise.

Retrouvez toutes les interventions du colloque « ozone et canicule bilan de l'été 2003 » organisé par l'ademe le 04 mars 2004 :

<http://www.ademe.fr/htdocs/actualite/comptes-rendus/canicule2003.htm>