

Bilan ozone – Eté 2015

Du 21 juin au 21 septembre 2015



ANNEE 2015

www.air-rhonealpes.fr



Diffusion : Novembre 2015 – Version du 01/12/2015

Siège social : 3 allée des Sorbiers – 69500 BRON

Tel : 09 72 26 48 90 - Fax : 09 72 15 65 64



Sommaire

Introduction : Qu'est-ce que l'ozone ?	3
Episodes de pollution à l'ozone du 21 juin au 21 septembre 2015	4
Chronologie des Dispositifs Préfectoraux	5
Analyse de l'épisode du 30 juin au 7 juillet : impact sur les territoires	6
Quels sont les effets des températures caniculaires ?	8
Quels seront les effets du réchauffement climatique ?	12
Bilan et Conclusion	13



➔ Introduction : Qu'est-ce que l'ozone ?

L'ozone est un polluant "secondaire", indicateur de la pollution "photo-oxydante". En effet, il n'est pas directement rejeté par une source de pollution comme les gaz d'échappement des véhicules ou les fumées d'usine, mais il est formé à partir de polluants dits "précurseurs" dans un cycle de réactions chimiques complexes sous l'action des rayonnements Ultra-Violet du soleil (voir schéma ci-dessous).

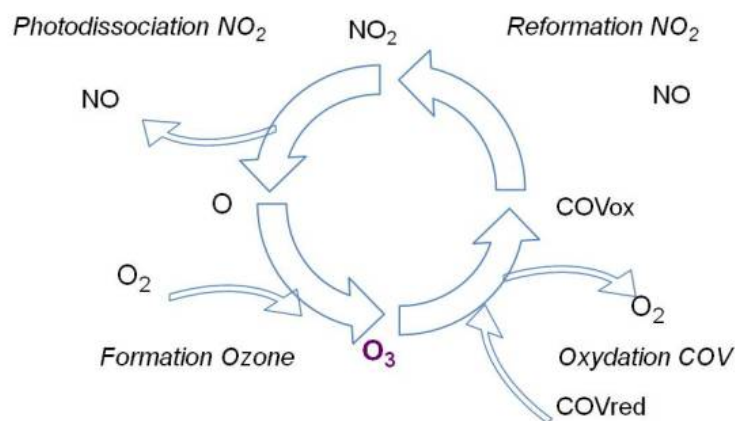
Les principaux précurseurs d'ozone sont :

- Les oxydes d'azote (NO et NO₂), qui proviennent en majorité des émissions de la circulation routière, auxquelles s'ajoutent d'autres sources liées à un processus de combustion (industries, feux,...).
- Les composés organiques volatils (COV), qui sont émis par des sources anthropiques (comme le trafic routier, certains procédés et stockages industriels, l'usage de solvants et peintures,...) mais aussi par des sources naturelles issues de la végétation.

En principe, le cycle de l'ozone s'équilibre entre le jour (formation d'ozone sous l'action du soleil) et la nuit (destruction de l'ozone). Mais, ce cycle peut être déséquilibré en fonction des concentrations respectives d'oxydes d'azote et de composés organiques volatils, des conditions de dispersion (vent et stabilité de l'atmosphère), et surtout de l'ensoleillement (et donc de la température). C'est pourquoi les pics de pollution à l'ozone sont plus fréquents en été.

Une période de plusieurs jours avec des conditions anticycloniques, des masses d'air stables et un fort ensoleillement favorise les réactions photochimiques et peut entraîner une forte augmentation des concentrations d'ozone, appelé aussi "pic d'ozone".

En milieu urbanisé, la présence des différents précurseurs tels que les oxydes d'azote et les COV favorise la création de l'ozone, mais aussi sa destruction la nuit. A contrario, en milieu rural, sur le littoral ou en montagne, où les rejets d'oxydes d'azote sont plus faibles, le phénomène de destruction nocturne est réduit de sorte que l'ozone peut s'accumuler.



SCHEMA FORMATION / DESTRUCTION DE L'OZONE

L'ozone : bon ou mauvais ?

Une même molécule mais 2 "types" d'ozone :

- A très haute altitude, dans la stratosphère, l'ozone est un gaz naturellement présent en grande quantité. Il forme la "couche d'ozone" qui nous protège des rayons solaires ultraviolets.
- A basse altitude, dans la troposphère, l'ozone est présent en plus faible quantité. Mais sa concentration peut augmenter par réaction chimique entre des gaz précurseurs (NO_x, COV, CO), amplifiées par les rayons solaires. Par son caractère oxydant, l'ozone a un impact sur notre santé.





Episodes de pollution à l'ozone du 21 juin au 21 septembre 2015

En cas de pointe de pollution ou de risque important, un dispositif préfectoral de lutte comportant deux niveaux est mis en place.

Au niveau d'**information**, des recommandations sanitaires et comportementales sont préconisées.

Au niveau d'**alerte**, des mesures d'urgence de restriction des activités polluantes doivent être obligatoirement respectées.

En savoir plus sur la gestion des épisodes de pollution :

<http://www.air-rhonealpes.fr/article/dispositif-prefectoral>

Informations clés

Polluants à l'origine de l'épisode : Ozone

Durée des épisodes : 7 jours fin juin et début juillet, 2 jours en août

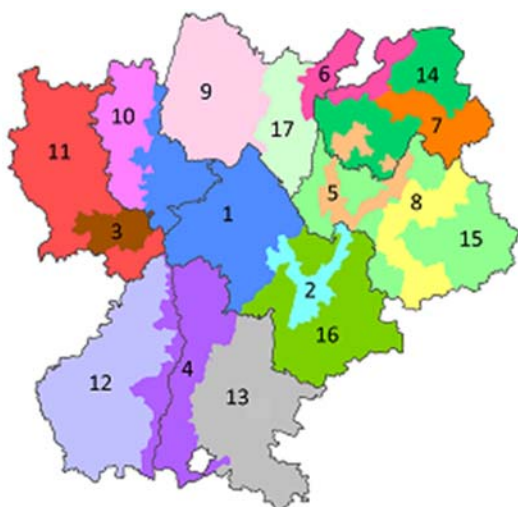
Zones les plus impactées : En juillet, le bassin lyonnais nord Isère, le bassin grenoblois, la vallée du Rhône et la zone urbaine des Pays de Savoie et dans une moindre mesure, la zone des Coteaux et l'est Drôme.

En août, le bassin lyonnais nord Isère, le bassin grenoblois et la vallée du Rhône.

Origine de l'épisode : La pollution atmosphérique résulte principalement des activités humaines. Lors des journées d'été, en particulier lors des périodes caniculaires, de l'ozone se forme sous l'action de l'ensoleillement, de la chaleur et de la présence de composés organiques volatils et d'oxydes d'azotes émis principalement par l'activité humaine, en particulier le trafic routier.

Zonage de la région Rhône-Alpes pour la gestion des épisodes de pollution :

Le territoire de la région Rhône-Alpes est divisé en 17 zones ayant chacune ses caractéristiques propres en terme de qualité de l'air.



N°	Zones	Dpts
1	Bassin lyonnais et nord Isère	38, 69
2	Bassin grenoblois	38
3	Bassin stéphanois	42
4	Vallée du Rhône	26, 07
5	Zone urbaine des Pays de Savoie	73, 74
6	Bassin lémanique	01, 74
7	Vallée de l'Arve	74
8	Vallées Maurienne Tarentaise	73
9	Ouest Ain	01
10	Zone des coteaux	69
11	Contreforts du Massif Central	42
12	Ouest Ardèche	07
13	Est Drôme	26
14	Zone alpine Haute Savoie	74
15	Zone alpine Savoie	73
16	Zone alpine Isère	38
17	Zone alpine Ain	01

ZONES DU DISPOSITIF INTER PREFECTORAL DE GESTION DES EPISODES DE POLLUTION



Chronologie des Dispositifs Préfectoraux

L'été 2015 a été marqué par **11 journées d'activation du dispositif préfectoral** toutes zones confondues, réparties en 3 phases :

→ **8 jours consécutifs au début du mois de juillet**

Dès le 30 juin, le dispositif a été mis en place simultanément sur les zones du bassin lyonnais nord Isère, du bassin grenoblois, de la vallée du Rhône, de la zone des Coteaux, de l'Est Drôme, l'Ouest Ardèche et de l'Ouest Ain. Le 1^{er} juillet, l'épisode s'étendait à la zone des Pays de Savoie. La situation s'est améliorée notamment sur l'Ouest Ain, l'Est Drôme, l'Ouest Ardèche et la zone des Coteaux dès le 2 juillet mais à partir du 3 juillet les teneurs en ozone ont rapidement augmenté sur les zones du bassin lyonnais nord Isère, du bassin grenoblois, de la vallée du Rhône et de la zone des Pays de Savoie. Au final, l'épisode a touché la majorité des zones les 5 et 7 juillet et a pris fin le 8 juillet.

Le dispositif préfectoral d'alerte a été mis en place durant 4 jours sur le bassin grenoblois, il est resté au niveau d'information sur l'ensemble des autres zones. En effet, sur le bassin grenoblois uniquement, le seuil d'information (180 µg/m³ sur une heure) a été effectivement dépassé pendant 2 jours consécutifs (les 2 et 3 juillet) et l'arrêté inter préfectoral qui régit la gestion des épisodes de pollution en Rhône-Alpes prévoit un passage au niveau d'alerte dès lors que le seuil d'information a été dépassé deux jours consécutifs et qu'aucune amélioration n'est prévue pour la journée en cours et le lendemain.

Pour rappel, au niveau d'alerte, des actions contraignantes de réduction des rejets polluants sont mises en œuvre par les autorités préfectorales. Un panel d'actions est disponible, certaines étant activées automatiquement, d'autres sur décision préfectorale, via la prise d'un arrêté préfectoral spécifique.

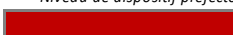


En savoir plus sur les actions contraignantes à respecter impérativement en cas d'épisode de pollution : [Actions Episode Pollution](#)

Détail des niveaux de dispositif préfectoral du mois de juillet par jour et par zone :

		29 juin	30 juin	01 juillet	02 juillet	03 juillet	04 juillet	05 juillet	06 juillet	07 juillet	08 juillet
Zones	1 Bassin lyonnais / Nord-Isère (38/69)		INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
	2 Bassin grenoblois (38)		INF	INF	INF	INF	ALE 1	ALE 1	ALE 1	ALE 1	
	3 Bassin stéphanois (42)							INF		INF	
	4 Vallée du Rhône (07/26)		INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
	5 Bassin lémanique (01/74)			INF	INF						
	6 Zone urbaine Pays de Savoie (73/74)			INF	INF	INF	INF	INF	INF	INF	
	7 Vallées Maurienne et Tarentaise (73)										
	8 Vallée de l'Arve (74)										
	9 Ouest Ain (01)		INF	INF							
	10 Zone des Coteaux (69)		INF	INF			INF			INF	
	11 Contreforts du Massif Central (42)									INF	
	12 Ouest Ardèche (07)		INF	INF	INF						
	13 Est Drôme (26)		INF	INF	INF			INF		INF	
	14 Zone alpine Ain (01)										
	15 Zone alpine Isère (38)										INF
	16 Zone alpine Savoie (73)										INF
	17 Zone alpine Haute-Savoie (74)										INF

Légende :

▶ Niveau de dispositif préfectoral :

	Dispositif d'alerte : niveau 1 (ALE1), 2 (ALE2) ou 3 (ALE3)
	Dispositif d'information : INF
	Aucun dispositif actif

JOURS D'ACTIVATION D'UN DISPOSITIF PREFECTORAL D'INFORMATION OU D'ALERTE – 29/06/15 AU 08/07/15



→ **1 jour d'activation le 16 juillet (épisode ponctuel)**

Dispositif d'information déclenché le 16 juillet sur la majorité des zones surveillées (zones du bassin lyonnais-Nord Isère, bassin grenoblois, Vallée du Rhône, Pays de Savoie, Vallées Maurienne-Tarentaise, Est Drôme et zone Alpine de Savoie).

→ **2 jours consécutifs au mois d'août**

Dispositif déclenché sur 2 jours, les 6 et 7 août, sur le bassin lyonnais nord Isère, le bassin grenoblois, la vallée du Rhône, le bassin lémanique, l'Est Drôme et l'Ouest Ardèche.

Détail des niveaux de dispositif du mois d'août par jour et par zone :

		05 août	06 août	07 août	08 août
Zones	1 Bassin lyonnais / Nord-Isère (38/69)		INF	INF	
	2 Bassin grenoblois (38)		INF	INF	
	3 Bassin stéphanois (42)				
	4 Vallée du Rhône (07/26)		INF	INF	
	5 Bassin lémanique (01/74)		INF	INF	
	6 Zone urbaine Pays de Savoie (73/74)				
	7 Vallées Maurienne et Tarentaise (73)				
	8 Vallée de l'Arve (74)				
	9 Ouest Ain (01)				
	10 Zone des Coteaux (69)				
	11 Contreforts du Massif Central (42)				
	12 Ouest Ardèche (07)		INF	INF	
	13 Est Drôme (26)		INF	INF	
	14 Zone alpine Ain (01)				
	15 Zone alpine Isère (38)				
	16 Zone alpine Savoie (73)				
	17 Zone alpine Haute-Savoie (74)				

Légende :

▶ Niveau de dispositif préfectoral :

	Dispositif d'alerte : niveau 1 (ALE1), 2 (ALE2) ou 3 (ALE3)
	Dispositif d'information : INF
	Aucun dispositif actif

JOURS D'ACTIVATION D'UN DISPOSITIF PREFECTORAL D'INFORMATION OU D'ALERTE – 05/08/15 AU 08/08/15

➔ Analyse de l'épisode le plus long de l'été, du 30 juin au 7 juillet : impact sur les territoires

En Rhône-Alpes, le bassin grenoblois a été particulièrement impacté par cet épisode en termes de concentration d'ozone. D'autres secteurs ont également connu plusieurs journées de déclenchement du dispositif préfectoral, notamment le bassin lyonnais Nord-Isère, les Pays de Savoie, la vallée du Rhône,.... mais avec des teneurs en ozone sensiblement plus faibles.

Au plus fort de l'épisode, près de 20% de la surface et environ 40% de la population de la région Rhône-Alpes ont subi des teneurs en ozone dépassant le seuil horaire recommandé de 180 µg/m³. Simultanément, d'autres territoires étaient impactés, en France (PACA et région parisienne, selon les jours), mais également dans d'autres pays, notamment en Italie, en Suisse, en Allemagne et aux Pays-Bas. Bien que non généralisé et non exceptionnel, cet épisode a cependant impacté une part non négligeable de la population européenne.



29/06/2015



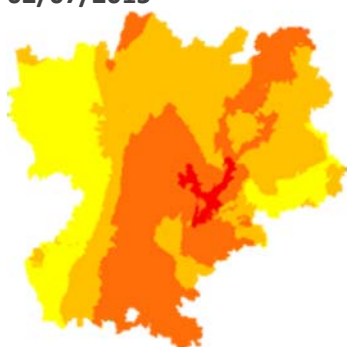
30/06/2015



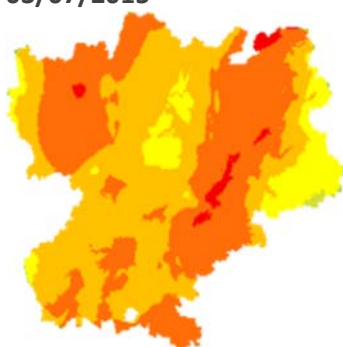
01/07/2015



02/07/2015



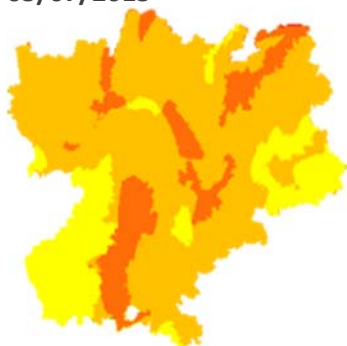
03/07/2015



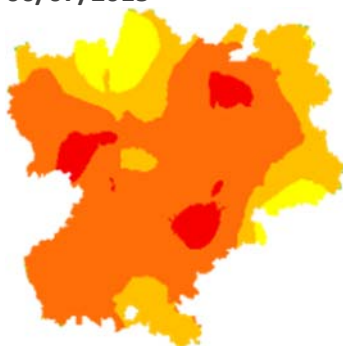
04/07/2015



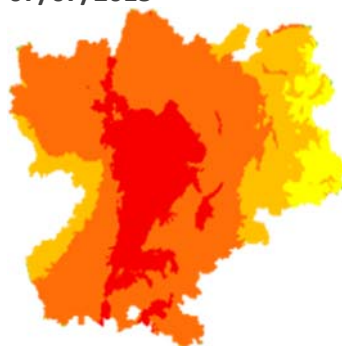
05/07/2015



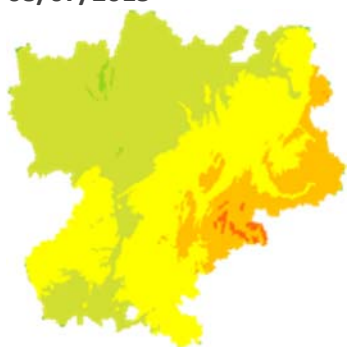
06/07/2015



07/07/2015



08/07/2015



Echelle de la qualité de l'air



EVOLUTION JOURNALIERE DE L'EPISODE DE FIN JUIN / DEBUT JUILLET



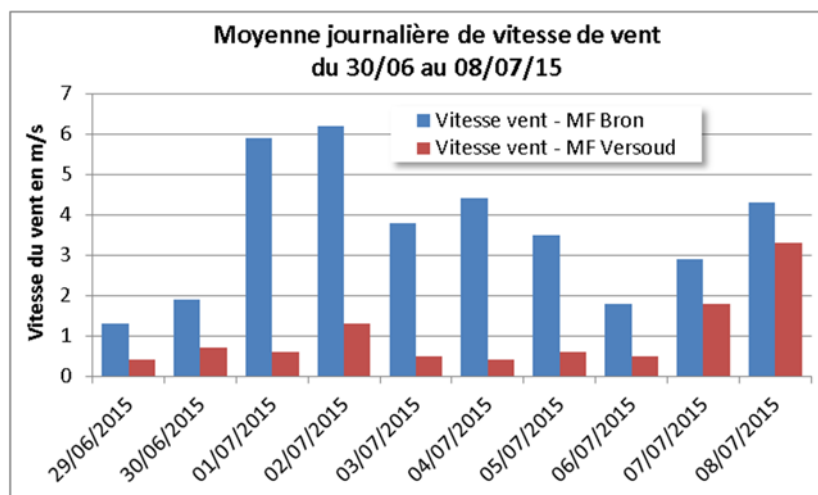
Conditions météorologiques au cours de la période du 30 juin au 7 juillet 2015

Sur la période du 30 juin au 7 juillet, la température moyenne sur l'agglomération lyonnaise était de 29,4°C (données Météo France Bron). Les températures maximales ont atteint ou dépassé 34°C sur l'ensemble des 8 jours de l'épisode, dont 4 jours supérieurs à 35°C.

Sur l'agglomération de Grenoble, la température moyenne était de 27,1°C (données Météo-France Le Versoud). Les températures maximales ont dépassé les 37,7°C sur l'ensemble des 8 jours de l'épisode.

Les conditions de températures caniculaires étaient donc favorables à la formation de l'ozone au cours de cette période.

A noter, au cours de cette période, un fort vent de secteur sud a soufflé sur le bassin lyonnais et la vallée du Rhône du 1er au 5 juillet. Les conditions de vent étaient donc plus favorables à la dispersion sur ces deux zones que sur le bassin grenoblois, où le vent était beaucoup plus faible.



EVOLUTION ANNUELLE DES MOYENNE JOURNALIERE DE VITESSE DE VENT (DONNEES METEO-FRANCE)



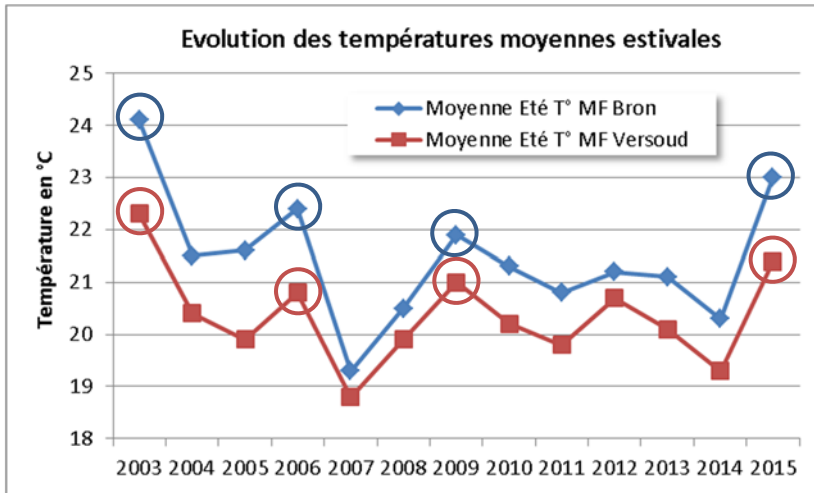
Quels sont les effets des températures caniculaires ?

L'été 2015 aura été marqué par des températures caniculaires. En effet, au cours du mois de juillet deux vagues de chaleur ont été observées en tout début, puis en milieu de mois, durant lesquelles de nombreux records de températures ont été enregistrés. **Selon Météo-France le mois de juillet 2015 se place au 3^e rang des mois de juillet les plus chauds depuis 1900, derrière 2006 (Ecart de +3.6 °C) et 1983 (Ecart de +2.6 °C).**

L'ensoleillement a été généreux sur les régions du Sud mais aussi du Nord-Est au Centre-Est où **des records ont été enregistrés** : 310 heures à Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), 316 heures à Bourg-Saint-Maurice (Savoie), 324 heures au Puy-en-Velay (Haute-Loire), 333 heures à Meythet (Haute-Savoie) et 342 heures à Lyon (Rhône).

Sur la base des données Météo France depuis 2003 sur la région Rhône-Alpes (Station du Versoud sur l'agglomération de Grenoble et station de Bron sur l'agglomération de Lyon), l'été 2015 apparaît comme le plus chaud après l'été 2003 et devant 2006 et 2009 (Cf. graphique suivant).

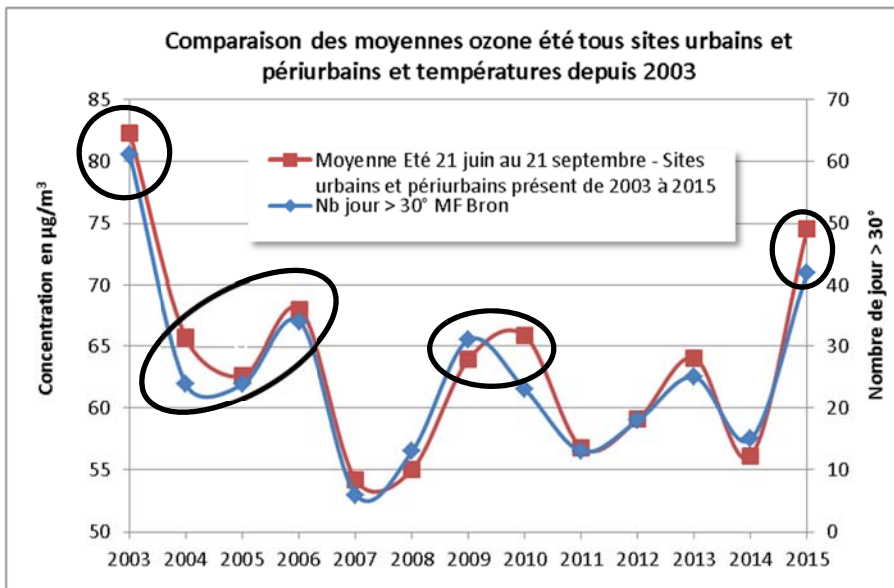




EVOLUTION ANNUELLE DES TEMPERATURES MOYENNE ESTIVALES (DONNEES METEO-FRANCE)

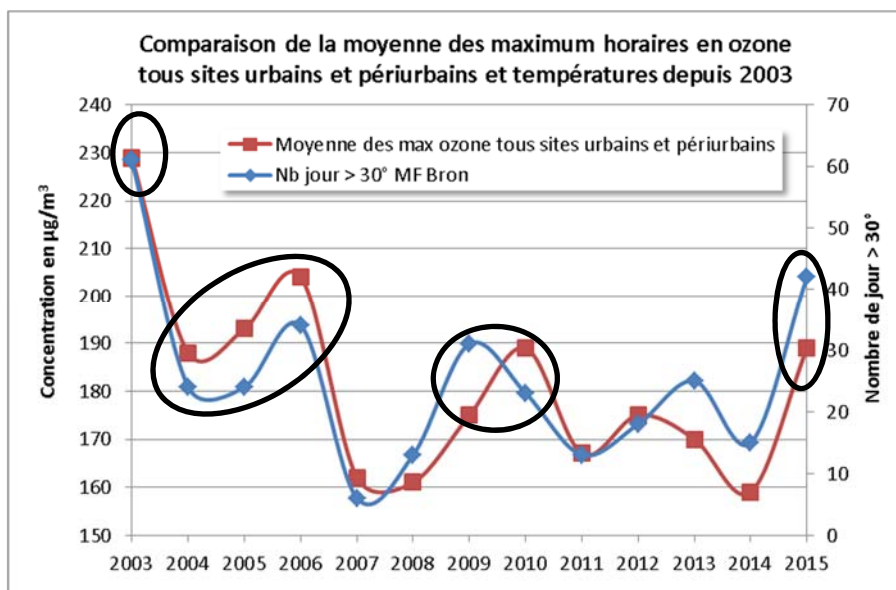
Pollution à l’ozone sur le long terme : les périodes avec des températures caniculaires sont propices à la hausse des concentrations moyennes en ozone.

Les deux graphes suivants présentent les concentrations d'ozone en moyenne estivale et en moyenne annuelle sur l'ensemble des sites urbains et périurbains de surveillance, comparées avec le nombre de jours dont la température maximale est supérieure à 30°C (Données Météo France Bron)



COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION ANNUELLE DES MOYENNES EN OZONE AU COURS DE L'ETE (21 JUIN / 21 SEPTEMBRE) ET DU NOMBRE DE JOURS AVEC UNE TEMPERATURE SUPERIEURE A 30° SUR LA ZONE DE BRON (DONNEES METEO FRANCE)





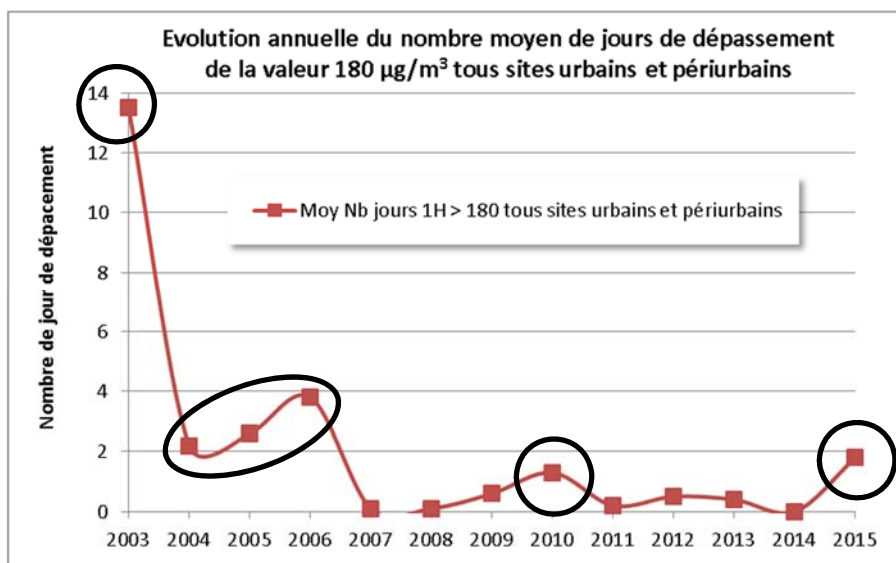
COMPARAISON DE L'ÉVOLUTION ANNUELLE DES MOYENNES DES MAXIMUM EN OZONE ET DU NOMBRE DE JOURS AVEC UNE TEMPÉRATURE SUPÉRIEURE À 30° SUR LA ZONE DE BRON (DONNÉES Météo FRANCE)

Ces graphes montrent que les concentrations moyennes en ozone sont fluctuantes d'année en année, mais ne sont pas forcément à la baisse depuis 2003. Les courbes de températures et de concentrations sont nettement corrélées, ce qui montre que les périodes caniculaires sont propices à la hausse des teneurs moyennes en ozone.

Pollution à l'ozone sur le court et moyen terme : la hausse des températures impacte sur le nombre d'épisodes d'ozone, mais l'année 2003 reste la plus exceptionnelle.

En 2015, sur l'ensemble des sites urbains et périurbains, le seuil d'information et de recommandation (180 µg/m³ sur 1 heure) a été franchi en moyenne sur 2 jours.

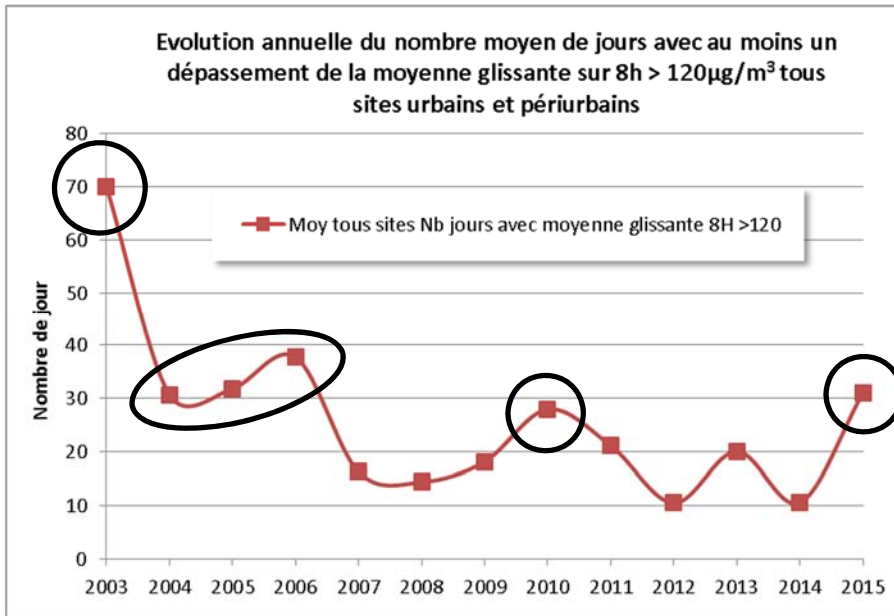
C'est presque 2 fois plus qu'en 2010 et équivalent à 2005 et 2004 mais environ 7 fois moins qu'en 2003 et 2 fois moins qu'en 2006 (deux années de fortes chaleurs).



ÉVOLUTION ANNUELLE DU NOMBRE MOYEN DE JOURS DE DÉPASSEMENT DE LA VALEUR 180µg/M³ SUR L'ENSEMBLE DES SITES URBAINS ET PÉRIURBAINS



En 2015, toujours sur l'ensemble des sites urbains et périurbains, le nombre moyen de jours avec des dépassements réglementaires (valeur cible de la réglementation européenne pour la protection de la santé à ne pas dépasser plus de 25 jours par an en moyenne sur 3 ans : $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne glissante sur 8 heures) est du même ordre de grandeur qu'en 2010, 2005 et 2004, mais environ deux fois plus faible qu'en 2003 et légèrement plus faible qu'en 2006.

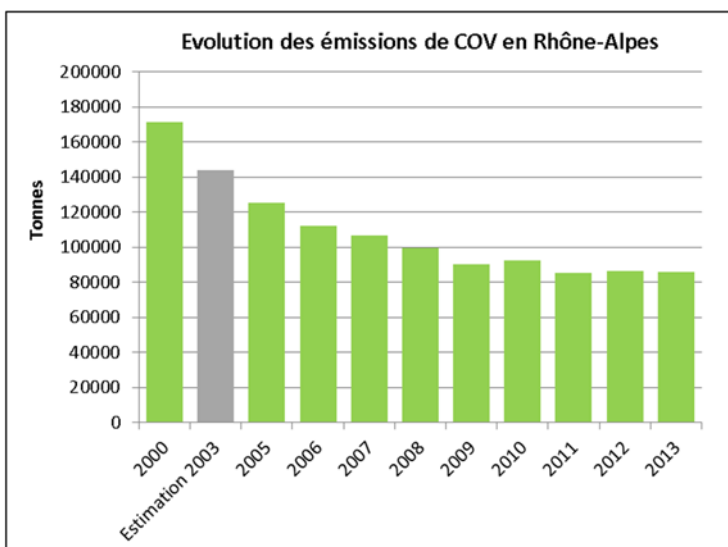


EVOLUTION ANNUELLE DU NOMBRE MOYEN DE JOURS AVEC AU MOINS UN DEPASSEMENT DE LA VALEUR $120\mu\text{g}/\text{m}^3$ EN MOYENNE GLISSANTE SUR 8 HEURES SUR L'ENSEMBLE DES SITES URBAINS ET PERIURBAINS

L'épisode d'ozone du mois de juillet 2015 n'est donc pas "exceptionnel" par rapport à 2003, mais s'inscrit parmi les plus importants des 12 dernières années.

Au vu des températures atteintes en 2015, on aurait pu s'attendre à des concentrations plus élevées. Plusieurs facteurs peuvent expliquer le caractère assez modéré de la hausse des taux en 2015 :

- La baisse continue depuis les années 2000 des émissions des principaux polluants précurseurs de la formation d'ozone liés aux activités humaines, composés organiques volatils et d'oxydes d'azote ;



EVOLUTION ANNUELLE DES EMISSIONS DE COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS D'ORIGINE ANTROPIQUE EN RHONE-ALPES

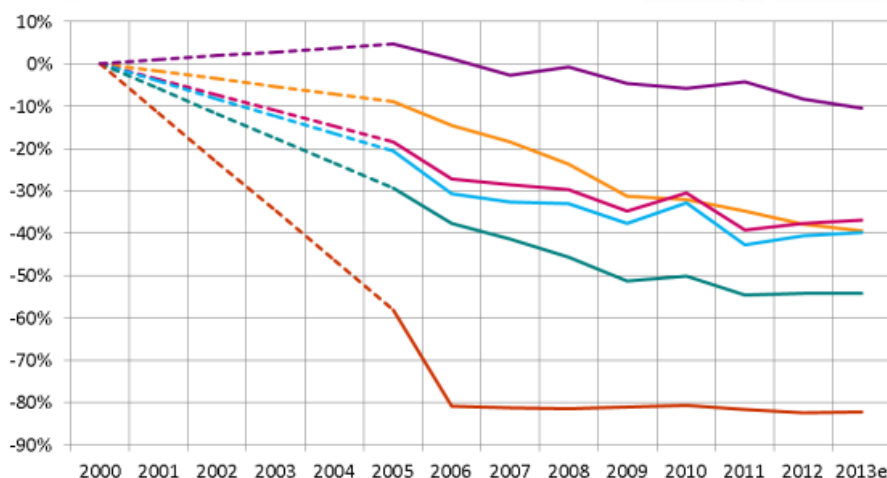


Evolution des émissions par rapport à l'année 2000

> Rhône-Alpes



© Air Rhône-Alpes - V2013 / OREGES Rhône-Alpes



Pas d'évaluation pour les années 2001 à 2004

*3 GES (à climat normal) = CO₂ + CH₄ + N₂O
sur la base du Pouvoir du Réchauffement global à 100 ans :
Coefficient de pondération de 1 pour le CO₂, 21 pour le CH₄ et 310 pour le N₂O

EVOLUTION RELATIVE DES EMISSIONS EN RHONE-ALPES PAR RAPPORT A L'ANNEE 2000

- L'influence des paramètres météorologiques (autres que la température) :
 - La durée des périodes caniculaires et d'ensoleillement : l'année 2003 a connu des périodes avec des températures caniculaires particulièrement longues et sur un grand nombre de jours consécutifs.
 - Les conditions dispersives : en 2015, le bassin grenoblois fut plus impacté que d'autres zones. Cela s'explique en partie par les forts vents de sud qui ont soufflé du 1^{er} au 5 juillet sur le bassin lyonnais-Nord-Isère et la vallée du Rhône et qui ont permis de limiter le nombre de dépassement du seuil d'information sur ces zones, en favorisant le brassage atmosphérique et la dilution des polluants. A contrario, le vent au sol était de faible intensité dans le bassin grenoblois, l'accumulation d'ozone et de précurseurs était favorisée, occasionnant des taux plus élevés. Des phénomènes complexes d'accumulation d'ozone en région grenobloise ont été mis en évidence dans différents travaux de recherche, cf. notamment la [thèse d'Eric Chaxel « Photochimie et Aérosol en Région Alpine : Mélange et Transport – 2006 »](#).



Quels seront les effets du réchauffement climatique ?

L'Institut national de l'environnement industriel et des risques (INERIS) a réalisé une étude pour l'Agence européenne de l'Environnement qui a été publiée dans *Environmental Research Letters* et qui vise à déterminer l'ampleur de l'impact du changement climatique sur la pollution à l'ozone. Ce travail s'est appuyé sur toutes les études effectuées depuis 2005 dans ce domaine.

Les résultats confirment que le changement climatique aura un effet pénalisant sur la pollution à l'ozone pour une grande partie de l'Europe continentale, avec une augmentation prévisionnelle des concentrations d'ozone en été de l'ordre de 2 à 3 µg/m³ en moyenne.



Le niveau d'augmentation de l'ozone pourrait atteindre jusqu'à 10 µg/m³ en Europe Centrale et en Europe du Sud pour les scénarios les plus pessimistes. Les impacts les plus forts se feront sentir sur la France, l'Espagne, l'Italie et l'Europe Centrale.

Pour plus d'informations :

<http://www.ineris.fr/centredoc/cp-ozone-cc-1441351039.pdf>
<http://iopscience.iop.org/1748-9326/10/8/084015/article>

Bilan et Conclusion

L'été 2015 a été marqué par des vagues de chaleur avec des températures caniculaires, notamment au mois de juillet, au cours duquel ont été observés plusieurs jours de pollution à l'ozone.

En Rhône-Alpes, l'épisode a touché de nombreux secteurs avec plusieurs journées de déclenchement du dispositif préfectoral, comme le bassin grenoblois, le bassin lyonnais Nord-Isère, les Pays de Savoie, la vallée du Rhône,... Le bassin grenoblois a été le plus impacté, avec 4 journées au niveau d'Alerte. Au plus fort de l'épisode, près de 20% de la surface et environ 40% de la population de la région Rhône-Alpes ont subi des teneurs en ozone dépassant le seuil horaire d'information et de recommandation pour les personnes sensibles.

Sur l'ensemble de l'été 2015, la région Rhône-Alpes a connu 11 journées d'activation du dispositif préfectoral toutes zones confondues, réparties en 3 phases :

- 8 journées consécutives au début du mois de juillet
- 1 journée le 16 juillet
- 2 journées consécutives au mois d'août

Bien que non généralisé et non "exceptionnel", cet épisode a concerné une part non négligeable de la population européenne : en France (PACA et région parisienne, selon les jours), mais également dans d'autres pays, notamment en Italie, en Suisse, en Allemagne et aux Pays-Bas.

L'analyse rétrospective des épisodes de pollution à l'ozone montre que l'année 2003 reste "exceptionnelle" en termes de concentrations maximales et de nombre de jours de dépassements des seuils réglementaires. Mais l'épisode de cette année 2015 s'inscrit tout de même parmi les plus importants des 12 dernières années.

Les températures caniculaires apparaissent comme un facteur effectivement propice à la hausse des concentrations d'ozone en moyenne sur le long terme, mais pas nécessairement déterminant sur les impacts à plus court terme (concentrations horaires).

En effet, les hausses des concentrations d'ozone sur une ou plusieurs journées dépendent de plusieurs autres facteurs, comme la présence ou non de polluants précurseurs, mais aussi et surtout de l'influence d'autres paramètres météorologiques (comme la durée des périodes caniculaires ou les conditions de dispersion).

Enfin, dans une perspective plus lointaine, malgré la baisse actuelle des émissions des principaux polluants précurseurs d'ozone (NO_x et COV), une récente étude de l'INERIS montre que le changement climatique aura un effet pénalisant à long terme sur la pollution à l'ozone pour une grande partie de l'Europe continentale, avec une augmentation prévisionnelle des concentrations d'ozone en été de l'ordre de 2 à 3 µg/m³ en moyenne, voire jusqu'à 10 µg/m³ en Europe Centrale et en Europe du Sud pour les scénarios les plus pessimistes. Les impacts les plus forts se feront sentir sur la France, l'Espagne, l'Italie et l'Europe Centrale.

