

OZONE

FORMATION ET TAUX DANS L'AIR

2014 Juillet

Résumé

- l'ozone a une origine naturelle ou humaine
- l'ozone est stratosphérique ou troposphérique
- l'ozone troposphérique se forme plutôt loin des sources de polluants précurseurs

1. FORMATION : Ozone

1.1. Formation d'origine naturelle de l'ozone (Stratosphère)

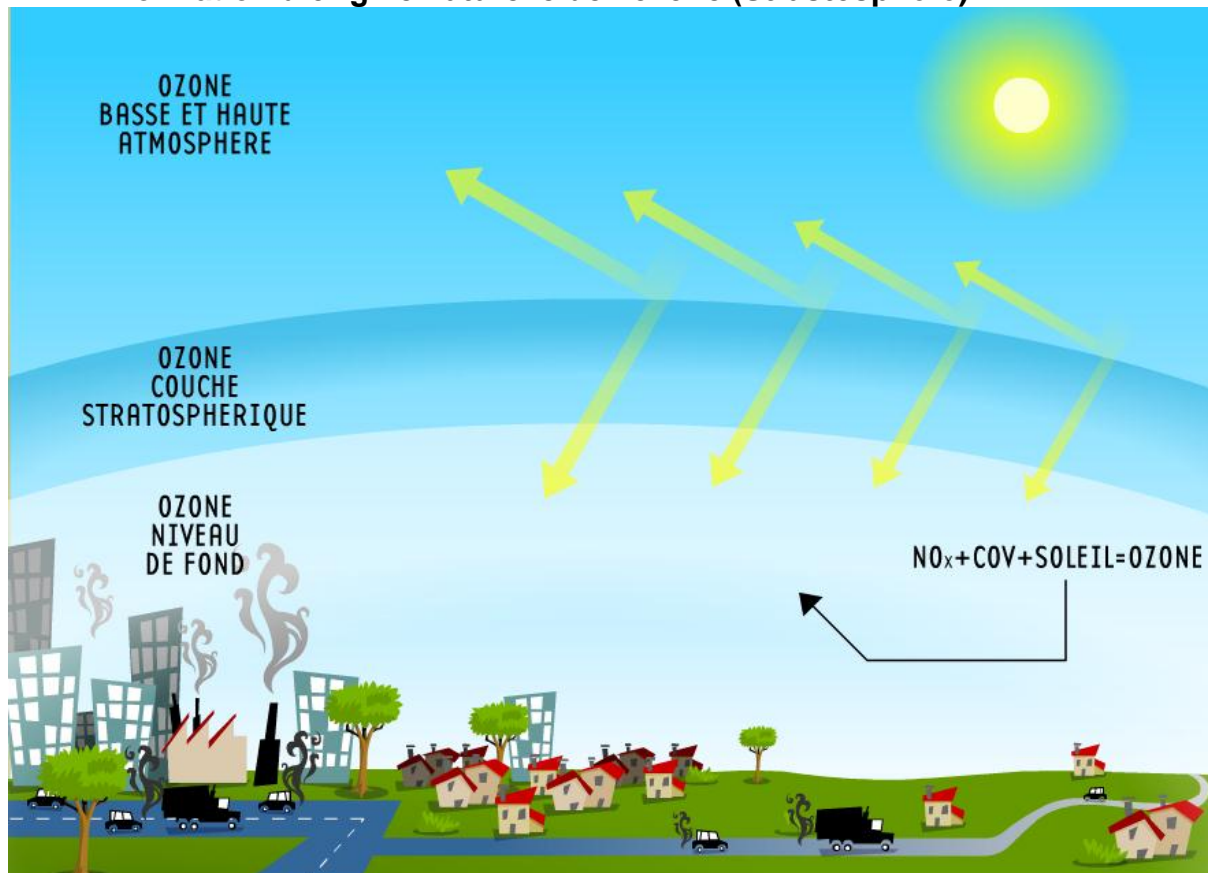


Figure 1 : ozone stratosphérique ou « bon » ozone ($\text{O}_2 + \text{O} + \text{UV}$ soleil)

L'ozone est un gaz naturellement présent dans la stratosphère¹ grâce à l'action du rayonnement solaire ultra-violet sur des molécules de dioxygène présentes dans l'air.

L'ozone se forme par des réactions photochimiques. Les rayons ultra-violet UV de forte énergie atteignent une molécule de dioxygène (O_2). Cette énergie « casse » les liaisons entre les deux atomes d'oxygène, ce qui produit deux radicaux oxygénés (O). Un radical O entre en collision avec une molécule de dioxygène, et produit de l'ozone (O_3).

Avec une concentration d'ozone suffisante (Figure 1), une couche (de « bon » ozone) se forme dans la stratosphère qui va protéger les organismes vivants comme un filtre absorbant les rayonnements nuisibles UV-B.

1.2. Formation d'origine humaine de l'ozone (Troposphère)

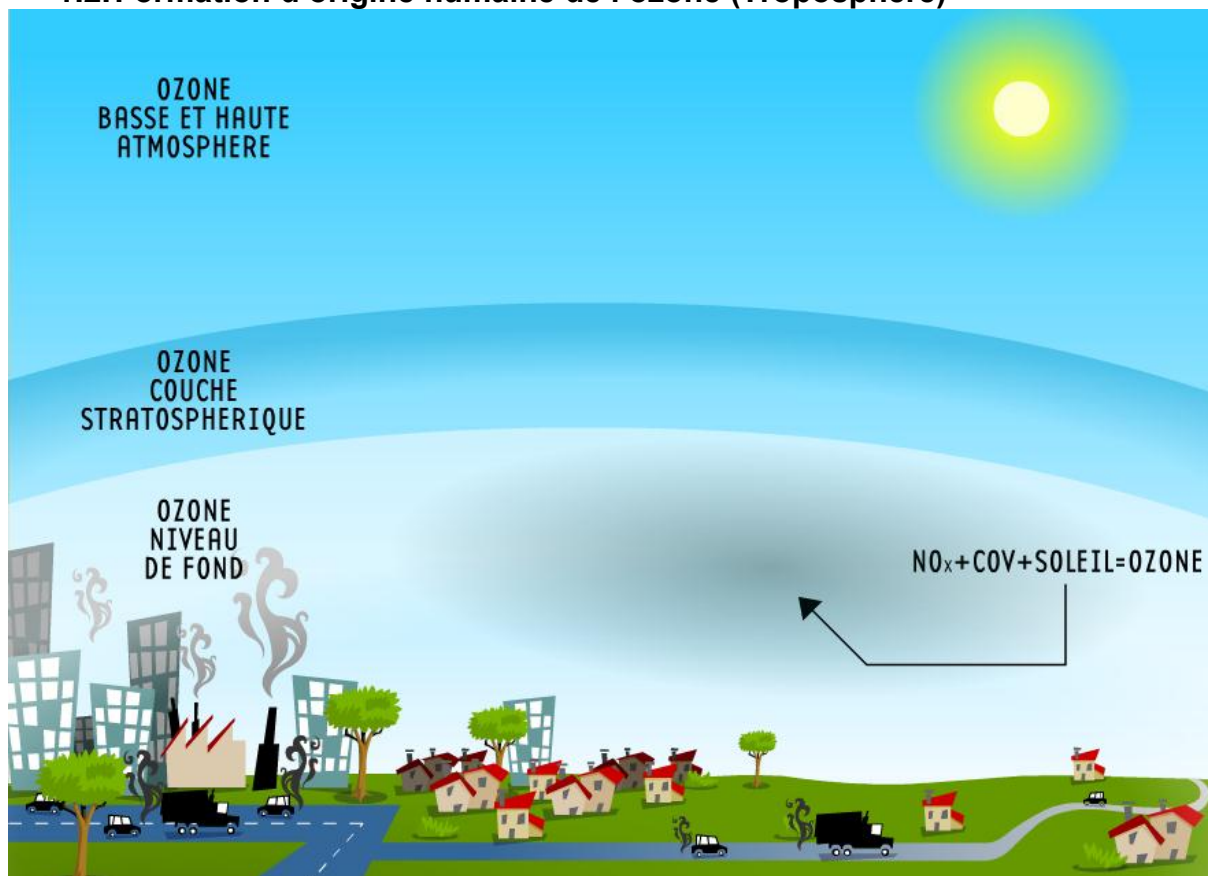


Figure 2 : Ozone troposphérique ou « mauvais » ozone ($NO_x+COV+soleil$)

L'ozone est aussi présent dans la troposphère². En revanche sa présence n'est pas naturelle, mais due aux émissions des activités humaines.

L'ozone (O_3) troposphérique est créé par des réactions photochimiques complexes entre des oxydes d'azote (NO_2 et NO) et des composés organiques volatils (COV), en présence d'un ensoleillement estival.

L'été est une saison favorable à sa formation dans la troposphère. Sa concentration dans l'air va varier fortement selon des conditions favorables ou non à sa formation (un ensoleillement suffisant, des niveaux élevés de polluants précurseurs).

Le rayonnement solaire va dissocier le composé NO_2 (dioxyde d'azote) en NO (oxyde d'azote) et un atome d'oxygène (O). Celui-ci va réagir aussitôt avec le composé oxygène (O_2) pour former de l'ozone (O_3) à 3 atomes d'oxygène. Ensuite les composés organiques volatils (COV) vont se transformer en radicaux peroxydes capables de se combiner avec le monoxyde d'azote (NO) pour créer du dioxyde d'azote (NO_2).

¹ Couche de l'atmosphère entre 20 et 40 km d'altitude

² Zone de l'atmosphère entre le sol et 7 à 12 km d'altitude

L'ozone a des effets nocifs pour la santé et l'environnement. On parle ainsi d'ozone troposphérique (ou de « mauvais » ozone, Figure 2). Dans certain territoire il est même l'un des principaux facteurs responsables de la dégradation de la qualité de l'air, notamment sur le pourtour méditerranéen.

En zones côtières en présence d'un fort ensoleillement, avec des phénomènes de brise de terre, les polluants primaires dits précurseurs de l'ozone, émis le matin par les activités humaines (NO_x, COV) et par la végétation (COV biogéniques), peuvent se déplacer de la terre vers la mer. Ils se transforment grâce aux réactions photochimiques en ozone, qui peut ensuite (dans l'après-midi) être rabattu vers la terre par l'effet d'une brise de mer. Voir fiche technique « Brise de terre/ brise de mer ».

L'ozone est un polluant mais aussi un gaz à effet de serre, c'est-à-dire qu'il agit sur le climat : 3^{ème} gaz à effet de serre après la vapeur d'eau et le dioxyde de carbone.

2. TAUX : Ozone

2.1. Taux d'ozone en situation non polluée

L'ozone (trait rouge supérieur) est naturellement assez peu abondant dans la troposphère (Figure 3). En effet, les précurseurs de l'ozone (oxydes d'azote notamment, trait bleu inférieur) sont présents en faibles quantités car ils issus principalement d'un transport plus longue distance.



Figure 3 : Niveau d'ozone en situation non polluée, ou ozone « de fond »

2.2. Taux d'ozone en situation polluée

En zones urbaines et industrialisées (Figure 4), l'ozone est assez peu abondant alors que les émissions de précurseurs sont importantes (trait bleu supérieur). La raison : l'ozone formé (trait rouge inférieur) par réaction entre le soleil (U.V) et le NO₂ va réagir très vite avec le NO produit par les activités humaines (en flux constamment élevé en situation polluée).



Figure 4 : Niveau d'ozone en situation polluée, ou ozone « urbain »

2.3. Taux d'ozone loin des villes

A condition toutefois d'être toujours exposé au panache des émissions de NOx précurseurs d'ozone, la quantité de monoxyde d'azote (NO) formée va diminuer (trait bleu inférieur) avec la distance des sources d'émissions (trafic routier notamment). Du NO en quantité plus faible peut moins facilement se combiner avec l'ozone déjà formé pour produire de nouveau du NO₂. Ainsi, la concentration en ozone devient cette fois plus abondante (trait rouge supérieur) car il n'est plus détruit aussitôt formé.

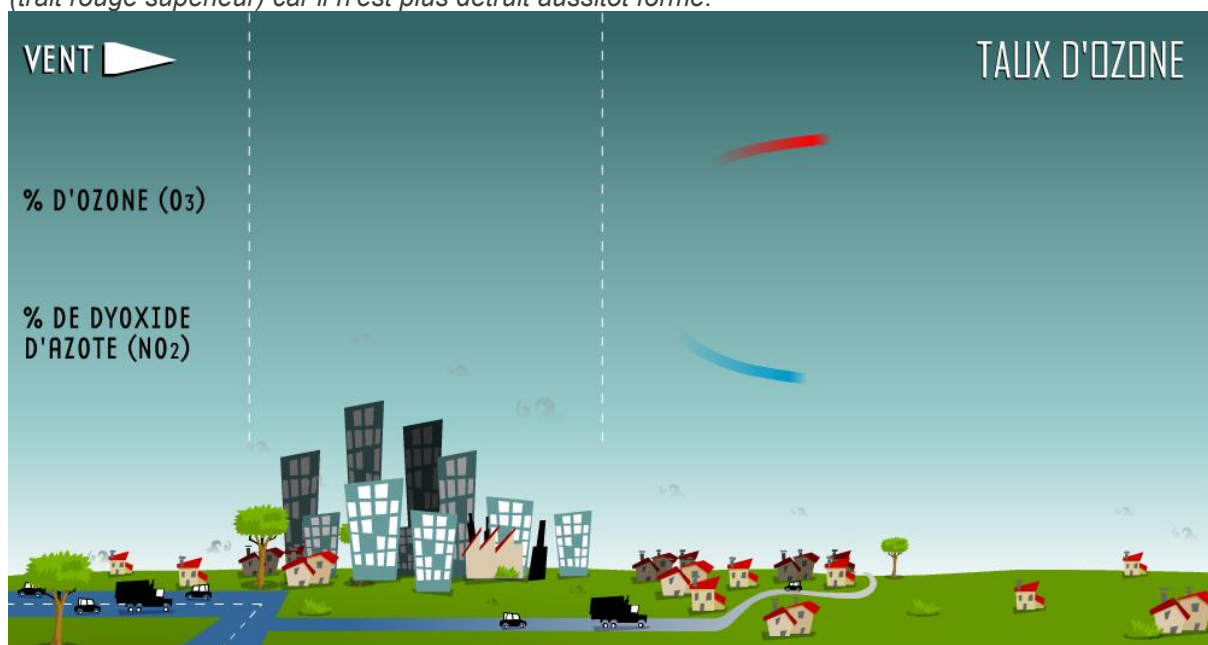


Figure 5 : Niveau d'ozone loin des villes, ou ozone « rural »

Pour en savoir plus

www.ademe.fr

www.techno-science.net/?onglet=glossaire&definition=3466



L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr