

CHAPITRE 02

LIENS ENTRE LA COMBUSTION ET LA POLLUTION.

1 INTRODUCTION :

L'air est un mélange gazeux inodore et incolore sur une faible épaisseur. Sur des volumes plus grands, il devient bleu à cause du phénomène de diffraction de la lumière par les atomes qui le constituent. S'organisant en plusieurs couches superposées jusqu'à une altitude de plus de 500 km, l'atmosphère joue également un rôle de protection contre les agressions en bloquant les dangereuses particules énergétiques éjectées par le soleil, en freinant les météorites, ainsi qu'en absorbant les rayonnements ultraviolets nocifs, sa qualité ne cesse de se dégrader d'un jour à un autre. La cause principale de cette dégradation est bien l'activité humaine à savoir l'industrie, le transport.....cette dégradation à un effet néfaste sur notre santé. Plus l'air est pollué plus les problèmes environnementaux et sanitaires évoluent. Les gaz issus de la combustion des combustibles fossiles figurent parmi les principaux polluants de l'atmosphère. (14 kg d'air /jr 11000l)

2 COMPOSITION DE L'AIR ATMOSPHERIQUE :

Source (Atmosphere, air pollution and its effect, 2007)

GAS	SYMBOL	CONCENTRATION (%)
Nitrogen	N ₂	78.08
Oxygen	O ₂	20.95
Argon	Ar	0.93
Neon	Ne	0.0018
Helium	He	0.0005
Hydrogen	H	0.00006
Xenon	Xe	0.000009
Water vapor	H ₂ O	0 to 4
Carbon dioxide	CO ₂	0.036
Methane	CH ₄	0.00017
Nitrous oxide	N ₂ O	0.00003
Ozone	O ₃	0.000004
Particles (dust, soot)		0.000001
Chlorofluorocarbons (CFCs)		0.00000002

Atmosphere / Dana Desonie.
p. cm. — (Our fragile planet)

3 DEFINITIONS DE LA POLLUTION :

Constitue une pollution atmosphérique l'introduction par l'homme, directement ou indirectement, dans l'atmosphère et les espaces clos, de substances ayant des conséquences préjudiciables de nature à mettre en danger la santé humaine, à nuire aux ressources biologiques et aux écosystèmes, à influencer sur les changements climatiques, à détériorer les biens matériels.

3 TYPE DE POLLUTIONS ATMOSPHERIQUES :

On distingue trois types de pollutions ;

- 1- Planétaire ; La dégradation de la couche d'ozone
- 2- Régionale ; pluies acides (1000km)
- 3- Locale : La pollution urbaine agit sur quelques kilomètres.

4 LES FAMILLES DE POLLUANTS

- 1- Les polluants primaires : Les polluants primaires sont directement issus des sources de pollution.
- 2- Les polluants secondaires : La formation de polluants secondaires nécessite un certain temps durant lequel les masses d'air se déplacent.

5 LES SOURCES DE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE

On se limite aux sources anthropiques (c'est à dire liées aux activités humaines) de la pollution. On distingue deux groupes : Les gaz (90%) et les particules solides (10%) (poussières, fumées). Ces sources sont le résultat de multiples facteurs : production d'énergie, agriculture intensive, industries extractives, métallurgiques et chimiques, la circulation routière et aérienne, incinération des ordures ménagères et des déchets industriels, etc

La pollution atmosphérique se concentre surtout en milieu urbanisé et dans les zones d'activités

A tous les stades de l'activité humaine, c'est l'usage des hydrocarbures fossiles et du charbon, qui demeurent au premier rang des sources de contamination de l'environnement. L'extraction et la combustion de produits pétroliers s'accompagnent d'innombrables

pollutions : marées noires, raffinage qui salissent les eaux continentales, de même que les vidanges "sauvages" et autres usages dispersifs des hydrocarbures.

De surcroît, leur combustion libère dans l'atmosphère divers polluants gazeux (gaz carbonique, oxyde de carbone, de soufre, d'azote, hydrocarbures imbrûlés, dérivés du plomb utilisés comme additifs dans les essences, etc.).

5 LES EFFETS DE LA POLLUTION :

Les effets de la pollution atmosphériques dépendent de la quantité de polluant avec lequel l'organisme est en contact. On parle de « dose ». Elle est en fonction de 03 facteurs : la concentration des polluants dans l'atmosphère, la durée de l'exposition et l'intensité de l'activité physique.

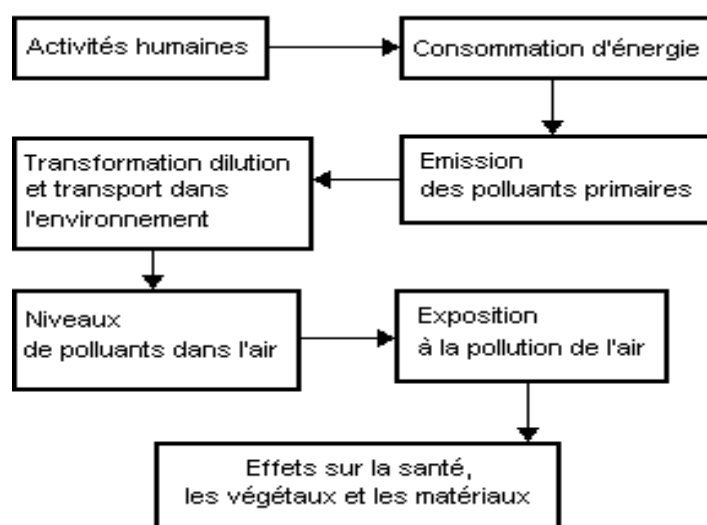
6- IMPACTE SUR L'ENVIRONNEMENT :

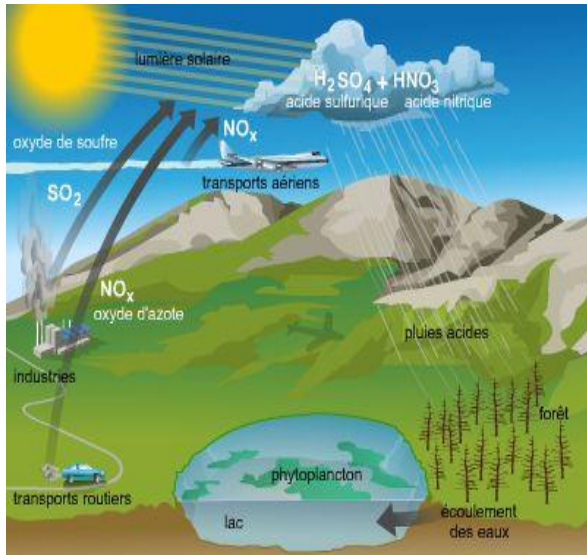
A long terme les effets sur l'environnement peuvent avoir lieu avec des concentrations plus faibles que celles nocives pour l'homme.

Les conséquences les plus visibles sont souvent le noircissement des bâtiments et des monuments, dont le coût de la restauration est souvent très lourd.

Les oxydes d'azote et le dioxyde de soufre contribuent fortement au phénomène des pluies acides qui détruisent le milieu naturel ainsi que les matériaux de construction.

Les polluants les plus oxydants (ozone) réduisent l'activité de photosynthèse des plantes, ce qui se traduit de manière visible par l'apparition de tâches (nécroses) sur la surface des feuilles des plantes les plus sensibles. Cela entraîne des ralentissements de croissance chez les végétaux. Des réductions de rendement agricole ont même été observées.





Chapitre 03 : Le Monoxyde de Carbone CO

Introduction :

Les sources technologiques de monoxyde de carbone sont dues aux activités de l'homme et à ce titre généralement concentrées dans les zones urbaines et industrielles où le monoxyde de carbone résulte de la combustion incomplète de produits carbonés (combustibles) dans les systèmes de chauffage, les véhicules à moteurs et les processus industriels.

La stabilité du niveau ambiant en CO (pollution de fond) prouve qu'il existe des mécanismes d'élimination naturelle (oxydation atmosphérique, absorption par le sol, la végétation). Le monoxyde de carbone est un précurseur de la pollution photo-oxydante et de l'ozone.

1-Propriétés du monoxyde de carbone :

1-1 Propriétés physiques

le monoxyde de carbone (CO) est un gaz incolore, inodore à température ambiante.

$T_{eb} = -191^{\circ}\text{C}$; $T_{liq} = -207^{\circ}\text{C}$ à P atmosphérique. C'est gaz inflammable.

(limite d'inflammabilité inférieure et supérieure dans l'air 12% et 74% en volume).

Il est très peu soluble dans l'eau : un litre d'eau en dissout 35 cm^3 à 0°C et $1\ 013\text{ hPa}$, (21 cm^3 à 25°C et $1\ 013\text{ hPa}$).

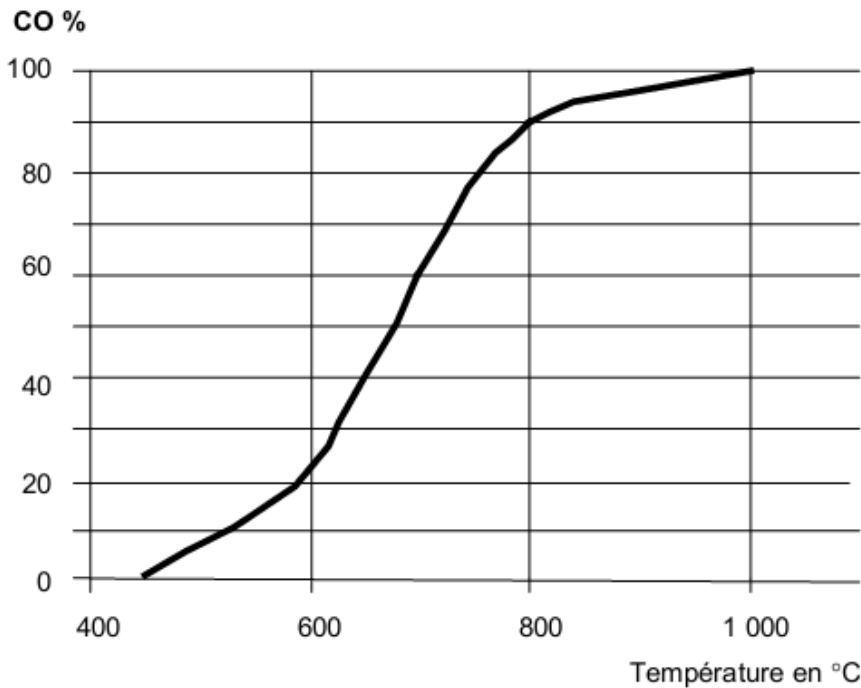
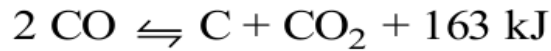
Sa masse volumique est de $1,25\text{ g/litre}$ à 0°C et $1\ 013\text{ hPa}$, ($1,15\text{ g/litre}$ à 25°C et $1\ 013\text{ hPa}$).

Son poids moléculaire est de $28,01\text{ g}$. Sa densité par rapport à l'air est $0,97$, ce qui explique sa rapide diffusion à partir du moment où il est émis.

1.2. Propriétés chimiques

1.2.1. Stabilité thermique

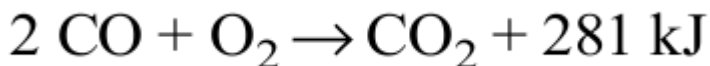
Le monoxyde de carbone est stable au-dessus de 1 000 °C. Au-dessous de cette température, il peut se décomposer selon l'équilibre réversible de Boudouard :



– La courbe de dissociation thermique du CO.

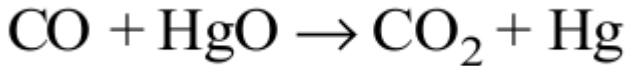
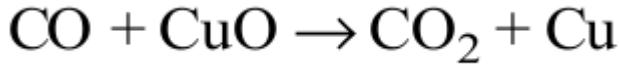
1.2.2. Oxydation

Oxydation par l'oxygène de l'air

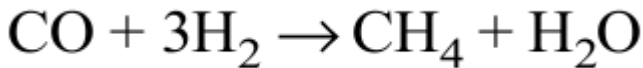


Oxydation au moyen d'un réactif oxydant

Parmi les oxydes, on peut citer MnO , NiO , Cu_2O , CuO , ZnO , Fe_2O_3 , Cr_2O_3 , V_2O_5 :



1.2.3. Réduction



Réaction en présence du nickel et à 250°C.

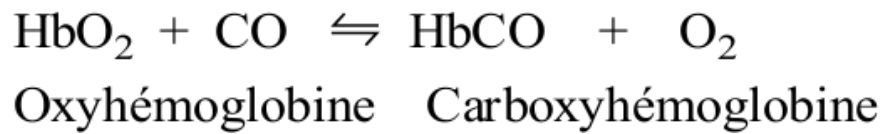
1.2.4. Réactions dans l'atmosphère

- $\text{CO} + 3\text{H}_2 \rightarrow \text{CH}_4 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{CO} + \text{O}_3 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{O}_2$

1.3. Propriétés physiologiques

Le CO donne avec l'hémoglobine du sang une combinaison dénommée carboxyhémoglobine (HbCO), incapable de s'oxyder à l'air comme le fait l'hémoglobine. Il inactive ainsi une certaine proportion de l'hémoglobine du sang, qui de ce fait n'est plus apte à jouer son rôle de vecteur d'oxygène au travers de l'organisme. En effet, l'hémoglobine fixe

Le monoxyde de carbone est même capable de décomposer l'oxyhémoglobine selon la réaction :



Étant un composé relativement stable, non dissocié au stade cellulaire, HbCO est ramenée intacte au poumon où du monoxyde de carbone peut à nouveau se fixer sur la fraction d'hémoglobine libre.

L'affinité de l' HB au CO est 200 fois plus qu'à l'oxygène.

Chapitre 04 : Oxydes d'Azote (NOx)

1-INTRODUCTION :

Toute combustion dans l'air (brûleurs, chaudières, véhicules automobiles, Aéronautique, centrales thermiques,...) émet des oxydes d'azote NOx. Les oxydes d'azote proviennent de réactions entre l'azote (de l'air ou du combustible) et l'oxygène de l'air. Au cours de toute réaction de combustion à température élevée, les deux principaux composants de l'air, l'azote et l'oxygène, peuvent se combiner pour former de petites quantités d'oxydes d'azote. Le monoxyde (NO) et le dioxyde d'azote (NO₂) sont couramment regroupés sous le terme de NOx.

2-PRINCIPALES SOURCES DE MONOXYDE ET DE DIOXYDE D'AZOTE

Le Tableau I.2 regroupe les émissions de NOx depuis 1960 jusqu'à 2002 .

Période d'observation :	depuis 1960
Emissions en 2002 :	1 352 kt
Maximum observé :	2 024 kt en 1980
Minimum observé :	848 kt en 1960

Le niveau d'émission des NOx atteint en 2002 est de 1352 kt. Le transport routier reste le premier émetteur, bien que sa contribution soit en baisse d'environ 40% depuis 1993. En 2002, le transport routier représentait environ 48% des émissions totales de la France métropolitaine. Les sources mobiles représentent les 2/3 des émissions si l'on ajoute au transport les engins mobiles de tout type (engins industriels, agricoles, forestiers, de loisir,...).

La baisse observée depuis 1993 dans le secteur des transports routiers (véhicules à essence) est principalement liée à l'équipement des véhicules en pots catalytiques. Les pots catalytiques limitent la production de NOx des véhicules équipés. Il permet d'oxyder les hydrocarbures imbrûlés et de transformer le monoxyde de carbone en dioxyde de carbone.

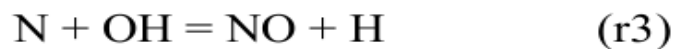
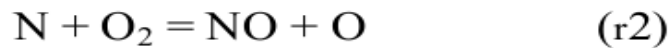
3-MECANISMES DE FORMATION DES OXYDES D'AZOTE :

Le monoxyde d'azote NO est le composé azoté toxique et polluant qui est produit en quantité prépondérante au cours des processus de combustion. On distingue trois catégories de mécanismes de formation de NO. Ainsi, deux mécanismes mettent en jeu les atomes d'azote N provenant de l'azote de l'air : le mécanisme du NO-thermique et le

mécanisme du NO-précoce. Le troisième mécanisme s'appuie sur l'azote pouvant être lié à la chaîne carbonée du combustible : le mécanisme du NO-combustible.

3-1. Mécanisme de Zeldovich, dit du « NO-thermique » :

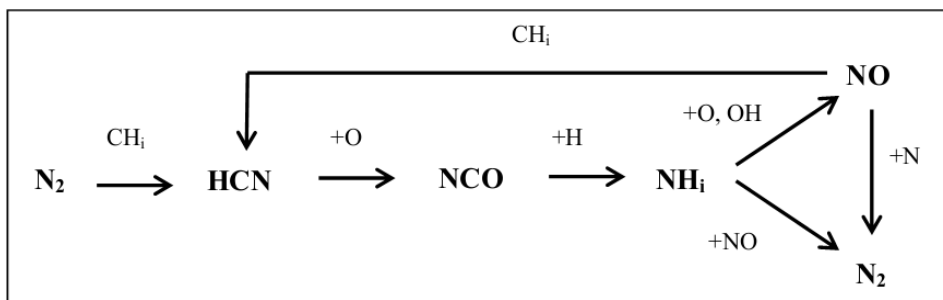
Le premier schéma réactionnel proposé pour rendre compte de la formation du monoxyde d'azote à partir de l'azote moléculaire de l'air à haute température a été proposé par Zeldovich (1946). Ainsi, parle-t-on communément de mécanisme de formation du « NO-thermique » ou « thermal-NO ». Le mécanisme du NO-thermique est donc fortement influencé par la température du milieu. Le mécanisme considéré est le suivant :



3- 2. Mécanisme de Fenimore, dit du « NO-précoce » :

par Fenimore (1971), le mécanisme du « NO-précoce » (ou « prompt-NO ») traduit la formation rapide de NO dans des milieux réactionnels riches en combustible. Le mécanisme du « NO-précoce » est dominé par la réaction d'initiation principale : $\text{CH} + \text{N}_2 \rightarrow \text{HCN} + \text{N}$

L'atome d'azote ainsi formé réagit alors suivant les réactions décrites dans le mécanisme du NO-thermique. L'acide cyanhydrique HCN est rapidement oxydé pour former NO ou N_2 selon le schéma ;



Les niveaux typiques de NO-précoce formé sont de l'ordre de quelques ppm à plusieurs centaines de ppm suivant les conditions expérimentales. Dans une flamme riche en combustible et présentant une température inférieure à 2000 K, ce mécanisme est la principale source d'oxydes d'azote. Le mécanisme du NO précoce est très sensible à la richesse du mélange réactif, ainsi qu'à la nature de l'hydrocarbure.

3- 3. Mécanisme de l'azote du combustible, dit du « NO-combustible » (ou fuel-NO) :

La combustion des fuels fossiles, des charbons ou des combustibles utilisés pour les propulseurs dans l'aéronautique par exemple, génère des oxydes d'azote à cause de la présence de composés azotés dans le combustible. Proposé par Fenimore et Jones (1961), ce mécanisme concerne la formation de NO à partir de l'azote constitutif du combustible. Les liaisons carbone - azote ont une énergie de liaison bien plus faible que celle de la triple liaison $N \equiv N$ de N_2 . Cette voie de formation de NO sera donc plus facile et plus rapide à « basse température » que celle du mécanisme du NO-thermique.

Des réactions rapides conduisent à la formation de l'acide cyanhydrique, HCN, qui réagit avec l'oxygène atomique :



Le radical CN produit NCO via :



En milieu oxydant, NCO conduit à NO et au monoxyde de carbone CO via :



La quantité de NO formé ne dépend pas de la structure de l'espèce chimique contenant l'azote puisqu'il se forme rapidement HCN, NH_3 et leurs fragments dans la flamme. L'oxydation de ces composés conduit à la formation de NO.

4- EFFET SUR LA SANTE ET L'ENVIRONNEMENT :

Sur la santé : Le dioxyde d'azote NO_2 peut pénétrer profondément dans les voies respiratoires, donc il a un effet néfaste sur la santé des personnes exposées à ce gaz. (une exposition d'une 01 heure > **1ppm** peut provoquer une irritation des yeux et des vois respiratoires.

Sur l'environnement : Le NO_2 dont la moyenne annuelle ne doit pas dépasser $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$) contribue à l'acidification de l'environnement et la formation d'ozone troposphérique et de particules fines. Il a un effet sur la végétation, les écosystèmes et les bâtiments. Les émissions acides sont transformés en sels azotés sont déposés à sec et sous forme de poussières et provoque un déséquilibre dans la composition de l'air, du sol et des eaux de surface. Conséquences : dépérissement forestier, acidité des lacs, diminution des éléments nutritifs dans les sols.

