

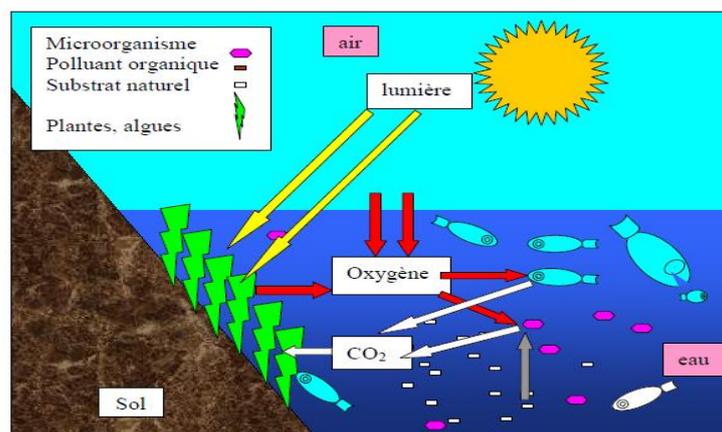
## Cours N°2

### Chapitre 2 : Le dysfonctionnement de l'écosystème

#### 1/ Le dysfonctionnement de l'écosystème :

L'équilibre de l'écosystème peut être perturbé par l'introduction d'un produit exogène (c'est à dire issu de l'extérieur) que l'on nommera la «matière polluante » car elle va modifier cet équilibre du milieu récepteur (le sol, l'eau ou l'air) en modifiant les caractéristiques physiques, chimiques ou biologiques du milieu, ce qui perturbe les interactions de l'écosystème (Biotope x Biocénose) et (Biocénose x Biocénose)

Prenons un exemple, celui d'un lac. Dans l'eau de ce lac, il y a des algues, des végétaux aquatiques des insectes, du plancton, des micro-organismes, de petits et de gros poissons... et des gaz dissous dans l'eau (comme le gaz carbonique et l'oxygène). Ce petit monde s'organise pour vivre tranquillement (**Figure 1**).



**Figure1 :** Fonctionnement d'un écosystème aquatique d'eau douce lentic (un lac)

\*La lumière qui traverse le volume d'eau va servir aux algues, aux plantes aquatiques pour produire de l'oxygène qui servira lui aussi, aux poissons, aux bactéries.

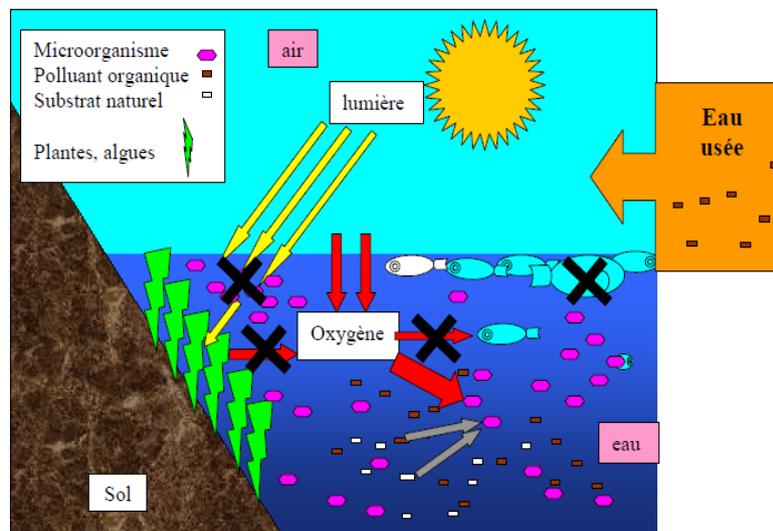
\*Les végétaux aquatiques, les algues, récupèrent le gaz carbonique, les sels minéraux de l'eau, utilisent la lumière pour la photosynthèse et rejettent de l'oxygène dans l'eau.

\*Les poissons consomment l'oxygène qu'il y a dans l'eau et mangent les plantes, les algues, les insectes, et les gros poissons mangent les petits poissons.

\*Les micro-organismes (des bactéries, par exemple) utilisent la matière organique et l'oxygène présent dans l'eau pour se développer et se multiplier. Comme cette matière organique est présente en faible quantité, ils ne se multiplient que très lentement et donc, ne consomment que peu d'oxygène ... ce qui en laissera au poisson pour respirer.

... Et tout cela vit dans un certain équilibre et tout s'arrange tranquillement, et tout va pour le mieux dans le meilleur des mondes

Le problème va arriver quand on va introduire, en quantité significative, de la matière organique ou minérale dans ce lac. (**Figure 2**). Cette matière va entraîner une modification des caractéristiques de cet équilibre même si elle est d'origine naturelle.



**Figure 2** : Dysfonctionnement de l'écosystème lacustre

Cette matière est polluante car elle devient un nouveau substrat pour les microorganismes qui vont la consommer très rapidement (**Figure 2**).

En même temps, ils (les micro-organismes), vont consommer plus d'oxygène (qui est dissous dans l'eau). Ils peuvent consommer tellement d'oxygène qu'il n'y en aura plus assez pour les poissons, ces derniers vont mourir par asphyxie.

La prolifération des micro-organismes va rendre l'eau plus opaque et va empêcher la lumière d'atteindre les algues et diminuer ainsi la production d'oxygène dans l'eau ce qui va amplifier l'asphyxie des poissons.

## 2/ Définition de la pollution

La pollution désigne «**La modification physico-chimique ou biologique d'un écosystème par l'introduction d'un élément extérieur qui crée des nuisances voir un danger pour le monde du vivant.** »

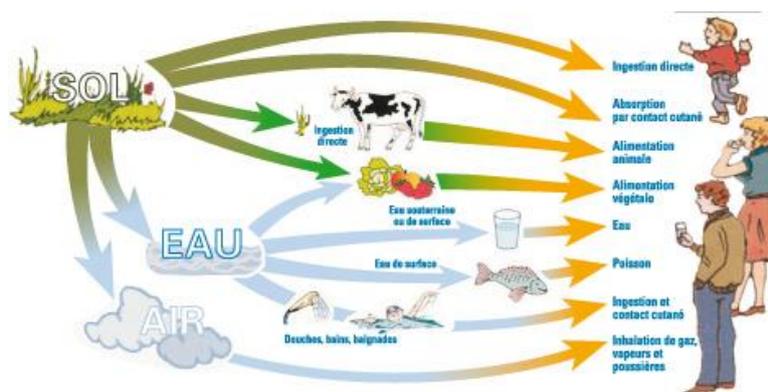
La pollution est la conséquence de l'introduction de matières, en quantité suffisamment importante pour perturber le fonctionnement habituel d'un écosystème à court, moyen, ou long terme.

La plupart du temps elle est due à l'activité de l'homme mais pas toujours.

## I) La pollution du sol :

### 1/ Définition:

On dit qu'un sol est pollué lorsqu'il contient une concentration anormale de composés chimiques potentiellement dangereux pour la santé, des plantes ou des animaux.



**Figure 3 :** Effets issus d'un sol pollué

Un sol pollué devient à son tour une source possible de diffusion directe ou indirecte de polluants dans l'environnement, *via* l'eau, les envols de poussières, émanations gazeuses

ou *via* une reconcentration et transfert de polluants par des organismes vivants (bactéries, champignons, plantes à leur tour mangés par des animaux).

## **2/ Sources de la pollution terrestre:**

### **- A - Pollution diffuse:**

Elle touche une grande superficie. Elle peut être due aux pratiques agricoles ou aux retombées atmosphériques il s'agit de petites doses répétées régulièrement et sur de grandes surfaces.

La pollution des eaux par les nitrates et les pesticides de l'agriculture est un exemple de pollution diffuse : elle se produit sur tout le territoire, d'année en année et affecte grandement la qualité des eaux et les écosystèmes.

### **- B - Pollution ponctuelle:**

Elle est très localisée et intense. Elle est liée à des sites industriels, à des dépôts de déchets ou à d'autres sites pollués de façon chronique ou accidentelle. La pollution ponctuelle (directe) est la pollution qui provient d'un point unique et identifiable, par exemple, l'effluent d'une usine.

Ce type de pollution est le plus connu et souvent le plus polluant à court terme. Les émissions de ce type de pollution sont généralement beaucoup plus polluantes que celles produites par la pollution diffuse.

## **3- Origines de la pollution du sol :**

La pollution du sol pourrait être d'origine :

- a- Agrochimique : Exemple (l'agriculture intensive ou une mauvaise utilisation des engrais et des pesticides)
- b- Urbaine : Exemple (Polluants provenant des moyens de transports, polluants provenant des déchets urbains et des boues d'épuration)
- c- Industrielle : Exemple (Les PCB, les hydrocarbures, les industries minières)

## **4- Les impacts de la pollution du sol :**

\*Des problèmes de santé pour les êtres humains: Exemple, de fortes concentrations de plomb ou de mercure peuvent endommager le cerveau en développement des jeunes enfants

\*Dérèglement de la chaîne alimentaire: La pollution du sol peut affecter négativement le métabolisme des micro-organismes et des arthropodes, ce qui peut détruire certaines couches de la chaîne alimentaire primaire et avoir un effet néfaste sur les espèces animales prédatrices.

\*Dégradation de la qualité d'air: la combustion des décharges sauvages peut entraîner une dégradation de la qualité d'air

\*Diminution de la fertilité : La pollution du sol pourrait augmenter la salinité du sol, le rendant stérile et impropre à la culture de nombreux types de végétaux.

\*Des problèmes d'érosion du sol: De plus, les sols contaminés par des composés acides, comme le dioxyde de soufre issu de la combustion de combustibles fossiles, créent un environnement acide qui nuit aux micro-organismes (aux vers de terre par exemple), lesquels améliorent la structure du sol en décomposant les matières organiques et en favorisant l'écoulement de l'eau. Les populations de champignons et les bactéries qui lient le sol peuvent également décliner suite à une contamination, ce peut entraîner des problèmes supplémentaires d'érosion du sol.

\*La contamination des nappes phréatiques: La pollution du sol peut aussi être responsable de la contamination des nappes phréatiques, une des principales sources d'eau potable de plusieurs communautés. Comme cette eau est stockée sous les couches du sol, les toxines présentes dans celui-ci peuvent s'infiltrer petit à petit dans la nappe phréatique et la polluer.

Lorsque cette eau toxique est consommée ou utilisée à d'autres fins pendant une période prolongée, ses effets peuvent être très néfastes

## **II) La pollution d'eau :**

### **1/ Définition:**

La pollution de la ressource en eau se caractérise par la présence de micro-organismes, de substances chimiques ou encore de déchets industriels. Elle peut concerner les cours d'eau, les nappes d'eau, les eaux saumâtres mais également l'eau de pluie, la rosée, la neige et la glace polaire.

**2/ Classification des polluants** : Pour cerner correctement la notion de pollution par un effluent, il faut intégrer plusieurs facteurs qui caractérisent l'eau usée et le site où elle est rejetée :

- La nature des produits incriminés.
- Leurs concentrations (leurs quantités) dans l'eau usée.
- La durée pendant laquelle elle est rejetée.
- La sensibilité du milieu récepteur, c'est à dire, de l'écosystème qui recevra ces produits

**A/ La matière organique** : c'est la matière qui est principalement issue de la matière vivante (végétaux, animaux....) et de l'industrie chimique parfois. Sa composition est structurée autour du carbone.

On y trouve des sucres, des protéines, des acides organiques (lactique, acétique...), des acides gras, des macromolécules comme l'amidon, la cellulose....

**B/ La matière minérale** : c'est la matière qui n'est pas organique c'est à dire qu'elle ne contient généralement pas de carbone. Cette matière minérale sont les sels, toutes les matières structurées autour du silicium, ... (Exemple : les métaux lourds, l'ammoniac, les nitrates, les phosphates...etc.)

Pratiquement, les eaux usées contiennent toujours ces deux types de pollution (organique et minérale) à des quantités variables suivant son origine.

**C/ La matière soluble** : elle est dissoute dans l'eau et se trouve donc souvent sous forme d'unité chimique simple, la molécule, ou de macromolécules comme les protéines, les colloïdes... qui « flottent » dans l'eau mais que l'on ne voit pas.

**D/ La matière insoluble** : C'est un agrégat de matière qui se retrouve sous forme particulaire. Les particules solides qui peuvent, soit flotter, soit tomber en fonction de leurs densités.

### **Les matières toxiques :**

Parmi les différentes matières présentes dans des eaux polluées, certaines ont une toxicité élevée pour le monde vivant. C'est à dire qu'à très faible concentration, elles ont un impact important sur l'équilibre du milieu naturel.

Par exemple le cyanure en très faible quantité peut avoir un effet dévastateur sur un écosystème. C'est le cas aussi de métaux lourds comme le cadmium, le mercure, qui, présents en très faible quantité, modifient fortement l'équilibre des écosystèmes

**3/ Les indicateurs d'une eau polluée :** les principales caractéristiques qui déterminent une eau polluée sont :

A/ Les matières en suspension (MES) :

Il s'agit ici de la matière qui est sous forme de particulaire et la matière colloïdale et qui reste en suspension dans l'eau (de taille 10<sup>-2</sup> à 10<sup>-8</sup> mm). Ce peut être de la matière minérale ou de la matière organique, c'est souvent un mélange des deux.

Elle est mesurée par pesée :

Un échantillon d'eau polluée est filtré. Les matières retenues sur le filtre sont séchées à 105 ° C, puis pesées avec le filtre. La masse de matières en suspension est obtenue en faisant la différence entre la masse du filtre incluant les résidus séchés et la masse initiale du filtre.

B/ Les matières volatiles en suspension (MVES) :

C'est la fraction organique des MES. On les dit «volatiles » car elles sont mesurées en volatilissant les MES dans un four pendant 2 heures à 525° C.

C/ La « Demande Chimique en Oxygène » ou DCO :

C'est une méthode qui consiste à mesurer la quantité d'oxygène nécessaire pour oxyder chimiquement et totalement les matières de l'effluent. La matière organique sera transformée en gaz carbonique (CO<sub>2</sub>) et en eau (H<sub>2</sub>O)

D/ La Demande Biologique en Oxygène ou DBO

Sur le principe c'est le même type de réaction que ci-dessus, mais au lieu d'être une réaction chimique via «l'oxydant », c'est l'oxygène dissous (à saturation) présent dans

L'eau polluée qui est mise en incubation avec des micro-organismes inoculés. Ce sont eux qui réalisent la réaction l'oxydation à 20° C.

La différence fondamentale avec la DCO réside dans le fait que l'on considère que la DBO mesure la pollution dégradable par les micro-organismes alors que la DCO mesure la quantité totale de la matière potentiellement polluante.

### **III) La pollution de l'air :**

#### **1/ Qu'est ce qu'une atmosphère :**

L'atmosphère est, au sens large, une couche gazeuse qui enveloppe certains astres. La terre ainsi que d'autres planètes ou les étoiles en sont pourvues. Une atmosphère peut contenir des particules en suspension (poussières, aérosols, etc.) ou atteindre des températures très élevées, comme c'est le cas pour les étoiles, engendrant alors une émission de lumière.

#### **2/ Composition de l'atmosphère terrestre:**

L'atmosphère terrestre correspond à la couche de gaz et de particules qui entoure notre planète. Air se compose très majoritairement de diazote (78 %), de dioxygène (21 %) et d'autres gaz, dont l'argon et le dioxyde de carbone. Ceux-ci, cumulés aux particules en suspension, jouent un rôle fondamental dans le maintien de la vie : absorption partielle du rayonnement ultraviolet, ou réchauffement de la surface par effet de serre.

#### **3/ Définition de la pollution atmosphérique :**

La pollution atmosphérique peut être définie par la présence de polluants (gazeux ou particules) dans l'atmosphère, pouvant provoquer des effets nocifs sur l'environnement et la santé.

Les sources de cette pollution peuvent être soit naturelles (feu de forêt, éruption volcanique,...), soit anthropiques, c'est-à-dire liées à l'activité humaine.

#### **4/ Types des polluants atmosphériques :**

**4-1/ Les polluants primaires** : sont ceux qui proviennent directement d'une source polluante identifiée, tels que :

A- Le monoxyde de carbone (CO) : il résulte de la combustion incomplète des combustibles fossiles (charbons, fuels, ...). Ce gaz est toxique (pour les êtres vivants) et peut causer des asphyxies mortelles à hautes concentrations

B- Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) : ce gaz est produit naturellement par les volcans, il peut également être produit par différents procédés industriels comme les industries métallurgiques et les raffineries de pétrole.

C- Les composés organiques volatiles (COV) : « tout composé organique, contenant au moins l'élément carbone et un ou plusieurs des éléments suivants : hydrogène, halogène, oxygène, soufre, phosphore, silicium ou azote à l'exception des oxydes de carbone et des carbonates et bicarbonates inorganiques, ayant une pression de vapeur de 0,01 kPa ou plus à une température de 293,15 K ou ayant une volatilité correspondante dans les conditions d'utilisation particulières »

D- Le méthane CH<sub>4</sub> : On le trouve à l'état naturel produit par des organismes vivants. Il constitue l'essentiel du gaz naturel qui est exploité comme combustible fossile. Il est l'un des principaux gaz à effet de serre et a un rôle important dans le réchauffement climatique.

#### 4-2/ Les polluants secondaires :

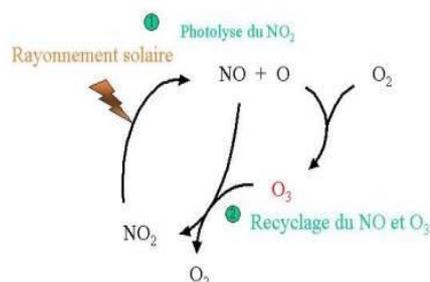
##### A- L'ozone O<sub>3</sub>:

Polluant secondaire formé suite à des réactions chimiques entre COV (composés organiques volatiles) et Nox (oxydes d'azote) en présence de rayons ultraviolets

En atmosphère naturelle, l'ozone suit un cycle : Tout d'abord une molécule d'O<sub>2</sub> se combine avec un atome d'oxygène (O), ce dernier est issu de la photolyse (phénomène de décomposition chimique par la lumière) du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) entraînant la production d'une autre molécule : le monoxyde d'azote.

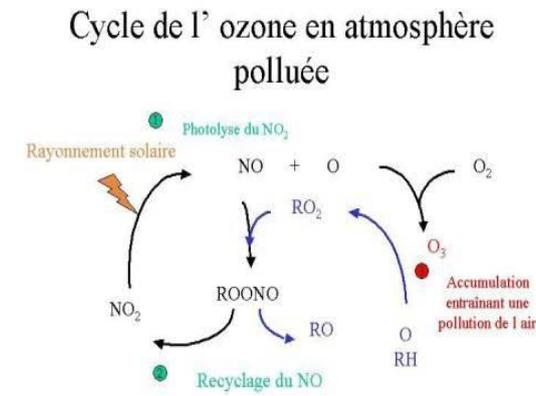
L'ozone O<sub>3</sub> va réagir par la suite avec le monoxyde NO pour redonner du dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et de l'oxygène.

#### Cycle de l'ozone en atmosphère naturelle



**Figure 3** : Cycle de l'ozone en atmosphère naturelle

En atmosphère polluée la présence de certains polluants empêche le recyclage de l'O<sub>3</sub> et entraîne son accumulation



**Figure 4:** Cycle de l'ozone en atmosphère polluée

### **B- Les pluies acides :**

Les pluies acides est un terme utilisé pour décrire toute forme de précipitation acide (pluies, neige, grêles, brouillard).

Les pluies acides résultent de rejets d'oxydes d'azote et de soufre qui se combinent avec les eaux de pluie, pour former de l'acide nitrique et sulfurique ou leurs sels.

Malgré les concentrations plus élevées de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère par rapport au SO<sub>2</sub>, ce dernier contribue de manière plus importante à l'acidité des précipitations principalement pour deux raisons : le SO<sub>2</sub> a une solubilité plus importante dans l'eau que le CO<sub>2</sub> et la constante d'acidité (pKa) du SO<sub>2</sub> est de quatre ordres de grandeur plus importante que celle du CO<sub>2</sub>.

Majoritairement, les pluies acides sont d'origine anthropique et dues aux différentes émissions industrielles, des centrales thermiques et du trafic routier. L'oxydation des gaz en composés acides et leur dépôt peuvent s'étendre sur plusieurs jours pendant lesquels les masses d'air les contenant peuvent se déplacer à des centaines, voire des milliers de kilomètres de la zone d'émissions.

### **Les conséquences des pluies acides sur l'environnement**

Effet sur les végétaux : les arbres perdent leurs feuilles (les pluies acides contribuent au dépérissement des forêts) ; les végétaux sont plus sensibles aux parasites.

Effet sur le sol et l'eau : les réactions chimiques des sols sont déséquilibrées, l'eau des rivières et des lacs est acidifiée avec, comme conséquence, une diminution de la faune et de la flore.

Effet sur les matériaux : Les métaux et les pierres des bâtiments sont lentement attaqués ; le patrimoine architectural (statues, édifices ...) est détérioré.

### **C- L'effet de serre :**

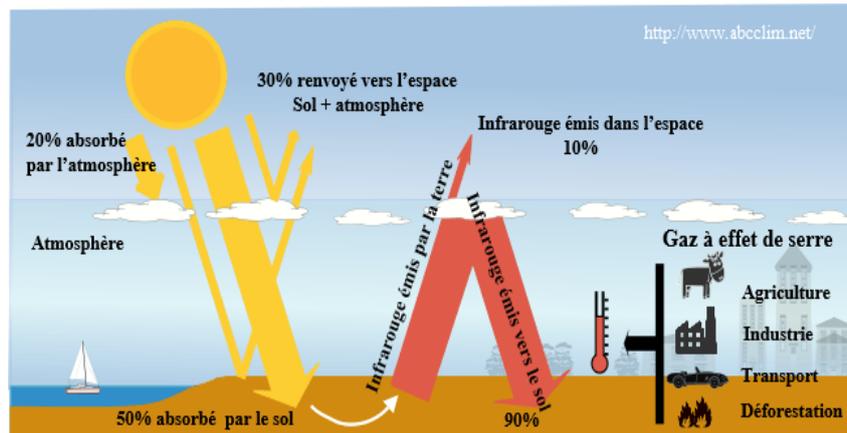
L'effet de serre est un phénomène naturel:

Le phénomène de l'effet de serre rappelle celui de la serre du jardinier : l'atmosphère terrestre laisse passer la lumière du soleil mais emprisonne la chaleur. Il y a deux phénomènes :

-les rayons ultraviolets du soleil se jettent sur le sol terrestre et la terre en renvoie une partie de cette énergie vers le ciel.

- Or, une couche de vapeur d'eau et de gaz empêche une partie de cette chaleur de repartir dans l'espace, d'où réchauffement de la planète. Parmi les gaz concernés, la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et d'autres gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère. Une grande partie de l'effet de serre nous est nécessaire pour garder la terre à une température vivable: si cet effet de serre n'était pas créé, la température moyenne du globe serait de  $-18^{\circ}\text{C}$  alors qu'elle est aujourd'hui de  $15^{\circ}\text{C}$

**Pourquoi cet effet de serre s'accroît ? Les activités humaines rejettent des gaz à effet de serre dans l'atmosphère.** L'accroissement de la concentration des gaz à effet de serre, dont certains sont très efficaces en petite quantité, retient dans l'atmosphère davantage de rayonnement infrarouge (de chaleur). Ce surplus artificiel d'effet de serre provoque un réchauffement du climat. Les gaz dits à effet de serre, émis par les activités humaines, intensifient ce phénomène.



**Figure 5 :** Phénomène de l'effet de serre

Ce « *sureffet* » de serre peut conduire à certaines conséquences :

- l'augmentation de l'évaporation de l'eau sous l'effet du réchauffement, entraînera un accroissement équivalent des précipitations
- l'accroissement de la température ne devrait pas atteindre 2 °C à l'équateur mais 6 à 8 °C dans l'arctique.
- les augmentations de température seraient plus marquées l'hiver que l'été.

la stratosphère au-dessus de l'équateur, connaîtrait un net refroidissement d'environ 6 °C.

#### **D- Le smog photochimique :**

Le smog photochimique est une brume brune qui se forme principalement dans les villes densément peuplées où le climat est chaud.

Les principaux polluants qui causent le smog photochimique sont les oxydes d'azote NO et NO<sub>2</sub>. Ces polluants sont principalement produits par les voitures et les centrales à charbon.

Lorsque ces molécules sont libérées dans l'atmosphère à des concentrations élevées, la lumière ultraviolette du soleil peut déclencher des réactions qui forment des polluants encore plus nocifs, tels que l'acide nitrique. Le smog photochimique peut avoir un impact négatif sur la santé respiratoire des habitants d'une ville.