

CHAPITRE 9

THÈME 2 : ANALYSER ET DIAGNOSTIQUER

Enjeux sanitaires et milieux naturels

1 Effet d'un polluant chimique sur la santé

1.1 Sources de pollution

Les polluants de l'air peuvent être :

- chimique : l'ozone, le dioxyde et les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les métaux (arsenic, plomb), certains composés organiques volatils (COV) (butane, éthanol, benzène ...), les hydrocarbures ...
- physique : les particules fines (poussières constituées d'une multitude de composants chimiques)
- biologique : les pollens et les moisissures.

Ces polluants de l'air proviennent en minorité de phénomènes d'origine naturelle (vents de sable du Sahara, érosion des sols, éruptions volcaniques ...) et en majorité des activités humaines.

1.2 Effets des polluants sur la santé

La pollution de l'air peut avoir des effets sur notre santé :

- à court terme : allergies, asthme et pathologies respiratoires.
- à long terme : cancers et maladies cardiovasculaires

2 Traçabilité d'une substance en milieu biologique ou naturel

Les polluants présents dans l'air vont se déplacer sous l'action des vents et vont se disperser dans l'environnement puis contaminer les sols, les végétaux et les eaux souterraines.

Pour évaluer les risques des polluants sur la santé, il est nécessaire d'assurer la traçabilité et de connaître le flux des substances dans les milieux biologiques ou naturel. Ce suivi des substances peut être réalisé :

- par des analyses chimiques ou physiques
- par des bioindicateurs : ce sont des organismes (moules, champignons, lichens, abeilles ...) qui ont la capacité d'absorber certaines substances chimiques. Le processus par lequel certaines substances s'accumulent progressivement dans les organismes est appelée bioaccumulation.

3 Effet temporel d'une exposition et dose réglementaire des polluants

3.1 Effet temporel d'une exposition aux polluants

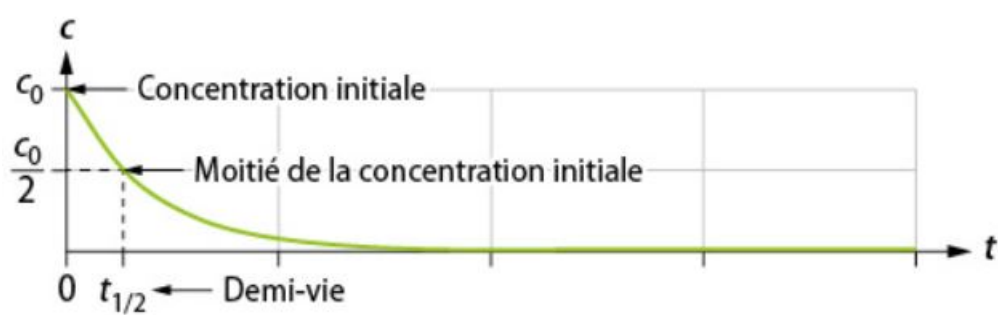
Les effets de la pollution de l'air sur la santé humaine ne sont plus à démontrer. L'OMS a classé la pollution de l'air extérieur comme cancérigène certain pour l'homme. Elle a évalué à 92 %

la population mondiale respirant un air ambiant trop pollué. Néanmoins, les effets sur la santé dépendent de la durée d'exposition de la dose inhalée. Ces effets peuvent être :

- immédiats : après une exposition de courte durée à des niveaux importants, on parle d'exposition aigüe
- à long terme : après des expositions répétées ou continues tout au long de la vie à des niveaux moindres, on parle d'exposition chronique.

3.2 Durée d'élimination d'un polluant

La durée d'élimination d'un polluant est caractérisée par sa demi-vie notée $t_{1/2}$. La demi-vie correspond à la durée nécessaire pour que la concentration initiale du polluant soit divisée par deux.



Exemples de demi-vie de polluants :

- Les PCB (Polychlorobiphényles) ont une demi-vie de comprise entre 94 jours et 2 700 ans.
- Le toluène, un hydrocarbure utilisé dans l'industrie chimique, a une demi-vie dans le sol de seulement 0,5 à 1 jour : il est donc très rapidement biodégradé.
- Le benzène présente une demi-vie de 5 à 16 jours dans le sol (il est rapidement biodégradé) mais de 10 jours à 10 ans dans une nappe d'eau souterraine (il est persistant).

3.3 Dose réglementaire des polluants

Le droit européen fixe des objectifs de réduction en émission pour les polluants atmosphériques, en cohérence avec les plafonds fixés au niveau international. Il fixe aussi des valeurs limites en concentration pour certains polluants dans l'air à partir d'études épidémiologiques conduites notamment par l'Organisation mondiale de la santé (OMS).

Exemples de seuils de référence de particules fines :

- PM10 : particules fines dont le diamètre est inférieur à $10 \mu m$. Seuil de référence annuel : $5 \mu g/m^3$
- PM2,5 : particules fines dont le diamètre est inférieur à $2,5 \mu m$. Seuil de référence annuel : $15 \mu g/m^3$

De nos jours, l'homme est soumis à une exposition chronique d'un mélange de faibles doses de substances polluantes. Et même si ces doses ne dépassent pas les valeurs limites, cela peut avoir de graves conséquences sur sa santé mais aussi sur son environnement.

4 Acidification d'une eau

4.1 Dissolution de dioxyde de carbone dans l'eau

Le dioxyde de carbone est un gaz qui peut se dissoudre dans l'eau. En fonction de la valeur du pH, il peut se trouver sous trois formes :

- acide carbonique : $\text{CO}_{2\text{aq}}$ noté également $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O}$
- ion hydrogénocarbonate : HCO_3^-
- ion carbonate : CO_3^{2-}

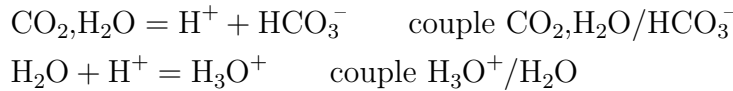
Ces trois espèces forment deux couples acide/base : $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$ et $\text{HCO}_3^- / \text{CO}_3^{2-}$

4.2 Acidification des océans

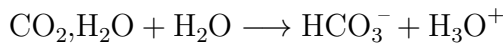
Le dioxyde de carbone (CO_2) situé dans l'atmosphère se dissout dans l'eau de mer où il y est en partie stocké. Mais aujourd'hui, les quantités très importantes de dioxyde de carbone rejetées par les activités humaines entraînent une acidification des océans. Il y a 200 ans, le pH moyen de l'océan était de 8,2. Aujourd'hui, ce pH est de 8,1.

Cette acidification peut s'expliquer par le processus suivant : Lorsque le dioxyde de carbone se dissout dans l'eau, il fait partie du couple : $\text{CO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HCO}_3^-$. L'autre couple qui intervient dans la réaction responsable de l'acidification des océans est le couple : $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$

On a les demi-réactions suivantes :



D'où l'équation-bilan suivante :



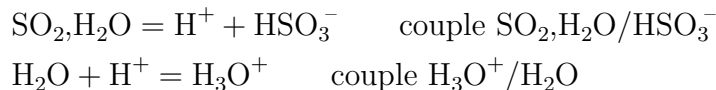
Cette réaction est responsable de l'acidification des océans.

Cette acidification des océans a de nombreuses conséquences. En effet, une eau plus acide contient moins d'ions carbonates (CO_3^{2-}), un élément essentiel à la formation des coquilles et squelettes des coquillages, crustacés, coraux ou de certains organismes zooplanctoniques (le plancton animal). De plus, l'eau de mer acidifiée s'avère corrosive et abîme les structures calcaires de ces organismes.

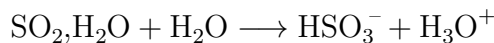
4.3 Pluies acides

On qualifie de pluie acide des précipitations dont le pH est inférieur à 5. Il peut s'agir de pluie au sens strict, mais aussi de neige, de brouillard, ...

L'eau de pluie, légèrement acide en temps normal (pH autour de 5,6), devient plus acide en présence d'acide sulfurique. L'acide sulfurique provient de la dissolution dans l'eau de pluie de gaz polluants comme les oxydes de soufre. On peut interpréter ces faits par la présence des deux couples acide/base $\text{SO}_2, \text{H}_2\text{O} / \text{HSO}_3^-$ et $\text{H}_3\text{O}^+ / \text{H}_2\text{O}$ et par les demi-réactions suivantes :



D'où l'équation-bilan suivante :



Cette réaction est responsable de la formation des pluies acides.

Ces gaz polluants ont pour sources principales la combustion de combustibles fossiles pour l'industrie, la production d'énergie, les transports.

Ces pluies ont des effets sur la faune et la flore sauvages. Elles sont également responsables de la dégradation des matériaux du patrimoine bâti (cathédrales, monuments, ...)