

5.4 Les dioxines

Les dioxines ont mauvaise réputation, surtout suite à l'incident de Seveso¹. Le terme de *dioxine* est en fait le nom d'une grande famille de molécules. Il s'agit de substances solubles dans les corps gras, et susceptibles d'aboutir dans le corps humain via la chaîne alimentaire. Parmi les nombreuses dioxines que nous connaissons, quelques-unes sont toxiques.

Les dioxines sont formées de carbone, hydrogène, chlore et oxygène. Elles apparaissent tant lors de phénomènes naturels tels que les éruptions volcaniques, que d'activités industrielles et humaines. Les dioxines ne sont pas fabriquées à des fins commerciales mais se produisent en tant que sous-produits non désirés. Les sources en sont par exemple l'incinération municipale et industrielle, la sidérurgie, la chimie, la circulation automobile mais également les installations de chauffage et la fumée de cigares et de cigarettes. On estime qu'un quart à un tiers des émissions totales de dioxines en Belgique proviennent des installations de chauffage privées et publiques.

L'industrie du chlore ne contribue que dans une faible mesure à l'émission de dioxines dans l'environnement. Au demeurant, on a constaté à la fin des années nonante, une diminution de l'exposition aux dioxines consécutive à l'activité industrielle. Ceci est dû en grande partie à l'amélioration des technologies d'incinération.

5.4.1 Que sont les dioxines?

Dioxine est le nom commun donné à une grande famille de molécules de mauvaise réputation. Chaque molécule de dioxine est constituée de deux noyaux benzéniques. Ces noyaux sont connectés par un ou deux atomes d'oxygène et contiennent des atomes de chlore. Cette famille peut être divisée en deux sous-groupes: les dioxines proprement dites, possédant deux atomes d'oxygène et le dénommé *dibenzofurane* avec un seul atome d'oxygène.

Les dioxines sont des substances stables. Elles se dissolvent difficilement dans l'eau et cette propriété se renforce encore avec le nombre d'atomes de chlore. Elles se dissolvent par contre très bien dans les graisses, on les qualifie donc de lipophiles. Les dioxines se trouvent généralement dans les tissus adipeux où elles s'accumulent par adsorption ou dissolution. Leur solubilité dans les graisses augmente encore avec le nombre d'atomes de chlore.

Leur point d'ébullition se situe entre 300 et 400 °C et augmente également avec le nombre d'atomes de chlore. Elles ne se décomposent que très lentement.

5.4.2 Un peu de chimie ...

Les dioxines se subdivisent en deux sous-groupes. Le premier, avec un atome d'oxygène, possède 135 isomères et est appelé le groupe des *dibenzofuranes*. Le second sous-groupe, avec

¹ Seveso, lieu en Italie. Un grand nombre de dioxines furent libérées suite à une explosion dans une usine pas loin de Meda (1976).

deux atomes d'oxygène, possède 75 isomères, appelés dioxines. Le nom scientifique des dioxines est *polychloro-para-dibenzodioxines* ou *PCDD*, et celui des *dibenzofuranes* *polychlorodibenzofuranes* ou *PCDF*.

Toutes les dioxines et dibenzofuranes ne sont pas toxiques. La toxicité augmente avec le nombre d'atomes de chlore situés sur les noyaux benzéniques. La plupart des données relatives à la toxicité font référence à la 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine (2,3,7,8 TCDD). C'est là la plus connue et aussi la plus toxique *dioxine de Seveso*. Les études ont montré que parmi les dioxines et dibenzofuranes, les substances qui présentent des atomes de chlore aux positions 2-,3-,7- et 8, ont la plus haute activité.

La dioxine de Seveso sert de substance de référence. Ceci signifie que tous les résultats sont exprimés en équivalents toxicologiques (TEQ) par rapport à cette substance. La dioxine de Seveso ou 2,3,7,8 tétrachlorodibenzodioxine a donc un équivalent toxicologique (TEQ) égal à 1. C'est ainsi que l'on peut appréhender les 17 dioxines et dibenzofuranes les plus dangereuses. Dans le sous-groupe des dibenzofuranes, le 2,3,4,7,8 pentachlorodibenzofurane est le plus toxique avec un équivalent toxicologique de 0,5.

5.4.3 D'où proviennent les dioxines?

Les dioxines ne sont pas fabriquées à des fins commerciales – elles apparaissent en tant que sous-produits indésirables. Ceci résulte de combustions incomplètes ou de procédés chimiques générateurs de réactions secondaires conduisant à la formation de dioxines, soient-elles en concentrations minimales.

Les dioxines sont formées de carbone, hydrogène, chlore et oxygène. Quelques sources en sont l'incinération de déchets municipaux et industriels, les hauts-fourneaux des aciéries, les installations de recyclage des métaux non-ferreux, les centrales électriques thermiques, les fours de cimenterie, le trafic routier, les incendies accidentels et les éruptions volcaniques. Elles apparaissent dans les poêles à bois et sont présentes dans les fumées de cigares et de cigarettes. On estime qu'entre un quart et un tiers des émissions totales de dioxines en Belgique proviennent du chauffage des bâtiments. Les particuliers par leurs habitudes contribuent par une large part à la formation de dioxines. Selon une étude récente de l'OVAM, les petits « feux » dans les jardins représentent pas moins de 25% des émissions.

Même de vieux sédiments et d'autres substances organiques au fond des océans et des rivières contiennent souvent des dioxines.

Les dioxines peuvent également se former dans des fours d'incinération à partir de gaz d'incinération qui ne contiennent pas de dioxines. Cela se produit lorsque ceux-ci ne sont pas refroidis assez vite et lorsque certaines particules solides sont présentes dans ces gaz, comme par exemple des particules contenant du cuivre.

Ce mode de formation des dioxines est appelée la “synthèse Novo”. C’est pourquoi une grande attention est également accordée au trajet de refroidissement, dans les technologies d’incinération. Dans les installations d’incinération modernes ou adaptées adéquatement, on ne rencontre pas ce phénomène de formation de dioxines.

Les médias accordent aujourd’hui beaucoup d’attention à la relation entre le PVC dans les déchets et les concentrations en dioxines au cours du processus d’incinération des déchets ménagers et industriels. Différentes études ont montré qu’aucune diminution mesurable des émissions de dioxines n’était enregistrée au cours du processus d’incinération de déchets ne contenant pas de PVC. Ces études ont, par contre, clairement prouvé que les installations vétustes dont les conditions d’incinération sont défavorables, étaient bien responsables d’une augmentation de la concentration en dioxines dans les gaz des fumées, et ceci indépendamment de la présence de chlore dans les déchets.

Des recherches poussées sont menées dans l’industrie chimique au sujet de la formation de très petites quantités de dioxines lors de réactions secondaires indésirables, dans des procédés de production bien définis, tel celui du chlorure de vinyle, le précurseur du PVC. Il en ressort que ces dioxines ne se retrouvent d’aucune façon dans l’environnement. Elles sont au contraire entièrement éliminées dans les installations de traitement spécialement conçues à cet effet.

On a constaté à la fin des années nonante, que l’exposition aux dioxines résultant de l’activité industrielle diminue. Ce fait est à attribuer en grande partie à l’amélioration des technologies d’incinération.

5.4.4 Comment détruit-on les dioxines?

Les dioxines se décomposent à température suffisamment élevée. Toutes les dioxines sont détruites après une incinération homogène à une température minimum de 850 °C, et ce, pendant une durée minimum de 2 secondes. Les installations les plus modernes d’incinération des déchets sont techniquement bien équipées pour répondre à des exigences très strictes.

5.4.5 Comment l’homme entre-t-il en contact avec les dioxines?

L’être humain est exposé aux dioxines de différentes manières.

Les dioxines sont déposées directement de l’atmosphère, dans le sol et sur les eaux. Les dioxines s’y attachent en de minuscules petites particules.

L’exposition via le sol s’effectue par contact de la peau et l’ingestion de particules, indirectement par l’ingestion d’aliments. Une fois dans le sol ou dans les particules à la surface du sol, les