



L'équilibre fragile de la couche d'ozone

I. L'origine de la couche d'ozone

- 1.1 La photolyse du dioxygène est la décomposition par la lumière de la molécule de dioxygène. La photolyse du dioxygène libère deux atomes d'oxygène.
Même définition pour la photolyse de l'ozone. La photolyse de l'ozone libère une molécule de dioxygène et un atome d'oxygène.
- 1.2 L'étape 1 correspond à la photolyse du dioxygène.
L'étape 3 correspond à la photolyse de l'ozone.
- 1.3 L'étape 2 se réalise en présence d'une autre molécule de dioxygène ou d'une molécule de diazote.

II. Les halocarbures appauvrissent la couche d'ozone

- 2.1 Les molécules d'halocarbure contiennent des atomes de carbone, d'hydrogène et d'halogène.
- 2.2 Les molécules de CFCs contiennent des atomes de chlore et celles de halons des atomes de brome. Les atomes de chlore et de brome sont à l'origine de la destruction de la couche d'ozone.
- 2.3 Les CFCs sont très peu coûteux à réaliser.

Les CFCs ont été utilisés comme réfrigérants à partir des années 30 à cause de leurs propriétés physico-chimiques :

- Grâce à leur stabilité et leur inertie, les installations réfrigérantes ont une grande durée de vie ;
- Grâce à leurs propriétés thermodynamiques (température d'ébullition élevée et chaleur de changement d'état importante), l'efficacité énergétique des installations est optimisée ;
- Ces composés ininflammables et non toxiques assurent de bonnes conditions de sécurité.

Les CFCs sont aussi utilisés comme gaz propulseur des aérosols du fait de leur inertie chimique et de leur vitesse d'évaporation élevée.

Ils sont aussi utilisés comme matières premières dans la synthèse de composés organiques, comme solvants (nettoyage industriel), comme extincteurs, comme agents d'expansion dans les mousses de matières plastiques.

- 2.4 Les CFCs (et les halons) peuvent atteindre la stratosphère à cause de leur grande stabilité. Ils ont une durée de vie de quelques dizaines d'années à plusieurs siècles.
- 2.5 C'est le CFC-115 (formule chimique C_2F_5Cl) qui a la plus grande durée de vie. Celle-ci est égale à 1700 ans.
C'est le halon 1301 (formule chimique CF_3Br) qui a le potentiel de destruction de l'ozone le plus élevé.
- 2.6 Suite au protocole de Montréal, les CFCs ont été remplacés par les HCFCs. Ces derniers risquent d'être interdits d'ici 2030 car ils ont aussi un impact négatif sur la couche d'ozone (moins important que celui des CFCs) et ce sont de puissants gaz à effet de serre.



III. L'interprétation scientifique de la destruction de l'ozone stratosphérique

- 3.1 Le chlore est un catalyseur car après destruction d'une molécule d'ozone par un atome de chlore, l'atome de chlore est régénéré.
- 3.2 On estime qu'une molécule de dichlore (Cl₂) en fournissant les atomes de chlore actif peut détruire jusqu'à 10 000 molécules d'ozone.

IV. Le trou dans la couche d'ozone

- 4.1 « Le trou dans la couche d'ozone » signifie qu'il y a disparition totale ou partielle de l'ozone dans la stratosphère. Ce phénomène apparaît au niveau des pôles.
- 4.2 Le trou d'ozone est le plus creusé en Antarctique.
- 4.3 En Antarctique, l'hiver polaire a lieu pendant les mois d'avril à septembre (au moment de l'été chez nous au Nord). Des nuages de glaces se forment alors dans la stratosphère. Dans ces nuages s'accumulent les composés chlorés et bromés. Le chlore et le brome sont libérés au printemps sous forme de chlore et de brome moléculaire (Cl₂ et Br₂).

En Arctique, le phénomène existe mais il est décalé de six mois. Il est en général moins marqué qu'en Antarctique. En effet, la stratosphère arctique est moins froide en principe et favorise donc moins l'apparition de nuages polaires stratosphériques.

- 4.4 La vapeur d'eau et le protoxyde d'azote (N₂O) ont aussi un effet destructeur de l'ozone stratosphérique. Le protoxyde d'azote est émis par les activités agricoles et n'est pas réglementé à ce jour.

V. Diminution record d'ozone au pôle nord en avril 2011

- 5.1 Ce sont les conditions météorologiques exceptionnelles qui ont favorisé l'apparition d'un trou d'ozone très creusé en Arctique au printemps 2011. En effet, cet hiver a été très froid et persistant dans la stratosphère et a conduit à une intensification des processus de destruction de l'ozone suite à l'accumulation de composés chlorés et bromés dans des nuages polaires stratosphériques.
- 5.2 Les régions situées dans les basses latitudes sont aussi touchées par le trou d'ozone. En effet, on voit bien sur l'animation qu'à partir de fin mars et début avril, les masses d'air appauvries en ozone (indiquées en bleu sur l'animation) se déplacent de l'Arctique vers les basses latitudes (en l'occurrence vers la France).