

LA COUCHE D'OZONE



Compilation d'activités indépendantes
et de courte durée

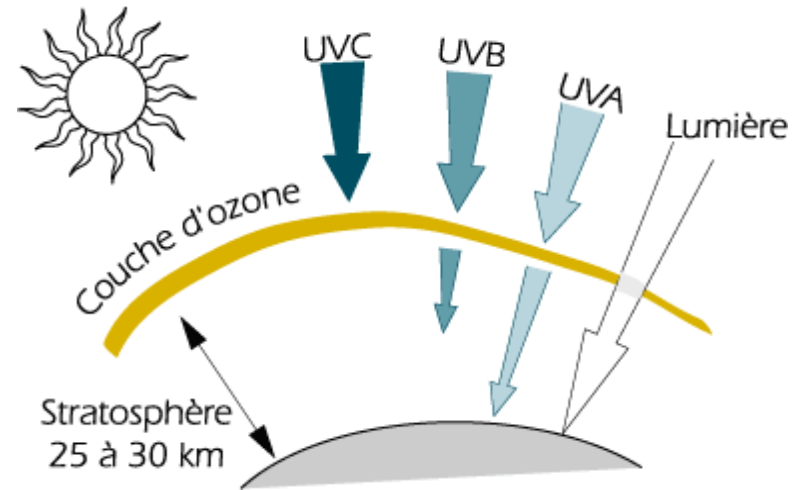
A₀ : COUCHE D'OZONE

Correction des activités de courte durée

1. Où se trouve l'ozone?

a. L'intérêt de la communauté scientifique s'est accru ces dernières décennies pour l'ozone (O₃) pour deux raisons :

- L'observation de la diminution importante de la teneur en ozone dans la stratosphère. Ce gaz forme une couche autour de 20 km d'altitude, que l'on appelle « la couche d'ozone ». Ce « bon ozone » joue le rôle d'écran protecteur pour les êtres vivants car il absorbe une partie du rayonnement ultraviolet nocif pour la santé.
- la production excessive d'ozone dans les grandes villes urbaines et industrielles qui est à l'origine d'une pollution excessive d'ozone. Ce « mauvais » ozone est toxique pour la santé humaine et la végétation au-delà d'un certain seuil d'exposition.



- b. La concentration d'ozone est faible dans la troposphère, augmente brusquement à partir de la limite entre troposphère et stratosphère (tropopause) pour atteindre un maximum dans la basse stratosphère. L'altitude de ce maximum dépend de la latitude. Au-dessus de 30 km, la concentration d'ozone décroît très rapidement.
- c. L'altitude du maximum de concentration d'ozone décroît à mesure qu'on approche des régions polaires à cause de la circulation atmosphérique le long des méridiens de la Terre qui transporte l'ozone depuis les régions équatoriales vers le pôle d'hiver en s'accompagnant d'un lent mouvement vers le bas.
- d. On parle de « trou dans la couche d'ozone » en Antarctique car la couche d'ozone disparaît quasi-complètement lorsque l'apparition du soleil au printemps libère les espèces actives qui détruisent l'ozone. (Sur l'Arctique le phénomène existe mais est moins marqué car la stratosphère arctique, moins froide, favorise moins l'apparition de nuages polaires stratosphériques et concentrent donc moins les espèces actives qui détruisent l'ozone).

2. L'origine de la couche d'ozone

- a. 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.
- b. L'étape 1 correspond à la photolyse du dioxygène.
L'étape 3 correspond à la photolyse de l'ozone.
- c. L'étape 2 se réalise en présence d'une autre molécule de dioxygène ou d'une molécule de diazote.

3. Les halocarbures appauvrissent la couche d'ozone

- a. Une molécule d'halocarbure comporte des atomes de carbone, d'hydrogène et d'halogène.
- b. 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.

- c. 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.

3. Les halocarbures appauvrissent la couche d'ozone (suite)

- d. 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.
- e. 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.

4. L'interprétation scientifique de la destruction de la couche d'ozone

- a. Le chlore est un catalyseur car après destruction d'une molécule d'ozone par un atome de chlore, l'atome de chlore est régénéré.
- b. On estime qu'une molécule de dichlore (Cl_2) en fournissant les atomes de chlore actif peut détruire jusqu'à 10 000 molécules d'ozone.

5. Le trou dans la couche d'ozone

- a. « 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.
- b. Le trou d'ozone est le plus creusé en Antarctique.
- c. 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 (Cl_2 et Br_2).

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.

- d. La vapeur d'eau et le protoxyde d'azote (N_2O) 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.