

## La rupture de la couche d'ozone

### I) Trou dans la couche d'ozone

La couche d'ozone est la partie de l'atmosphère située entre vingt et cinquante kilomètres d'altitude, ce qui correspond à la stratosphère. La concentration en ozone y est de l'ordre de dix parties par million.

L'importance de l'ozone de la stratosphère est que c'est un gaz qui absorbe la plupart des rayons ultraviolets biologiquement néfastes.

Il ne faut pas le confondre avec l'ozone présent dans l'air ambiant à la surface de la terre, qui est toxique s'il est inhalé en grande quantité.

Sans l'action filtrante de la couche d'ozone, les rayons UV atteindraient la surface de la Terre et seraient dangereux pour les organismes vivants.

En 1985, des chercheurs anglais et japonais ont mis en évidence expérimentalement l'existence d'un trou dans cette **couche d'ozone** au niveau de l'Antarctique au moment du printemps austral : son épaisseur normale a diminué de 50 à 66 %.

Depuis ce constat, la communauté internationale s'est sentie particulièrement interpellée.

La rupture de la couche d'ozone est imputable à de nombreux gaz, en particulier ceux qui contiennent du chlore.

Parmi ces gaz figurent les chlorofluorocarbones ou CFC, dont l'usage est pour environ 60% directement lié à des applications énergétiques. Il s'agit de la production des isolants thermiques en mousse expansée, et de leur utilisation comme fluides frigorigènes dans les équipements de climatisation, les réfrigérateurs et les congélateurs.

L'évaluation de la nocivité d'un gaz en termes de destruction de la couche d'ozone peut être estimée grâce à un indice surtout connu sous son nom anglais d'*ozone depletion potential* (ODP), dont la valeur est égale à 1 pour le gaz R11 qui est l'un des CFC.

### II) Négociations internationales

La manière dont le sujet de la couche d'ozone a été instruit au niveau international est particulièrement exemplaire : après quelques tergiversations, loin d'adopter une attitude conservatrice, les industriels ont globalement appuyé une réglementation contraignante, dans le cadre du **Protocole de Montréal**, qui a pris effet début 1989.

Ce n'est pas courant et les raisons de ce comportement sont multiples.

Toutefois, il apparaît clairement que les industriels se livrent entre eux à une course technologique où ceux qui ont investi dans les recherches de substituts aux CFC cherchent à valoriser leur avance en préconisant un cadre réglementaire strict limitant les parts de marché de leurs concurrents.

Derrière l'apparente convergence de vues se cache donc une bataille industrielle entre quelques grandes compagnies des pays industrialisés et leurs homologues des pays du « Sud », et notamment d'Inde et de Chine.

### III) Fluides de remplacement

On peut regrouper les fluides de remplacement des CFC en trois grandes catégories :

- les fluides de transition,
- les fluides à ODP nul,
- et les fluides à ODP nul et faible GWP.

La solution la plus immédiate pour chercher des fluides de remplacement aux CFC a été de travailler sur les **hydrochlorofluorocarbones** ou HCFC, *a priori* relativement proches sur le plan chimique, tout en étant moins nocifs pour la couche d'ozone.

Toutefois, ces fluides à ODP non nul sont soit déjà tous interdits, soit le seront prochainement, de telle sorte qu'ils ne constituent qu'une solution à court terme, d'où leur appellation de fluides de transition.

Sur le plus long terme, les seuls dérivés halogénés acceptables vis-à-vis de la couche d'ozone sont les **hydrofluorocarbones** ou HFC, qui, ne contenant pas d'atomes de chlore, ont un ODP nul.

Leur principal inconvénient est que, si leur ODP est nul, leur GWP est très élevé. Il vaut par exemple 1300 pour le R134a, 3200 pour le R125, 580 pour le R32, et 4400 pour le R143a.

De surcroît, leurs molécules sont très stables et ont des durées de vie atmosphérique de plusieurs dizaines voire centaines d'années.

Leur contribution à l'effet de serre est donc potentiellement importante et leur production est à ce titre susceptible d'être remise en cause à plus ou moins brève échéance.

Les seuls fluides de substitution sans inconvénient supplémentaire à la fois vis-à-vis de la couche d'ozone et de l'effet de serre sont les **fluides non halogénés** comme l'ammoniac ou R717, le propane ou R290, l'isobutane ou R600a, le gaz carbonique ou R744 et l'eau ou R818.

Les trois premiers présentent des contraintes d'inflammabilité, ainsi que de toxicité et de compatibilité avec certains métaux comme le cuivre pour le premier, qui en limitent de fait l'utilisation.

L'eau ne peut être employée pour obtenir des températures négatives, et les cycles au gaz carbonique ont aujourd'hui des efficacités nettement plus faibles que les autres.

Il est enfin possible d'utiliser des **mélanges** comme fluides de substitution.

Les fabricants de fluides frigorigènes considèrent en effet qu'à l'exception du R134a, il est maintenant peu probable de trouver des fluides purs qui possèdent des propriétés thermodynamiques leur permettant d'être de parfaits substituts aux anciens fluides.

En revanche, en mélangeant des fluides purs dans des proportions bien choisies, il est possible d'obtenir des caractéristiques mieux adaptées, ce qui explique l'intérêt que suscitent les mélanges.