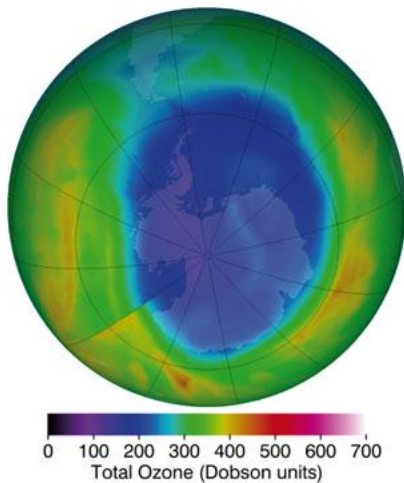




La gouvernance du trou de la couche d'ozone : un exemple à suivre

L'apparition du trou de la couche d'ozone de la stratosphère au début des années 80 a été le premier phénomène planétaire qui a alerté l'opinion sur la capacité de l'être humain d'altérer la planète et son fonctionnement de façon globale. La [disparition progressive de l'ozone](#) résulte du rejet dans l'atmosphère de molécules halogénées (chlorées et bromées) qui réagissent et font disparaître les molécules d'ozone de la stratosphère. Ce phénomène se déroule principalement en Antarctique mais aussi, et dans une moindre mesure, en Arctique ainsi qu'aux latitudes plus faibles. L'ozone stratosphérique absorbe une partie des rayons UV et protège ainsi la vie biologique de leurs effets néfastes. La raréfaction de l'ozone contribue notamment à la recrudescence de cancers de la peau chez l'humain.



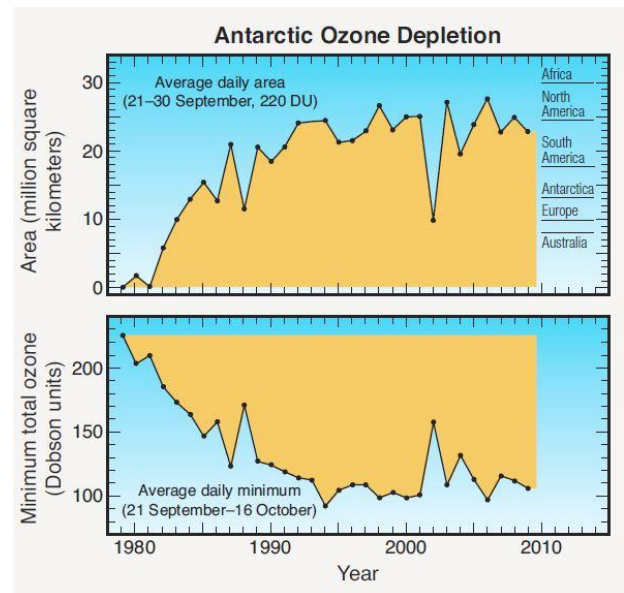
Concentration de l'ozone atmosphérique vue du pôle sud le 12 septembre 2012 (Source : [Ozone Hole Watch](#))

Le « trou » se stabilise

L'inquiétude qu'a provoquée cette diminution de l'ozone a engendré une réponse remarquablement rapide et efficace de la communauté internationale pour un problème de cette ampleur, une première

qui reste hélas pour l'instant inégalée. L'adoption du Protocole de Montréal « relatif aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone » en 1987 visait en effet à limiter les chlorofluorocarbures (CFC), la principale famille de molécules responsables de la disparition de l'ozone stratosphérique. Ces substances étaient principalement utilisées comme réfrigérants ou comme propulseurs dans les pulvérisateurs et atomiseurs en cosmétique.

Le Protocole de Montréal (1987) et ses amendements (Londres, 1990 ; Copenhague, 1992 ; Montréal, 1997 ; Beijing, 1999) ont ainsi réussi à réglementer l'utilisation de CFC et par suite à limiter le trou de la couche d'ozone de l'Antarctique comme l'illustre la figure ci-dessous :



Évolution de la concentration de l'ozone atmosphérique minimale (en bas) et de la taille maximale du « trou » (en haut) au-dessus de l'Antarctique en fonction du temps entre 1980 et 2010. On peut voir que la zone pauvre en ozone affecte tous les continents. On peut également noter la stabilisation de l'appauvrissement en ozone à partir des années 90 (Source : référence 1, p. Q.32)



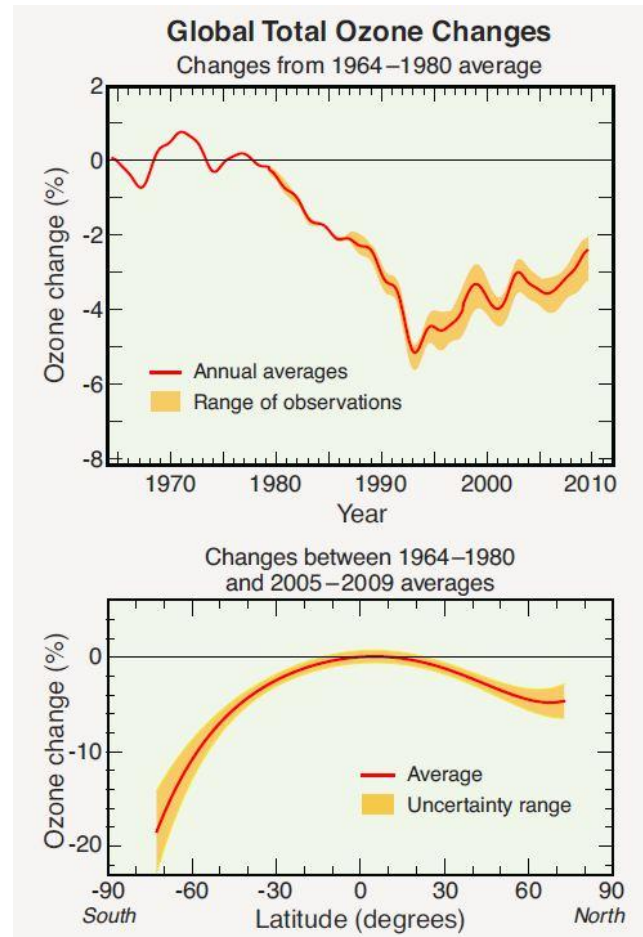
Mesurer la concentration d'ozone

L'unité de mesure de la concentration d'ozone atmosphérique la plus courante et utilisée dans la figure ci-dessus est l'unité Dobson. Elle tire son nom du chercheur Gordon Dobson, chercheur à l'Université d'Oxford, qui construisit le premier instrument destiné à mesurer la teneur de l'atmosphère en ozone. Encore aujourd'hui, les appareils de mesure déterminent la concentration totale d'ozone dans une colonne atmosphérique. [La répartition de l'ozone dans la stratosphère n'étant pas uniforme](#), l'unité Dobson (ou DU pour l'anglais *Dobson unit*) convertit cette concentration en une seule couche équivalente constituée uniquement d'ozone.

Une unité Dobson (1 DU) correspond ainsi à une couche d'ozone qui aurait une épaisseur de 10 μm à 0°C et une pression de 1 atmosphère (la pression normale de l'air à la surface de la Terre). Autrement dit, une unité Dobson est équivalente à $2,69 \cdot 10^{20}$ molécules d'ozone par m^2 ($2,69 \cdot 10^{16}$ molécules d' O_3/cm^2 ou $0,4462 \cdot 10^{-3}$ mole d'ozone/ m^2). Ainsi, la valeur actuelle de la concentration d'ozone atmosphérique est approximativement et en moyenne de 300 DU, ce qui représente une couche virtuelle d'une épaisseur d'environ 3 millimètres.

La communauté internationale s'attaque à la source du problème, et réussit

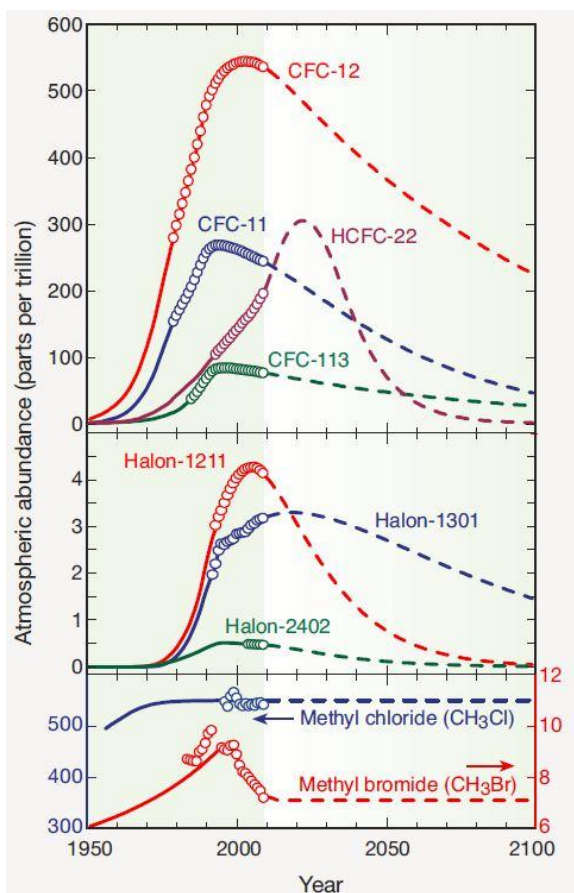
Le « trou » au-dessus de l'Antarctique résulte des [conditions particulières de vent et de température qui règnent dans cette région](#). Mais, la stabilisation actuelle de la concentration de l'ozone dans cette région est en fait le reflet d'une stagnation plus générale de l'érosion de l'ozone stratosphérique sur l'ensemble du globe. La figure ci-dessous montre l'évolution au cours du temps de la concentration globale d'ozone atmosphérique par rapport à un état de référence, soit la valeur avant le début de l'appauvrissement (valeur moyenne entre 1964 et 1980). Cette figure montre également la répartition de la concentration d'ozone de la période 2005-2009 en fonction de la latitude (une sorte de représentation de la « taille » du trou).



Variation de la concentration globale de l'ozone atmosphérique en fonction du temps (en haut) et en fonction de la latitude pour la période 2005-2009 (en bas) par rapport à la période de référence 1964-1980. (Source : référence 1. p. Q.41)

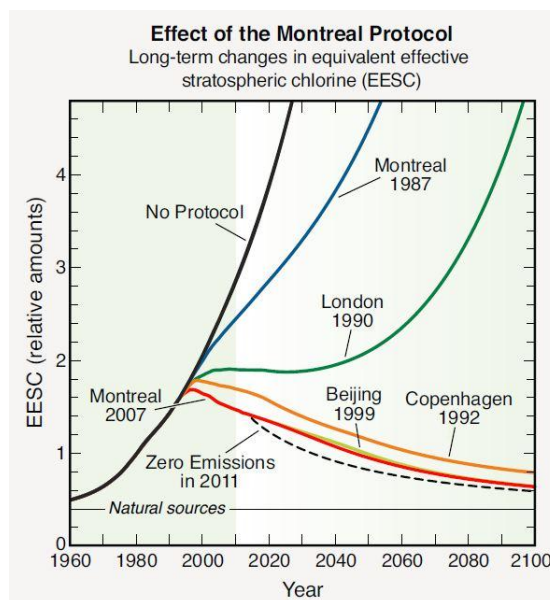
Cette inversion de la tendance prise dans les années 80 résulte d'une réduction par la communauté internationale de la source du problème, c'est-à-dire des émissions de molécules qui détruisent l'ozone. L'impact décisif qu'a eu le Protocole de Montréal sur les émissions de quelques CFC et d'autres substances est décrit sur la figure ci-dessous. La figure montre également les prévisions d'émissions en se basant sur le respect du Protocole.





Valeurs expérimentales et prévisions des émissions de quelques molécules (CFC et HCFC) qui appauvrissent la stratosphère en ozone. (Source : référence 1. p. Q.49)

Comme on peut le voir, les quantités de CFC émises diminuent depuis les années 90 tandis que celles des HCFC (hydrochlorofluorocarbones) et HFC (hydrofluorocarbures) augmentent. Cette tendance devrait se poursuivre jusqu'à élimination totale des molécules en cause. Les HCFC ont un potentiel de destruction de l'ozone beaucoup plus faible que les CFC et sont utilisés comme substituts aux CFC à court terme. Les HFC ayant un potentiel de dégradation de l'ozone nul, ils représentent un substitut à long terme et devraient voir leur concentration augmenter progressivement. Plus globalement, l'impact du Protocole et de ses amendements sur la concentration totale de molécules qui détruisent l'ozone (ou EESC pour l'anglais *Equivalent Effective Stratospheric Chlorine*) est décrit sur la figure ci-dessous :



Impact du Protocole de Montréal et de ses amendements sur les émissions totales de molécules qui détruisent l'ozone. (Source : référence 1. p. Q.46)

Cette figure montre en particulier les émissions qui auraient eu lieu si seulement le Protocole et certains amendements avaient été signés, et l'effet bénéfique de l'accumulation de ceux-ci sur les émissions de substances dommageables pour l'ozone.

Des bénéfices sur deux plans

Il est à noter qu'un effet collatéral du contrôle des émissions de molécules qui dégradent l'ozone par le Protocole de Montréal, est l'effet bénéfique que cela a sur le réchauffement planétaire puisque toutes ces molécules sont des [gaz à effet de serre](#). Il est à souhaiter que ce succès pour la communauté internationale se répète pour les autres crises environnementales globales. Cependant, la tâche est autrement plus complexe, car ces crises sont interconnectées et requièrent bien davantage que de simplement substituer certaines substances industrielles par d'autres. Elles nécessitent surtout des changements de société profonds, notamment du fonctionnement du système économique, de nos modes de vie et une réduction de nos besoins. Il est cependant à souhaiter qu'un accord aussi efficace



Planète
viable

<http://planeteviable.org/> | Les résultats de la recherche en science du développement durable

que celui obtenu pour l’ozone finisse par unir les États pour rendre nos activités viables.

Bibliographie

¹ Scientific assessment of ozone depletion: 2010, World Meteorological Organization, Global Ozone

Research and Monitoring Project—Report No. 52, Genève, Suisse (2010)

² <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/dobson.html>

³ <http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ozone/index.html>



**Planète
viable**

<http://planeteviable.org/> | *Les résultats de la recherche en science du développement durable*