

# UVSQ

université PARIS-SA

## **PRÉSERVATION DE LA COUCHE D'OZONE : LES SCIENTIFIQUES CONSTATENT DES PROGRÈS**

Réalisée dans le cadre des Nations-Unies, le rapport d'évaluation scientifique de l'appauvrissement de la couche d'ozone (édition 2014) est le résultat du travail de 300 chercheurs visant à évaluer l'effet des mesures réglementaires du Protocole de Montréal sur l'état de la couche d'ozone. C'est le document le plus complet publié sur la question depuis quatre ans. Le résumé pour décideurs de ce rapport est publié ce mercredi 10 Septembre 2014

Rapport publié le mercredi 10 septembre 2014

**Préservation de la couche d'ozone : les scientifiques constatent des progrès.**

**Adopté en 1987, le Protocole de Montréal réglemente la production et l'utilisation des substances appauvrissant la couche d'ozone(SAO). L'action engagée via ce protocole par la communauté internationale pour préserver la couche d'ozone, qui protège les organismes vivants des effets nocifs du rayonnement ultraviolet, est un succès car elle a permis d'enrayer la déperdition d'ozone et a contribué à atténuer l'effet de serre.**

**Ce rapport réaffirme l'efficacité du Protocole de Montréal dans la préservation et le rétablissement de la couche d'ozone.**

**Il évalue également les effets bénéfiques de ce protocole sur le réchauffement climatique, les SAO étant aussi de puissants gaz à effet de serre, ainsi que les effets à long terme des substances de remplacement des SAO.**

**Il met enfin en lumière de nouveaux éléments concernant les effets du changement climatique sur la couche d'ozone et, inversement, les répercussions de l'évolution de la couche d'ozone sur le climat.**

[style1;Résumé Exécutif]

Les actions menées dans le cadre du Protocole de Montréal ont permis de diminuer l'abondance des substances qui appauvrissent l'ozone dans la stratosphère (SAO) rendant possible un retour de la couche d'ozone vers ses niveaux de référence de 1980.

- Les concentrations des SAO réglementées par le Protocole de Montréal continuent de décroître dans la troposphère. Pour la plupart des SDO, cette décroissance suit les prévisions. Par contre, les concentrations atmosphériques des hydrofluorocarbures (HFC) et du halon 1301 continue d'augmenter. L'existence de sources non déclarées de tétrachlorure de carbone est nécessaire pour expliquer les concentrations observées.

- Les concentrations des composés chlorés et bromés provenant de la dégradation des SAO dans la stratosphère décroissent. En 2012, les niveaux combinés de chlore et de brome (exprimés par la charge en chlore effective stratosphérique) ont décru d'environ 10-15 % par rapport à leur maximum atteint il y a 10-15 ans. Cette diminution est due à part égale à la décroissance des concentrations du méthylchloroforme (CH<sub>3</sub>CCl<sub>3</sub>), du bromure de méthyle (CH<sub>3</sub>Br) et des chlorofluorocarbures (CFCs).

- Le contenu intégré d'ozone (c'est-à-dire l'épaisseur de la couche d'ozone) a diminué à l'échelle globale au cours des années 1980 et au début des années 1990 (avec une diminution moyenne de 2.5 % durant cette période entre 60°S et 60°N ). Le contenu intégré d'ozone est resté relativement inchangé depuis 2000 avec une légère tendance à l'accroissement dans les années récentes. Dans la haute stratosphère, une augmentation du contenu d'ozone est clairement observée ; les modèles l'attribuent à part égale à la décroissance du contenu en SAO et au refroidissement de la stratosphère causé par l'augmentation de concentration du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>).
- Le trou d'ozone antarctique continue de se former chaque année, comme attendu compte-tenu des niveaux actuels de SAO. La stratosphère arctique a été particulièrement froide pendant l'hiver 2010/2011, ce qui a conduit à une destruction importante d'ozone, prévisible dans de telles conditions.
- Le contenu intégré d'ozone retrouvera ses niveaux de référence de 1980 sur la plus grande partie de la planète sous réserve du respect intégral du protocole de Montréal et de ses amendements et ajustements. Ce retour devrait avoir lieu avant le milieu du siècle aux latitudes moyennes et en Arctique, et un peu plus tard pour le trou d'ozone antarctique.

Le trou d'ozone antarctique a induit des changements importants dans le climat de surface de l'hémisphère sud en été.

- Le refroidissement de la basse stratosphère en Antarctique dû à la destruction d'ozone est très probablement la cause dominante des changements observés dans la circulation troposphérique de l'hémisphère sud au cours des dernières décennies, qui ont affecté la température de surface, les précipitations et les océans. Dans l'hémisphère nord, aucun lien robuste de cause à effet n'a été mis en évidence entre la diminution d'ozone stratosphérique et le climat troposphérique.

Les changements de concentration de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> auront une influence grandissante sur la couche d'ozone à mesure que les concentrations des SAO continueront de diminuer.

- Compte tenu de la baisse de concentration des SAO, l'évolution de la couche d'ozone dépendra largement des concentrations de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub> dans la seconde moitié du 21<sup>ème</sup> siècle. Globalement, un accroissement des concentrations de dioxyde de carbone

(CO<sub>2</sub>) et du méthane (CH<sub>4</sub>) tend à augmenter l'ozone, tandis qu'un accroissement de celle de l'oxyde nitreux (N<sub>2</sub>O) tend à l'appauvrir. Le trou d'ozone antarctique est moins sensible aux concentrations de CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>O et CH<sub>4</sub>.

- Les modèles prédisent une décroissance significative du contenu intégré d'ozone dans les tropiques au cours du 21<sup>ème</sup> siècle. Les niveaux d'ozone dans les tropiques sont peu affectés par la diminution de concentrations des SAO ; ils sont plutôt sensibles au changement de circulation atmosphérique liés à l'augmentation des concentrations de CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> et N<sub>2</sub>O.

Étant donné que nombre de substances qui appauvrissent l'ozone (SAO) sont également des gaz à effet de serre, le Protocole de Montréal a eu des effets très bénéfiques dans la lutte contre le changement climatique. Néanmoins, ces avantages pourraient sensiblement diminuer du fait des émissions croissantes des hydrofluorocarbures (HFC), des substances de remplacement des SAO, qui sont aussi de puissants gaz à effet de serre.

- Le Protocole de Montréal et ses amendements et ajustements ont largement contribué à une réduction des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Par exemple, en termes d'impact climatique, la réduction des émissions de SAO en 2010 - imposée par le Protocole de Montréal - est estimée avoir été équivalente à une réduction d'environ 10 gigatonnes par an de CO<sub>2</sub>, ce qui est cinq fois plus élevé que l'objectif visé pour la première période d'engagement (2008-2012) du Protocole de Kyoto (voir la synthèse de l'évaluation scientifique 2010 de l'appauvrissement de l'ozone).

- Les hydrofluorocarbures (HFC) actuellement utilisés comme substances de remplacement des SAO contribuent faiblement aux émissions globales de gaz à effet de serre, seulement l'équivalent de 0,5 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an. Néanmoins, ces émissions sont en train de croître d'environ 7% par an et devraient continuer à le faire dans le futur.

- Si la combinaison actuelle des substances de remplacement des SAO reste inchangée, la demande croissante pourrait entraîner des émissions de HFC équivalentes à 8,8 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an d'ici à 2050, ce qui serait aussi élevé que le pic d'émission des CFC à la fin des années 1980. Ce pic représentait l'équivalent d'environ 9,5 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an, c'est-à-dire environ 45% des émissions de CO<sub>2</sub> provenant des combustibles fossiles et du ciment à la fin des années 1980.

- Le remplacement de la combinaison actuelle de HFC à fort Potentiel de Réchauffement Global (PRG, un indicateur de l'effet réchauffant d'une substance sur le climat) par des composés à faible PRG ou même par des technologies alternatives (sans utilisation de substances à PRG) reviendrait essentiellement à éviter ces émissions de gaz à effet de serre.
- Certains de ces composés à faible PRG sont des hydrofluorés-oléfinés (HFO) dont l'un, le HFO-1234yf, produit une substance persistante, l'acide trifluoroacétique (TFA), lors de sa dégradation dans l'atmosphère. Alors que les effets environnementaux du TFA sont considérés comme négligeables pour les prochaines décennies, les impacts potentiels à long terme pourraient nécessiter des réévaluations dans le futur en raison de la persistance du TFA dans l'environnement et des incertitudes sur les utilisations futures des HFO.
- On estime qu'en 2050, les stocks de HFC représenteront l'équivalent de 65 gigatonnes de CO<sub>2</sub>. L'impact de ces stocks sur le climat pourrait être réduit en limitant l'utilisation des HFC à fort PRG pour éviter leur accumulation dans les stocks, ou par la destruction des stocks.

D'autres questions importantes pour les signataires du Protocole de Montréal et d'autres décideurs ont été examinées.

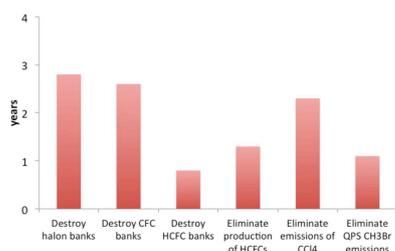
- Les émissions de tétrachlorure de carbone (CCl<sub>4</sub>), estimées à partir de sa durée de vie et de ses concentrations atmosphériques mesurées avec précision, sont devenues beaucoup plus grandes que les émissions reportés pour la production et l'utilisation du CCl<sub>4</sub> au cours de la dernière décennie.
- En 2009, la consommation de bromure de méthyle (CH<sub>3</sub>Br) réglementée par le Protocole de Montréal a chuté en dessous de la consommation reportée pour les activités de quarantaine et de traitement avant expédition, qui ne sont pas réglementées par le Protocole.
- Les émissions anthropiques de substances à très courte durée de vie contenant du chlore et du brome, en particulier dans les régions tropicales, sont une question d'actualité pour l'ozone stratosphérique. La contribution relative de ces émissions pourrait en effet devenir importante car les teneurs en SAO contrôlées par le Protocole de Montréal déclinent.

- Comme les concentrations atmosphériques de SAO vont continuer de diminuer au cours des prochaines décennies, N<sub>2</sub>O (la principale source d'oxydes d'azote dans la stratosphère) va jouer un rôle plus important dans la destruction de l'ozone.
- Les émissions de HFC-23, un sous-produit de la production de HCFC-22, ont continué malgré les efforts d'atténuation.
- Tant que les teneurs des SAO restent élevées, une forte augmentation de la charge en aérosol sulfurique dans la stratosphère causée par une grande éruption volcanique ou par des activités de géo-ingénierie se traduirait par un appauvrissement important de l'ozone sur une grande partie du globe.

Alors que les mesures prises dans le cadre du Protocole de Montréal ont réduit considérablement la production et la consommation des SAO, des options supplémentaires, mais limitées, sont encore disponibles pour réduire l'appauvrissement de l'ozone.

- A l'avenir, les émissions provenant des stocks actuelles devraient davantage contribuer à l'appauvrissement de l'ozone que les émissions futures provenant directement de la production de SNO, en supposant que le Protocole continue d'être respecté.
- Les options possibles pour accélérer le retour de la couche d'ozone vers son niveau de référence d'avant 1980 (analyse basée sur les teneurs en halogènes aux moyennes latitudes) sont illustrées graphiquement ci-dessous. L'effet cumulatif de l'élimination des émissions de tous les stocks et celles de la production avance ce retour de 11 ans.

### Options pour accélérer le rétablissement de la couche d'ozone



*La traduction du résumé exécutif anglais a été réalisée par Sophie Godin-Beekmann et Slimane Bekki, tous deux chercheurs CNRS au LATMOS-IPSL fortement impliqués dans*

## INFORMATIONS COMPLÉMENTAIRES

**Contact :**

Sophie Godin-Beekmann, directrice de l'OVSQ, : sophie.godin-beekmann@latmos.ipsl.fr