



PNUE

Ozone

Graphiques vitaux
pour l'Ozone **2.0**
Le lien climatique

Kit de ressources pour journalistes

PNUE DTIE ActionOzone

Graphiques vitaux pour l'Ozone 2.0 Le lien climatique

Copyright © 2010

PNUE, GRID-Arendal et Zoï Environment Network

ISBN: 978-82-7701-077-9

Ce document constitue une publication conjointe de la Division Technologie, Industrie et Économie (DTIE), service ActionOzone, de GRID-Arendal et de Zoï Environment Network.

Programme des Nations unies pour l'Environnement (PNUE)
United Nations Avenue, PO Box 20552, Nairobi, Kenya

Division Technologie, Industrie et Economie du PNUE
15 rue de Milan, 75441 Paris cedex 09, France

PNUE/GRID-Arendal
Postboks 183, 4802 Arendal, Norvège

Zoï Environment Network
9, ch. de Balexert, Châtelaine, 1219 Genève, Suisse

Le **PNUE** est la principale organisation intergouvernementale pour l'environnement. La mission du PNUE est d'être le chef de file et d'encourager des partenariats pour la protection de l'environnement en inspirant, informant et aidant les nations et les peuples à améliorer la qualité de la vie sans compromettre celle des générations futures.
www.unep.org/french

Le service ActionOzone de la **DTIE du PNUE** aide les pays en développement ou à économies en transition à se conformer aux dispositions du Protocole de Montréal. Le Service soutient le mandat du PNUE en tant qu'agence de mise en œuvre du Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal.
www.unep.fr/ozonaction

PNUE / GRID-Arendal est un centre officiel du PNUE basé au sud de la Norvège. La mission de GRID-Arendal consiste à fournir des services d'information, de communication et de développement des capacités pour la gestion de l'information et l'évaluation en matière environnementale. Le cœur de métier du Centre consiste à faciliter le libre accès à l'information, à favoriser l'échange d'informations et d'aider à la prise de décision pour garantir un avenir viable.
www.grida.no

Le **Zoï Environment Network** est une organisation caritative internationale basée à Genève, dont la mission est de révéler, expliquer et communiquer les liens fonctionnels entre l'Environnement et la Société et de promouvoir des solutions pratiques en termes de politiques publiques aux défis internationaux complexes.
www.zoinet.org

À condition d'en mentionner la source, la présente publication peut être reproduite intégralement ou en partie sous quelque forme que ce soit à des fins pédagogiques ou non lucratives sans autorisation spéciale du détenteur du copyright. Le Programme des Nations Unies pour l'environnement souhaiterait recevoir un exemplaire de toute publication produite à partir des informations contenues dans le présent document.

L'usage de la présente publication pour la vente ou toute autre initiative commerciale quelle qu'elle soit, est interdite sans l'autorisation préalable écrite du Programme des Nations Unies pour l'environnement.

Avertissement:

Les termes utilisés et la présentation du matériel contenu dans la présente publication ne sont en aucune façon l'expression d'une opinion quelconque par le Programme des Nations Unies pour l'environnement à propos de la situation légale d'un pays, d'un territoire, d'une ville ou de son administration ou de la délimitation de ses frontières ou de ses limites. La mention de sociétés ou de produits issus de l'économie privée n'implique pas qu'ils soient reconnus comme partenaires en coopération. Nous regrettons toute erreur ou omission involontaire. De plus, les opinions exprimées ne représentent pas nécessairement la décision ou la politique officielle du Programme des Nations Unies pour l'environnement ou d'aucun participant tels que les membres du conseil d'administration de l'Initiative sur le Cycle de Vie, de même que la mention de marques ou de méthodes commerciales ne constitue une recommandation.

Sommaire

- 6** 01 **Le trou : un bouclier anti-UV détérioré**
- 8** 02 **Les coupables : les substances qui appauvrissent l'ozone**
- 10** **Les coupables : les installations de réfrigération**
- 12** **Les coupables : le bromure de méthyle**
- 13** **Les coupables : le protoxyde d'azote**
- 14** 03 **Des facteurs de destruction multiples et interdépendants : des températures plus élevées, les nuages stratosphériques polaires et le changement climatique**
- 17** 04 **Effets et conséquences 1 : le rayonnement UV et les écosystèmes**
- 18** 05 **Effets et conséquences 2 : le rayonnement UV et la santé humaine**
- 21** 06 **Mobilisation 1 : protection solaire et projets de sensibilisation**
- 22** 07 **Mobilisation 2 : une diplomatie environnementale couronnée de succès**
- 26** 08 **Mobilisation 3 : lever des fonds pour raccommo­der le trou**
- 28** 09 **Les leçons de Montréal 1 : le secret du succès**
- 30** 10 **Les leçons de Montréal 2 : comment l'élimination des ennemis de l'ozone freine-t-elle la hausse des températures ?**
- 32** 11 **L'héritage : les réservoirs de SAO**
- 36** 12 **Un effet secondaire : le commerce illégal de substances appauvrissant l'ozone**

Remerciements

Édition anglaise

Cette deuxième édition revue en totalité a été préparée par

Claudia Heberlein (texte et corrections), Zoï Environment
Emmanuelle Bournay (cartographie), Zoï Environment

Relecture et correction

Harry Forster, Interrelate, Grenoble

Commentaires apportés à la deuxième édition

Julia Anne Dearing, Secrétariat du Fonds multilatéral
James S. Curlin, Service ActionOzone
Samira de Gobert, Service ActionOzone
Etienne Gonin, consultant

Préparé par

Emmanuelle Bournay (cartographie)
Claudia Heberlein (texte et édition)
Karen Landmark
John Bennett, Bennett&Associates

Relecture, correction et traductions

Harry Forster, Interrelate, Grenoble
Fred Ballenegger, Upwelling Knowledge Consultants, Genève

Supervision générale

Sylvie Lemmet, PNUE DTIE
Rajendra Shende, Service ActionOzone
James S. Curlin, Service ActionOzone

Commentaires et assistance

Robert Bisset, PNUE DTIE
Ezra Clark, Environmental Investigation Agency
Julia Anne Dearing, Secrétariat du Fonds multilatéral
Anne Fenner, Service ActionOzone
Samira de Gobert, Service ActionOzone
Balaji Natarajan, Programme d'aide à la conformité
K.M. Sama, Expert Senior
Michael Williams, PNUE Genève

Le PNUE DTIE, GRID-Arendal et Zoï Environment expriment leur gratitude à tous les auteurs mentionnés ci-dessus pour leur aide, qui a permis à cette publication d'exister.

Édition française

La production de cette publication a bénéficié du soutien financier du Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal.

Traduction

Frédéric Ballenegger, Upwelling

Relecture et correction

Angele Luh, PNUE

Préface de la deuxième édition

Sur plus de vingt ans, l'engagement des Parties au Protocole de Montréal a traduit les faits scientifiquement établis en décisions politiques, qui à leur tour aboutissent à des actions concrètes sur le terrain. L'expérience acquise dans le contexte de ce Protocole peut aujourd'hui servir de guide aussi bien que d'inspiration pour illustrer le système multilatéral dans ce qu'il a de meilleur, et elle contribuera à bâtir la confiance pour les accords multilatéraux sur l'environnement du futur.

Cette confiance a été démultipliée lorsque les pays signataires du Protocole de Montréal ont décidé de prendre des mesures promptes et décisives pour aboutir à l'arrêt de la consommation et de la production de HCFC. Il convient toutefois de prendre ces mesures au sein d'une nouvelle ère, où le monde épousera l'absolue nécessité d'une « croissance verte » - une croissance qui rejette l'approche « statu quo » et qui pousse l'allure sur la voie d'économies basées sur une faible intensité de carbone et un usage rationnel de l'énergie et des ressources naturelles ou issues de la nature. Ce sont les améliorations dans des domaines comme l'efficacité énergétique et l'adoption de technologies alternatives qui dynamiseront les effets positifs de l'accélération des mesures prises à l'encontre des HCFC sur la couche d'ozone et le climat. Le monde a la possibilité sans précédent d'éliminer simultanément les substances appauvrissant l'ozone, de bénéficier de retombées climatiques positives, d'améliorer l'efficacité énergétique et de stimuler la croissance en emplois verts.

La présente deuxième édition revue des « Graphiques vitaux pour l'Ozone » met en lumière les dernières décisions prises par les Parties au Protocole de Montréal pour accélérer l'élimination des HCFC et l'impact de cette élimination sur l'emploi de produits chimiques de substitution. Elle se concentre aussi sur les connexions avec le climat dans les hautes sphères, aussi bien physiquement dans l'atmosphère que sur le terrain institutionnel des négociations autour des traités internationaux. Elle passe en revue les défis qui restent à relever en raison de la présence de grandes quantités de substances mortelles pour l'ozone qui sont accumulées dans les appareils utilisés actuellement et mis au rebut, et qui ne cesseront d'être dangereuses que lorsqu'elles seront définitivement éliminées.

Plus de dix nouvelles cartes et illustrations accompagnent la matière entièrement mise à jour qui font réellement de la présente publication des « Graphiques vitaux pour l'ozone 2.0 – Le lien climatique. »

Remarque à l'intention des journalistes

Graphiques vitaux pour l'Ozone a été conçu comme un outil pratique pour les journalistes qui s'intéressent à l'écriture de sujets liés à l'appauvrissement de la couche d'ozone et au Protocole de Montréal. Outre qu'elle fournit une introduction de base à la thématique, cette publication a pour objectif d'encourager les représentants des médias à rechercher des informations plus détaillées en provenance de sources expertes, et de fournir des explications visuelles prêtes à être intégrées dans un article.

Toutes les illustrations sont gratuitement disponibles en ligne depuis www.vitalgraphics.net/ozone. Il est possible de télécharger les illustrations en différents formats et

résolutions, et elles ont été conçues de manière à être faciles à traduire dans différentes langues. La version en ligne comprend aussi des éléments supplémentaires tels que des suggestions de sujets, des contacts, un glossaire complet et davantage de liens comportant des informations sur le trou dans la couche d'ozone.

Le PNUE DTIE, ActionOzone, PNUE/GRID-Arendal et le Zoï Environment Network souhaiteraient recevoir un exemplaire de toute publication faisant usage de ces illustrations. Merci de vous adresser par courrier électronique à ozonaction@unep.fr, ozone@grida.no et enzo@zoinet.org.

Avant-propos

Le 16 septembre 1987, le traité connu sous le nom de Protocole de Montréal a vu le jour par la signature d'un groupe de pays conscients et poussés à l'action pour résoudre une crise environnementale internationale alarmante : l'appauvrissement de la couche d'ozone qui protège la Terre. Depuis ces débuts modestes il y a deux décennies, ce traité s'est enraciné, s'est développé et a fini par porter ses fruits en constituant ce qu'on a décrit comme « peut-être l'accord international sur l'environnement le plus réussi à ce jour. » Cet accord est devenu un exemple hors norme, illustrant le partenariat entre pays développés et pays en voie de développement, une démonstration claire de la façon dont les problèmes environnementaux mondiaux peuvent être gérés lorsque tous les pays prennent un engagement avec détermination pour mettre en œuvre des cadres de référence faisant l'objet d'un consensus international. Mais comment se fait-il qu'il ait si bien marché, quelle influence a-t-il eu sur notre vie quotidienne, quel est le travail qui reste à accomplir, et quelles leçons avons-nous apprises ?

L'histoire du Protocole de Montréal est un bouquet de centaines d'histoires individuelles convaincantes et dignes d'intérêt, qui attendent qu'on leur donne la parole. On peut en tirer des morales, sur la nécessité d'éviter les problèmes environnementaux dès le début. Il y a des histoires pleines d'inspiration sur le partenariat, l'innovation et la collaboration entre pays pour le bien commun. Il ya des histoires d'espoir, pleines d'humanité apte à vaincre un problème environnemental d'apparence insurmontable tout en respectant les besoins économiques et sociétaux. Au-delà des chiffres et des statistiques, le Protocole de Montréal est avant tout une histoire à visage humain, qui montre comment les conséquences d'un problème environnemental mondial peuvent avoir un impact sur nous en tant qu'individus – sur notre santé, nos familles ou notre travail, nos communautés – et comment, en tant qu'individus, nous pouvons aussi faire partie de la solution.

L'année 2009, qui marque le 20ème anniversaire de cet accord qui a fait date, nous donne à tous l'occasion de parcourir ces histoires. Chaque pays et chaque région, leurs institutions et leurs ressortissants, ont tous collaboré de façon très importante à la protection de la couche d'ozone, et il faut raconter leur histoire. Nous voulons compter les journalistes dans les rangs de ceux qui publieront cette histoire, et par le truchement de cette publication nous essayons de contribuer à ce large effort de communication.

Ces Graphiques vitaux pour l'Ozone, la plus récente des publications de la série des Graphiques vitaux, fournit aux journalistes les illustrations essentielles, les faits, les chiffres et les contacts dont ils ont besoin pour développer leurs propres idées de sujets sur la couche d'ozone. Les illustrations et les

chiffres peuvent être utilisés tels quels dans un article. Nous voulons que les informations figurant dans cette publication et le site internet qui lui est associé informent et inspirent les journalistes pour qu'ils aillent voir par eux-mêmes et enquêtent sur cette histoire, pour qu'ils racontent l'histoire de la couche d'ozone – avec ses bons et ses mauvais côtés – à leurs lecteurs, leurs auditeurs ou leurs téléspectateurs.

Les Graphiques vitaux pour l'Ozone ont été produits en collaboration avec le service ActionOzone de la Division Technologie, Industrie et Économie du PNUE (DTIE) et PNUE/GRID-Arendal, dans le contexte d'une initiative pour inviter les représentants des médias à enquêter sur l'histoire de la couche d'ozone, avec le soutien du Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal.

Bien que cette publication soit spécifiquement destinée aux médias, nous sommes d'avis que quiconque s'intéresse au Protocole de Montréal et à l'appauvrissement de la couche d'ozone pourra trouver dans cette publication une référence utile et intéressante.

Je place mon espoir non seulement dans le plaisir que les pages qui vont suivre peuvent procurer à leur lecteur, mais aussi dans la stimulation d'énergie créatrice des médias qu'elle déclenchera et dans une couverture plus large des efforts de protection de la couche d'ozone dans les journaux, à la radio et à la télévision et sur internet dans le monde entier.

Achim Steiner

Sous-Secrétaire général des Nations Unies
Directeur exécutif du Programme des Nations Unies pour l'environnement

Le trou

un bouclier anti-UV détérioré

Planant à une altitude de 10 à 16 kilomètres au-dessus de la surface de la Terre, la couche d'ozone filtre les dangereux rayons ultraviolets (UV) qui proviennent du soleil, et protège ainsi la vie sur Terre. Les scientifiques pensent que la couche d'ozone s'est formée il y a 400 millions d'années environ, et qu'elle s'est maintenue pour l'essentiel durant la plus grande partie de son existence. En 1974, deux chimistes de l'Université de Californie ont mis en émoi la communauté mondiale en découvrant que les émissions d'origine humaine de chlorofluorocarbones (CFC), un groupe de produits chimiques industriels couramment utilisés, pourraient menacer la couche d'ozone.

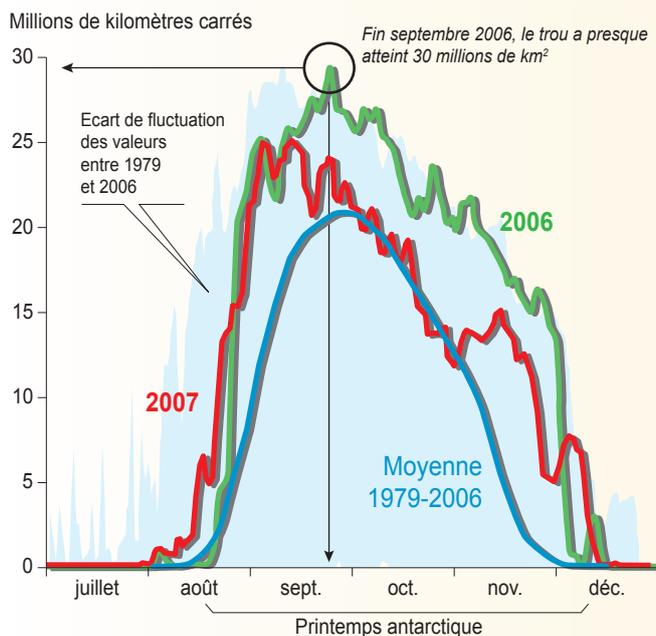
Ces scientifiques, Sherwood Rowland et Mario Molina, sont partis du principe que lorsque les CFC atteignent la stratosphère, les rayons UV émis par le soleil provoquent la scission de ces substances chimiquement stables, ce qui émet des atomes libres de chlore. Ces derniers provoquent une réaction en chaîne qui détruit des quantités substantielles d'ozone présent dans la stratosphère. Les savants estiment qu'un seul atome libre de chlore peut ainsi détruire jusqu'à 100'000 molécules d'ozone. La théorie de l'appauvrissement de la couche d'ozone a été confirmée par de nombreux scientifiques au cours des ans. En 1985, des mesures au sol faites par la British Antarctic Survey a établi que des pertes massives d'ozone (connu habituellement sous le nom de « trou de la couche d'ozone ») avaient eu lieu au-dessus de l'Antarctique, ce qui a ajouté à la confirmation de cette découverte. Les résultats ont été corroborés par la suite à l'aide de mesures satellitaires.

La découverte du « trou de la couche d'ozone » a alerté le public et les gouvernements et elle a ouvert la voie à

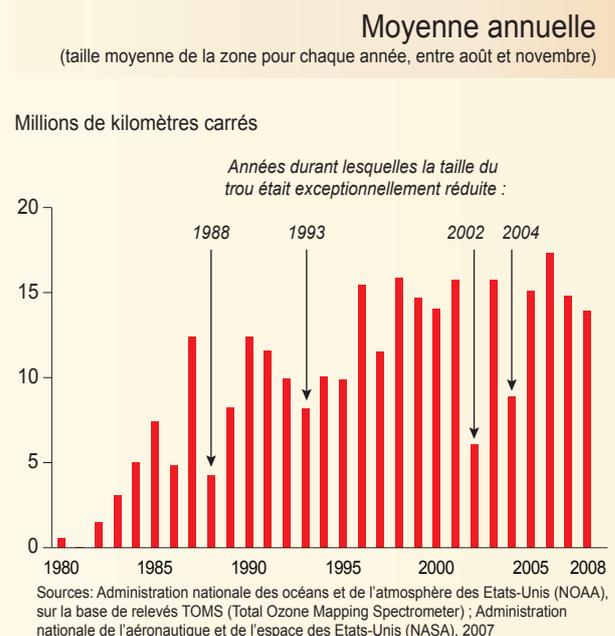
l'adoption en 1987 du traité connu sous le nom de Protocole de Montréal relatif à des substances qui appauvrissent la couche d'ozone. Grâce aux progrès rapides dans l'élimination des substances les plus dangereuses parmi celles qui appauvrissent la couche d'ozone, dans le cadre du Protocole, on s'attend à ce que la couche d'ozone retrouve son aspect d'avant 1980 vers 2060-2075, plus de 70 ans après que la communauté internationale a accepté d'agir. Le Protocole de Montréal a été décrit comme « peut-être l'accord environnemental international le plus abouti jusqu'à aujourd'hui » Un exemple de la manière dont la communauté internationale peut collaborer avec succès pour résoudre des défis environnementaux qui paraissent insurmontables.

L'intensité de l'appauvrissement de l'ozone dans une période donnée dépend d'interactions complexes entre des facteurs chimiques et climatiques comme la température et le vent. Le niveau d'appauvrissement inhabituellement haut en 1988, 1993 et 2002 était dû à un réchauffement précoce de la stratosphère polaire causée par des perturbations

Mesures quotidiennes

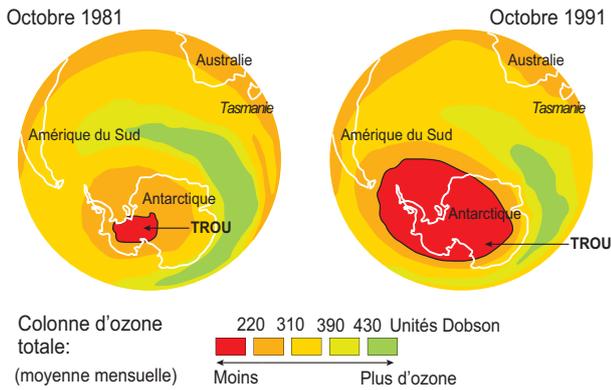


Taille du trou de la couche d'ozone

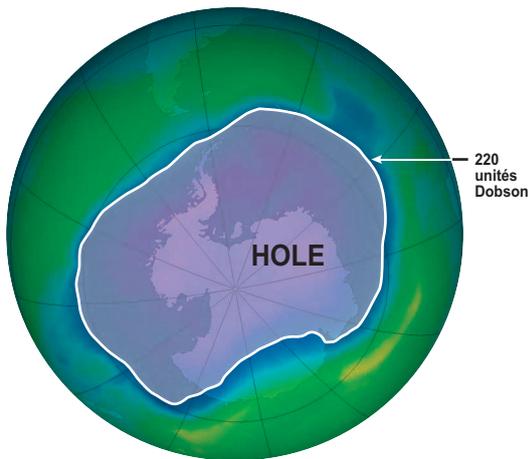


L'intensité de l'appauvrissement de l'ozone dans une période donnée dépend d'interactions complexes entre des facteurs chimiques et climatiques comme la température et le vent. Le niveau d'appauvrissement inhabituellement bas en 1988, 1993 et 2002 était dû à un réchauffement précoce de la stratosphère polaire causée par des perturbations provenant des zones de moyenne latitude, davantage qu'à des variations marquées dans la quantité de chlore et de brome dans la stratosphère antarctique.

Le trou au-dessus de l'Antarctique



24 septembre 2006



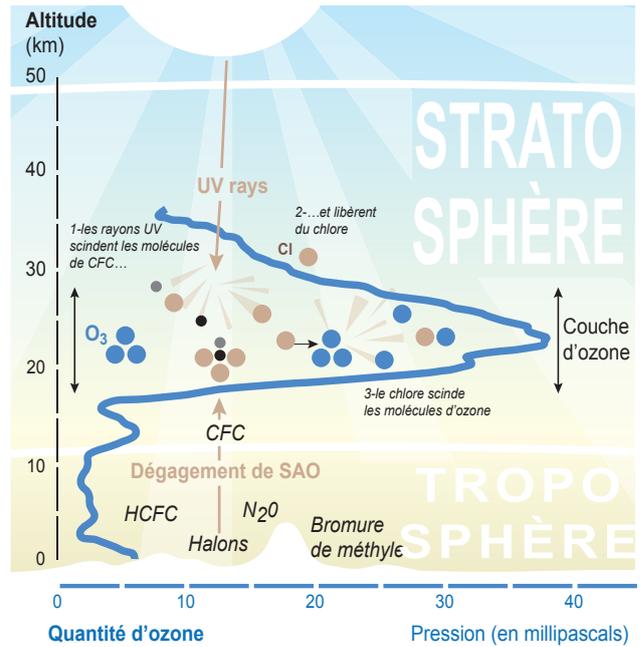
La zone couverte par le trou de la couche d'ozone du 21 au 30 septembre 2006 est la plus grande jamais observée.

Source: Administration nationale des océans et de l'atmosphère des Etats-Unis (NOAA), sur la base de relevés TOMS (Total Ozone Mapping Spectrometer) ; Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace des Etats-Unis (NASA), 2007

provenant des zones de moyenne latitude, davantage qu'à des variations marquantes dans la quantité de chlore et de brome dans la stratosphère antarctique.

La couche d'ozone qui se trouve au-dessus de l'Antarctique s'est amincie de façon constante depuis le moment où l'on a pu observer, en 1985, la disparition de l'ozone, telle qu'elle avait été prédite dans les années 1970. La superficie terrestre qui se trouve sous l'atmosphère appauvrie en ozone a augmentée de même pour atteindre plus de 20 millions de kilomètres carrés au début des années 1990, et elle a montré des variations situées entre 20 et 29 millions de kilomètres carrés depuis lors. Malgré les progrès enregistrés sous le Protocole de Montréal, le « trou » d'ozone au-dessus de l'Antarctique a atteint sa taille maximale à ce jour en septembre 2006. Cela était dû à des températures particulièrement basses dans la stratosphère, mais aussi à la stabilité chimique des substances qui appauvrissent la couche d'ozone – il faut environ 40 ans pour les dégrader. Quoique le problème se pose de la façon la plus aiguë dans les zones polaires, particulièrement au-dessus du Pôle Sud en raison de températures atmosphériques extrêmement basses et de la présence de nuages stratosphériques, la couche d'ozone s'amincit dans le monde entier, tropiques exceptés. Pendant le printemps arctique, la couche d'ozone qui se trouve au-dessus du Pôle Nord a montré un amincissement allant jusqu'à 30%. L'appauvrissement au-dessus de l'Europe et des autres latitudes élevées a oscillé entre 5 et 30%.

Processus chimique de dégradation de l'ozone dans la stratosphère



L'ozone stratosphérique, l'ozone troposphérique et le « trou » de la couche d'ozone

La couche d'ozone présente dans la stratosphère est plus mince sous les tropiques et plus dense à mesure que l'on s'approche des pôles. L'ozone se dégage lorsque des rayons ultraviolets (solaires) frappent la stratosphère, scindant des molécules d'oxygène (O₂) en atomes libres d'oxygène (O). Les atomes libres d'oxygène se combinent très rapidement à des molécules d'oxygène voisines et forment des molécules d'ozone (O₃). La quantité d'ozone se trouvant au-dessus d'un point de la surface de la Terre est exprimée en unités Dobson (DU). Sa valeur habituelle est autour de 260 DU près des tropiques et elle est plus importante ailleurs, malgré d'importantes fluctuations saisonnières.

On parle de trou de la couche d'ozone pour désigner la surface de la Terre couverte par une concentration en ozone inférieure à 220 DU. La plus grande zone correspondant à cette définition jamais observée s'est étendue sur 25 millions de kilomètres carrés, ce qui représente presque le double de la surface totale du continent antarctique. Les valeurs moyennes pour exprimer la quantité totale d'ozone à l'intérieur du trou sont tombées sous 100 DU à la fin du mois de septembre.

Au niveau du sol, l'ozone est dangereux pour la santé – c'est l'un des composants les plus importants du smog photochimique. Les gaz d'échappement des véhicules et les émissions industrielles, les vapeurs d'essence et les solvants chimiques, de même que certaines sources naturelles émettent des NO_x et des composés organiques volatils (COV) qui participent à l'émission d'ozone. L'ozone au niveau du sol est le principal composant du smog. La lumière solaire et un temps chaud aboutissent à des concentrations d'ozone nocives dans l'air.

Les coupables

les substances qui appauvrissent l'ozone

Lorsqu'ils ont été découverts dans les années 1920, les CFC et d'autres substances appauvrissant l'ozone (SAO) étaient parmi les produits chimiques qui « faisaient des miracles. » Ils n'étaient ni toxiques, ni inflammables, stables pour de longues périodes et convenaient parfaitement à de très nombreuses applications. Vers 1974, lorsque des savants ont découvert que les CFC pouvaient dégrader les molécules d'ozone et endommager le bouclier protecteur de l'atmosphère, ils faisaient partie intégrante de la vie moderne.

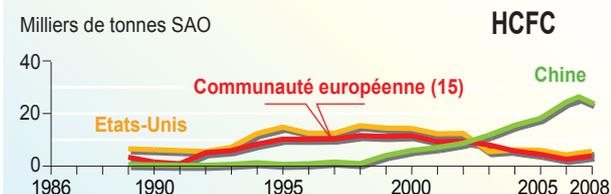
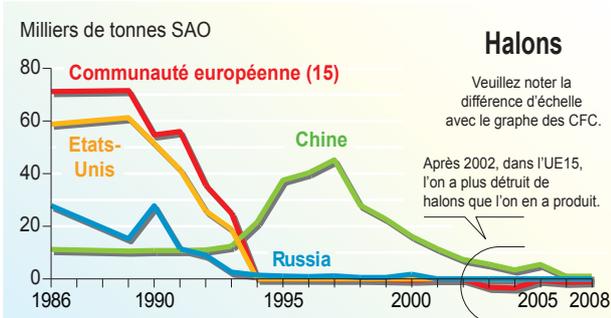
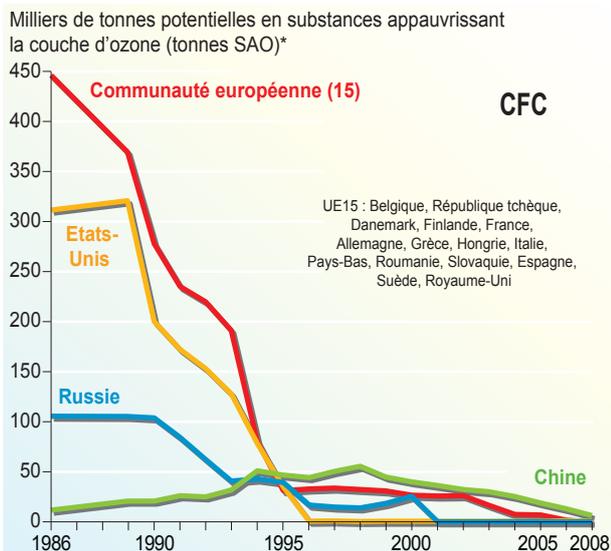
Nous nous levons le matin d'un matelas contenant des CFC pour allumer un climatiseur fonctionnant avec des CFC. Le chauffe-eau dans la salle de bain était isolé grâce à une mousse contenant des CFC, tout comme le déodorant et le spray pour les cheveux provenaient d'une bombe aérosol aux CFC. Un petit creux ? Nous

ouvrons le réfrigérateur, dont le froid produit à l'aide de CFC permettait de conserver des fraises très tentantes, cultivées à l'aide de bromure de méthyle, pour ne rien dire de très nombreux autres aliments consommés chaque jour. On n'y échappait pas dans la voiture non plus, les CFC étant omniprésents dans les mousses de sécurité du tableau de bord et du volant. Même chose au travail, avec des halons utilisés pour la protection contre l'incendie dans les bureaux et les immeubles de bureaux, de même que dans les centres de données et dans les usines énergétiques. Des solvants appauvrissant l'ozone étaient utilisés pour le nettoyage à sec, et pour nettoyer les composants métalliques de presque tous les appareils électroniques, les appareils de refroidissement et les voitures. Ils jouaient un rôle dans le vernissage du bois pour fabriquer des bureaux, des armoires et des étagères.

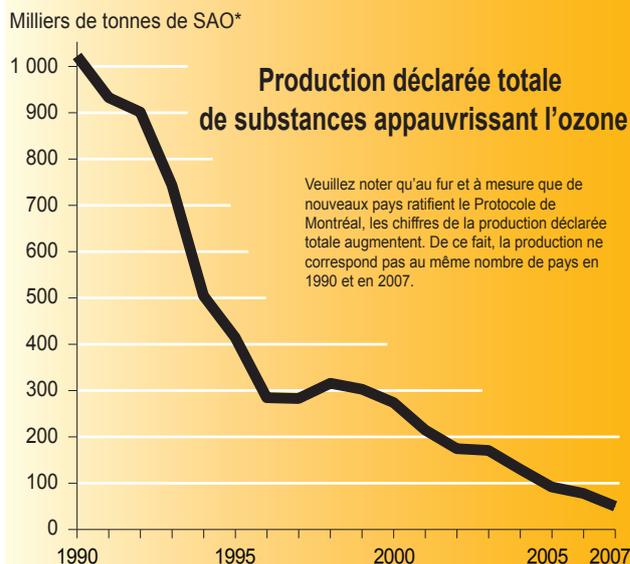
Depuis que l'on a découvert leur caractère destructeur, d'autres substances ont progressivement remplacé les SAO. Dans certains cas, ce remplacement est complexe et coûteux, ce qui peut engendrer des effets indésirables ou se révéler impraticable. Les experts aussi bien que le public doivent rester vigilants pour s'assurer que le remplacement n'ait pas d'effets nocifs sur la santé, la sécurité, ou d'autres dangers de nature environnementale (par exemple le réchauffement climatique). Comme souvent, les dernières étapes sont les plus difficiles.

Les SAO peuvent s'échapper lorsqu'on les utilise (par exemple en gaz propulseur dans un spray) ou à la fin du cycle de vie d'un équipement si des mesures appropriées ne sont pas prises pour leur destruction. Ils peuvent être recaptés, recyclés et réutilisés si

Production des principaux gaz SAO



Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement, Secrétariat Ozone, 2009



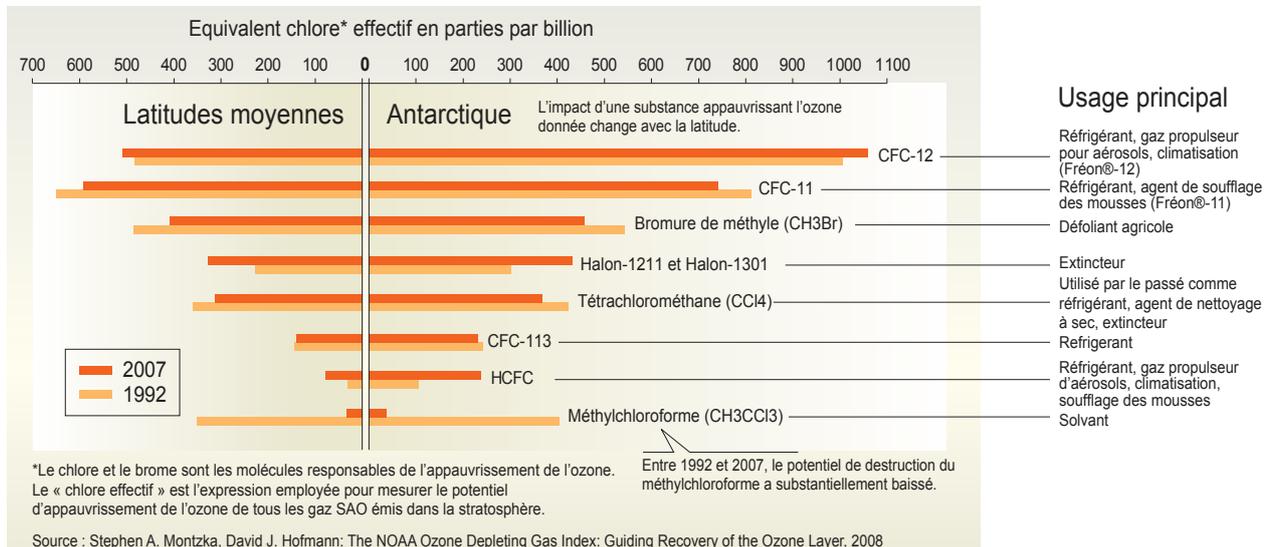
* Tonnes multipliées par le potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone du gaz considéré.
Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement, Secrétariat Ozone, 2009

des procédures appropriées sont suivies par des techniciens et les propriétaires des équipements concernés. Il est possible de détruire les SAO, bien qu'il s'agisse d'un processus long et coûteux. De plus, il est obligatoire de suivre l'un des procédés de destruction approuvés par les Parties au Protocole de Montréal.

Les substances appauvrissant la couche d'ozone les plus fréquentes et leur utilisation			
Usage	SAO	Caractéristiques	Alternatives
Réfrigération et climatisation	CFC 11, 12, 113, 114, 115	Gaz à long cycle de vie, non toxiques, non corrosifs, et ininflammables. Ils sont aussi versatiles. Suivant le type de CFC, ils restent dans l'atmosphère entre 50 et 1700 ans.	HFC, hydrocarbures, ammoniac, eau. Technologies alternatives : climatisation à gaz, refroidissement par adsorption.
	HCFC 22, 123, 124	Appauvrissent la couche d'ozone, mais bien moins. Ils sont en train d'être abandonnés également.	HFC, hydrocarbures, ammoniac, eau. Technologies alternatives : climatisation à gaz, refroidissement par adsorption.
Aérosols	CFC 11, 12, 114	<i>Voir ci-dessus</i>	Technologies alternatives : climatisation à gaz, refroidissement par adsorption.
Mousses soufflées / mousses d'isolation rigides	CFC 11, 12, 113 HCFC 22, 141b, 142b	<i>Voir ci-dessus</i>	
Extincteurs	Halons (p.ex halon-1301, halon-1211)	Cycle de vie atmosphérique de 65 ans	Isolation sans mousse, HFC, hydrocarbures, CO ₂ , 2-chloropropane.
Pesticides, fumigation du sol	Bromure de méthyle	Fumigant utilisé pour tuer les parasites vivant dans la terre et les maladies des cultures végétales avant les semences, et comme désinfectant dans des produits agricoles tels que le grain mis en réserve ou des produits agricoles en attente d'exportation. Met environ 0,7 an à se dégrader.	Eau, CO ₂ , gaz inertes, mousse, HFC, cétone fluoré Pas d'alternative unique. Systèmes intégrés de gestion des parasites. Substrats artificiels. Rotation des cultures. Phosphine, chloropicrine, 1,3-dichloropropène, chaleur, froid, CO ₂ , traitements à la vapeur et atmosphères combinées / contrôlées.
Solvants (utilisés pour le nettoyage de précision de pièces détachées)	CFC 113, HCFC 141b, 225 1,1,1 trichloréthane	<i>Voir ci-dessus ce qui concerne les CFC et HCFC</i>	Remplacement par des processus sans maintenance ou à sec, des systèmes aqueux ou semi-aqueux Hydrocarbures Hydrofluoroéthères (HFE) Solvants chlorés (p.ex. trichloréthylène) Solvants inflammables volatils (méthanol p.ex.)
	Tétrachlorométhane	Presque totalement ininflammable. (Toxique, QDP 1.1) Faible pouvoir de dissolution Forme du phosgène toxique à haute température à l'air libre. Comme sa formation en tant que produit intermédiaire de synthèse aboutit à la destruction et non à l'émission de ce produit chimique, son usage n'est pas contrôlé par le Protocole de Montréal	<i>Voir ci-dessus</i>

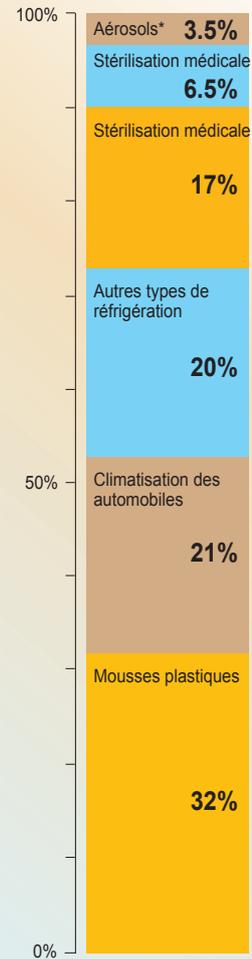
Sources : US EPA 2006, www.wikipedia.org, Commission européenne 2009

Potentiel de destruction des substances appauvrissant l'ozone



Fin de l'utilisation des CFC aux Etats-Unis en 1987

En pourcentage de l'usage total de CFC



*Remarque : Depuis 1978, les CFC sont interdits dans les aérosols aux Etats-Unis

Source : Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis, 1992 (cité par WRI en 1996)

Les coupables

les installations de réfrigération

La demande en réfrigérateurs et en systèmes d'air conditionné explose. Cette situation est due pour partie à l'élévation du niveau de vie à travers le monde, et pour partie à la modification des habitudes et des standards de confort. De plus, dans un climat plus chaud, le nombre de réfrigérateurs dans le monde (estimé à 1,5 à 1,8 mille millions) et de climatiseurs domestiques et embarqués dans les voitures (respectivement 1,1 mille millions et 400 millions) augmentera massivement, selon les prévisions, au fur et à mesure que des nations émergentes telles la Chine et l'Inde se développeront

Cette tendance présente deux types de dommages collatéraux.

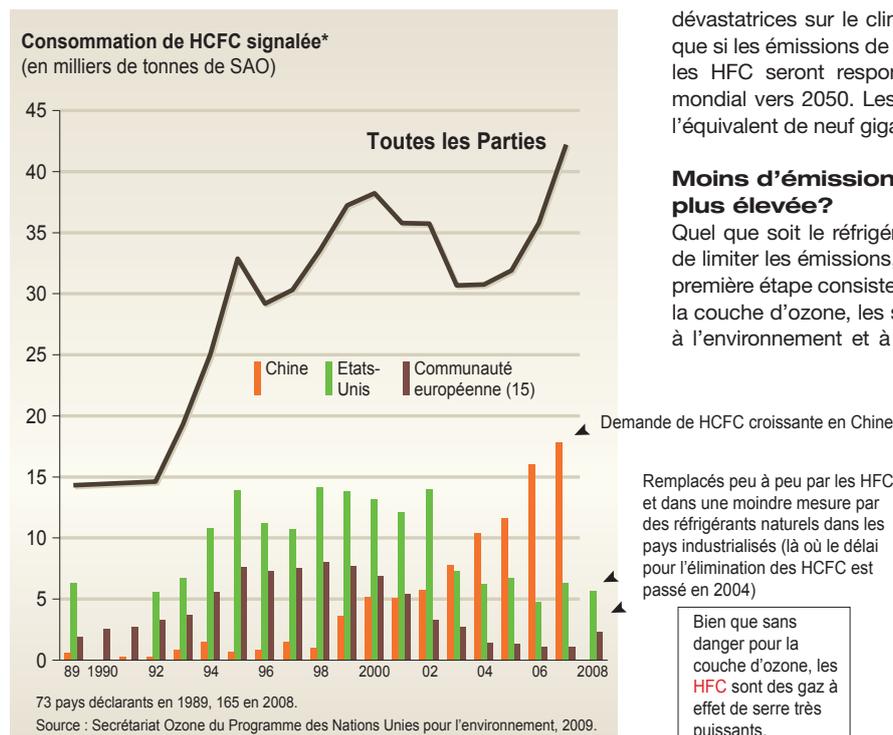
Les installations de réfrigération ont besoin de réfrigérants. Lorsqu'ils sont libérés dans l'air, les agents de refroidissement détruisent des molécules d'ozone, contribuent au réchauffement climatique, ou les deux. Avec le Protocole de Montréal, la communauté mondiale a désormais quasiment éliminé les CFC, les produits chimiques qui font le plus de dégâts sur la couche d'ozone. Les substances utilisées pour les remplacer dans la plupart des cas, les HCFC, attaquent elles aussi la couche d'ozone, mais dans une bien moindre mesure. Mais même si le danger représenté par une certaine quantité de HCFC est moindre que celui que représente la même quantité de CFC, l'augmentation mondiale de leur usage a abouti à la constitution d'un stock de HCFC qui menace presque autant la couche d'ozone que par le passé. Selon un rapport d'évaluation du PNUE de 2006, les réservoirs de CFC représentent environ 450'000 tonnes, dont 70% se trouvent dans les pays de l'article 5. Les HCFC, qui constituent l'essentiel de la masse de réfrigérants

quantitativement parlant, représentent plus de 1'500'000 de tonnes, soit 60% de la quantité totale de produits réfrigérants utilisés actuellement (voir l'encadré sur les accumulations de SAO).

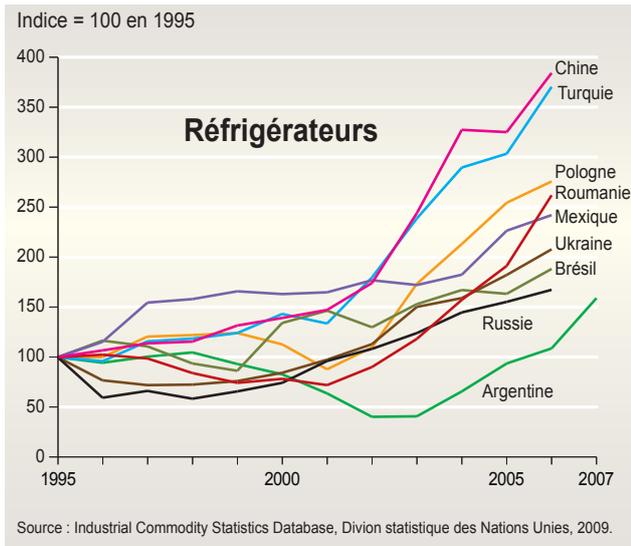
Par une ironie de l'histoire, le succès du Protocole de Montréal aboutit à un nouveau casse-tête pour les négociateurs environnementaux. Dans la phase initiale de la mise en œuvre du traité, le passage à des produits chimiques possédant un moindre potentiel de destruction était encouragé, voire soutenu financièrement, car ils permettaient de renoncer plus rapidement aux CFC. Le fort potentiel de réchauffement climatique de ces nouvelles substances n'était pas un problème majeur à cette époque.

En 2007, les progrès faits par la prise de conscience de la double menace que représentaient les HCFC ont stimulé les Parties à accélérer l'élimination progressive des HCFC. Les usines qui étaient passées de la production de CFC à la production de HCFC seraient contraintes soit à la fermeture soit à l'utilisation de techniques non contrôlées telles que les produits intermédiaires de synthèse. Si l'approche du statu-quo est employée, la recrudescence de l'usage des HFC est certaine. Or il se trouve que les HFC sont des gaz à effet de serre des milliers de fois plus puissants que le CO₂. Si l'on ne prend pas de mesures spécifiques pour contrôler les HCFC, cette décision bien intentionnée pourrait avoir des conséquences dévastatrices sur le climat. Une étude scientifique récente estime que si les émissions de CO₂ continuent de croître au rythme actuel, les HFC seront responsables de 10 à 20% du réchauffement mondial vers 2050. Les émissions de HFC pourraient représenter l'équivalent de neuf gigatonnes d'équivalent-CO₂.

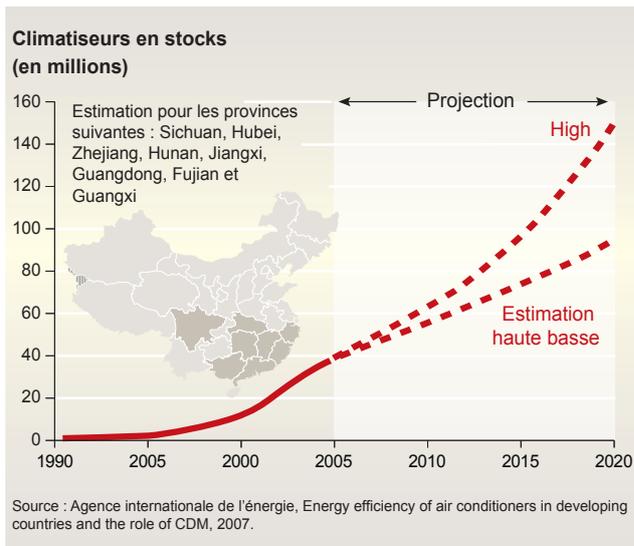
Les HCFC : un produit de substitution provisoire pour les CFC dans le secteur de la réfrigération



Croissance du secteur de la réfrigération



Les climatiseurs en Chine du sud



HCFC et CFC

Les secteurs d'activités qui emploient le plus de SAO et les produits de substitution tels que les HFC et PFC comptent dans leurs rangs la réfrigération, la climatisation, les mousses, les aérosols, la protection contre l'incendie, les agents nettoyants et les solvants. Les émissions de ces substances proviennent de leur production et de dégagements non intentionnels, les applications qui comportent des émissions intentionnelles (les sprays par exemple), l'évaporation et les fuites en provenance de réservoirs (voir page 32\$\$\$) qui se trouvent dans les installations et les produits au cours de leur usage, d'essais et d'entretien, et lorsque ces produits sont jetés après usage sans prise en charge appropriée.

Le forçage radiatif positif total généré par l'augmentation de la production industrielle de SAO et de halocarbones non SAO entre 1750 et 2000 représente, selon les estimations, environ 13% de l'augmentation totale des GES pendant la même période. La plupart des augmentations en halocarbones se sont produites au cours des dernières décennies. Les concentrations atmosphériques de CFC sont restées stables ou ont baissé entre 2001 et 2003 (entre 0 et -3% par an

suivant le gaz considéré) tandis que les halons et leurs produits de substitution, les HCFC et les HFC ont augmenté (les halons entre 1 et 3%, les HCFC entre 3 et 7% et les HFC entre 13 et 17% par an).

En quoi consistent les alternatives aux HCFC qui ne sont pas des HFC ?

Il existe des produits aptes à remplacer les HFC dans des domaines très variés, en particulier la réfrigération des ménages, la réfrigération commerciale indépendante, la réfrigération industrielle à grande échelle et les mousses de polyuréthane. Pour évaluer une alternative possible aux HCFC, il faut en considérer l'impact environnemental et sanitaire dans son ensemble, y compris en termes de consommation et d'efficacité énergétiques. Les produits de substitution à base d'ammoniac et d'hydrocarbures (HC) ont une durée de vie atmosphérique qui va de quelques jours à plusieurs mois, et les forçages radiatifs indirects liés à leur emploi comme produits de substitution n'ont que des effets négligeables sur le climat mondial. Ils présentent toutefois des problèmes de sécurité et de santé publique qui doivent être pris en compte.

conteneurs (confinement des produits réfrigérants), il serait possible de réduire de 30% d'ici à 2020 les fuites de produits réfrigérants, en particulier dans les climatiseurs embarqués et les installations de réfrigération industrielle, mais aussi en réduisant la charge pesant sur les réfrigérants (optimisation de systèmes de réfrigération indirecte, échangeurs de chaleur à microcanaux, etc.). Un entretien et des réparations appropriés des usines produisant les installations de réfrigération (vérification régulière, reprise systématique, recyclage, régénération ou destruction des produits réfrigérants) y contribuent également. En dernier lieu, les professionnels de la réfrigération devraient bénéficier de formations appropriées et si possible de certifications.

Les réfrigérants naturels

En recherchant les possibles alternatives aux HFC, les réfrigérants produits par la nature tels l'ammoniac, les hydrocarbures (HC) et le dioxyde de carbone (CO2) ont fait l'objet de beaucoup d'attention. Leur usage est d'ores et déjà commun dans certaines applications (les HC par exemple pour la réfrigération des ménages) et en recrudescence dans d'autres (par exemple le CO2 dans

les automobiles ou les avions). Les obstacles qui s'opposent à leur expansion sont l'absence de standards internationaux qui encadrent leur utilisation, le manque de formation pour les techniciens de maintenance et, dans certain cas, la nécessité de mettre à jour les standards de sécurité. Un problème commun est que, dans un cycle thermodynamique, il y a une limite à la quantité de réfrigérant qui peut être employée. Cela veut dire que dans les contextes qui présentent une forte demande de réfrigération, les cycles doivent être divisés en plus petits cycles, ce qui implique que les installations soient plus grandes. Les réfrigérants naturels sont une bonne alternative dans la plupart des cas, même si des progrès technologiques restent à accomplir dans certains cas.

De nouveaux réfrigérants synthétiques apparaissent aussi à l'horizon, comme le HFO-1234yf, qui devrait être disponible en 2011 pour les climatiseurs. Des technologies entièrement nouvelles sont en cours d'évaluation, comme la réfrigération solaire ou la réfrigération magnétique. Ces dernières compensent généralement la consommation énergétique importante qu'exigent les réfrigérants naturels en employant l'énergie solaire pour les produire.

Les coupables

le bromure de méthyle

Le bromure de méthyle, une substance employée dans l'agriculture et l'industrie alimentaire, est responsable d'environ 10% de l'appauvrissement de l'ozone. Il s'agit d'un pesticide utilisé pour contrôler les populations de parasites, de mauvaises herbes et de rongeurs. Il est aussi utilisé en fumigation des sols et des structures, et pour le traitement de quarantaine et des produits agricoles. Le bromure de méthyle est produit à partir de sels de brome naturels extraits de veines souterraines ou en surface lorsqu'il s'en trouve de grandes concentrations, comme dans la mer Morte.

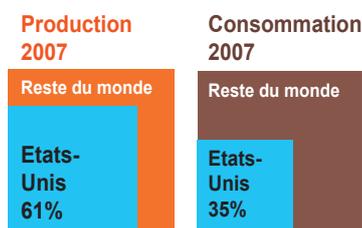
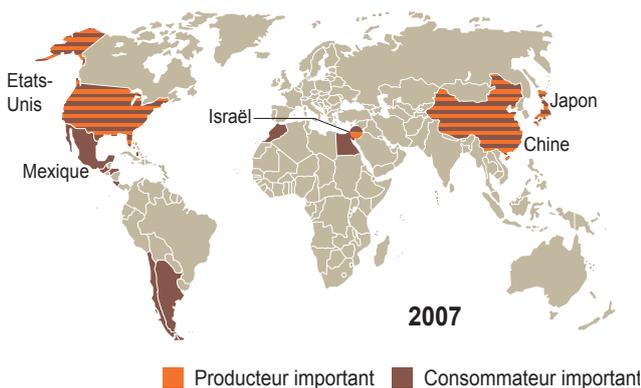
Lorsqu'il est utilisé en fumigation des sols, le bromure de méthyle sous forme gazeuse est généralement injecté dans le sol à une profondeur de 30 à 35 cm, avant les semences. Cette opération permet de stériliser efficacement les sols en tuant la grande majorité des organismes qui y vivent. La culture de tomates et de fraises est la plus gourmande en bromure de méthyle. Ce gaz est utilisé en fumigation pour la culture d'autres biens agricoles comme les poivrons, le raisin, les noix et la vigne. Lorsqu'il est utilisé pour le traitement des produits agricoles, le gaz est injecté dans une pièce où sont entreposés les produits, par exemple des fleurs coupées, des légumes, des fruits, des pâtes ou du riz. Le bromure de méthyle est aussi utilisé en boulangerie, dans les moulins et les entrepôts de fromage. Les biens d'importation peuvent aussi faire l'objet d'un traitement dans le cadre des mesures phytosanitaires ou de quarantaine des pays d'importation (on parle d'application de « quarantaine et de préacheminement »). Dans ce type d'utilisation, de 50 à 95% du gaz finit par s'échapper dans l'atmosphère.

Le bromure de méthyle est un gaz toxique. L'exposition à ce produit chimique a un impact non seulement sur les parasites que l'on veut éliminer, mais aussi sur d'autres organismes. Comme ce gaz se disperse rapidement dans l'atmosphère, c'est sur le site de fumigation lui-même qu'il est le plus dangereux. L'exposition d'êtres humains à de hautes concentrations en bromure de méthyle peut aboutir à l'arrêt des systèmes respiratoire et nerveux central de même qu'à des dégâts spécifiques et sérieux sur les poumons, les yeux et la peau.

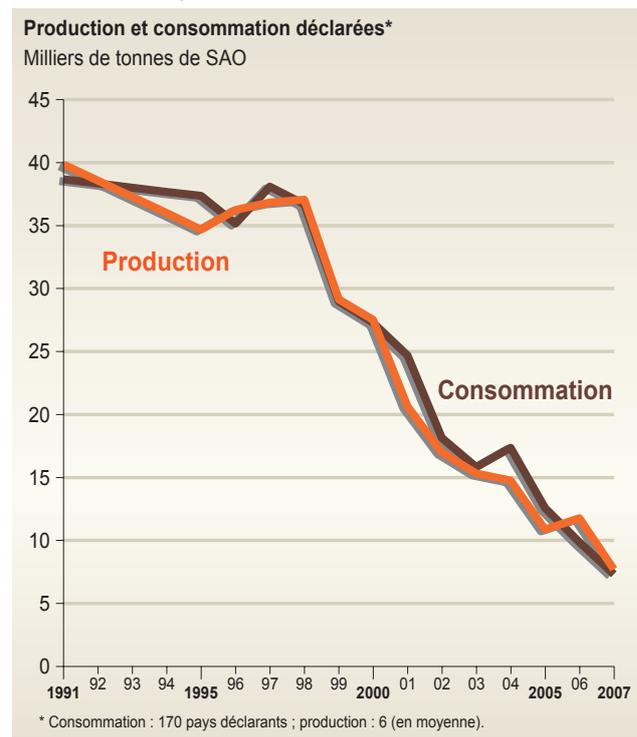
Le Protocole de Montréal s'appliquant au bromure de méthyle, les émissions ont baissé de façon significative au cours de la dernière décennie. Dans les pays ne relevant pas de l'article 5 du Protocole, le délai pour son élimination était fixé à 2005, tandis que les pays concernés par l'article 5 ont le droit de poursuivre sa production et sa consommation jusqu'en 2015. La difficulté consiste à arrêter de l'utiliser en éliminant graduellement les quantités qui sont encore autorisées pour les utilisations les plus critiques dans un petit groupe de pays relevant de l'article 5.

Il existe des alternatives chimiques et non chimiques au bromure de méthyle, et plusieurs outils sont capables de contrôler les parasites qui sont visés actuellement par le bromure de méthyle. La recherche sur les alternatives se poursuit, car il est nécessaire de faire la démonstration de l'efficacité à long terme des alternatives et de gérer les risques liés à la sécurité. De même que pour les alternatives aux CFC, les chercheurs doivent démontrer que les substances de remplacement n'attaquent pas la couche d'ozone et ne contribuent pas au réchauffement de l'atmosphère. C'est le cas du fluorure de soufre (SF₆), une alternative clé au bromure de méthyle pour le traitement de nombreux produits secs (dans les moulins, les usines agroalimentaires et pour l'élimination des termites dans les habitations). Des publications récentes laissent à penser que le SF₆ présente un potentiel de réchauffement d'environ 4'800, ce qui est proche de celle du CFC-11. Sa concentration atmosphérique augmente rapidement.

Tendances du bromure de méthyle



Source : Programme des Nations Unies pour l'environnement, Secrétariat Ozone, 2009

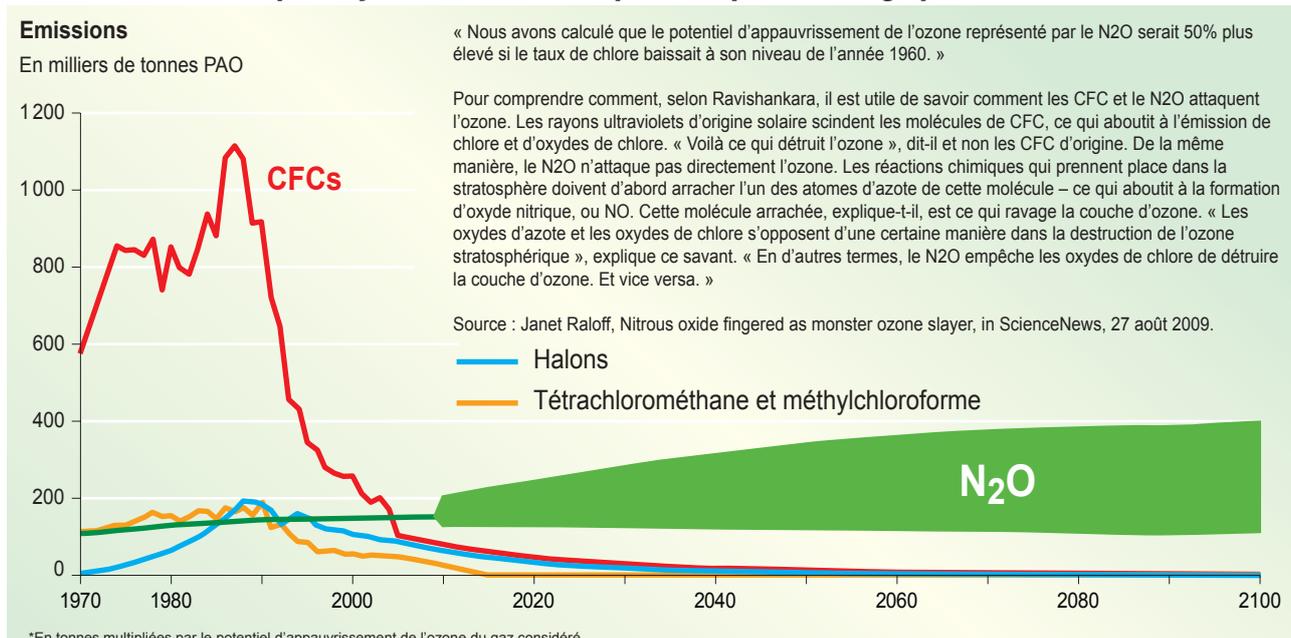


Les coupables

le protoxyde d'azote

La plupart des gens ne connaissent le protoxyde d'azote, ou oxyde nitreux, que pour l'avoir rencontré comme gaz hilarant. Les dentistes l'utilisent comme anesthésique. Cette utilisation n'est toutefois qu'une source peu importante d'émissions. La déforestation, les déchets carnés et la décomposition bactérienne des végétaux dans les sols et les cours d'eau émettent jusqu'aux deux tiers du N₂O atmosphérique. Mais contrairement aux émissions naturelles, les émissions d'origine humaine augmentent constamment, aboutissant à une recrudescence annuelle du N₂O atmosphérique d'environ 1% tous les quatre ans.

Le protoxyde d'azote : un coupable de premier rang après 2010...



Source : A.R. Ravishankara, John S. Daniel, Robert W. Portmann : Nitrous oxide (N₂O) : The Dominant Ozone-Depleting Substance Emitted in the 21st Century, in Science, août 2009.

Les émissions annuelles à l'échelle mondiale se montent, selon les estimations à 2'000 millions de tonnes d'équivalent-CO₂. Aujourd'hui considéré comme la menace la plus importante pour la couche d'ozone, le protoxyde d'azote est aussi un gaz à effet de serre. Limiter les émissions de ce gaz aurait donc deux retombées positives. Le potentiel de réchauffement planétaire (PRP) d'environ 300, le N₂O représente environ 8% des émissions mondiales de GES. Le protoxyde d'azote ne tombe pas sous la juridiction du Protocole de Montréal mais sous celle du Protocole de Kyoto. Par un effet secondaire indésirable du Protocole de Montréal, qui limite les émissions de CFC, le N₂O peut ainsi détruire davantage d'ozone (voir l'explication dans l'illustration). Ce phénomène est susceptible de ralentir la réparation de la couche d'ozone.

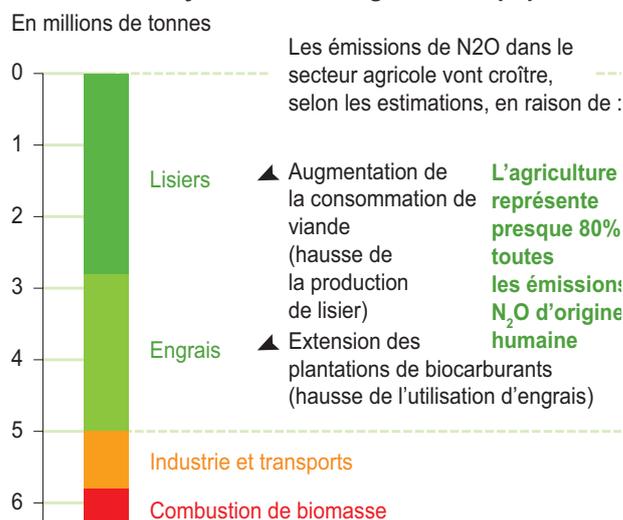
Possibilités de contrôle

En raison du fait que de nombreuses émissions de N₂O sont diffuses, les limiter serait une tâche autrement plus difficile que de simplement contrôler les processus industriels. L'agriculture est une source de N₂O en plein essor. L'usage courant et peu contrôlé de déjections animales comme engrais aboutit aussi à des émissions substantielles. Doser l'épandage en proportion de ce qui est nécessaire et de ce que les sols peuvent absorber réduit les émissions de N₂O de façon significative et permet du même coup de résoudre le problème de

l'accumulation de nitrates dans l'eau potable ainsi que les problèmes d'eutrophisation dans les estuaires. Les campagnes d'information destinées aux agriculteurs devraient ainsi se concentrer sur la meilleure manière et le meilleur moment pour fumer leurs terres.

... D'origine agricole pour l'essentiel

Emissions d'oxyde nitreux d'origine anthropique



Source : Eric A. Davidson, The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860, in Nature Geoscience, août 2009

Des facteurs de destruction multiples et interdépendants

des températures plus élevées, les nuages stratosphériques polaires et le changement climatique

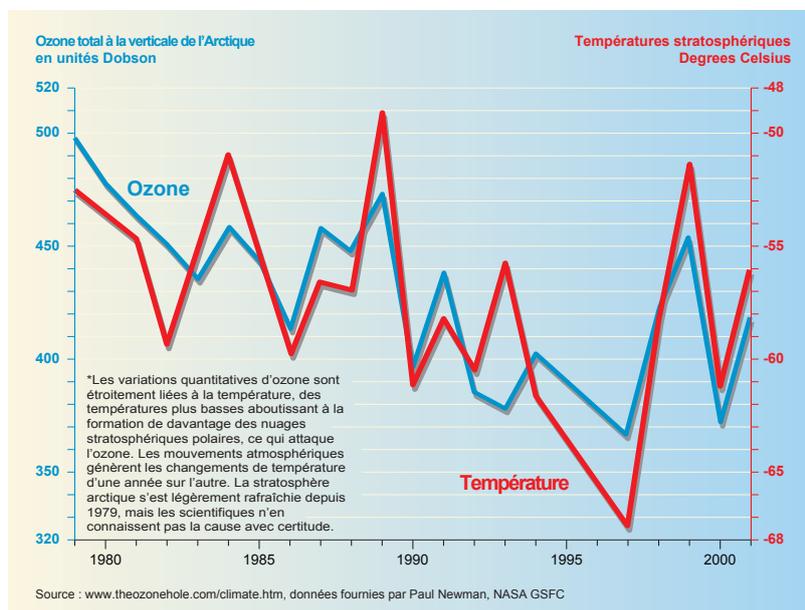
Les causes et les effets de l'appauvrissement de la couche d'ozone et du changement climatique sont considérés par les scientifiques, les responsables politiques et le secteur privé comme inextricablement liés. Les changements de température et d'autres facteurs climatiques d'origine naturelle ou humaine tels que la couverture nuageuse, les vents et les précipitations ont un impact direct et indirect sur l'échelle des réactions chimiques qui entretiennent la destruction de l'ozone dans la stratosphère.

Le fait que l'ozone absorbe les rayons solaires permet de le qualifier, d'autre part, comme un gaz à effet de serre (GES), de façon très semblable au dioxyde de carbone (CO_2), au méthane (CH_4) et au peroxyde d'azote (N_2O). L'appauvrissement de l'ozone stratosphérique et l'augmentation des concentrations en ozone à proximité de la surface de la terre (l'ozone troposphérique) au cours des récentes décennies a contribué au changement climatique. De façon similaire, l'accumulation de GES d'origine humaine, y compris les substances appauvrissant l'ozone (SAO) et leurs produits de remplacement (en particulier les HFC) accentuent le réchauffement des basses couches de l'atmosphère, ou troposphère (là où le système météorologique déploie ses

effets) et on s'attend, globalement, à un refroidissement simultané de la stratosphère.

Le refroidissement de la stratosphère suscite un environnement plus favorable à la formation de nuages stratosphériques autour des pôles, ce qui est un facteur clé du développement de trous dans la couche d'ozone en région polaire. Le refroidissement de la stratosphère dû à l'accumulation de GES et le réchauffement climatique qui y est associé aura donc probablement pour effet d'accélérer la destruction de la couche d'ozone. La troposphère et la stratosphère ne sont pas indépendantes. Les modifications dans la circulation et la composition chimique de l'une affectent l'autre. Les modifications de la troposphère associées au changement

L'appauvrissement de l'ozone arctique et les températures stratosphériques

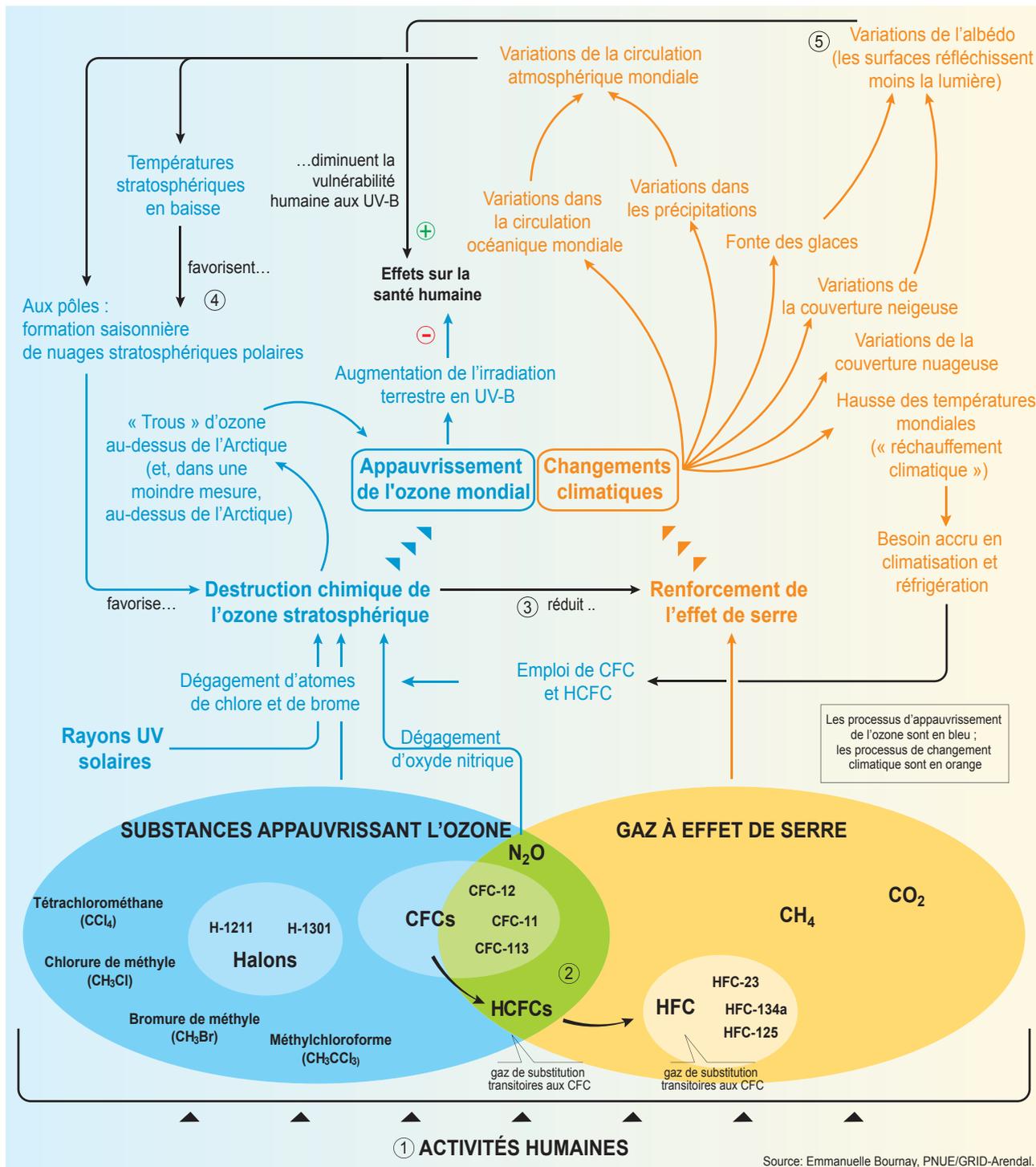


Températures et quantité totale d'ozone au-dessus de l'Arctique depuis 1979

climatique peuvent avoir un impact sur les fonctions de la stratosphère. De façon similaire, les modifications de la stratosphère dues à l'appauvrissement de la couche d'ozone

peuvent avoir des effets sur les fonctions de la troposphère d'une façon si complexe qu'il est difficile d'en prévoir les effets cumulés.

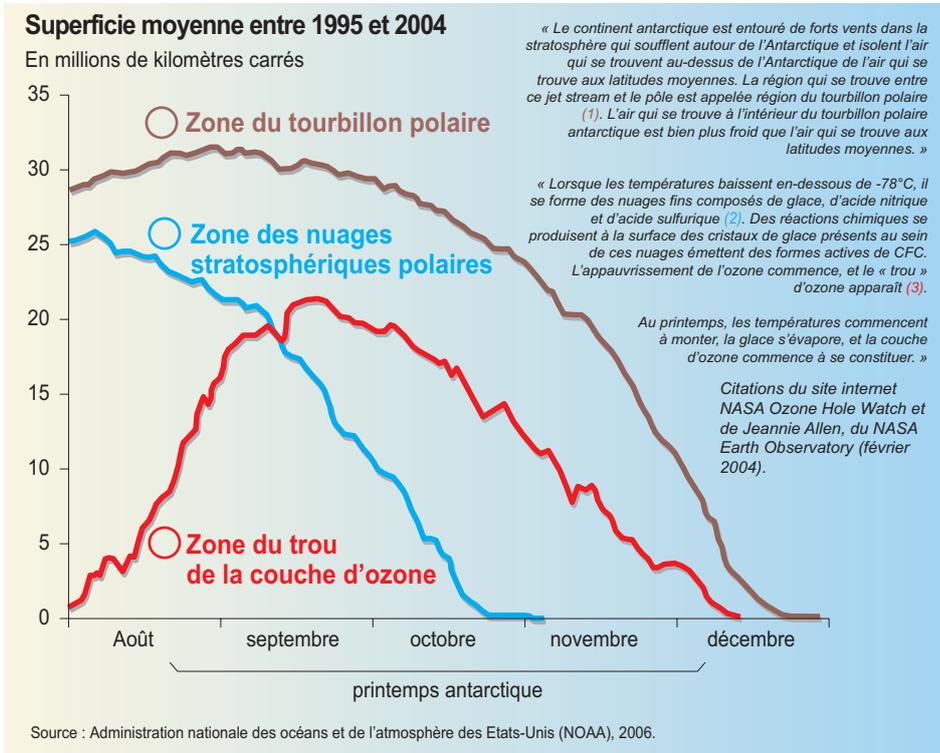
L'appauvrissement de l'ozone et le changement climatique



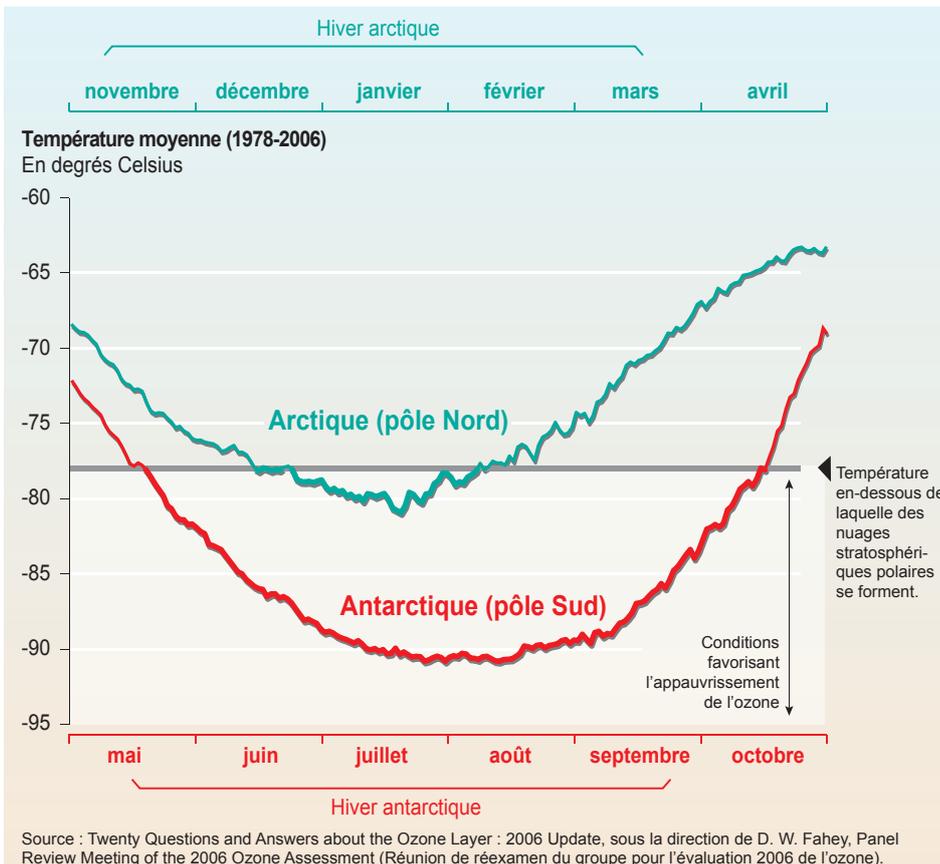
L'appauvrissement de l'ozone et les changements climatiques sont deux problèmes distincts mais ils ont tous deux un effet sur les cycles terrestres, il n'est pas possible de les séparer totalement. Il reste encore de nombreuses incertitudes au sujet des relations entre les deux processus. Plusieurs liens ont été identifiés, en particulier :

- ① Les deux processus sont principalement dus aux des émissions d'origine humaine.
- ② De nombreuses substances appauvrissant l'ozone sont aussi des gaz à effet de serre, en particulier les CFC et les HCFC. Les HFC, mis en avant pour remplacer les CFC, sont des gaz à effet de serre parfois plus important que les CFC qu'ils remplacent. Ce fait est pris en compte dans les négociations et les décisions autour du Protocole de Montréal et du Protocole de Kyoto.
- ③ L'ozone lui-même est un gaz à effet de serre. C'est pourquoi sa destruction dans la stratosphère contribue au rafraîchissement du climat, mais seulement à petite échelle.
- ④ Les modifications de la circulation atmosphérique au niveau mondial pourraient expliquer le rafraîchissement récemment observé des températures stratosphériques. Ces basses températures aboutissent à la formation de nuages stratosphériques polaires au-dessus des pôles en hiver, ce qui accentue fortement la destruction chimique de l'ozone et la formation du « trou ».
- ⑤ La vulnérabilité humaine aux rayons UV-B est liée en partie à l'albédo. Le contexte du réchauffement climatique réduit les surfaces blanches qui sont plus à même de nous faire du mal.

Le « trou » : résultat de conditions météo particulières au-dessus du pôle, répétées chaque printemps



Un hiver antarctique plus froid aboutit à la formation d'un trou dans le sud



Effets et conséquences 1

le rayonnement UV et les écosystèmes

Nous sommes concernés de près par l'impact potentiel sur les plantes et sur les animaux d'une recrudescence du rayonnement UV, tout simplement parce qu'ils forment la base de notre alimentation. Des changements significatifs de la santé ou de la croissance des plantes et des animaux pourraient réduire la quantité de nourriture disponible.

Alors que les scientifiques ont tendance à s'accorder sur le fait qu'au sein d'une espèce donnée, on peut observer des modifications dans la capacité de croissance d'un organisme, il est beaucoup plus compliqué de faire des observations et des prévisions à l'échelle d'un écosystème. Cette tâche est encore compliquée par le fait que nous ne pouvons pas distinguer le rayonnement UV et le séparer des autres changements dans les conditions atmosphériques, comme des températures et des concentrations en CO₂ en hausse, ou l'accès aux ressources en eau.

Le rayonnement UV pourrait avoir un impact sur certaines espèces mais aussi sur les insectes et sur les parasites, ce qui contrebalancerait certains effets négatifs du rayonnement UV. De façon similaire, cette situation pourrait modifier leur capacité à entrer en concurrence avec les autres espèces. A long terme, les plantes résistantes aux UV pourraient l'emporter sur d'autres espèces plus vulnérables.

Une exposition excessive au rayonnement UV peut déclencher des cancers chez les mammifères, dont les hommes, et endommager leur vue. La fourrure protège la plupart des animaux contre la surexposition aux rayons nocifs. Mais le rayonnement peut quand même endommager leur nez, leurs pattes, et la peau qui se trouve autour du museau.

Les expériences menées sur les plantes cultivées ont montré que le rendement de plusieurs produits agricoles clés tels le riz, le soja et le sorgho baisse lorsqu'ils sont

exposés aux UV : elles limitent leur exposition aux UV en réduisant la surface de leurs feuilles, ce qui contrecarre leur croissance. Cependant, la baisse de rendement observée n'a pas semblé suffisamment importante pour que les scientifiques tirent la sonnette d'alarme.

La vie aquatique est particulièrement vulnérable

Le phytoplancton est à la base de la chaîne alimentaire aquatique, qui représente 30% des ressources disponibles en protéines animales. La productivité du phytoplancton est restreinte à la couche superficielle des eaux, là où on trouve suffisamment de lumière. Cependant, même aux niveaux observés aujourd'hui, le rayonnement UV-B d'origine solaire en limite la reproduction et la croissance. Une légère augmentation de l'exposition aux UV-B pourrait réduire de façon significative la population planctonique, ce qui aurait deux sortes d'impacts sur l'environnement. Moins de plancton implique moins de nourriture pour les animaux qui s'en nourrissent et une réduction des populations de poissons, qui sont déjà appauvries par la surpêche. De plus, s'il y a moins de matière organique dans les couches les plus superficielles de l'eau, le rayonnement UV pourra pénétrer plus profondément et affecter les plantes et les animaux plus complexes qui s'y trouvent. Le rayonnement UV d'origine solaire endommage directement les poissons, les crevettes, les crabes, les amphibiens et d'autres animaux durant les premiers stades de leur développement. La pollution de l'eau par des substances toxiques est susceptible de renforcer les effets pervers du rayonnement UV en remontant le long de la chaîne alimentaire.

Les effets du renforcement du rayonnement UV-B sur les cultures

Modifications potentielles des caractéristiques botaniques	Conséquences	Quelques cultures sensibles
<ul style="list-style-type: none"> ■ Réduction de la photosynthèse ■ Réduction de l'efficacité de l'usage de l'eau ■ Réduction de la surface des feuilles ■ Réduction de la conductivité des feuilles ■ Réduction de la conductivité foliaire ■ Modification de la floraison (inhibée ou stimulée) ■ Réduction de la production de matières sèches 	<ul style="list-style-type: none"> Augmentation de la fragilité de la plante Limitation de la croissance Réduction des rendements 	<ul style="list-style-type: none"> Riz Avoine Sorgho Soja Haricots

NB : Conclusions résumées d'études utilisant des expositions artificielles
Source: adapté de: Krupa et Kickert (1989) by Runeckles and Krupa (1994) in: Fakhri Bazzaz, Wim Sombroek, Global Climate Change and Agricultural Production, FAO, Rome, 1996.

Effets et conséquences 2

le rayonnement UV et la santé humaine

Nous avons tous besoin du soleil : psychologiquement, parce que la lumière du soleil nous réchauffe le cœur ; physiquement, parce que notre corps en a besoin pour produire la vitamine D, essentielle au bon développement de nos os. Cependant, la recrudescence des rayons ultraviolets qui passent à travers la couche d'ozone et qui atteignent la surface de la terre peuvent faire beaucoup de mal aux plantes, aux animaux et aux êtres humains.

Au cours de milliers d'années, les humains se sont adaptés à différents niveaux d'intensité de la lumière solaire en développant différentes couleurs de peau. Le double rôle joué par la peau – la protection contre l'excès de rayonnement UV et l'absorption de suffisamment de lumière solaire pour déclencher la production de vitamine D – signifie que les peuples vivant sous les basses latitudes, à proximité de l'équateur, là où le rayonnement UV est intense, ont développé une peau plus sombre pour se protéger des effets destructeurs du rayonnement UV. Par contraste, ceux qui vivaient dans les latitudes plus élevées, plus près des pôles, ont développé une peau plus claire afin de maximiser la production de vitamine D.

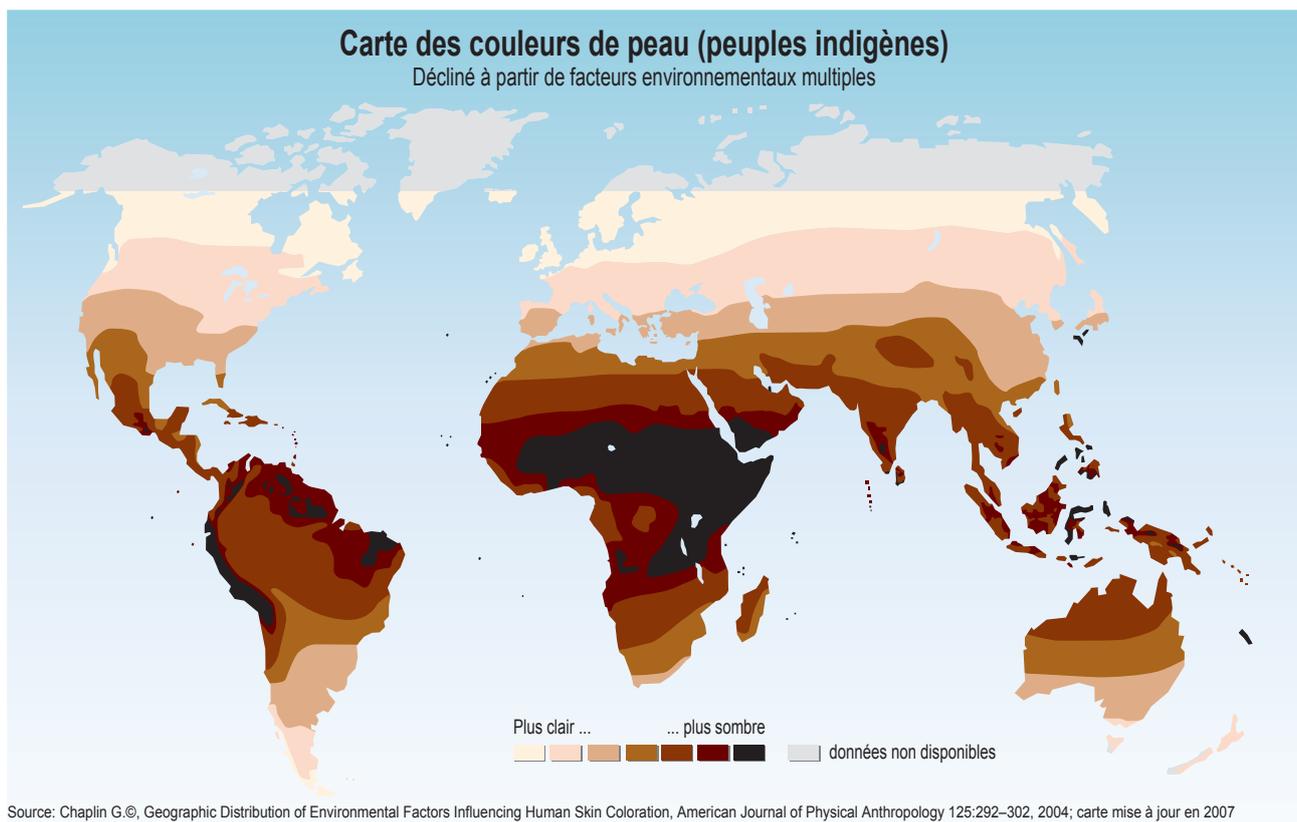
Qui court le plus de risques ?

Au cours des quelques derniers siècles, toutefois, des migrations humaines rapides se sont produites autour des zones dans lesquelles nous avons originellement évolué. Notre couleur de peau n'est plus nécessairement

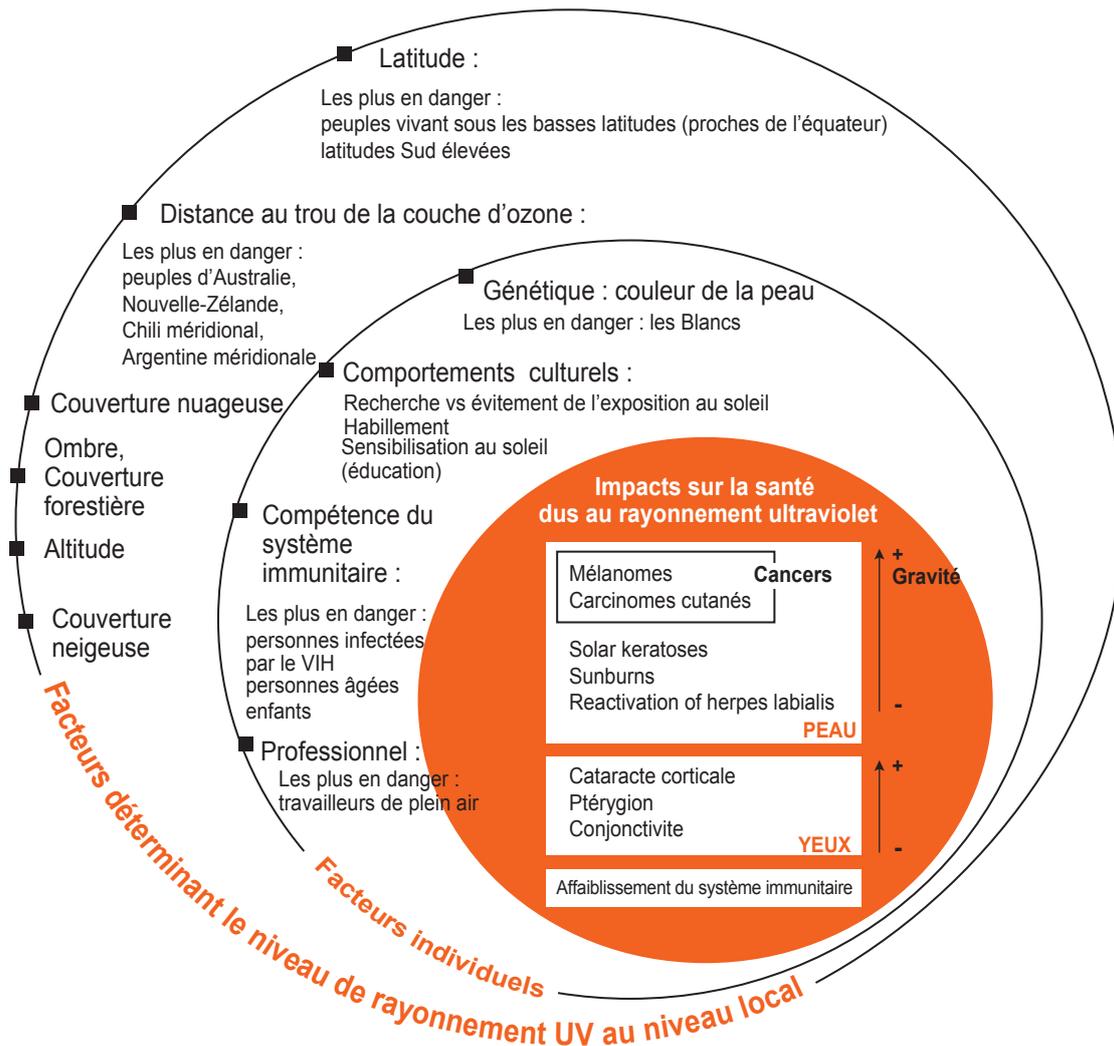
adaptée à l'environnement dans lequel nous vivons. Des populations à la peau claire qui ont migré en direction des tropiques ont souffert d'une augmentation rapide dans la prévalence des cancers de la peau.

Les changements comportementaux et culturels au 20^{ème} siècle ont impliqué pour beaucoup d'entre nous d'être plus que jamais exposés au rayonnement UV. Mais ils peuvent aussi aboutir à une exposition inadéquate au soleil, susceptible de porter préjudice à notre santé de différentes façons.

Baucoup de gens qui vivent sous les latitudes élevées grillent leur peau au soleil de façon très intense pendant leurs courtes vacances d'été, mais ils n'ont qu'une exposition minimale au soleil le reste de l'année. Une exposition intermittente de ce type à la lumière solaire semble être un facteur de risque. D'un autre côté, des populations qui présentent une pigmentation cutanée plus



Vulnérabilité



Source: Organisation mondiale de la Santé, Global burden of disease from solar ultraviolet radiation, 2006

sombre exposées de façon régulière à un rayonnement UV similaire ou plus élevé semblent moins enclines à développer des affections cutanées.

Quelles sont les atteintes constatées ?

Les atteintes les plus souvent signalées sont en lien avec la peau. Les effets directs comprennent les coups de soleil, les lésions cutanées chroniques (photovieillissement) et un risque accru de développer différents types de cancers de la peau. Les modèles prévoient qu'une diminution de l'ozone stratosphérique à hauteur de 10% pourrait causer 300'000 cancers non mélaniques et 4'500 cancers mélaniques (plus dangereux) dans le monde chaque année.

Au niveau indirect, le rayonnement UV-B endommage certaines cellules qui fonctionnent comme un bouclier nous protégeant de l'intrusion de germes pathogènes. En d'autres termes il affaiblit notre système immunitaire. Pour les gens dont le système immunitaire est déjà affaibli, en particulier par le VIH-SIDA, on constate un effet aggravant, avec une recrudescence des infections aiguës et un risque accru de réactiver des virus dormants (comme les boutons de fièvre).

Le rayonnement UV pénètre aussi dans notre organisme par les yeux, qui sont particulièrement vulnérables. Des

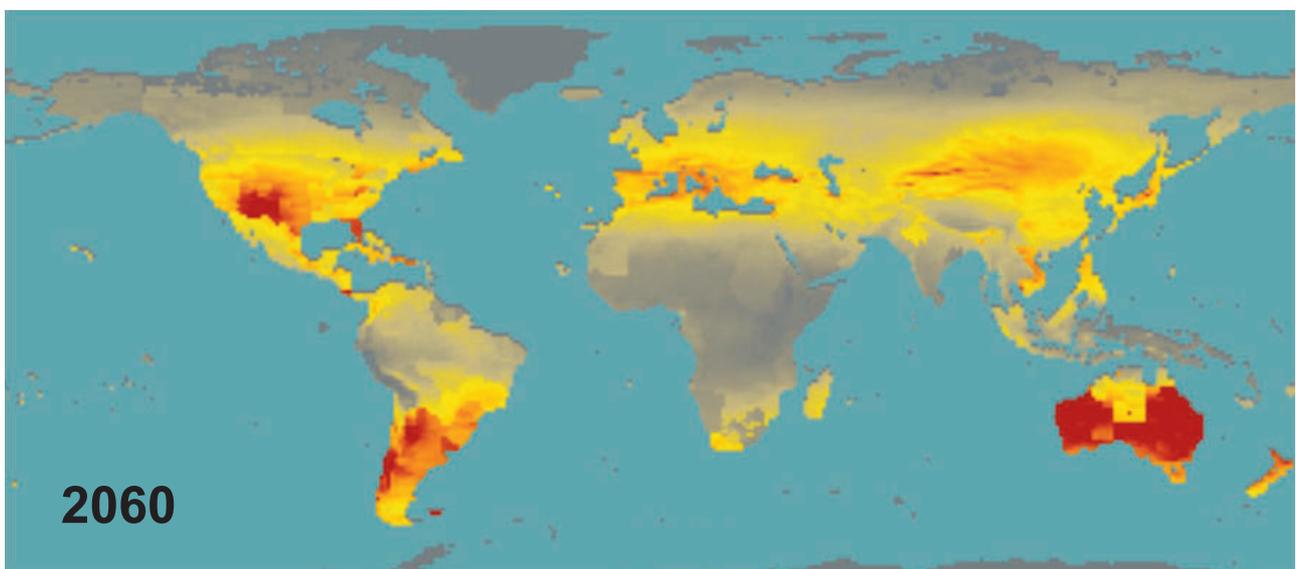
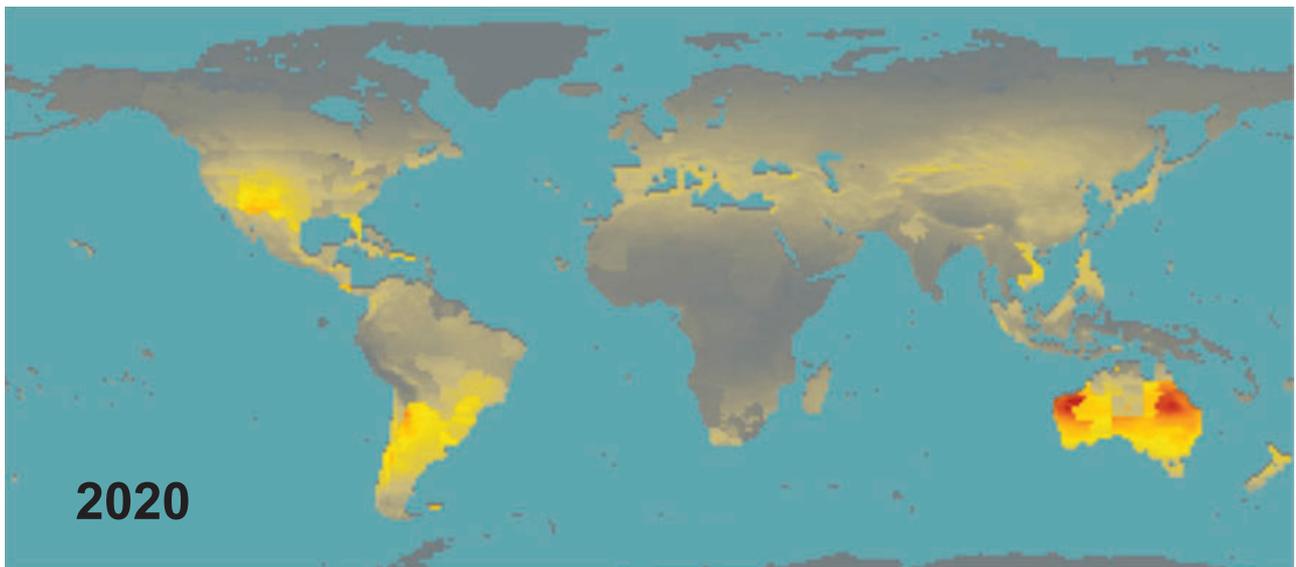
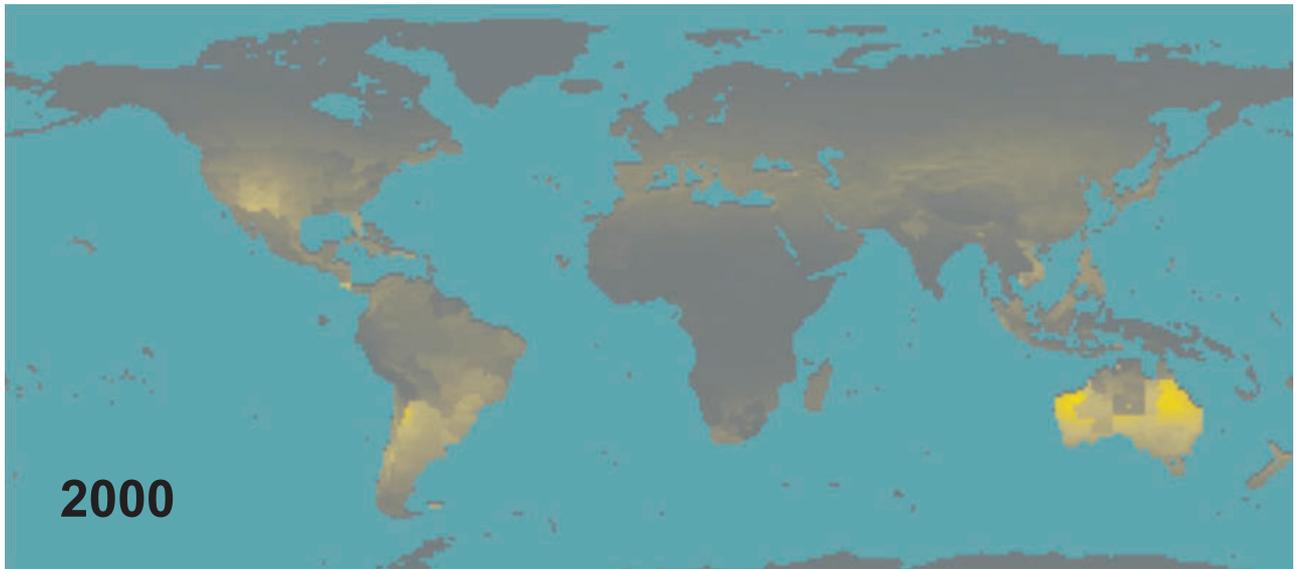
affections telles l'ophtalmie des neiges ou la cataracte, qui endommagent le cristallin et peuvent conduire à la cécité, peuvent endommager notre vue de façon durable. Chaque année, environ 16 millions de personnes souffrent de malvoyance dans le monde à cause d'un manque de transparence de leur cristallin. L'Organisation mondiale de la Santé (OMS) estime que jusqu'à 20% des cataractes pourraient être dues à une surexposition au rayonnement UV et pourraient donc être évitées. Le risque d'affections oculaires et immunitaires liées au rayonnement UV ne dépend pas du type de peau.

Il faut rester vigilant

Des contre-mesures simples (v. chapitre 5) peuvent contrôler les effets négatifs directs du rayonnement UV sur notre santé. Mais ce n'est pas une raison pour réduire nos efforts pour renverser la tendance à la destruction de la couche d'ozone. Il est difficile de prévoir les effets indirects de changements atmosphériques aussi profonds sur nos conditions de vie. Des modifications dans les plantes ou les animaux peuvent avoir un impact sur l'humanité par le truchement de la chaîne alimentaire, et l'influence des substances appauvrissant l'ozone sur le changement climatique est susceptible d'affecter indirectement notre capacité à assurer notre approvisionnement.

Nombre de cancers de la peau supplémentaires dus au rayonnement UV

UV Par millions d'habitants par année



Source: Institut national néerlandais pour la santé publique et l'environnement (RIVM), Laboratoire de recherche sur les rayonnements (www.rivm.nl/milieuStoffen/straling/zomethema_uv/), 2007.

Mobilisation 1

protection solaire et projets de sensibilisation

Aujourd'hui, la plupart des enfants savent qu'ils doivent protéger leur peau des atteintes causées par le soleil. C'est là le résultat de campagnes d'information et de communication couronnées de succès dans les écoles et dans les médias du monde entier.

L'accroissement du rayonnement UV qui atteint notre planète à travers une couche d'ozone en raréfaction peut avoir des effets dramatiques à grande échelle sur notre santé. Mais le remède est relativement facile, en utilisant de la crème solaire ou un habillement approprié pour protéger notre peau, et des lunettes de soleil pour les yeux. Il n'en est que plus important de former largement les gens afin qu'ils adoptent ces mesures simples.

Les programmes de sécurité solaire ont été introduits dans presque tous les pays où le risque pour les populations s'est accru

On accorde une confiance particulière à l'indice UV (IUV), une initiative de prise de conscience publique sous la direction de l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) qui encourage l'intégration dans les bulletins de nouvelles et les bulletins météo de l'intensité du rayonnement UV au niveau local. Les journaux de nombreux pays publient aujourd'hui des prévisions UVI en utilisant un graphisme standardisé.

Les campagnes de sensibilisation qui vont avec l'indice permettent aux gens d'avoir accès à une indication claire des mesures de protection nécessaires. Les initiatives peuvent prendre différentes formes : les autorités australiennes, par exemple, décernent des prix aux autorités locales qui fournissent le plus d'ombre à leurs citoyens. Des campagnes couronnées de succès font clairement la différence entre leurs différents publics-cibles, comme les enfants des écoles, les agriculteurs et les travailleurs de plein air.

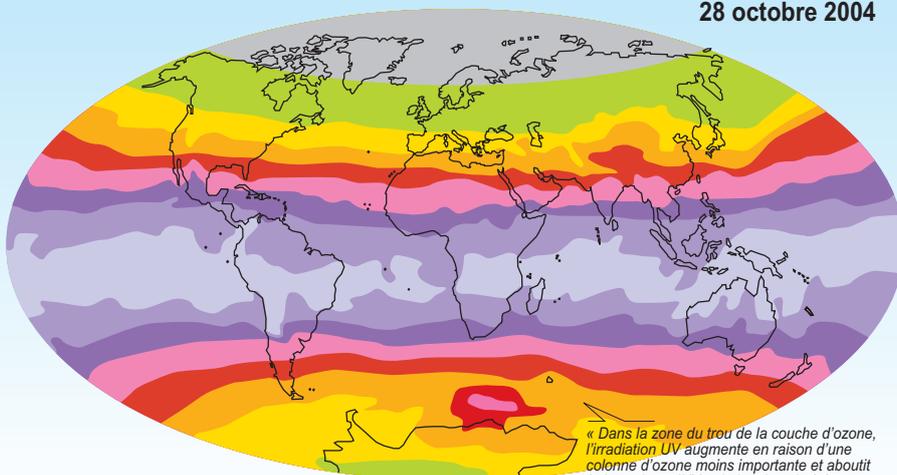
Pour augmenter la prise de conscience des enfants dès leur plus jeune âge au sujet des atteintes potentielles des rayons solaires et des mesures de protection à prendre, les médias consacrés à l'éducation utilisent des personnages de bandes dessinées tels qu'Ozzy Ozone (PNUE/Barbade), Sid le Goéland (Australie) et Top l'imprudente (Suisse).

La prise de conscience croissante des conséquences dangereuses d'une exposition de la peau nue, c'est-à-dire le cancer de la peau, est une des raisons qui expliquent pourquoi les gens ont commencé à faire attention à la protection de leur peau. Les médias ont fait état des résultats inquiétants d'études signalant l'incidence croissante des mélanomes et des autres types de cancer de la peau.

Et pourquoi les gouvernements ont-ils fait de tels efforts pour améliorer la prise de conscience publique des dangers liés à l'exposition excessive au rayonnement UV ? A part leurs sincères préoccupations en matière de santé publique, les raisons financières sont très claires. Par exemple, les cancers de la peau coûtent environ 245 millions de dollars US par an au système de santé publique australien, soit le montant le plus élevé tous cancers confondus. Le risque de voir les Australiens présenter des mélanomes est quatre fois plus élevé que celui de leurs homologues américains, canadiens ou britanniques. Mais sur la base de l'augmentation de l'incidence des cancers de la peau, telle qu'on l'a observée, et de modèles prenant en compte les pertes d'ozone à venir, le gouvernement a calculé que les économies pour le système de santé dépasseront largement les coûts associés à une campagne de sensibilisation.

L'indice UV a l'échelle mondiale

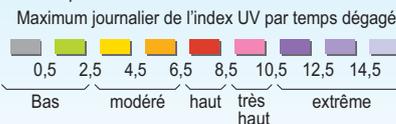
28 octobre 2004



« Dans la zone du trou de la couche d'ozone, l'irradiation UV augmente en raison d'une colonne d'ozone moins importante et aboutit à des valeurs IUV qui n'ont jamais été observées à ces latitudes. »

« L'indice UV mondial (IUV) est une mesure simple du niveau de rayonnement UV à la surface de la Terre. Il a été mis au point de façon à indiquer les effets négatifs potentiels sur la santé et pour inciter les gens à se protéger. Plus l'indice est élevé, plus le danger d'atteintes à la santé et aux yeux est important, et plus le temps d'exposition suffisant pour représenter un danger est bref.

Dans les pays proches de l'équateur, l'IUV peut aller jusqu'à 20. Les valeurs estivales sous les latitudes nord dépassent rarement 8. »



Source: GMES, 2006; INTERSUN, 2007. Le Programme mondial Intersun contre les UV est un projet en collaboration de l'OMS, du PNUE, de l'Agence internationale de recherche contre le cancer (IARC) et de la Commission internationale sur la radioprotection non ionisante (ICNIRP).

Mobilisation 2

une diplomatie environnementale couronnée de succès

Le Protocole de Montréal sur les substances appauvrissant la couche d'ozone fait partie des grandes réussites de la diplomatie environnementale internationale, une histoire qui connaît encore des rebondissements. Le Protocole, tout comme la Convention de Vienne qui l'a précédé, constitue la réponse internationale au problème de l'appauvrissement de l'ozone, adoptée en septembre 1987 à la suite de négociations intergouvernementales qui avaient commencé en 1981 déjà. Après la confirmation de la théorie de la destruction de l'ozone, lorsque l'on a découvert le trou de la couche d'ozone fin 1985 dans l'Antarctique, les gouvernements ont reconnu le besoin de mesures plus draconiennes afin de réduire la consommation et la production des différents CFC et halons. Le Protocole de Montréal est entré en vigueur le 1er janvier 1989 et a été universellement ratifié en septembre 2009.

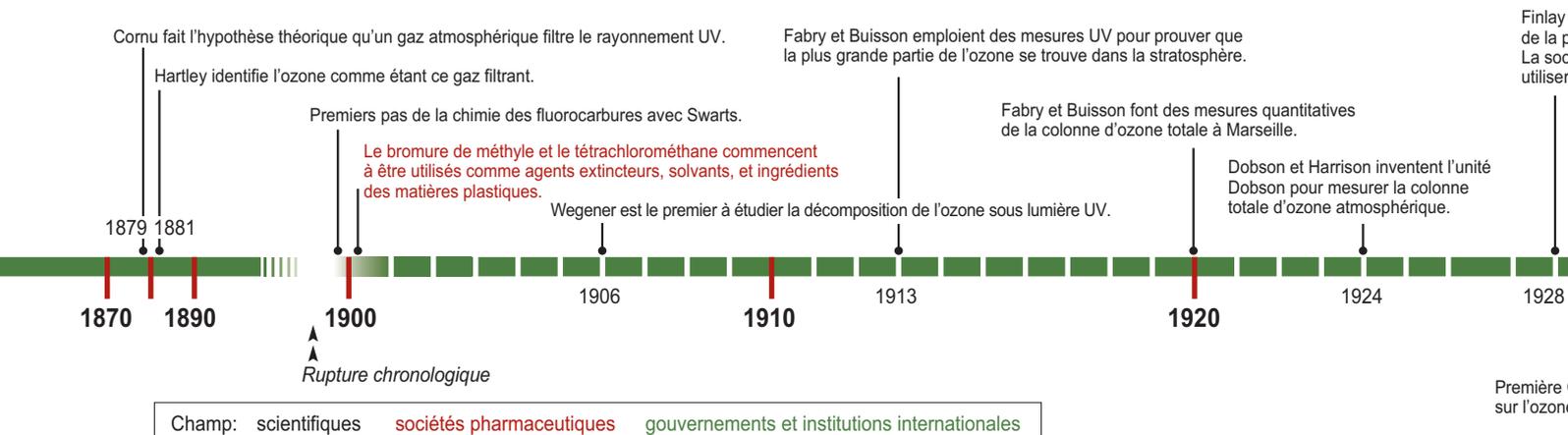
On pense généralement que sans le Protocole, l'appauvrissement de l'ozone atteindrait des valeurs d'environ 50% dans l'hémisphère nord et 70% dans les latitudes méridionales moyennes vers 2050. Cela aurait abouti au doublement du rayonnement UV-B qui atteint la surface de la Terre dans les latitudes moyennes septentrionales et à un quadruplement au sud. Les implications d'un tel développement auraient été épouvantables : 19 millions de cas supplémentaires pour les cancers non mélaniques, 1,5 million de cas de cancers mélaniques, et 130 millions de cas supplémentaires de cataracte oculaire.

Au lieu de cela, les niveaux atmosphériques et stratosphériques de substances appauvrissant l'ozone sont en baisse, et on pense qu'avec la mise en œuvre de toutes les dispositions du Protocole, la couche d'ozone devrait retrouver son état d'avant 1986 en 2065 environ.

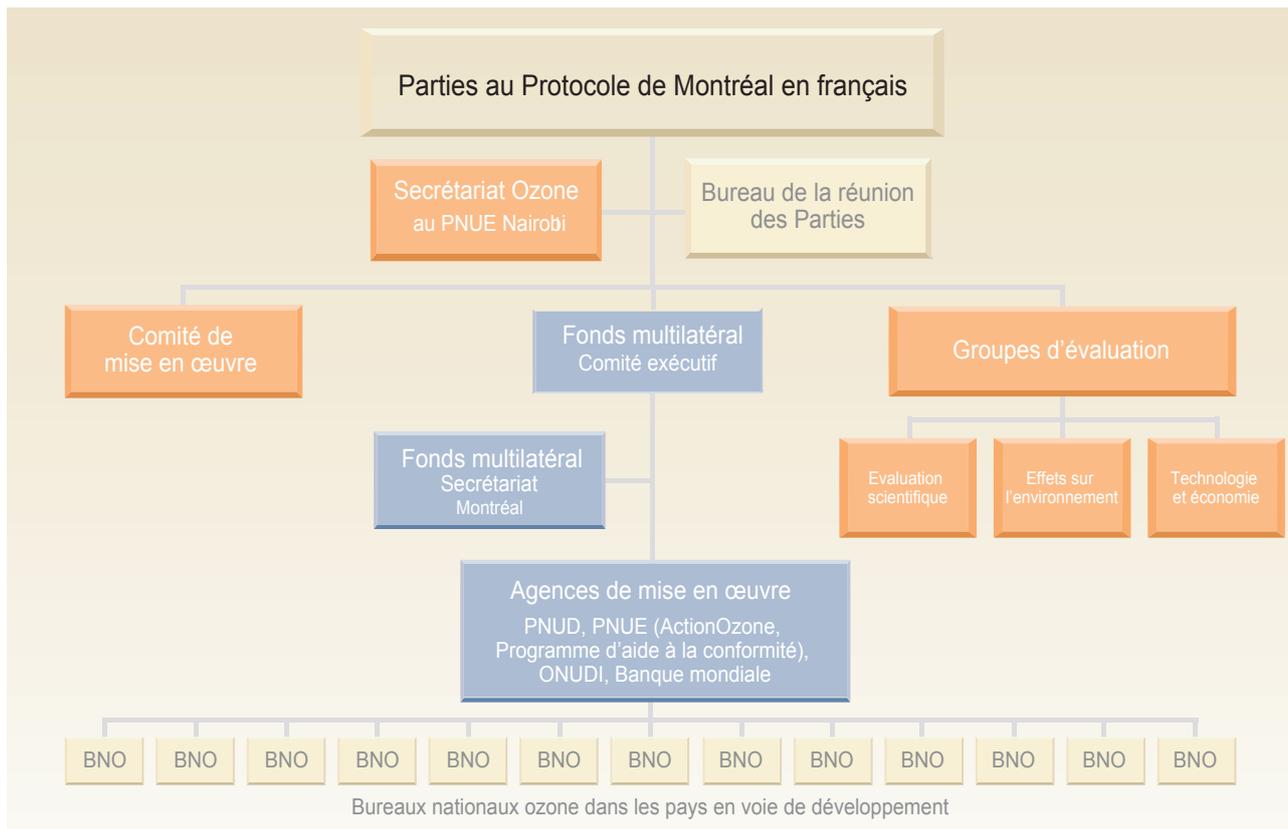
On peut résumer le Protocole en sept points clés :

1. Il exige de chacun des 196 pays et de l'Union européenne, qui ont ratifié le protocole et les amendements (appelés « Parties ») d'éliminer presque totalement la production et la consommation de presque 100 produits chimiques qui ont des propriétés appauvrissant l'ozone, conformément aux délais convenus ;
2. Le protocole exige de chacune des Parties qu'elle déclare sa production, ses importations et exportations de chacun des produits chimiques qu'elle a entrepris d'éliminer progressivement ;
3. Un comité de mise en œuvre formé de dix Parties provenant de différentes régions géographiques passe en revue les rapports de données soumis par les Parties, évalue leur niveau de conformité et fait des recommandations aux réunions des Parties sur les pays non conformes ;

LA PRISE DE CONSCIENCE INTERNATIONALE SUR L'OZONE

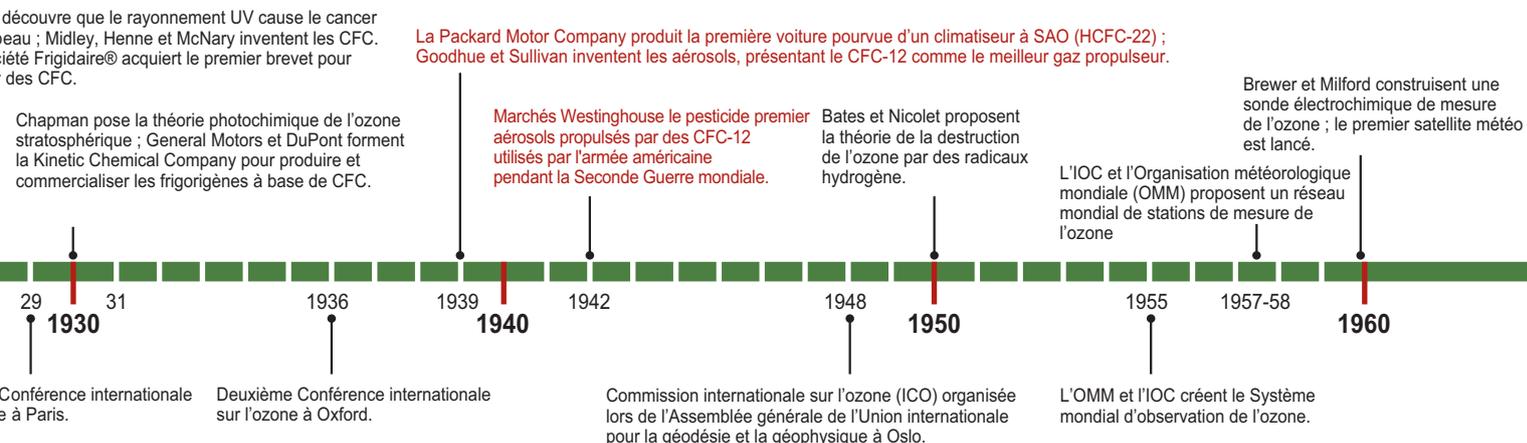


Le paysage de la protection de l'ozone



Source : Secrétariat Ozone, Secrétariat du Fonds, ActionOzone, 2009.

- 4. Le protocole englobe des dispositions sur le commerce qui interdisent aux Parties de faire commerce de SAO et de certains produits contenant des SAO avec les non-Parties, et aussi des dispositions sur ce commerce entre Parties ;
- 5. Le protocole comprend une disposition d'ajustement qui permet aux Parties de répondre aux avancées scientifiques et d'accélérer l'élimination progressive des SAO faisant l'objet d'accords sans en passer par le long processus de ratification nationale. Le protocole a été ajusté cinq fois pour accélérer le calendrier l'élimination, ce qui est une prouesse en soi ;
- 6. Les pays en voie de développement ont droit à une « période de grâce » allant de 10 à 16 ans au-delà des délais établis pour les pays développés pour se conformer aux dispositions de contrôle du Protocole ;
- 7. En 1990, les Parties ont mis sur pied un Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal afin d'aider les pays en voie de développement à tenir leurs obligations de conformité du traité (v. chapitre suivant).

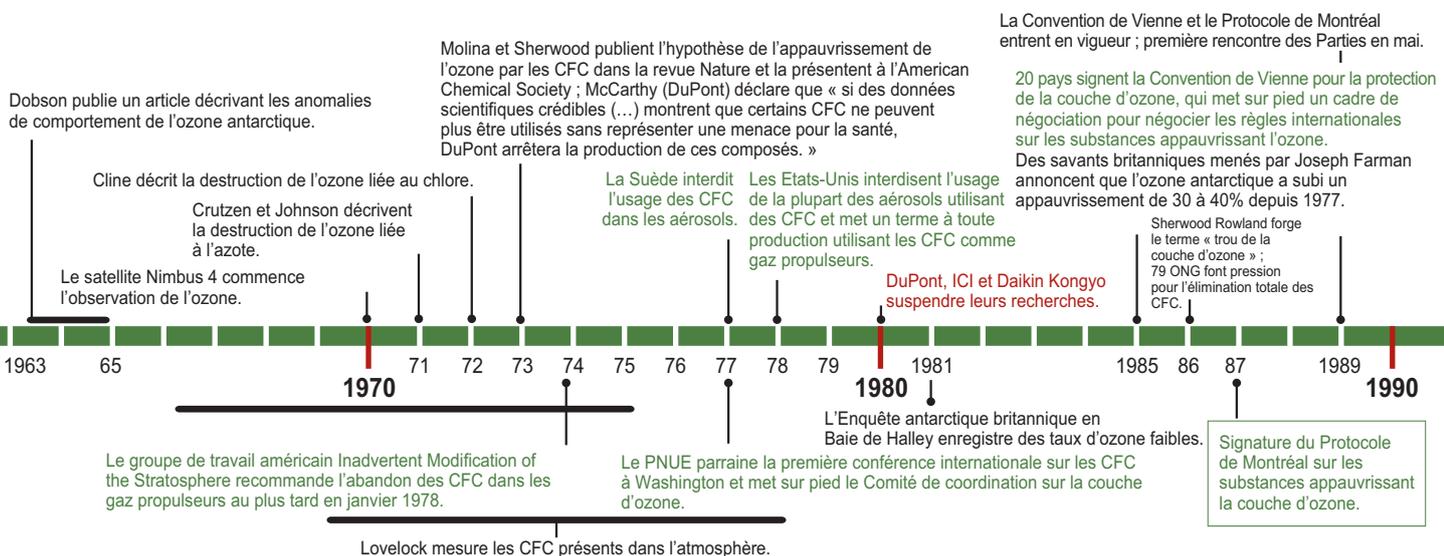
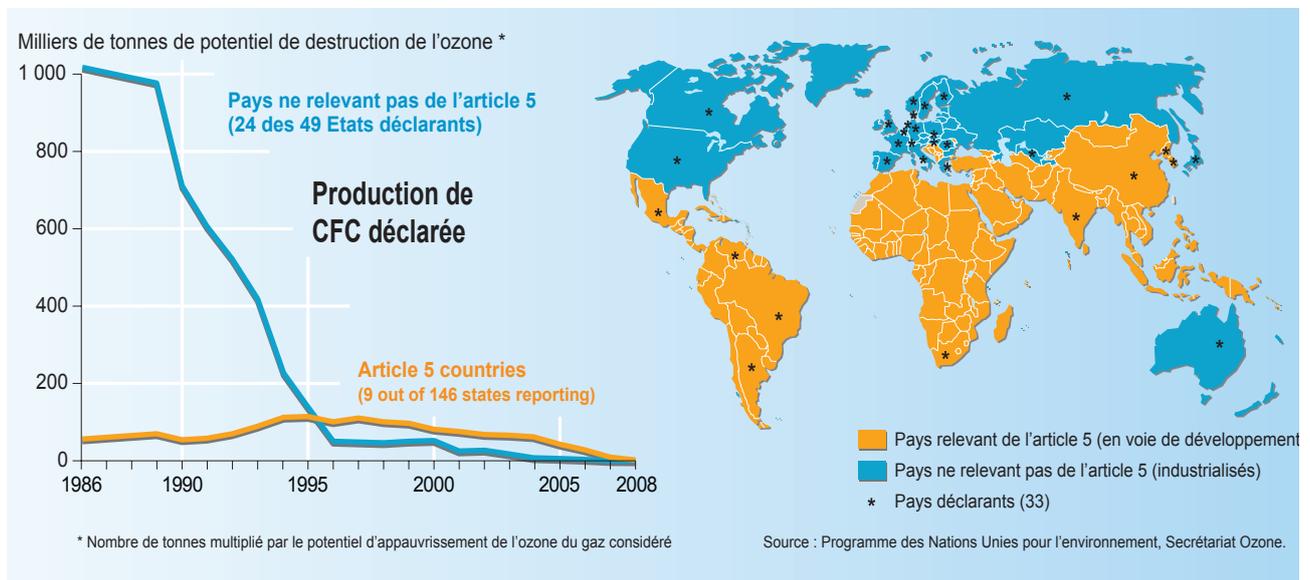


ss report, April 2007; Sharon L. Roan, Ozone crisis, 1989.

Mobilisation 2

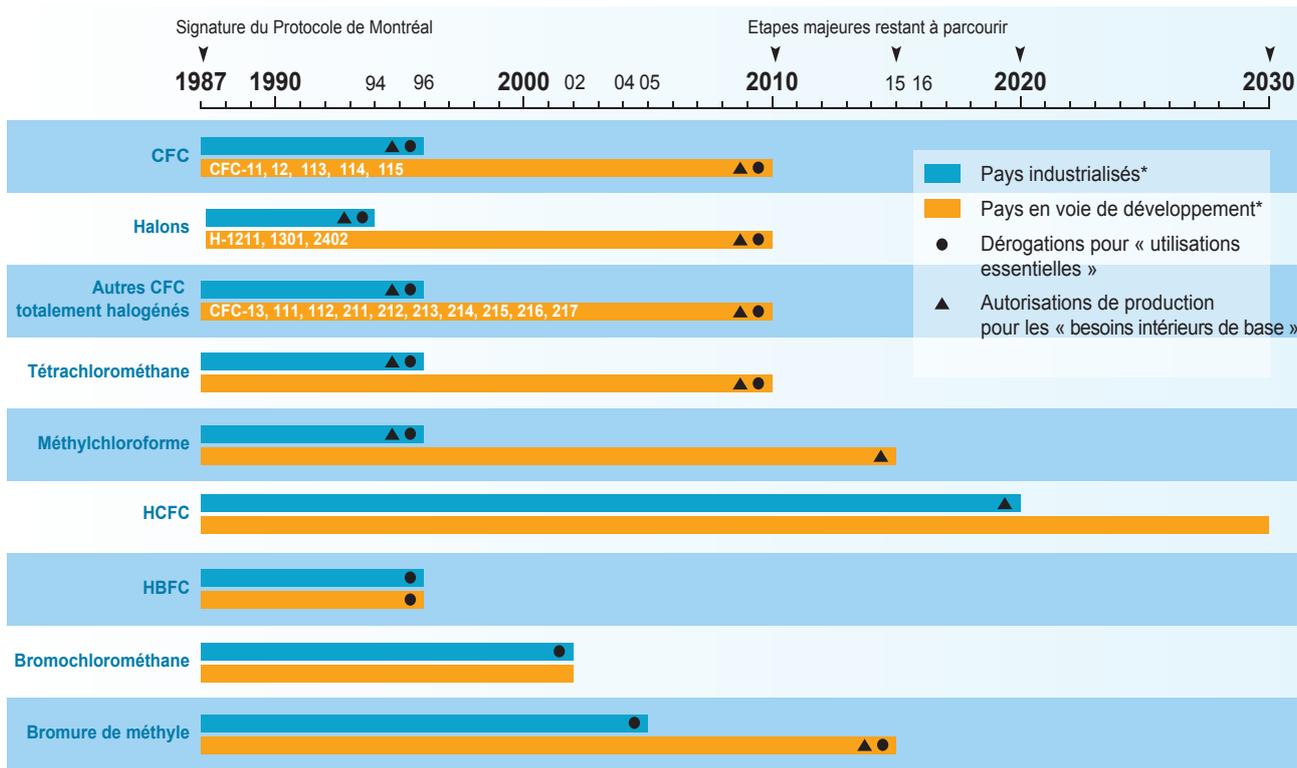
une diplomatie
environnementale couronnée de succès

Des responsabilités différentes



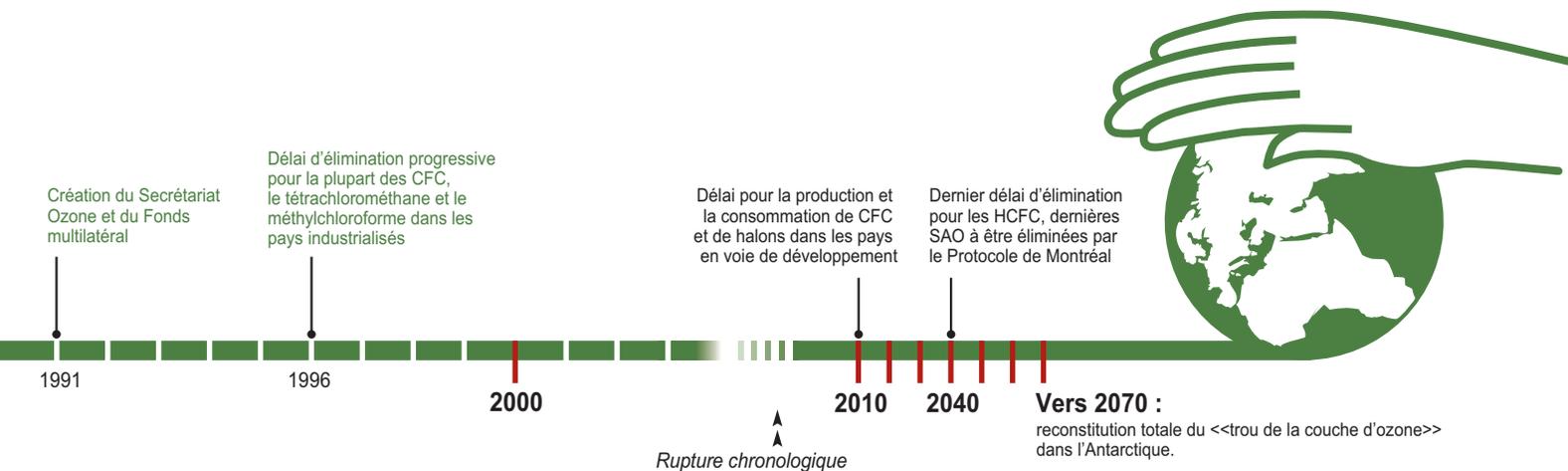
Délais pour la production et la consommation de substances appauvrissant l'ozone

Définies dans les phases d'élimination progressive du Protocole de Montréal



*Pays relevant de l'article 5 ; ** pays ne relevant pas de l'article 5.

Source : PNUE, Secrétariat Ozone, 2009.



Mobilisation 3

lever des fonds pour raccommoder le trou

Le consensus international sur la nécessité de préserver la couche d'ozone se reflète dans la mise sur pied du Fonds multilatéral (FML) qui soutient les projets visant à éliminer les substances appauvrissant l'ozone. Entre 1991 et 2009, le FML a reçu des contributions à hauteur de 2,563 millions de dollars de la part de 50 pays industrialisés.

A ce jour, des financements à hauteur de 2,471 millions de dollars ont été approuvés pour soutenir plus de 6,000 projets dans 148 pays relevant de l'article 5, des 196 États parties au Protocoles. Des Bureaux nationaux pour l'ozone (BNO) ont été établis dans 143 pays pour servir de point focal du gouvernement pour la mise en œuvre de cet accord multilatéral sur l'environnement. En décembre 2008, les projets approuvés par le Comité exécutif ont abouti à l'élimination de 238,619 tonnes de SAO en consommation et de 176,465 tonnes de SAO en production.

Une aide financière et technique est apportée sous la forme de subventions ou de prêts concessionnaires par le truchement de quatre agences chargées de la

mise en œuvre : le Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), le Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et la Banque Mondiale. Ces apports peuvent être fournis par les agences bilatérales des Parties, sous la forme de projets et d'activités admissibles, jusqu'à concurrence de 20%. Les fonds sont employés pour des activités qui comprennent la fermeture d'usines de production de SAO et des reconversions industrielles, l'assistance technique, la dissémination d'informations, la formation et le transfert de capacité de personnel permettant d'éliminer progressivement les SAO dans toute une série de secteurs industriels. Le Secrétariat du FML est basé à Montréal, au Canada.

Les défis à venir

1. Le dernier kilomètre

Bien que le Protocole de Montréal ait accompli des progrès considérables dans le mouvement mondial pour protéger la couche d'ozone, il reste plusieurs problèmes que les parties au protocole doivent résoudre avant que nous soyons certains que la couche d'ozone est en sécurité pour ce qui concerne les générations présente et futures. L'élan qui a poussé à l'élimination totale doit être soutenu. Toutes les analyses scientifiques prévoyant la reconstitution de la couche d'ozone sont basées sur le postulat de la pleine conformité au processus d'élimination progressive telle qu'il a été défini. Un suivi continu de la couche d'ozone doit être effectué pour observer le processus de reconstitution.

2. Le principe de précaution et les effets secondaires

Il est essentiel de mettre sur pied des mécanismes de contrôle efficaces pour les nouveaux produits chimiques qui attaquent la couche d'ozone. Cela implique de contrôler les autres effets environnementaux indésirables comme l'accélération du changement climatique causé par le remplacement de SAO par des substances à fort potentiel de réchauffement, en particulier les HFC. Plusieurs Parties ont lancé des initiatives pour que les HFC, qui ne sont pas des SAO, soient placées sous le contrôle du Protocole de Montréal. Cela permettrait de mettre en place un calendrier contraignant d'élimination progressive.

3. La recrudescence relative de situations où les SAO sont difficiles à remplacer, comme le bromure de méthyle pour les dattes à fort taux d'humidité.

4. Contrôler les dérogations pour « utilisations essentielles », « utilisations critiques » et « utilisations intérieures de base »

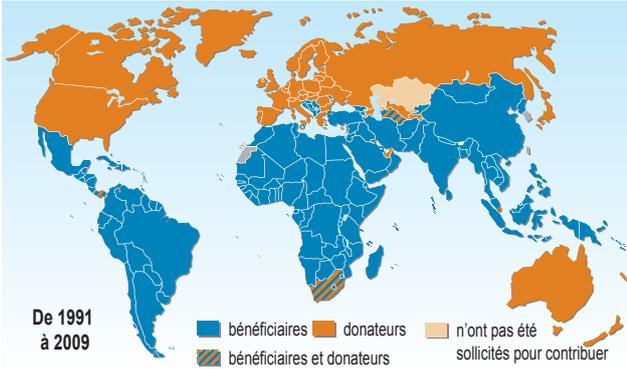
Si ces dérogations ne font pas l'objet d'un contrôle approprié, elles pourraient devenir une brèche par laquelle s'engouffreront les pays pour éviter l'élimination des SAO, et ces dérogations pourront avoir un impact, en fin de compte, sur la reconstitution du trou.

5. La promotion active d'alternatives non HFC aux HCFC

Une assistance efficace pour la sélection et l'adoption de nouvelles technologies au sein de l'industrie des pays relevant de l'article 5 est essentielle pour limiter les émissions de gaz à effet de serre dans les secteurs concernés.

6. Le commerce illégal continue et doit être réprimé pour garantir que les usages légaux de SAO qui perdurent ne sont pas détournés vers des usages illégaux.

Pays donateurs et pays bénéficiaires du Fonds multilatéral



Les pays reçoivent des fonds en fonction de leurs besoins pour se conformer au Protocole. C'est-à-dire qu'ils reçoivent des fonds correspondant à l'élimination de quantités spécifiques de SAO en production et en consommation. Les pays producteurs et les grands consommateurs de SAO reçoivent davantage de fonds car ils ont de plus grands besoins. Cependant, tous les pays en voie de développement qui sont parties au Protocole de Montréal ont reçu de l'aide. Naturellement, les grands pays qui ont une population plus nombreuse ont aussi un plus grand besoin de SAO, et ce sont donc eux qui seront concernés par la plus grande partie du processus d'élimination progressive.

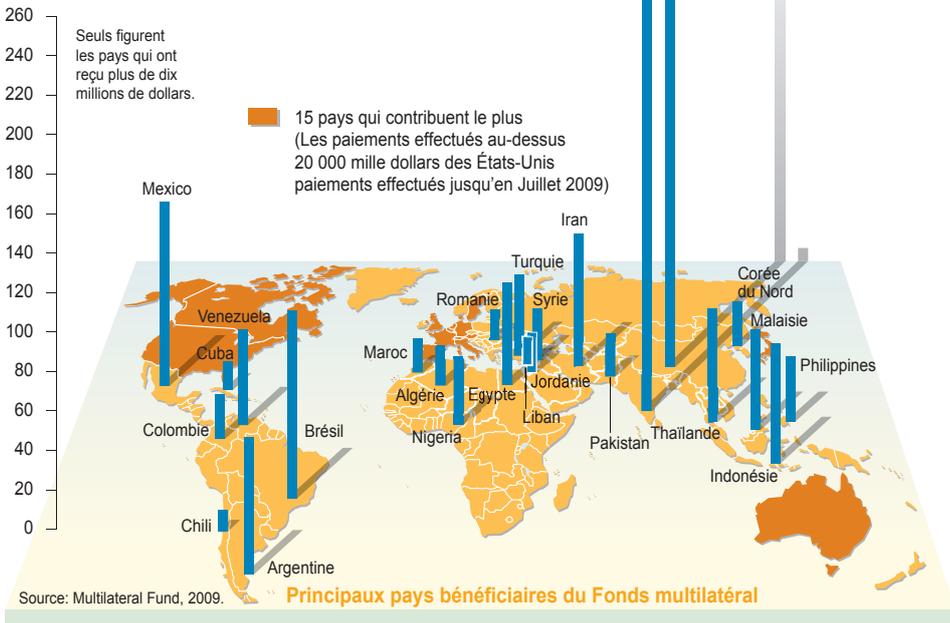
Tonnes de SAO dont l'élimination progressive a été approuvée

Pays *	consommation	production	total
Chine	113 324	142 565	255 889
Inde	25 756	31 004	56 760
Mexique	4 763	12 355	17 118
Brésil	13 403	0	13 403
Indonésie	11 211	0	11 211
Thaïlande	7 775	0	7 775
Argentine	4 365	2 746	7 111
Iran	6 956	0	6 956
Venezuela	2 492	4 418	6 910
Malaisie	6 446	0	6 446
Nigéria	5 810	0	5 810
Corée (RDP)	3 349	1 750	5 099
Turquie	4 495	0	4 495
Egypte	4 253	0	4 253
Syrie	3 796	0	3 796
Philippines	3 335	0	3 335
Algérie	2 558	0	2 558
Pakistan	2 435	0	2 435
Jordanie	2 223	0	2 223
Colombie	1 869	0	1 869
Roumanie	1 579	175	1 754
Liban	1 616	0	1 616
Maroc	1 324	0	1 324
Chili	1 228	0	1 228
Cuba	588	0	588

*Seuls figurent les pays qui ont reçu plus de dix millions de dollars.

Fonds approuvés entre 1991 et juillet 2009

En millions de dollars US



Principaux pays bénéficiaires du Fonds multilatéral

Les leçons de Montréal 1

le secret du succès

Quel est le secret qui a conduit au succès du Protocole de Montréal ? Quels sont les facteurs clés qui ont convaincu les sociétés productrices de SAO de rechercher des alternatives ? Comment leurs affaires se sont-elles développées ? Peut-on induire des parallèles entre les processus industriels et la communauté internationale qui font face aux problèmes d'émissions de CO₂ au 21^{ème} siècle ?

En mars 1988, DuPont, le plus grand producteur de CFC au monde avec ses 25% de parts de marché, a fait une annonce fracassante : l'arrêt de la production de CFC. Bien que la société n'ait pris, ce faisant, qu'un risque financier modéré – moins de 2% de ses revenus annuels provenaient de ces produits – sa décision a eu de profondes répercussions sur l'industrie chimique et sur l'industrie des CFC.

A cette époque, le Protocole de Montréal avait été signé par 46 pays mais n'était pas encore entré en vigueur. Le même mois, toutefois, le comité chargé de faire des analyses tendanciennes en matière d'ozone a publié son premier rapport, qui démontrait la précision des prévisions scientifiques pour l'essentiel, et qu'on observait une baisse mesurable de l'épaisseur de la couche d'ozone dans l'atmosphère.

DuPont, qui avait été un farouche contradicteur de la théorie de l'appauvrissement de l'ozone, avait commencé de faire machine arrière deux ans plus tôt, en 1986, lorsqu'en compagnie de l'Alliance pour une politique de CFC responsable (Alliance for Responsible CFC Policy), un groupe industriel clé, avait annoncé un accord pour soutenir la fixation de limites de la production de CFC au niveau mondial. La décision surprise de DuPont d'arrêter totalement la production de CFC annonçait qu'on se trouvait réellement au début de la fin.

L'histoire de DuPont illustre le succès du processus du Protocole de Montréal. Un certain nombre d'ingrédients clés ont contribué à ce succès.

Depuis le début, des éléments scientifiques forts ont posé le cadre du problème de l'ozone et ils ont été un pilier clé du succès durable du Protocole. Le Protocole appelait à un examen des meilleures informations scientifiques, environnementales, techniques et économiques tous les quatre ans. Pour aider à leur processus de décision les Parties ont mis sur pied un certain nombre de groupes d'évaluation d'experts formels.

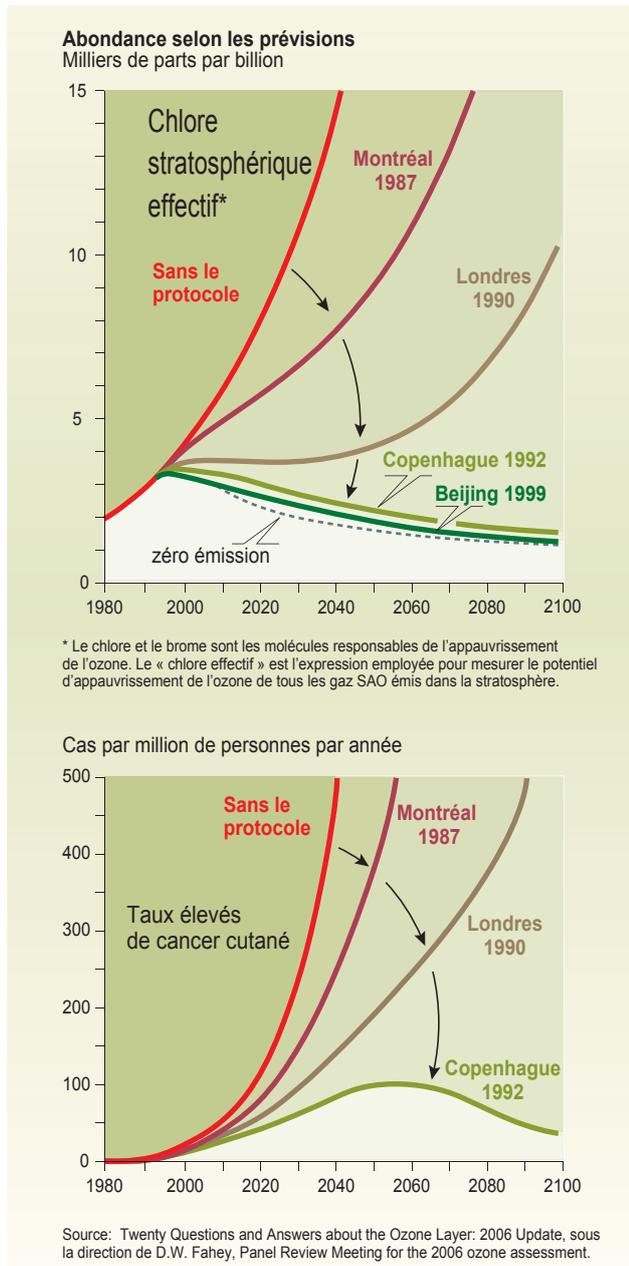
On a cherché et trouvé un consensus politique. Les plus grandes nations développées, comme les Etats-Unis et les membres de la Communauté européenne, sont tombées d'accord sur la nécessité de s'engager à résoudre le problème de l'appauvrissement en ozone dans un cadre multilatéral. L'industrie a reçu la garantie qu'un délai raisonnable lui serait accordé pour la transition. Des dispositions du Protocole restreignant le commerce avec les Etats qui n'étaient pas parties a contribué à la participation quasi universelle au Protocole.

En même temps, le Protocole présentait des éléments importants de flexibilité. Le concept de responsabilités différenciées entre les Parties rendait plus réalistes les objectifs du Protocole. Tandis que les pays acceptaient d'atteindre des objectifs de réduction spécifiques et chiffrés dans des délais négociés, le Protocole reste muet quant à la manière. Ce qui a permis aux Parties d'atteindre les objectifs grâce à la mise en place de différentes approches, suivant laquelle s'adaptait le mieux à leurs capacités. De façon similaire, une disposition sur « l'ajustement » permet aux Parties d'utiliser des éléments scientifiques nouveaux pour ajuster leurs contrôles sur les substances appauvrissant l'ozone ayant fait l'objet d'accords dans le passé, sans passer par un processus de ratification pouvant durer plusieurs années.

Dans les cas de non-conformité, un Comité de mise en œuvre à représentation géographique équilibrée a évolué en un système très performant de traitement équitable de toutes les Parties. Respecter le principe selon lequel le coût devait être essentiellement supporté par les pays développés, qui ont suscité l'essentiel du problème, était une chose très importante pour les pays en voie de développement. Cette question a été réglée par l'Amendement de Londres au Protocole, qui renferme les dispositions sur le Fonds multilatéral. Les Parties bénéficient d'un contrôle sans intermédiaire sur les politiques mises en œuvre par le Fonds. La participation équilibrée, au sein du Comité exécutif, de membres issus de pays développés et de pays en voie de développement a donné le signal que le paradigme historique d'institutions de financement dominées par les bailleurs de fonds était en train d'être abandonné au profit de l'esprit égalitaire du Protocole. Le Fonds a évolué pour former un facteur de succès clé, tandis que les Parties ont reçu des sommes importantes pour garantir la conformité.

Il y a d'importantes leçons à tirer de ce cheminement. L'ampleur des réductions nécessaires pour protéger la couche d'ozone avait été sous-estimée dans un premier temps, ce qui a rendu des ajustements nécessaires par la suite. On avait aussi sous-estimé la capacité de l'industrie, lorsqu'elle fait face à la perspective d'une interdiction, de s'adapter au changement et de se convertir à des substances n'appauvrissant pas l'ozone. Les pronostics étaient systématiquement trop pessimistes, les coûts pour l'industrie plus élevés qu'ils ne l'ont été en réalité. Par exemple, en 1987, on considérait que les halons étaient si indispensables à l'industrie que les Parties n'ont pu se résoudre qu'à un gel de leur production et de leur consommation à un niveau historique donné. Cinq ans plus tard à peine, toutefois, les Parties se sont

Les effets des amendements au Protocole de Montréal et de leurs calendrier d'élimination progressive



prises d'accord sur leur élimination progressive des pays développés à l'horizon 1994, car l'industrie était sortie du bois pour relever les défis présentés par cette élimination.

Les succès et les leçons du Protocole de Montréal sont instructifs dans le contexte des discussions autour du changement climatique. Une leçon très claire est qu'il est essentiel qu'un accord multilatéral soit basé sur des limites fortes, fondées scientifiquement et légalement contraignantes. Mis en face d'objectifs clairement définis, les gouvernements et l'industrie s'adaptent bien mieux, l'histoire le montre, que dans les anticipations ou les raisonnements. D'égale importance sont les dispositions qui créent des incitations à la mise en conformité, le financement des pays moins développés et le sens de l'engagement commun et de l'équité.

Ce que le protocole a accompli

Le Protocole de Montréal a réussi à recueillir la participation de tous les Etats du monde, le nombre d'Etats parties est de 196, ce qui n'a jamais été accompli par aucun autre traité. Sans le Protocole, on estime que vers 2050 l'appauvrissement de l'ozone atteindrait 50% dans les latitudes moyennes de l'hémisphère nord et 70% dans les latitudes moyennes de l'hémisphère sud, soit une situation environ dix fois pire que les niveaux actuels.

Les observations à l'échelle mondiale ont établi que les niveaux des principales substances appauvrissant l'ozone dans l'atmosphère sont en recul et on pense que si les dispositions du Protocole continuent à être mises en œuvre, la couche d'ozone devrait retrouver son état d'avant 1980 entre 2050 et 2075.

On estime que le Protocole de Montréal a permis d'éviter :

- 19 millions de cas de cancer non mélanique
- 1,5 million de cas de cancer mélanique
- 130 millions de cas de cataracte

Les Etats-Unis à eux seuls estiment que les efforts mis à la protection de la couche d'ozone vont dégager des retombées financières positives pour le système de santé à hauteur de 4,200 billions (millions de millions) de dollars entre 1990 et 2165.

97% des substances appauvrissant l'ozone contrôlées (il y en a une centaine) ont été collectivement éliminées, et le restant pose encore problème pour l'élimination ; l'élimination dans les pays développés (non concernés par l'article 5) se montait à 99,2% et à 80% dans les pays en voie de développement (relevant de l'article 5) en 2005. Pendant le processus d'élimination, beaucoup de pays ont atteint leurs objectifs d'élimination bien avant le délai prescrit.

Les observations à l'échelle mondiale ont confirmé que les taux des principales substances appauvrissant l'ozone dans l'atmosphère chutent et on pense que si les dispositions du Protocole continuent à être mises en œuvre, la couche d'ozone devrait retrouver son état d'avant 1980 vers 2075.

- Il reste à éliminer 88,000 tonnes de consommation annuelle de SAO dont 76,000 tonnes dans les pays relevant de l'article 5
- Ce qui reste à éliminer dans les pays ne relevant pas de l'article 5 est principalement constitué de HCFC et de bromure de méthyle.

Avec l'aide du Fonds multilatéral, les pays en voie de développement ont éliminé environ 238,619 tonnes de substances appauvrissant l'ozone en consommation et 176,464 tonnes de SAO en production, au sein de projets approuvés jusqu'en décembre 2008. La majorité des pays en voie de développement sont en bonne voie pour atteindre l'objectif de l'élimination des CFC et des halons en 2010.

Le Protocole a également eu des retombées climatiques positives très importantes. En raison du fait que plusieurs substances qui attaquent l'ozone contribuent également au réchauffement climatique, le déclin de leur utilisation a abouti à la réduction de la quantité de gaz à effet de serre à hauteur de plus de vingt mille millions de tonnes d'équivalent CO₂ par rapport aux quantités qui seraient présentes si rien n'avait été entrepris. Ces réductions font du Protocole de Montréal l'un des principaux contributeurs au combat contre le réchauffement climatique.

Les leçons de Montréal 2

comment l'élimination des ennemis de l'ozone freine-t-elle la hausse des températures ?

En 2007, un article scientifique a confirmé que le traité sur l'ozone a permis d'éviter des émissions de gaz à effet de serre correspondant à 135 mille millions (milliards) de tonnes de CO₂ depuis 1990. Cela revient à retarder le réchauffement climatique de sept à douze ans.

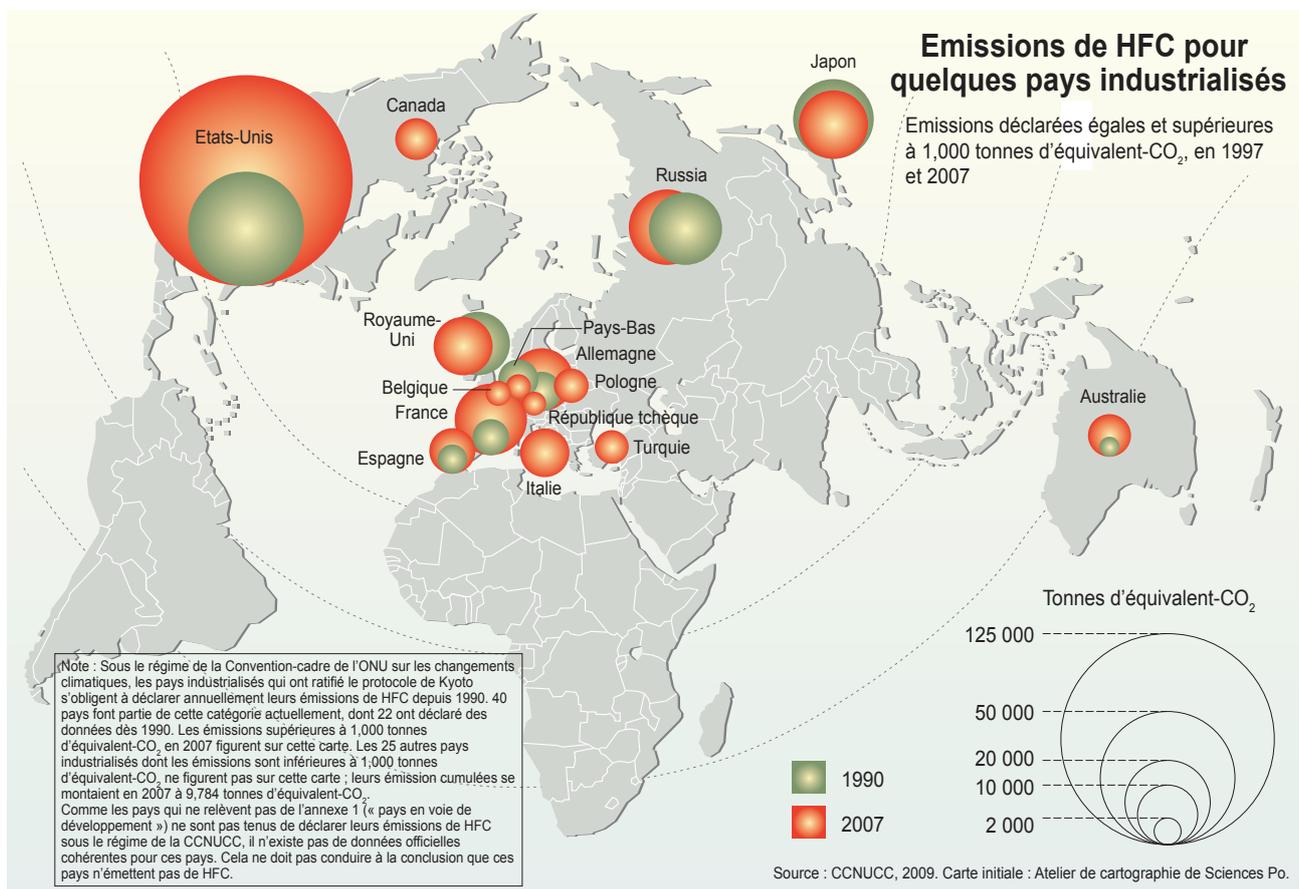
Dans un calcul séparé, l'Agence de protection de l'environnement des Etats-Unis a mis en évidence que l'élimination des substances dangereuses pour la couche d'ozone avait déjà évité des émissions de gaz à effet de serre (GES) équivalant aux émissions de ces trois scénarios additionnés : produire assez d'énergie pour alimenter tous les foyers américains pendant treize ans ; préserver de la déforestation une surface boisée grande comme deux fois la Floride ; économiser plus de 4,500 millions de millions (billions) de litres de pétrole – assez pour faire 4,8 mille millions (milliards) d'allers-retours en voiture de New York à Los Angeles.

Les raisons qui expliquent un « effet secondaire » aussi massif résident dans le fait que beaucoup de substances appauvrissant l'ozone (CFC et HCFC) et leurs remplaçants sont des GES puissants, avec un potentiel de réchauffement planétaire (PRP) plusieurs fois plus élevé que celui du CO₂. On

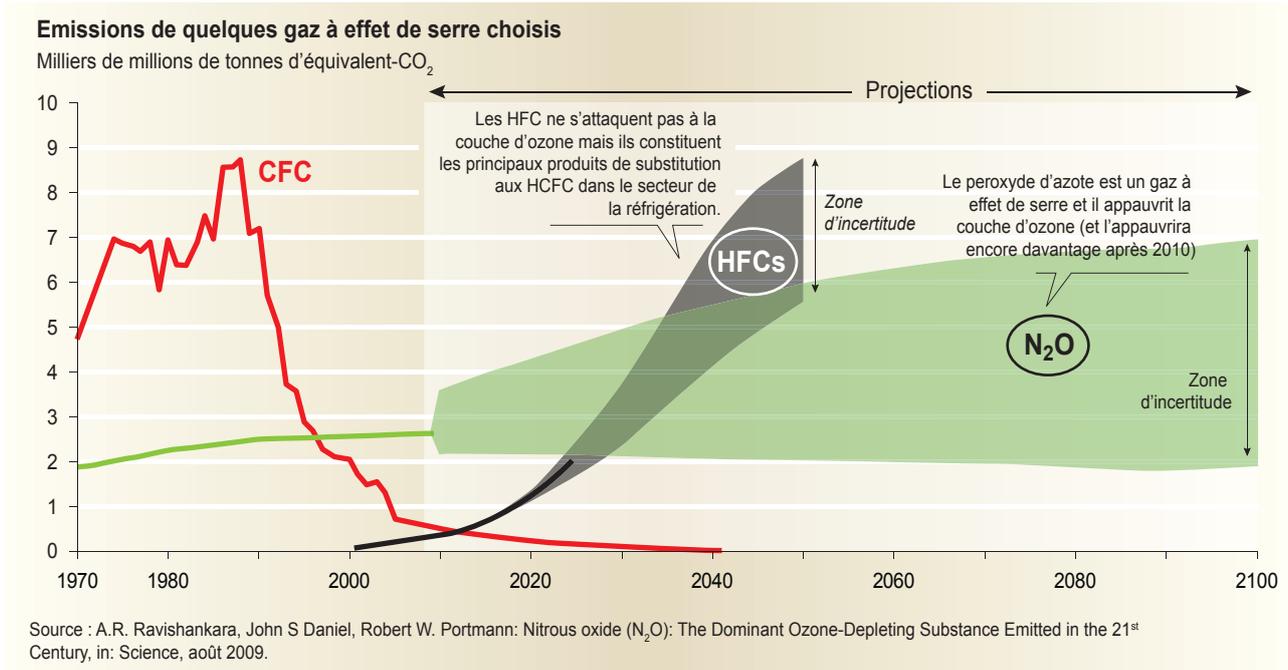
constate aussi des contributions indirectes au changement climatique par l'intermédiaire de l'utilisation de l'électricité pour faire marcher les appareils qui utilisent des SAO.

Bien que les preuves scientifiques laissent à penser qu'une intense coopération est nécessaire entre les parties des protocoles de Montréal et de Kyoto pour que l'un et l'autre de ces accords internationaux soient un succès, les accords légaux ont longtemps considéré l'appauvrissement de l'ozone et le changement climatique comme deux problèmes séparés.

La décision qu'ont prise les parties au Protocole de Montréal, en 2007, d'accélérer l'élimination des HCFC postule une collaboration accrue entre les deux traités : la probabilité de leur remplacement de plus en plus rapide comporte comme conséquence une croissance plus rapide dans la consommation de HFC si un cadre réglementaire n'est pas



Les HFC et le N₂O : deux ennemis du climat liés à la couche d'ozone



mis en place. Ces produits chimiques n'ont aucun effet sur la couche d'ozone mais certains d'entre eux présentent un énorme PRP, leur effet sur le climat allant jusqu'à 12,000 fois celui d'une quantité équivalente de CO₂.

Tandis que l'accord de Kyoto se borne à des objectifs quantitatifs d'émissions, sans prescrire comment réduire les émissions au niveau national, le Protocole de Montréal contrôle la production et la consommation des substances qui tombent sous sa juridiction, en utilisant une approche « pousser-tirer » pour convaincre producteurs et consommateurs de se replier sur les produits alternatifs.

Les pays peuvent obtenir des crédits pour éliminer les SAO sous le Protocole de Montréal. Mais cette pratique est remise en question par les militants climatiques qui affirment que la destruction des SAO est trop bon marché et que cela maintient le prix des équivalents-CO₂ à un niveau trop bas, ce qui ralentit les efforts d'innovation et de réduction des émissions dans d'autres secteurs, là où éviter les émissions se révèle plus compliqué et plus coûteux. Ils font valoir que les plus grands bienfaits pour la couche d'ozone et le climat proviendraient d'un système où la destruction de SAO serait encadrée par le Protocole de Montréal. Cela permettrait de financer la destruction dans les pays relevant de l'article 5 par le truchement du Fonds multilatéral.

Les HFC devraient-ils être réglementés par le Protocole de Montréal ?

Un débat similaire concerne les HFC : en termes d'émissions, les HFC représentent aujourd'hui environ 1% du total des GES à longue durée de vie, comme on peut le lire dans le quatrième Rapport d'évaluation du GIEC. Selon Velders et al. (2009), ils pourraient atteindre de 9 à 19% du total des GES à longue durée de vie vers 2050, en partant du principe qu'aucune autre réduction de GES n'aboutit et de 28 à 45% dans un scénario où les émissions mondiales se stabilisent mais où les HFC continuent de s'accroître hors de tout cadre réglementaire.

L'une des approches pour contrôler les émissions de HFC pourrait passer par une élimination progressive puis une interdiction sous le régime du Protocole de Montréal. Bien que les HFC ne soient pas des substances qui appauvrissent l'ozone, les dernières dispositions de Montréal pour accélérer l'élimination des HCFC mandatent les parties pour qu'elles agissent en protégeant le climat tout en choisissant des alternatives aux SAO. Les spécialistes en environnement font valoir que si les HFC étaient inclus dans Montréal, c'est-à-dire si la production était gelée à une certaine date puis éliminée graduellement, jusqu'à 30% des émissions de GES pourraient être éliminées d'un coup. Cela fait peser la charge de trouver des HFC avec un PRP bas ou des alternatives non-HFC. Mais c'est aussi une nouvelle occasion, pour les autorités environnementales et les ONG, de collaborer sur les deux sujets de la protection de la couche d'ozone et de la protection du climat.

Les économistes font valoir que si les HFC sont retirés du panier de GES du Protocole de Kyoto et traités au sein du Protocole de Montréal, cela réduirait l'attractivité du système de captation et de négoce des droits d'émission, parce que cela le priverait d'un élément qui offre une occasion de retrait facile. Cela ferait monter le prix de l'équivalent-CO₂ sur le marché du carbone et attiserait ainsi la résistance des cercles économiques et industriels. En d'autres termes, les laisser sur le marché aboutit à une meilleure efficacité économique en permettant de négocier un gaz contre un autre.

Par exemple, une société produisant des machines ou une cimenterie acculée à une réduction de ses émissions de CO₂ pour se conformer aux lois de son pays pourrait choisir de trouver des sources de HFC et de s'assurer de leur destruction au lieu de réduire ses émissions. De petites quantités de HFC pourraient se substituer à de grandes quantités de CO₂ et représenteraient une alternative meilleur marché aux réductions d'émissions. Cela veut aussi dire que les émissions de CO₂ baisseraient plus lentement.

L'héritage

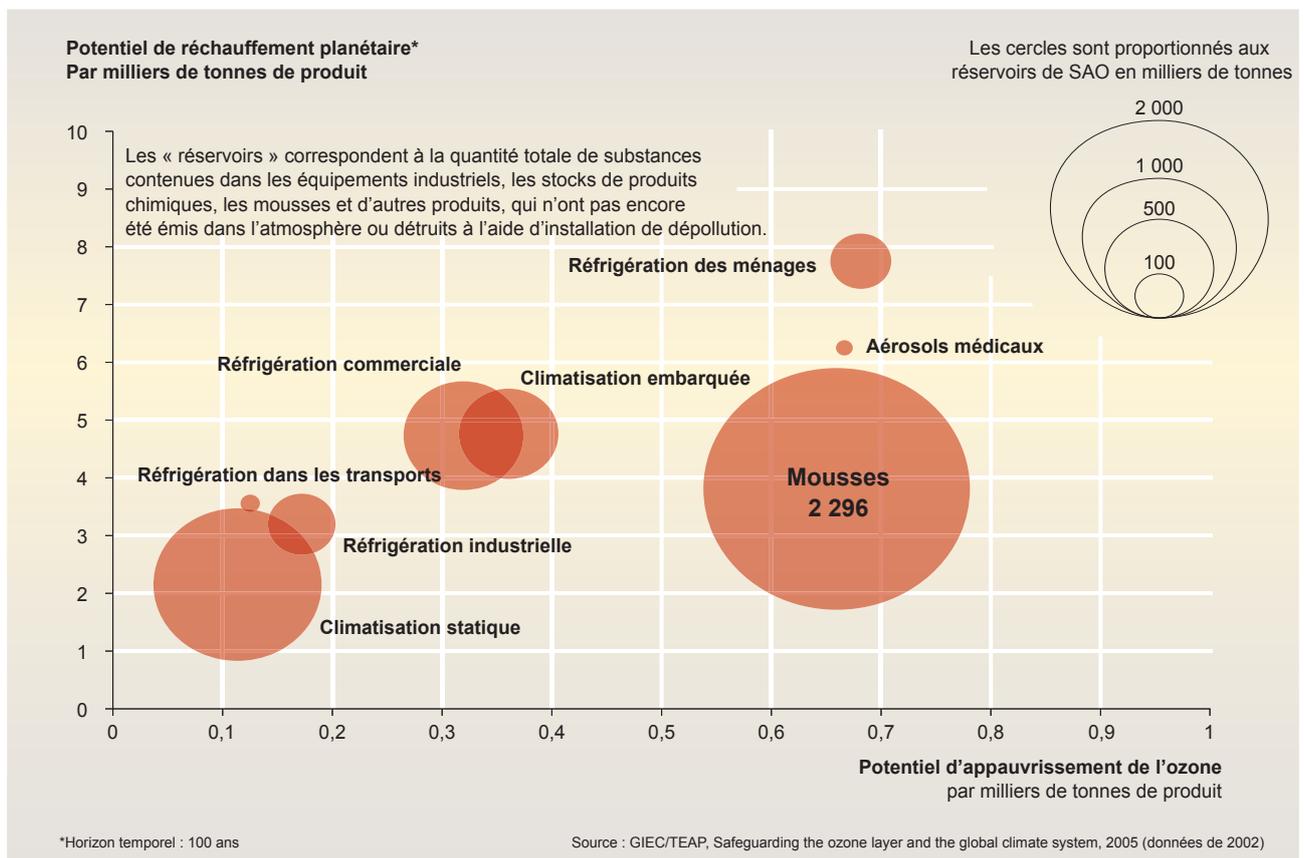
les réservoirs de SAO

Les substances appauvrissant l'ozone ont été employées depuis plus de 70 ans. En partant du principe que toute la production s'arrêtera à une date donnée pour chaque produit, ils vont persister dans de nombreux endroits, comme dans les matières isolantes et les autres mousses, dans les réfrigérateurs et les climatiseurs. Mais aussi dans des réservoirs de SAO contaminés et recouverts. Le jargon parle de « réservoirs de SAO » pour désigner ces gaz qui sont encore en circulation, au sein de divers équipements.

C'est lorsqu'on considère les chiffres qu'on se rend compte de l'importance de ces réservoirs pour la protection de l'environnement comme pour celle de la couche d'ozone : en tout, le groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) et le Groupe d'évaluation Technologie et Economie (GETE) du Protocole de Montréal estiment que les réservoirs de SAO contiennent approximativement 400'000 tonnes ou davantage de substances appauvrissant l'ozone et 16 à 17 gigatonnes d'équivalent-CO₂, dont 12 Gt en CFC et 4 à 5 Gt sous forme de HCFC. Au fur et à mesure que les réfrigérateurs sont mis hors service et que les climatiseurs

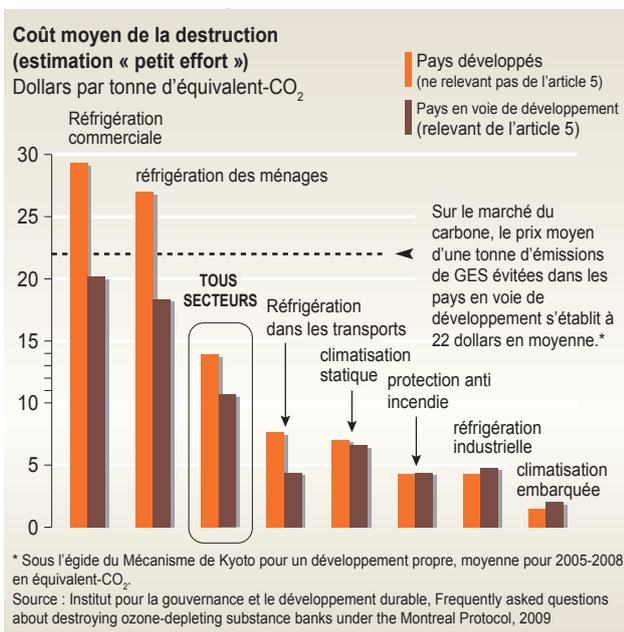
sont remplacés, les gaz contenus dans les équipements devenus vétustes, s'ils ne sont pas manipulés de façon adéquate, finiront par être dégagés dans l'atmosphère. Dans l'intervalle, ces équipements fuient, ce qui contribue à des émissions parfaitement évitables. Prévenir les émissions des réservoirs de SAO entre 2004 et 2025 permettrait d'éviter approximativement 3 à 4% du forçage radiatif total de tous les GES d'origine anthropique émis dans la même période. Vers 2015, à moins que quelque chose soit entrepris, les émissions annuelles atteindront 2,3 Gt d'éq-CO₂. Cette quantité correspond aux quantités que le Protocole de Kyoto permettrait de ne pas émettre.

Les réservoirs de SAO dans le monde, par secteur

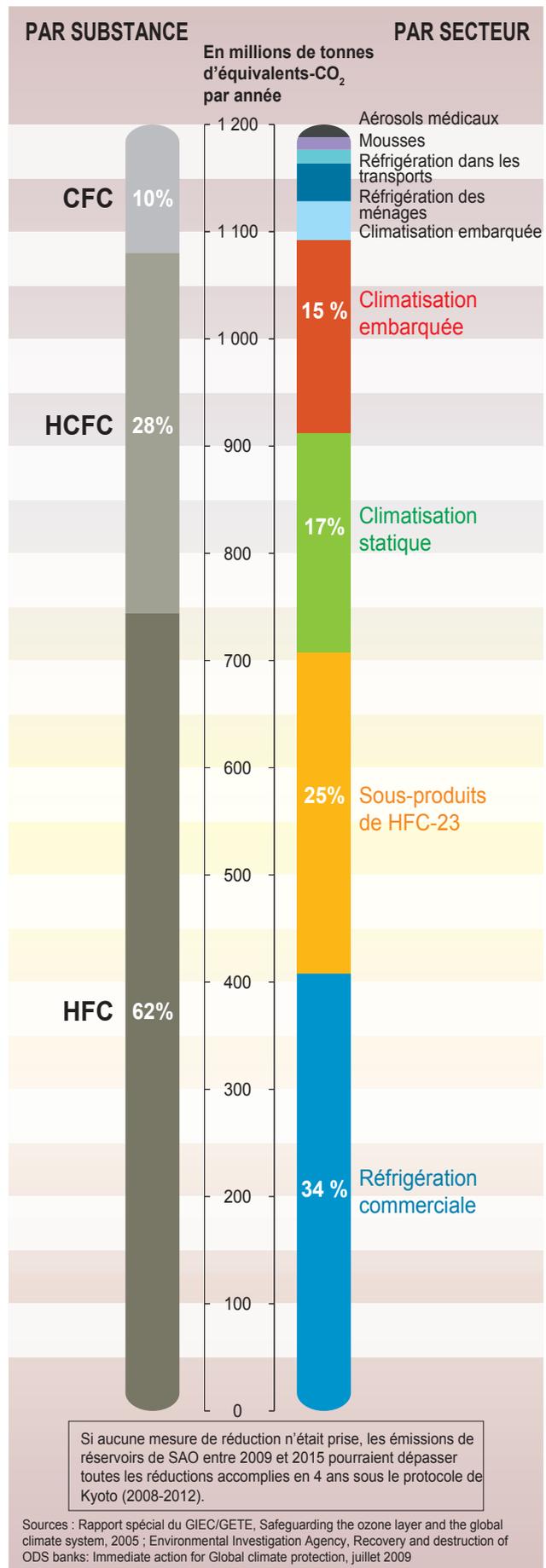


En 2009, le Protocole de Montréal, qui se concentre exclusivement sur la production et la consommation, a commencé à discuter le règlement de la gestion et de la destruction des réservoirs de SAO. C'est pourquoi le Protocole n'a pas encore proposé d'incitations financières pour détruire les réservoirs de SAO. Cependant, les mesures permettant d'anticiper et de détruire les réservoirs de CFC et de HCFC présents dans les équipements de réfrigération et de climatisation existants représentent un moyen très efficace, en considérant les coûts, de protéger la couche d'ozone et le système climatique. Ceci est en grande mesure dû à la disponibilité de la technologie ainsi qu'à l'accessibilité des produits chimiques en questions (à l'exception des mousses isolantes, pour lesquelles la destruction est plus compliquée). La simple destruction dès 2008 des réservoirs de SAO les moins coûteux à atteindre (les équipements de réfrigération et de climatisation en fin de vie) aurait permis d'accélérer à hauteur de deux ans la reconstitution de la couche d'ozone.

La destruction des réservoirs de SAO : un moyen bon marché pour atténuer le changement climatique



Le potentiel de réduction des réservoirs de SAO à l'horizon 2015



Un effet secondaire

le commerce illégal de substances appauvrissant l'ozone

L'élimination finale des CFC est devant nous, et les délais pour les autres substances qui attaquent la couche d'ozone s'approche – mais la contrebande menace la reconstitution de l'atmosphère de la Terre. Lorsque des restrictions ou des interdictions font obstacle à un bien – des drogues, des armes, des espèces menacées ou quoi que ce soit d'autre – un marché noir ne tarde pas à émerger.

Au milieu des années 1990, lorsque les CFC ont été progressivement éliminés des pays industrialisés (les pays ne relevant pas de l'article 5), un commerce illégal de ces produits chimiques a vu le jour. Vers 1996, ce trafic a connu des proportions alarmantes, représentant jusqu'à 12 à 20% du négoce mondial de SAO. On a parlé une fois aux Etats-Unis de substances les plus chères après la cocaïne. En 2006, une estimation indiquait que les CFC à eux seuls représentaient de 7 à 14,000 tonnes de ce commerce, estimées à 25 à 60 millions de dollars US.

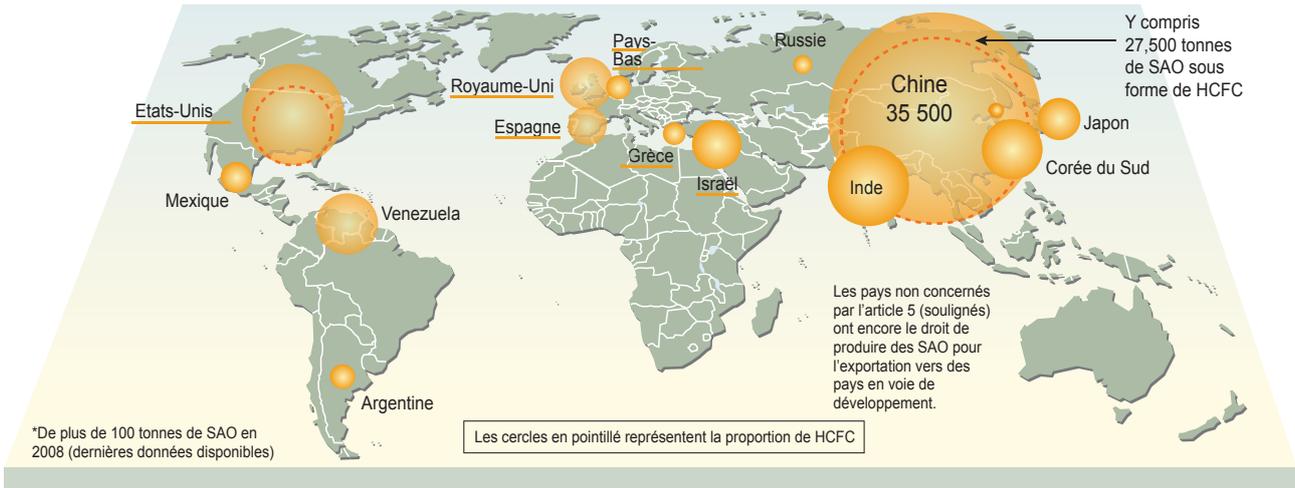
Les alternatives coûtent souvent le même prix que les SAO. Mais le problème vient du fait que les équipements existants doivent être réaménagés, voire complètement remplacés, pour utiliser de nouvelles substances. C'est ce qui maintient la tendance à faire appel au trafic illégal, et c'est ce qui expliquera son attractivité jusqu'à ce que tous les équipements utilisant des SAO soient finalement remplacés par des technologies plus récentes qui fonctionnent avec les alternatives aux SAO.

Exemples des réseaux de contrebande des SAO en Asie et dans le Pacifique



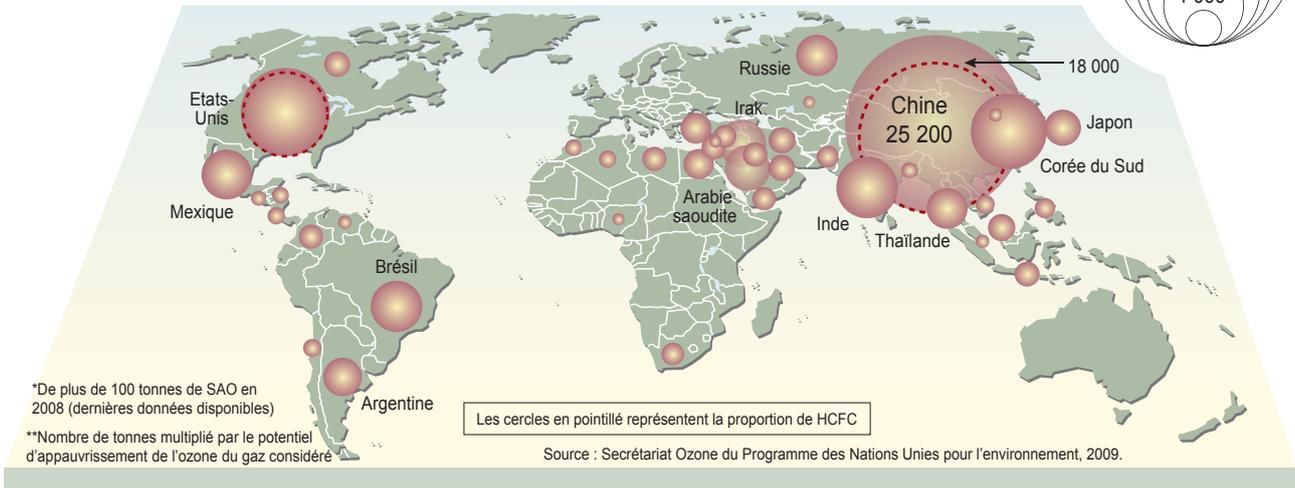
Production de substances appauvrissant la couche d'ozone *

Selon les déclarations des Parties au Protocole de Montréal



Consommation de substances appauvrissant l'ozone *

Selon les déclarations des Parties au Protocole de Montréal



L'initiative pour des douanes vertes

De grands efforts ont été consentis pour former les officiers des douanes. La complexité des mouvements illégaux et la nature scientifique des produits chimiques SAO permettent de tromper facilement un douanier ou un officier de l'ozone mal informé. A température ambiante, la plupart des ODS sont inodores et invisibles, ce qui rend une analyse chimique nécessaire pour déterminer précisément quelles sont les substances. Les trafiquants ont tiré parti de ce fait et ont mis au point des stratagèmes très efficaces, qui comprennent des étiquettes falsifiées sur les conteneurs et des déclarations fausses sur les documents, en faisant passer les SAO par des pays tiers, en dissimulant des réservoirs illégaux derrière des réservoirs légaux et en faisant passer des SAO nouvellement produites pour des SAO recyclées.

L'importance d'officiers des douanes bien entraînés est devenue évidente non seulement dans le contexte du Protocole de Montréal, mais aussi dans celle d'autres Accords multilatéraux sur l'environnement telle la Convention de Bâle (déchets dangereux) et la CITES (Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction).

Faut-il remettre à jour le protocole ?

Au début des années 1990, il était clair que l'industrie et les ménages allaient devoir remplacer ou adapter des millions d'appareils et d'équipements. De nombreuses mesures pourraient, en théorie du moins, réduire la probabilité du commerce illégal.

Bien qu'involontairement, certains aspects du Protocole de Montréal contribuent au trafic illégal. L'un des points les plus évidents est que le Protocole n'exige pas de tous les pays qu'ils suivent le même calendrier d'élimination progressive. Le Protocole de Montréal tolère la poursuite de la production de CFC dans les pays en voie de développement pour une période maximale de dix ans après que la production a cessé dans les pays développés. Ceci crée un potentiel énorme pour le trafic illégal. La demande en CFC s'est maintenue dans les pays développés après l'élimination en 1995, car il était nécessaire d'alimenter les équipements fonctionnant sur CFC.

Les critiques ont aussi fait valoir que le Protocole a mis du temps à réagir lorsque le problème du trafic illégal est devenu évident, et que les actions entreprises étaient insuffisantes pour régler le problème.

Les importations illégales vers les pays en voie de développement sont encore un problème. L'élimination totale des SAO devient de plus en plus urgente pour les pays en voie de développement au fur et à mesure que la date à laquelle ils se sont engagés pour cela, 2010, approche. On s'attend à une hausse du trafic illégal de CFC et d'autres SAO à l'approche du délai d'interdiction.

En faisant l'inventaire des lacunes du Protocole de Montréal, nous pouvons tirer des enseignements utiles pour régler d'autres problèmes environnementaux.

Sujets sur l'ozone - des questions pertinentes, pas de réponses toutes prêtes

01 Le trou

- Depuis des années, les scientifiques ont mené des recherches en Antarctique. Ont-ils étudié les effets du « trou de la couche d'ozone » sur l'écologie de l'Antarctique ?
- Le réchauffement de l'Arctique a été décrit comme imputable au changement climatique. Dans quelle mesure l'appauvrissement de l'ozone contribue-t-il à ce phénomène ? Quels sont les impacts, selon les scientifiques travaillant sur l'Arctique, de l'appauvrissement de la couche d'ozone sur la biodiversité dans l'Arctique ? Ou sur les habitants du Groenland, par exemple ?

02 Les coupables : les substances appauvrissant l'ozone

- Quelle est la prévalence des SAO dans le monde ? Combien de temps faudra-t-il après l'interdiction pour qu'il ne reste aucun objet contenant des CFC ? Quels sont les problèmes les plus importants pour atteindre cet objectif, gardant en tête que les CFC peuvent persister dans l'atmosphère pendant des dizaines, voire des centaines d'années après qu'on aura complètement arrêté d'en faire usage ? Qu'est-ce que cela veut dire pour l'appauvrissement en ozone, pour le changement climatique ?
- Combien de temps faudra-t-il au monde pour éliminer ce groupe de substances très dangereuses et très destructrices si l'on fait abstraction de tous les obstacles ?
- D'où viennent la plupart des SAO – qui les produit, qui les consomme et qui en subit les conséquences – en d'autres termes, explorer les inégalités possibles en comparaison avec la ligne de démarcation liée au changement climatique, l'Europe et les Etats-Unis produisant 40% du CO₂ ?
- De façon similaire, de nouvelles menaces sont-elles en train d'émerger du côté des nouveaux pays émergents connus sous le signe BRIC (Brésil, Russie, Inde et Chine) ?
- Le bromure de méthyle est encore utilisé pour les cultures : une substance interdite qui s'attaque encore à l'environnement et aux consommateurs.
- Dans quelle mesure les systèmes de réfrigération alternatifs (SolarChill) peuvent-ils être appliqués aux zones victimes de catastrophes dans le monde ?
- L'impact du changement climatique: l'accélération du réchauffement dans certaines parties du monde menace d'augmenter la demande de produits réfrigérants, ce qui contribuera à appauvrir la couche d'ozone et accélérera le changement climatique.

03 Des facteurs de destruction multiples et inter-dépendants : des températures plus élevées, les nuages stratosphériques polaires et le changement climatique

- Un sujet sur le changement climatique : au moment où nous sommes apparemment à l'orée de progrès sur l'appauvrissement de la couche d'ozone, les scientifiques tendent à penser de façon de plus en plus marquée que le changement climatique lui-même est un facteur d'appauvrissement de la couche d'ozone et que ce phénomène pourrait même dépasser les CFC vers 2030.

04 Effets et conséquences : le rayonnement UV et les écosystèmes

- Etudes de cas / recherche scientifique montrant les liens entre les UV / l'appauvrissement de l'ozone avec le déclin des rendements de la pêche ou de cultures dont certaines communautés ou certaines régions dépendent, L'impact de l'appauvrissement de l'ozone sur le phytoplancton et le destin de la pêche, qui est déjà dans une période de déclin marqué.

05 Effets et conséquences : le rayonnement UV et la santé humaine

- Voir des problèmes de santé spécifiques, les yeux par exemple
- Voir des menaces pour la santé issues de l'ozone dans la perspective de la justice environnementale, en Afrique, disons. L'Afrique ne produit pas de SAO, en commence peu et supporte un risque disproportionné, un pourcentage important de sa population vivant déjà avec le VIH.

06 La mobilisation : les campagnes de protection contre le soleil

- Comme les sujets ont tendance à se concentrer de plus en plus sur les effets négatifs du changement climatique tels qu'on les anticipe, le sujet sur l'ozone montre que la dégradation de l'environnement à l'échelle mondiale peut avoir des conséquences à long terme dont il est difficile de ralentir le déroulement. Malgré les progrès faits dans la réduction de l'appauvrissement de l'ozone, la hausse du rayonnement UV est l'une des principales causes de la hausse remarquable de cancers de la peau au cours des dernières décennies.
- L'éducation à l'ozone comme avant-coureur de l'éducation à l'environnement dans le monde entier, comment les enfants sont un vecteur de changement dans leur famille, et comment le comportement finit par changer – davantage de crème solaire, davantage de recyclage, etc.
- Quels sont les éléments clés qui font le succès des programmes de protection contre les UV ?
- Quels sont les raisons pour lesquelles les programmes de protection contre les UV ont bénéficié d'une telle couverture médiatique dans beaucoup de pays ?

07 and 08 La mobilisation : une diplomatie environnementale couronnée de succès

- Dans un contexte d'études pessimistes sur le changement climatique, la combat pour lutter contre l'appauvrissement de la couche d'ozone au cours des 20 dernières années a porté ses fruits sans bruit, non seulement par rapport à l'appauvrissement de l'ozone mais aussi en réduisant autant d'émissions de gaz à effet de serre que ce qui serait émis par cinq mille millions de
- La dynamique politique sous-jacente au Protocole de Montréal. Problèmes-clés : face au danger, les pays se sont unis et un changement positif peut avoir lieu
- Angle géographique : comment les différents pays ont répondu. Ce qu'a fait, par exemple, l'Arabie saoudite en réponse au Protocole et ce qui s'est passé dans le pays par la suite, en parallèle avec les progrès qui ont été observés dans le monde.

09 Les leçons de Montréal : le secret du succès

- Comment la mise en œuvre du traité a-t-elle affecté les petites et moyennes entreprises ?
- L'élimination progressive a-t-elle créé ou détruit des emplois ?
- Quelle a été l'influence de la protection de l'ozone sur les affaires ?
- Quelle a été l'influence de la protection de l'ozone sur le pouvoir d'achat ?
- Quelles sociétés ont tiré avantage du changement de technologies, et lesquelles ont été pénalisées ?

10 Les leçons de Montréal 1 et 2 : comment l'élimination des ennemis de l'ozone freine-t-elle la hausse des températures ?

- Quelle a été la contribution du Protocole de Montréal pour infléchir le cours du changement climatique ? Comment a-t-on évalué ce chiffre ?
- Pourquoi, si cette contribution est si importante, ne l'a-t-on pas soulignée davantage dans le débat sur le changement climatique ?

11 L'héritage : les réservoirs de SAO

- Où se trouvent les principaux réservoirs de SAO ?
- Comment s'organise en pratique la destruction des SAO ?

12 Le trafic illégal de substances appauvrissant l'ozone

- Les criminels climatiques. Le marché noir des SAO.
- Quelles sont les autorités locales responsables de l'interdiction des transports internationaux de SAO, et comment s'y prennent-elles ? De la même manière, qui sont les vendeurs et les acheteurs ? De bonnes occasions pour d'interviews.

Le Glossaire

1,1,1 trichloréthane

SAO partiellement halogénée qui contient du chlore et contrôlée dans le Groupe III de l'Annexe B du Protocole de Montréal. Principalement utilisée comme solvant pour nettoyer les métaux. Son PAO se monte environ à 0,11. Également connu sous le nom de méthylchloroforme.

Aérosol

Une suspension de très fines particules solides ou liquides dans un gaz. Le terme aérosol est aussi communément utilisé pour désigner les bombes de pulvérisation (ou <<aérosol>>), qui consistent en un contenant rempli d'un produit sous pression et muni d'un propulseur de façon à libérer le produit en une fine pulvérisation.

Ajustements

Les ajustements sont les modifications du Protocole liées au calendrier d'élimination progressive des substances contrôlées ainsi que les valeurs de PAO des substances contrôlées, sur la base des dernières recherches. Ils sont automatiquement contraignants pour tous les pays qui ont ratifié le Protocole ou l'amendement qui a introduit la nouvelle substance. Les ajustements peuvent modifier le texte du Protocole. En outre, les Parties peuvent aussi adopter des Décisions, qui ne changent pas le texte, mais l'interprètent.

Albédo

La réflectivité de surface au rayonnement solaire. On la quantifie comme proportion, ou pourcentage, du rayonnement solaire reflété, de quelque longueur d'onde que ce soit, par un corps ou une surface, par rapport au rayonnement reçu. Un élément blanc idéal montre un albédo de 100%, un élément noir idéal 0%.

Amendements

Les amendements sont d'autres modifications plus significatives du Protocole, comme ceux qui adjoignent de nouvelles substances à la liste des substances contrôlées, ou de nouvelles obligations. Les Parties ne sont pas liées par ces modifications du Protocole à moins qu'elles ne ratifient les Amendements. Les pays qui n'ont pas ratifié un amendement donné seront considérés comme non Parties pour ce qui concerne les nouvelles substances ou les nouvelles obligations introduites par l'Amendement.

Ammoniac

Réfrigérant climato-compatible utilisé dans certaines formes de réfrigération commerciale. L'ammoniac est nocif en grande concentration.

Annexe A (substances de I')

Groupe spécifiques de substances appauvrissant l'ozone contrôlées par le Protocole de Montréal et qui figurent en annexe au traité. Cette annexe comprend deux groupes de substances contrôlées, cinq CFC (Groupe I) et trois halons (Groupe II).

Annexe B (substances de I')

L'annexe B contient trois groupes de substances contrôlées, 10 nouveaux CFC (Groupe I), le tétrachloréthane (Groupe II) et le méthylchloroforme (Groupe III).

Annexe C (substances de I')

L'annexe C contient trois groupes de substances contrôlées, 23 HCFC (Groupe I), 34 HBFC (Groupe II) et le bromochlorométhane (Groupe III).

Annexe E (substance de I')

L'annexe E comprend le bromure de méthyle (Groupe I).

Anthropique (d'origine)

Causé par l'activité humaine, par opposition aux activités naturelles.

Article 5 (pays de I')

Pays en voie de développement qui sont Parties au Protocole de Montréal et dont le niveau de consommation annuel a été calculé à moins de 0,3 kg par tête pour les substances contrôlées par l'Annexe A et à moins de 0,2 kg par tête des substances contrôlées par l'annexe B, à la date d'entrée en vigueur du Protocole de Montréal ou après. Ces pays bénéficient d'une « période de grâce » de dix ans par rapport au calendrier d'élimination progressive prévu par le Protocole de Montréal pour les pays développés.

Durée de vie atmosphérique

Mesure de la durée moyenne pendant laquelle une molécule reste intacte dans l'atmosphère

Agences bilatérales

Les Parties ne relevant pas de l'article 5 peuvent allouer jusqu'à 20% de leur contribution convenue au Fonds multilatéral à des projets bilatéraux dans les Parties relevant de l'article 5. Ces projets bilatéraux sont soumis à l'approbation du Comité exécutif du Fonds. L'Australie, la France, l'Allemagne, la Suède, le Royaume-Uni et les États-Unis font partie des pays qui ont des programmes bilatéraux de ce genre en lien avec l'ozone.

Mélanges

Dans les applications de réfrigération et de climatisation, un mélange consiste à mêler deux corps purs liquides ou plus. Avec la bonne proportion, les mélanges peuvent servir à presque tout en termes de réfrigération. Par exemple, un mélange de composants inflammables et non inflammables peut devenir ininflammable.

Agent d'expansion

Gaz ou liquide volatil ou produit chimique qui produit du gaz au cours du processus de soufflage. Le gaz forme des bulles à l'intérieur de la structure plastique d'une mousse.

Chimie lourde

Seules les substances contrôlées ou les mélanges de substances contrôlées qui ne font pas partie d'un système d'utilisation (un produit utilisé directement pour fournir un service attendu, par exemple un réfrigérateur ou un extincteur) sont contrôlées par le Protocole de Montréal. Une substance contenue dans un produit manufacturé autre qu'un conteneur utilisé pour le stockage ou le transport de cette substance n'est pas considérée comme une substance de chimie lourde contrôlée.

Programme d'aide à la conformité (PAC)

Programme du PNUE qui, sous l'égide du Fonds multilatéral, aide les pays relevant de l'article 5 à maintenir et à soutenir leur conformité au Protocole de Montréal. La majorité des membres du PAC sont basés dans les Bureaux régionaux du PNUE, où ils sont en interaction serrée avec les pays qu'ils assistent. Le PAC fournit des Réseaux régionaux aux Officiers de l'Ozone, qui promeuvent les échanges d'information, d'expérience et de savoir-faire requis pour tenir les engagements du Protocole de Montréal, pour reporter les données, pour créer et imposer les politiques et pour adopter les technologies. Un Echange d'informations (clearinghouse) soutient le développement et la mise en œuvre de stratégies d'information, de formation et de communication au niveau national et régional ; les activités de transfert de capacité permettent aux pays de construire les capacités au niveau national ; et une assistance directe secteur par secteur liée aux politiques publiques, à leur imposition et aux douanes et à la gestion des réfrigérants, des halons et du bromure de méthyle.

Tétrachlorométhane

Solvant chlorocarboné (CCl₄) dont le PAO est à peu près de 1,1 et contrôlé par le Protocole de Montréal. Cette substance contrôlée qui contient du chlore fait partie du Groupe II de l'Annexe B du Protocole de Montréal. On l'utilise comme produit intermédiaire de synthèse dans la production de CFC et d'autres produits chimiques et comme solvant.

Cataracte

Maladie de l'œil, première cause de cécité dans le monde selon l'Organisation mondiale de la Santé. Entre 12 et 15 millions de personnes deviennent aveugle à cause de la cataracte. La cataracte conduit à l'opacification partielle ou totale du cristallin. L'exposition au rayonnement UV augmente le risque de cataracte.

Réfrigérants sans incidence sur le climat

Terme utilisé pour désigner un groupe de substances d'origine naturelle, comme l'ammoniac, le CO₂ et les hydrocarbures, connus aussi sous le nom de réfrigérants naturels. On les utilise comme alternatives aux réfrigérants synthétiques comme les HFC et les CFC.

Chlorofluorocarbons (CFCs)

Ces SAO contiennent du fluor et du chlore, bénéficient généralement d'une grande stabilité, ce qui contribue à leur haut PAO. Les cinq principaux CFC sont contrôlés en tant que substances de l'Annexe A (Groupe I) du Protocole de Montréal. Dix autres CFC complètement halogénés, moins fréquents, sont contrôlés par l'Annexe B (Groupe I). Les CFC sont entièrement d'origine humaine et sont principalement utilisés dans les aérosols, les réfrigérants, les solvants et le soufflage de mousse.

CO₂ - dioxyde de carbone

Gaz à effet de serre utilisé comme étalon de mesure pour chiffrer l'impact d'autres gaz en termes de potentiel de réchauffement planétaire. C'est aussi une alternative aux HFC sans incidence sur le climat quand on l'utilise comme réfrigérant, agent de soufflage ou extincteur.

Equivalence CO₂

Manière de mesurer l'impact climatique de tous les gaz à effet de serre de façon standardisée. L'effet de chaque gaz est exprimé en équivalent CO₂ (abréviation : éq-CO₂) car ils n'ont pas tous la même façon d'emprisonner la chaleur dans l'atmosphère ni la même durée de présence dans l'atmosphère.

Consommation

Selon la définition du Protocole de Montréal, la consommation correspond à la production de substances appauvrissant l'ozone d'un pays donné plus les importations moins les exportations. La plupart des pays relevant de l'article 5 importent toutes les SAO utilisées dans le pays.

Confinement

Application de techniques d'entretien ou équipement spécial conçu pour éviter ou minimiser la perte de réfrigérants dans un équipement de réfrigération ou de climatisation au cours de son installation, de son activité, de son entretien et/ou de son élimination. Les installations de recyclage ou de réutilisation sont des exemples emblématiques d'installations de confinement.

Substances contrôlées

Toutes les substances appauvrissant l'ozone figurant aux listes des Annexes A, B, C, et E du Protocole de Montréal, qu'elles existent en tant que substances pures ou sous la forme de mélanges, sont appelées substances contrôlées.

Pays en économie de transition (PET)

Etats de l'ancienne Union soviétique et d'Europe centrale et orientale qui ont entrepris un processus de changements structurels, économiques et sociaux de première importance, ce qui a abouti à des difficultés financières et administratives intenses aussi bien pour l'Etat que pour l'industrie. Ces changements ont eu un impact sur la

mise en œuvre d'accords internationaux tel le Protocole de Montréal. Les PET comprennent des pays relevant et ne relevant pas de l'article 5.

Programme de pays (PP)

Le programme de pays est à la base du financement par le Fonds multilatéral de projets et d'activités dans les pays relevant de l'article 5. Il cartographie la stratégie et le plan d'action que le pays devrait suivre pour éliminer la consommation et la production de SAO en conformité avec les calendriers déterminés par le Protocole de Montréal.

Codes douaniers

Les biens du négoce portent habituellement un numéro qui sert de code douanier. Les autorités douanières de la plupart des pays utilisent le Système harmonisé de désignation et de codification des marchandises (SH) pour identifier facilement les biens transportés à l'international. Il est très utile de connaître les codes douaniers appropriés pour rassembler des données d'importation et d'exportation des substances contrôlées.

Démantèlement

Il s'agit du processus physique par lequel un système basé sur les halons est mis hors service. Le processus doit être mené de façon à ce que le halon puisse être employé à d'autres usages.

Processus / technologie de destruction

Les substances contrôlées peuvent être détruites à l'aide d'un processus de destruction approuvé, qui aboutit à la transformation permanente ou à la décomposition de tout ou partie de ces substances.

Remplacements en une étape

Procédure de remplacement de réfrigérants CFC avec des non-CFC au sein d'installations de réfrigération, de climatisation ou de pompes à chaleur sans modifier l'installation elle-même. On parle aussi de reconversion car seules des modifications mineures sont nécessaires, comme remplacer un lubrifiant, remplacer un appareil d'extension ou de matériel de dessiccation.

Inhalateur à poudre

Technologie de substitution pour les inhalateurs à dosage précis qui peuvent être utilisés si le médicament concerné peut être conditionné sans problème en poudre ultrafine, ce qui élimine le problème de gaz propulseurs tels que les CFC.

Utilisations essentielles

Dérogation à l'élimination progressive totale des substances contrôlées qui peut être accordée pour certaines utilisations sur demande, si la Conférence des Parties donne son accord au cas par cas. Ceci implique que la SAO est soit nécessaire pour la santé, la sécurité et le fonctionnement de la société et s'il n'existe aucune alternative acceptable. Une dérogation globale a été accordée pour les travaux d'analyse et de laboratoire. Pour plus d'information sur les processus d'utilisation essentielle, voir le Manuel de nomination des utilisations essentielles.

Gaz F

Trois des six GES limités par le Protocole de Kyoto : les hydrofluorocarbones (HFC), les perfluorocarbones (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF₆).

Fonds pour l'environnement mondial (FEM)

Le FEM, mis sur pied en 1991, aide les pays en voie de développement à financer des projets et de programmes qui protègent l'environnement. Le FEM accorde son soutien à des projets liés à la biodiversité, au changement climatique, aux eaux transfrontières, à la dégradation des terres, à la couche d'ozone, et aux polluants organiques persistants. Le département de contact sur l'ozone du FEM finance des projets qui permettent à des pays à économie de transition (PET), y compris la Fédération de Russie et des pays d'Europe orientale et d'Asie centrale de parvenir à l'abandon total des produits détruisant l'ozone.

Réchauffement climatique

Le réchauffement climatique a pour origine l'émission de gaz à effet de serre qui emprisonnent la chaleur réfléchiée par la Terre, ce qui réchauffe l'atmosphère. Les gaz à effet de serre comprennent le dioxyde de carbone, le méthane, les CFC, les HCFC et les halons.

Potentiel de réchauffement planétaire (PRP)

La contribution relative des gaz à effet de serre à l'effet de réchauffement mondial lorsque ces substances sont diffusées dans l'atmosphère par la combustion du pétrole, du gaz naturel et du charbon (CO₂), les émissions directes, les fuites provenant des installations de réfrigération, etc. Le PRP est étalonné sur le dioxyde de carbone (CO₂ = 1,0). Le PRP peut être rapporté à un horizon temporel de 20, 100, ou 500 ans. La communauté scientifique ne partage pas un consensus unique sur le choix de cet horizon temporel, mais 100 ans est celui que l'on utilise le plus souvent.

Gaz à effet de serre

Gaz tels que la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone, le méthane, les CFC, HCFC et HFC qui absorbent et renvoient le rayonnement infrarouge réfléchi par la Terre, réchauffant ainsi la surface de la Terre et contribuant au réchauffement climatique.

Halons

Ces SAO contiennent du fluor, du brome et parfois du chlore. Les halons sont principalement utilisés dans les extincteurs et les dispositifs anti-explosion.

Réservoir de halon

La quantité totale de halon présente à un moment donné dans une installation, une organisation, un pays ou une région donnée. Le réservoir de halon comprend le halon des extincteurs, des extincteurs légers et des systèmes d'extinction, et les stocks (conteneurs).

Gestion d'un réservoir de halon

Méthode de gestion d'une quantité de halon stockée. La gestion du réservoir consiste à garder une trace des quantités de halon présentes à chaque étape : remplissage initial, installation, « recyclage » et stockage. Le principal objectif du réservoir de halon consiste à éviter d'avoir recours à de nouveaux halons (purs) en réutilisant les halons de systèmes démantelés ou de passés d'applications non essentielles à des utilisations essentielles. Les réservoirs de halon sont généralement gérés par une bourse des échanges, c'est-à-dire un bureau qui facilite le contact entre acheteurs et vendeurs de halon.

Système harmonisé (SH)

Dans la plupart des pays, les importations et les exportations sont enregistrées à l'aide du Système harmonisé international (SHI) de codes douaniers, géré par l'Organisation mondiale des Douanes.

Hydrobromofluorocarbones (HBFC)

Ces SAO contiennent du fluor et du brome et sont contrôlées par le Groupe II de l'Annexe II du Protocole de Montréal. Ils ne font l'objet d'aucune production et d'aucune consommation connue.

Hydrocarbures (HC)

Composé chimique constitué d'un ou de plusieurs atomes de carbone entourés par des atomes d'hydrogène. Des exemples d'hydrocarbures comprennent le propane (C₃H₈, HC 290), le propylène (C₃H₆, HC 1270) et le butane (C₄H₁₀, HC 600). On utilise généralement les HC comme produit de substitution aux CFC dans les gaz propulseurs des aérosols et dans les mélanges de réfrigérants. Le PAO des hydrocarbures est nul. Les hydrocarbures sont des composants organiques volatils (COV) et il est possible que leur utilisation soit limitée ou interdite à certains endroits. Bien qu'on les utilise comme réfrigérants, leur caractère très hautement inflammable en limite d'usage à de faibles concentrations au sein d'un mélange destiné à la réfrigération.

Hydrofluorocarbones (HCFC)

Il s'agit d'un groupe de SAO partiellement halogénées, contenant du chlore et du fluor et contrôlées par le Groupe I de l'Annexe C du Protocole de Montréal. Les HCFC sont des substituts des CFC, mais parce qu'ils présentent un PAO, les HCFC sont des substances de transition pour lesquelles le Protocole de Montréal prévoit un calendrier d'élimination progressive. Les HCFC (p.ex. HCFC-22) sont essentiellement utilisés dans les applications de réfrigération et de climatisation. Les HCFC-141b et 142b sont largement utilisés comme agents de soufflage et comme solvants. Les HCFC-123 et 124 sont employés comme réfrigérants, solvants et agents extincteurs.

Hydrofluorocarbones (HFC)

Famille de produits chimiques liés aux CFC et qui contiennent un ou plusieurs atomes de carbone entourés par des atomes de fluor et d'hydrogène. En l'absence de chlore et de brome, les HFC n'appauvrissent pas la couche d'ozone, mais il s'agit de gaz à effet de serre avec un PRP. Les HFC sont largement employés pour la réfrigération, p.ex. HFC-134a (CF₃CH₂F) et HFC-152a (CHF₂CH₂).

Système immunitaire

Le système immunitaire est la capacité naturelle qu'a notre corps de combattre les maladies – les virus par exemple – et de se reconstituer malgré leur attaque lorsque nous sommes malades. L'exposition au rayonnement UV peut avoir un impact sur notre système immunitaire.

Comité de mise en œuvre

Le Comité de mise en œuvre prévu par la Procédure de non-conformité du Protocole de Montréal est composé de cinq représentants des Parties relevant de l'article 5 et de cinq représentants des Parties ne relevant pas de l'article 5. Le Comité de mise en œuvre peut faire des recommandations aux Réunions des Parties pour améliorer la mise en œuvre du Protocole et sur les actions à entreprendre en cas de non-conformité.

Agences de mise en œuvre

Les activités d'élimination progressives au sein des pays relevant de l'article 5, soutenues financièrement par le Fonds multilatéral, sont mises en œuvre via ce qu'on appelle des Agences de mise en œuvre. Il s'agit du Programme des Nations Unies pour le développement (PNUD), du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE), de l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI) et de la Banque Mondiale.

Coûts différentiels

Coûts supplémentaires financés par le Fonds multilatéral dans le cadre de l'assistance fournie aux pays relevant de l'article 5. Il s'agit des coûts encourus pour la conversion en technologies compatibles avec l'ozone. Une liste indicative des catégories de coûts différentiels a été mise en place par les Réunions des Parties.

Utilisations de laboratoire et d'analyse

La production, l'importation et l'exportation de substances contrôlées faisant l'objet d'une élimination progressive sont permises sous le régime d'une dérogation globale pour certains usages spécifiques de laboratoire et d'analyses. Les Réunions des Parties décident chaque année quelles SAO ne feront plus partie de la dérogation pour utilisations de laboratoire et d'analyse, et à partir de quand. Le Secrétariat Ozone publie des listes consolidées d'utilisations qui ne sont plus éligibles.

Système de permis

Conformément à l'Amendement de Montréal du Protocole de Montréal, chaque Partie au Protocole de Montréal qui a ratifié cet amendement doit adopter un système de permis d'importation et d'exportation pour suivre le commerce des substances contrôlées. Un système de permis de ce type est employé pour rassembler des données et en faire état auprès du Secrétariat Ozone et du Secrétariat du Fonds.

Pays à petit volume de consommation (PVC)

Les pays relevant de l'article 5 qui consomment moins de 360 tonnes de CFC par an. Le Comité exécutif a émis des dispositions spéciales pour favoriser l'élimination progressive dans ces pays.

Mélanine

La mélanine est un pigment noir, brun sombre ou rougeâtre présent dans la peau, les cheveux et les yeux. Lorsqu'elle est exposée au soleil, notre peau produit naturellement de la mélanine pour se protéger du rayonnement UV. La peau de tout le monde contient de la mélanine, mais pas la même quantité : les peaux foncées contiennent davantage de mélanine que les peaux claires. Cependant, la mélanine ne constitue pas une protection efficace contre les UV et tout le monde, sans égard à la couleur de la peau, a besoin d'une protection supplémentaire.

Réunions des Parties (RdP)

Toutes les Parties au Protocole de Montréal se réunissent une fois par an au niveau ministériel pour prendre des décisions sur de nombreux problèmes, y compris la non-conformité, la dotation de nouveaux fonds, etc.

Inhalateur à dose définie (IDD)

Les inhalateurs à dose définie contiennent un principe actif dissous ou en suspension dans un récipient sous pression pour les patients présentant des problèmes respiratoires. Certains IDD contiennent des CFC.

Bromure de méthyle

Cette SAO partiellement halogénée (aussi connue sous le nom de bromométhane) contient du brome et elle est contrôlée par le Groupe I de l'Annexe E du Protocole de Montréal. On l'utilise essentiellement pour la fumigation des sols, des biens et dans les applications de quarantaine et de pré-expédition. Le PAO du bromure de méthyle est d'environ 0,6.

Mélanges de SAO

Les produits chimiques qui contiennent deux ou plusieurs substances contrôlées ou une ou plusieurs substances contrôlées mêlées à des substances n'appauvrissant pas la couche d'ozone sont appelés mélanges de SAO.

Bureau national pour l'Ozone (BNO)

Entité gouvernementale, au sein des pays relevant de l'article 5, qui gère la stratégie d'élimination progressive des SAO comme spécifié dans le Programme de pays.

Réfrigérants naturels

Substances existant dans la nature et qui circulent déjà dans la biosphère, et qu'on peut utiliser comme réfrigérants. Exemples de réfrigérants naturels : l'ammoniac, les hydrocarbures (p.ex. le propane), le dioxyde de carbone (CO₂), l'air et l'eau.

Pays ne relevant pas de l'article 5

Pays développés qui sont parties au Protocole de Montréal. Les Parties de cette catégorie sont parfois appelées informellement « pays qui fonctionnent sous le régime de l'article 2 du Protocole » ou simplement « pays développés ».

Ozone

Gaz réactif formé de trois atomes d'oxygène (O₃), formé naturellement dans l'atmosphère par l'association d'une molécule d'oxygène (O₂) et d'un atome d'oxygène supplémentaire (O). Il présente la caractéristique de bloquer le rayonnement ultraviolet à dangereuse longueur d'onde dans la haute atmosphère. Alors que c'est un gaz nécessaire dans la stratosphère, il est toxique pour les organismes vivant dans la troposphère.

Substances appauvrissant l'ozone (SAO)

Toutes les substances qui ont un PAO supérieur à zéro sont techniquement des SAO. Il s'agit généralement de produits chimiques qui contiennent du brome et/ou du chlore. Les SAO les plus importants sont des substances contrôlées par le Protocole

de Montréal. Un plus petit nombre de SAO ne sont pas (encore) contrôlées par le Protocole parce qu'elles n'ont pas été produites ou consommées en quantités significatives. Le terme SAO se réfère dans la plupart des cas aux substances contrôlées.

Appauvrissement de l'ozone

Destruction chimique accélérée de la couche d'ozone stratosphérique par la présence de substances issues, pour l'essentiel, des activités humaines.

Potentiel d'appauvrissement de l'ozone (PAO)

Chaque substance contrôlée a reçu une valeur qui indique son impact sur la couche d'ozone stratosphérique par unité de masse, en comparaison avec la même masse de CFC 11. Les valeurs de PAO pour toutes les substances contrôlées figurent dans les Annexes du Protocole de Montréal.

Tonnes-PAO

Les données pondérées par le PAO d'une substance contrôlée sont obtenues en multipliant la quantité de la substance par sa valeur de PAO. Grâce à cette procédure, des tonnes sont converties en tonnes-PAO qui indiquent le dégât environnemental relatif plutôt que la quantité physique.

Groupe de Travail à composition non limitée

Toutes les Parties au Protocole de Montréal se réunissent une fois par an au niveau officiel pour discuter les problèmes soulevés lors des RdP et faire des recommandations.

Couche d'ozone

Zone de la stratosphère située à une altitude comprise entre 15 et 60 kilomètres, où on trouve de l'ozone à l'état de traces, c'est-à-dire à des concentrations plus importantes que dans le reste de l'atmosphère. La couche d'ozone fonctionne comme un filtre contre le rayonnement ultraviolet (UV-B) d'origine solaire et protège la vie terrestre des effets dévastateurs de l'exposition prolongée aux UV-B.

Secrétariat Ozone

Le Secrétariat Ozone est le secrétariat de la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone de 1985 et du Protocole de Montréal sur les substances appauvrissant l'ozone de 1987. Il est basé au siège de l'ONU à Nairobi, au Kenya.

Perfluorocarbones (PFC)

Groupe de composants de synthèse qui ont pour caractéristiques d'être extrêmement ininflammables, stables, peu toxiques, sans effet sur la couche d'ozone, et avec un haut potentiel de réchauffement planétaire.

Élimination progressive

La fin de toute production et consommation d'une substance appauvrissant l'ozone contrôlée par le Protocole de Montréal.

Tourbillon polaire

Zone semi-isolée de circulation cyclonique qui se forme chaque hiver dans la stratosphère polaire. Le tourbillon polaire sud est plus important que celui du nord. Le tourbillon renforce l'appauvrissement de l'ozone en emprisonnant de l'air très froid qui contient des aérosols au sein desquels des réactions d'appauvrissement de l'ozone peuvent avoir lieu.

Applications pré-transport

Les doses de bromure de méthyle appliquées directement avant et en relation avec l'exportation d'un produit afin de se conformer aux normes phytosanitaires ou sanitaires du pays d'exportation ou d'importation sont exemptées du contrôle.

Agent de processus

Certaines quantités de substances contrôlées sont utilisées pour produire d'autres produits chimiques (comme catalyseur ou inhibiteur d'une réaction chimique, par exemple) sans être consommés comme produits intermédiaires de synthèse.

Production

Aux termes du Protocole de Montréal, la production de substances contrôlées par un pays est calculée en tenant compte de la production totale moins les quantités détruites moins les quantités utilisées comme produits intermédiaires de synthèse. Les contrôles ne s'appliquent pas à la production de catégories bénéficiant d'une dérogation.

Gaz propulseur

Le composant d'une bombe aérosol qui agit comme un agent d'expulsion pour le produit contenu dans la bombe. Les CFC ont été utilisés comme gaz propulseurs.

Applications de quarantaine

Les doses de bromure de méthyle appliquées pour prévenir l'introduction, l'installation et/ou la dispersion de parasites (y compris les maladies) lors d'une période de quarantaine sont exemptées du contrôle.

Forçage radiatif

La variation (en base 1750, utilisé comme début de l'ère industrielle) de la différence entre la quantité de chaleur qui quitte l'atmosphère et la quantité de chaleur qui y rentre. Un forçage positif a tendance à réchauffer la terre, un forçage négatif à la rafraîchir.

Ramassage

Le ramassage et le stockage de substances contrôlées (réfrigérants, halons, etc.) issus de machines, d'installations, de bateaux de confinements, etc. au cours de l'entretien ou de la mise au rebut sans nécessairement les tester ou les transformer d'une quelconque façon.

Réfrigérant

Agent de transfert de la chaleur, généralement liquide, utilisé dans des équipements tels les réfrigérateurs, les congélateurs et les climatiseurs.

Plan de gestion des réfrigérants (PGR)

L'objectif d'un PGR au niveau national est de concevoir et de mettre en place une stratégie intégrée et globale pour l'élimination progressive et rationnelle des réfrigérants SAO, qui prennent en compte toutes les options techniques et politiques alternatives. Les PGR sont principalement conçus pour assister les pays à bas niveau de consommation de CFC et possédant des secteurs manufacturiers modestes à atteindre leurs objectifs de conformité pour les CFC en réduisant la consommation des CFC dans le secteur de l'entretien de la réfrigération. Les PGR impliquent souvent des activités d'investissement (achat de machines pour le recyclage) de même que la formation des techniciens d'entretien et des officiers des douanes.

Reclassement

La mise à niveau ou l'ajustement d'une installation pour qu'elle puisse fonctionner dans des conditions différentes. Par exemple, certaines installations de réfrigération peuvent être reclassées pour pouvoir utiliser un réfrigérant qui n'appauvrit pas l'ozone à la place d'un CFC. Cette procédure implique généralement des modifications comme le remplacement d'un lubrifiant par un autre, le remplacement d'une installation d'expansion ou d'un compresseur.

Solvant

Quelque produit que ce soit (organique ou aqueux) utilisé pour nettoyer un composant ou un montage en dissolvant les contaminants présents à sa surface.

Stock

Une substance contrôlée peut être stockée ou accumulée pour être utilisée dans l'avenir.

Stratosphère

La partie de l'atmosphère qui se trouve au-dessus de la troposphère, entre 15 et 60 km d'altitude. La stratosphère comprend la couche d'ozone.

Groupe d'évaluation Technologie et Economie (GETE)

Le GETE est un corps subsidiaire aux Parties du Protocole de Montréal, qui est composé de centaines d'experts venant du monde entier et coordonnés par le PNUE. Il a pour responsabilité de passer en revue et de faire des rapports aux Parties pour ce qui concerne : (a) l'état de la technologie de production et d'usage, les options pour l'élimination progressive des SAO, les techniques de recyclage, de réutilisation et de destruction (b) les effets économiques de la modification de la couche d'ozone, les aspects économiques de la technologie.

Effet de réchauffement total équivalent (ERTE)

Combinaison de l'influence sur le réchauffement climatique liée à la consommation d'énergie, c'est-à-dire l'émission de CO₂ pour la production énergétique (PRP indirect) et l'effet de serre dû à l'émission elle-même (PRP direct). L'ERTE dépend de la manière dont l'énergie a été produite, de la conception du système, de la durée de vie du système, des fuites de réfrigérants etc., il n'est donc pas possible d'établir une liste d'ERTE pour chaque réfrigérant. L'amélioration de l'efficacité énergétique d'un système a une grande influence sur l'ERTE, en comparaison avec les nouveaux réfrigérants qui présentent une ERTE directe limitée et peu de fuites. Le PRP indirect a un grand impact pour les unités à longue durée de vie, mais il est moins important pour les unités à courte durée de vie et qui présentent des fuites plus importantes.

Plan de gestion de l'élimination finale (PGEF)

Le Fonds multilatéral soutient le développement de plans nationaux d'élimination progressive des SAO qui cartographient un plan d'action détaillé pour éliminer toute la consommation résiduelle des SAO les plus fréquentes dans les pays relevant de l'article 5. Ces plans constituent une combinaison de projets d'investissement et de projets ne comprenant pas d'investissement. Chaque plan pluriannuel est gouverné par un accord entre le Comité exécutif et le gouvernement concerné.

Marques déposées

Les substances contrôlées à l'état pur de même que les mélanges de SAO sont produites par certaines sociétés qui leur ont donné des noms commerciaux, plutôt que le nom scientifique de la SAO. Ces noms de produits sont indiqués sur l'emballage du produit et sur les documents de déclaration en douane. Un inventaire des noms commerciaux est disponible auprès du Service Ozone du PNUE DTIE.

Substances transitoires

Aux termes du Protocole de Montréal, un produit chimique dont l'usage est autorisé en remplacement de substances appauvrissant l'ozone, mais temporairement seulement en raison du PAO de la substance ou de sa toxicité. Par exemple, les HCFC sont des substances transitoires.

Troposphère

La partie la plus basse de l'atmosphère, en-dessous de 15 kilomètres d'altitude. La troposphère est sous la stratosphère.

Rayonnement ultraviolet (UV)

Le rayonnement ultraviolet est une partie nocive du rayonnement solaire que nous ne pouvons pas ressentir. Le rayonnement ultraviolet est dangereux pour nous parce qu'il provoque des dégâts à la santé en pénétrant profondément dans la peau et dans les yeux et en affaiblissant le système immunitaire.

UV-A

Les rayons UV-A représentent environ 90% du rayonnement UV qui réussit à passer à travers la couche d'ozone et à atteindre la surface de la Terre. Ce sont les rayons UV les moins forts, donc ils sont probablement les moins dangereux.

UV-B

Les rayons UV-B représentent environ 10% du rayonnement UV qui atteint la surface de la Terre. Ce sont les UV-B qui font le plus de dégâts à la santé humaine. L'appauvrissement de la couche d'ozone a pour conséquence une hausse significative de la proportion de rayons UV-B qui atteignent la Terre, ce qui est dangereux pour nous, mais aussi pour les plantes et pour les animaux.

UV-C

Les rayons UV-C sont bloqués par la couche d'ozone. Les rayons UV-C sont extrêmement forts et extrêmement dangereux.

Indice UV

L'indice UV décrit le niveau de rayonnement UV à la surface de la Terre. Il a pour but d'alerter les gens quant à la nécessité d'utiliser toute une série de mesures de protection solaire. L'indice UV a une valeur égale ou supérieure à zéro. Plus le chiffre est élevé, plus la quantité de rayons UV dangereux et les atteintes à la santé sont importantes.

Eventage

Une pratique d'entretien consistant à laisser volontairement la vapeur réfrigérante s'échapper dans l'atmosphère après avoir soutiré le liquide réfrigérant. Cette pratique n'est plus acceptable.

Convention de Vienne

Cet accord international de 1985 a posé le cadre de l'action mondiale pour la protection de la couche d'ozone stratosphérique. Cette convention est mise en œuvre par le Protocole de Montréal.

Sigles et abréviations

PAC	Programme d'aide à la conformité du PNUE
PEC	Pays en économie de transition
CFC	Chlorofluorocarbures
CdP	Conférence des Parties
TCM (CTC)	Tétrachlorométhane
IP	Inhalateur à poudre
DTIE	Division Technologie, Industrie et Energie du PNUE
COMEX	Comité exécutif
FAO	Organisation des Nations Unies pour l'agriculture et l'alimentation
FEM (GEF)	Fonds pour l'environnement mondial
PRP	Potentiel de réchauffement planétaire
HAP	Gaz propulseur pour bombe aérosol à base d'hydrocarbures
HBFC	Hydrobromofluorocarbones
HC	Hydrocarbures
HCFC	Hydrochlorofluorocarbures
HFC	Hydrofluorocarbones
SH	Système harmonisé de désignation et codification des marchandises
IMO	Organisation maritime mondiale
PVC (LVC)	Pays à faible volume de SAO en consommation
MAC	Climatisation embarquée
MCF	Methyl chloroform (1,1,1 trichloroethane)
IDD	Inhalateur à dose définie
RdP	Réunion des Parties au Protocole de Montréal
BNO	Bureau national ozone
ONG	Organisation non gouvernementale
PAO	Potentiel d'appauvrissement de l'ozone
SAO	Substance appauvrissant l'ozone
GTCNL	Groupe de travail à composition non limitée
PFC	Perfluorocarbones
PGR	Plan de gestion des réfrigérants
TCA	Trichloréthane (1,1,1 trichloréthane)
GETE	Groupe d'évaluation technologie et économie
ERTE	Effet de réchauffement total équivalent
COT	Comité des options techniques du GETE
PGEF	Plan de gestion de l'élimination finale
PNUD	Programme des Nations Unies pour le développement
PNUE	Programme des Nations Unies pour l'environnement
UNESCO	Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture
UNICEF	Fonds des Nations Unies pour l'enfance
ONUDI	Organisation des Nations Unies pour le développement industriel
UV	Rayonnement ultraviolet
OMD	Organisation mondiale des Douanes
OMS	Organisation mondiale de la Santé
WMO	Organisation météorologique mondiale

Références

01 Le trou

PNUE/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: The treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges

D.W. Fahey (2006). Twenty questions and answers about the ozone layer: 2006 Update 2006, NASA 2006, OMM/PNUE

PNUE (2005). Basic Facts and Data on the Science and Politics of Ozone Protection. Informations à l'intention des journalistes: <http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/part1.html> (dernier accès le 9 octobre 2009)

02 Les coupables : les substances qui appauvrissent l'ozone

l'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis, Office of Air and Radiation (2007). Achievements in Stratospheric Ozone Protection. Progress Report. Washington

PNUE/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: The treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges

réfrigération et climatisation

Technical Options Committee (2006). Report Of The Refrigeration, Air Conditioning And Heat Pumps: http://ozone.unep.org/teap/Reports/RTOC/rtoc_assessment_report06.pdf

Agence internationale de l'Energie, Satoru Koizumi (2007). Air Conditioners In Developing Countries And The Role Of Cdm

Groupe d'évaluation Technologie et Economie(2009): Assessment of the alternatives to HCFCs and HFCs and update of the TEAP Supplement Report data

Groupe d'évaluation Technologie et Economie (mai 2009): Report Of The Technology And Economic Assessment Panel, volume 1, Rapport: <http://www.pnas.org/content/106/27/10949.full.pdf>

Greenpeace International (2008). Cool Technologies: Working Without HFCs. Examples of HFC-Free Cooling Technologies in Various Industrial Sectors

Peroxyde d'azote et bromure de méthyle

David Sassoon, 4 mai 2009. Administration rift over handling super-GHGs continues: <http://solveclimate.com/blog/20090504/administration-rift-over-handling-super-ghgs-continues>

UNEP (2001). Handbook on Essential Use Nominations: <http://www.unep.org/OZONE/pdfs/TEAP-Essential-Use-HB-2001-final.pdf>

PNUE (2001). Handbook on Essential Use Nominations: <http://www.unep.org/OZONE/pdfs/TEAP-Essential-Use-HB-2001-final.pdf>

Eric A. Davidson (2009). The contribution of manure and fertilizer nitrogen to atmospheric nitrous oxide since 1860. In: Nature and Geoscience, édition en ligne, août 2009.

Janet Raloff : Nitrous oxide fingered as monster ozone slayer. In: Science News, édition en ligne (août 2009) http://www.sciencenews.org/view/generic/id/46776/title/Nitrous_oxide_fingered_as_monster_ozone_slayer

Alternatives au bromure de méthyle: TEAP Progress Report, mai 2009

Sierra club, <http://www.sierraclub.ca/national/postings/montreal-protocol.html>

03 Des facteurs de destruction multiples et interdépendants : des températures plus élevées, les nuages stratosphériques polaires et le changement climatique

Environmental Investigation Agency (2006). Turning up the heat: Linkages between ozone layer depletion and climate change: The urgent case of HCFCs and HFCs

04 Effets et conséquences 1 : le rayonnement UV et les écosystèmes

Bazzaz F., W. Sombroek (1996). Global Climate Change and Agricultural Production. FAO, Rome, et John Wiley & Sons, Chichester

Blaustein Andrew R. (sans date). Amphibian Population Declines. In <http://www.waterencyclopedia.com/A-Bi/Amphibian-Population-Declines.html>

Ilyas, Mohammad (ed.) (1991). Ozone Depletion. Implications for the Tropics. University of Science, Malaisie, et PNUE, Nairobi

Milchunas Daniel, King J., Mosier A., Moore J., et al. UV Radiation Effects on Plant Growth and Forage Quality in a Shortgrass Steppe Ecosystem. In Photochemistry and Photobiology(2004). (http://www.findarticles.com/p/articles/mi_qa3931/is_200405/ai_n9446040)

PNUE Division on Economy, Trade and Environment (2000): Methyl Bromide Alternatives for North African and Southern European Countries. Paris

Zepp R., D. Erickson, N. Paul, B.Sulzberger (2007). Interactive effects of solar UV radiation and climate change on biogeochemical cycling. In Photochemical and Photobiological Sciences. 2007 Mar;6(3):286-300

05 Effets et conséquences 2 : le rayonnement UV et la santé humaine

Institut national néerlandais de la Santé publique et de l'environnement (RIVM), Laboratoire de recherche sur les rayonnements, 2007. (www.rivm.nl/mi-lieuStoffen/straling/zomertema_uv) redirects to <http://www.rivm.nl/milieuportal>

Australian Institute of Health and Welfare (AIHW) & Australasian Association of Cancer Registries (AACR)(2004). Cancer in Australia 2001. Cancer Series Number 28. Canberra: AIHW.

Australian Institute of Health and Welfare (2005). GRIM (General Record of Incidence of Mortality) Books. Canberra: AIHW. (<http://www.sunsmart.com.au/browse.asp?ContainerID=1752>)

Jones R. R., Wigley T. (eds.) (1989). Ozone Depletion. Health and Environmental Consequences. Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapour

Lucas R., T. McMichael, W. Smith, B. Armstrong (2006). Solar Ultraviolet Radiation. Global burden of disease from solar ultraviolet radiation. Environmental Burden of Disease Series, No. 13. Organisation mondiale de la Santé, Genève

Prüss-Üstün A. and C. Corvalán (2006). Preventing Disease Through Healthy Environments - Towards an estimate of the environmental burden of disease. OMS, Genève

06 Mobilisation 1 : protection solaire et projets de sensibilisation

OMS, OMM, PNUE, Commission internationale de protection contre les rayonnements non ionisants (2002). L'indice UV mondial – Guide pratique. OMS Genève <http://www.who.int/uv/publications/en/GlobalUVI.pdf>

07 Mobilisation 2 : une diplomatie environnementale couronnée de succès

Stephen O Andersen, K Madhava Sarma (2002). Protecting the Ozone Layer, the United Nations History, PNUE, Earthscan Publishing

Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis, Achievements in Stratospheric Ozone Protection, Progress report, avril 2007

Sharon L. Roan (1989). The 15 year evolution of a sudden global emergency. Ozone crisis, Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapour.

Benedick, Richard E (1999). The Indispensable element in the Montreal Ozone Protocol. In EARTHmatters ~ Science & Environmental Negotiations, THE COLUMBIA EARTH INSTITUTE. Fall 1999

Fahey DW (2006). Twenty questions and answers about the ozone layer: mise à jour 2006.

PNUE/DTIE (2007). Brief primer on the Montreal Protocol: the treaty, chemicals controlled, achievements to date, and continuing challenges (version de travail non publiée)

PNUE/DTIE (2007). The Montreal Protocol in 2007 – 20 Years of progress - A success in the making. (version de travail non publiée)

Velders G. J. M., S. O. Andersen, J.S. Daniel, D. W. Fahey, M. McFarland (2007). The importance of the Montreal Protocol in protecting the climate.

PNUE (September 2009). Ozone Treaty Anniversary Gifts Big Birthday Present to Human Health and Combating of Climate Change. Communiqué de presse.

PNUE, Protocole de Montréal (2009). Report of the Executive Committee of the Multilateral Fund for the Implementation of the Montreal Protocol on the progress made in reducing emissions of controlled substances from process-agent uses for the period 2007–2008

08 Mobilisation 3 : lever des fonds pour recommander le trou

Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal (2005). Creating a real change for the environment. Brochure.

09 Les leçons de Montréal 1 : le secret du succès

Cook, Elisabeth (ed.) (1996). Ozone Protection in the United States. Elements of Success. World Resources Institute, Washington DC.

Roan, Sharon L. (1989). Ozone Crisis. The 15 Year Evolution of Sudden Global Emergency. Wiley Science Editors, New York, Chichester, Brisbane Toronto, Singapour.

Simonis Udo E. Kyoto I + Montreal = Kyoto II ? Wer zu spät kommt, den bestraft das Klima. In Freitag 49, 2005. PNUE/DTIE, INWENT, CNP+L (2006). Environmental Agreements and Cleaner Production. Questions and answers.

PNUE/DTIE, UNIDO (2002). Changing Production Patterns: Learning from the Experience of National Cleaner Production Centres.

PNUE/DTIE (2004). The Cleaner Production Companion.

Reiner Grundmann (2006). Ozone and Climate Scientific Consensus and Leadership. In: Science, Technology, & Human Values, Volume 31 Number 1

10 Les leçons de Montréal 2 : comment l'élimination des ennemis de l'ozone freine-t-elle

la hausse des températures ?

Environmental Investigation Agency (2006). Turning Up the Heat. Linkages between ozone layer depletion and climate change: The urgent case of HCFCs and HFCs

IPCC/TEAP, Bert Metz, Lambert Kuijpers, et al. (éd.) 2005. Safeguarding the Ozone Layer and the Global Climate System: Issues Related to Hydrofluorocarbons and Perfluorocarbons Cambridge University Press, UK

Guus J. M. Velders et al. (juillet 2009): The large contribution of projected HFC emissions to future climate forcing

ActionOzone, numéro spécial (septembre 2008): HCFC Phase out: Convenient Opportunity to Safeguard the Ozone Layer and Climate: http://www.refrigerantsnaturally.com/assets/les/download/pdf/reports/UNEP_Ozone_action_%20report_2008.pdf
<http://www.ipcc.ch/>

Programme d'Assistance climatique du PNUE (2009) Fact Sheet Applications of HCFCs and blends containing HCFCs

Institute for Governance & Sustainable Development (juillet 2009): Frequently asked questions about destroying ozone-depleting substance banks under the Montreal Protocol, www.igsd.org/documents/IGSDHFCFAQGenevaJuly2009-1.pdf

11 L'héritage : les réservoirs de SAO

Environmental Investigation Agency (2009). Recovery and destruction of ODS banks: Immediate action for Global climate protection. <http://www.eia-international.org/>

12 Un effet secondaire: le commerce illégal de substances appauvrissant l'ozone

Environmental Investigation Agency (2005). Controlling the ODS Trade; The need to strengthen licensing systems.

Environmental Investigation Agency (2003). Lost in Transit; Global CFC Smuggling Trends and the Need for a Faster Phase out.

Environmental Investigation Agency (2001). Under the Counter; China's Booming Illegal Trade in Ozone Depleting Substances.

Supplément spécial à la lettre d'information ActionOzone no 6 (2001). Illegal Trade in Ozone Depleting Substances – is there a hole in the Montreal Protocol?

PNUE/DTIE, Fonds multilatéral pour la mise en œuvre du Protocole de Montréal, Environment Canada, MOFA Finlande, OMD et Current Technologies Corporation (2001). Training Manual for Customs Officers; Saving the Ozone Layer: Phasing out ODS in Developing Countries.

PNUE ROAP (2006). Illegal trade in ODS in Asia and the Pacific.

Environmental Investigation Agency (2001). Unfinished business: The Continued Illegal Trade in Ozone Depleting Substances and the Threat Posed to the Montreal Protocol.

Secrétariat Ozone (2002). Study on Monitoring of International Trade and Prevention of Illegal Trade in ODS, Mixtures and Products Containing ODS (Decision XIII/12), http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/oewg/22oewg/22oewg-4.e.pdf (Last accessed 9th October 2009)

Charles W. Schmidt. Environmental Crimes: Profiting at the earth's expense. In Environmental Health Perspectives, Volume 112, No 2, février 2004

Sites internet recommandés

En général

The ozone hole tour (site d'information de l'Université de Cambridge): http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/tour_fr/index.html

Site de la protection de l'ozone pour la Commission européenne: <http://ec.europa.eu/environment/ozone>

Site sur l'ozone de l'Agence pour la protection de l'environnement des Etats-Unis: www.epa.gov/ozone

Informations sur l'ozone par une ONG privée: www.theozonhole.com

01 Le trou

NOAA, Laboratoire de recherche sur le système terrestre, mesures de l'ozone: www.esrl.noaa.gov/gmd/about/ozone.html

Prévisions et mesures de la colonne d'ozone quasiment en direct (Agence spatiale européenne) www.temis.nl/protocols/O3total.html

Bulletin ozone du British Antarctic Survey: www.antarctica.ac.uk/met/jds/ozone
<http://www.atm.ch.cam.ac.uk/tour/part1.html>

Administration nationale des océans et de l'atmosphère des Etats-Unis (NOAA), page sur l'ozone stratosphérique: www.ozonelayer.noaa.gov

Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace des Etats-Unis (NASA), Ozone Hole Watch: <http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov/facts/hole.html>

Administration nationale de l'aéronautique et de l'espace des Etats-Unis (NASA), observatoire terrestre (données et images): <http://earthobservatory.nasa.gov/Observatory/Datasets/ozone.toms.html>

02 Les coupables : les substances qui appauvrissent l'ozone

UNEP/DTIE, base de données sur les noms commerciaux des produits qui contiennent des substances appauvrissant l'ozone et de leurs alternatives: www.unep-tie.org/ozonaction/information/tradenames/main.asp

UNEP/DTIE, Mesures de contrôle du Protocole de Montréal substance par substance (Calendriers d'élimination progressive): www.unep-tie.org/ozonaction/information/tradenames/trade_schedule_main.asp

03 Des facteurs de destruction multiples et interdépendants : des températures plus élevées, les nuages stratosphériques polaires et le changement climatique

Administration nationale des océans et de l'atmosphère des Etats-Unis (NOAA) page sur la stratosphère polaire et sur l'appauvrissement de l'ozone: www.cpc.ncep.noaa.gov/products/stratosphere/polar/polar.shtml

05 Effets et conséquences 1 : le rayonnement UV et les écosystèmes

Questions-réponses sur les effets du rayonnement UV sur la santé humaine: www.who.int/uv/faq/uvhealthfac/fr/index.html

Agence internationale de recherche sur le cancer (IARC) (bases de données mondiales): <http://www-dep.iarc.fr>

06 Mobilisation 1 : protection solaire et projets de sensibilisation

Programme Intersun de l'Organisation mondiale de la Santé: www.who.int/uv/intersunprogramme/en

07 and 08 the Montreal Protocol and the Multi-lateral Fund

Secrétariat Ozone (le secrétariat qui coordonne la mise en œuvre de la Convention de Vienne et du Protocole de Montréal) www.unep.org/ozone

Groupes d'évaluation émettant des éléments scientifiques de fond pour le Protocole de Montréal : http://ozone.unep.org/Assessment_Panels

FAQ du Protocole de Montréal: http://ozone.unep.org/Frequently_Asked_Questions

Service ActionOzone www.uneptie.org/ozonaction

Le Fonds multilatéral (instrument de financement qui assure la conformité au PM): www.multilateralfund.org

Activités liées à l'ozone du Programme des Nations Unies pour le développement www.undp.org/chemicals/montrealprotocol.htm

Projets d'élimination progressive des SAO menés par la Banque Mondiale: <http://go.worldbank.org/K5RY1P1670>

09 Les leçons de Montréal 1 : le secret du succès

Règlements nationaux sur les HCFC: <http://www.arap.org/regs/>

12 Un effet secondaire: le commerce illégal de substances appauvrissant l'ozone

Environmental Investigation Agency (ONG spécialisée dans la détection de crimes environnementaux): www.eia-international.org et www.eia-international.org/campaigns/global_environment

Green Customs: www.greencustoms.org

Interpol: www.interpol.int

Un atelier d'experts délégués par les Parties sur le trafic illégal de SAO: http://ozone.unep.org/Meeting_Documents/illegal-trade/index.asp

Convention de Bâle (convention sur les déchets dangereux) : www.basel.int



Sur plus de vingt ans, l'engagement des Parties au Protocole de Montréal a traduit les faits scientifiquement établis en décisions politiques, qui à leur tour aboutissent à des actions concrètes sur le terrain. L'expérience acquise dans le contexte de ce Protocole peut aujourd'hui servir de guide aussi bien que d'inspiration pour illustrer le système multilatéral dans ce qu'il a de meilleur, et elle contribuera à bâtir la confiance pour les accords multilatéraux sur l'environnement du futur.

La présente deuxième édition revue des « Graphiques vitaux pour l'Ozone » met en lumière les dernières décisions prises par les Parties au Protocole de Montréal pour accélérer l'élimination des HCFC et l'impact de cette élimination sur l'emploi de produits chimiques de substitution. Elle se concentre aussi sur les connexions avec le climat dans les hautes sphères, aussi bien physiquement dans l'atmosphère que sur le terrain institutionnel des négociations autour des traités internationaux. Elle passe en revue les défis qui restent à relever en raison de la présence de grandes quantités de substances mortelles pour l'ozone qui sont accumulées dans les appareils utilisés actuellement et mis au rebut, et qui ne cesseront d'être dangereuses que lorsqu'elles seront définitivement éliminées.