



Distr. générale
30 juin 2017

Français
Original : anglais



**Programme
des Nations Unies
pour l'environnement**

**Conférence des Parties à la Convention de Vienne
pour la protection de la couche d'ozone
Onzième réunion**

Montréal (Canada), 20-24 novembre 2017

Point 5 a) de l'ordre du jour provisoire du segment
préparatoire*

**Questions concernant la Convention de Vienne :
rapport de la dixième réunion des Directeurs
de recherches sur l'ozone des Parties à la Convention
de Vienne**

**Recommandations de la dixième réunion des Directeurs
de recherches sur l'ozone des Parties à la Convention de Vienne**

Note du Secrétariat

1. La dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone des Parties à la Convention de Vienne pour la protection de la couche d'ozone s'est tenue au siège de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) à Genève du 28 au 30 mars 2017. Au cours de cette réunion, les Directeurs de recherches sur l'ozone ont formulé plusieurs recommandations, réparties en cinq catégories :

- a) Objectifs généraux;
- b) Besoins en matière de recherches;
- c) Observations systématiques;
- d) Archivage et gestion des données;
- e) Renforcement des capacités.

2. Les recommandations sont reproduites dans l'annexe à la présente note. Elles n'ont pas été revues par les services d'édition du Secrétariat. Elles concernent le débat sur l'état du Fonds général d'affectation spéciale destiné à financer des activités de recherche et d'observation systématique au titre de la Convention de Vienne, qui aura lieu à la onzième réunion de la Conférence des Parties à la Convention de Vienne au titre du point 5 b) de l'ordre du jour. Le rapport intégral des Directeurs de recherche sur l'ozone sera soumis à la Conférence des Parties en tant que document d'information.

* UNEP/OzL.Conv.11/1/-UNEP/OzL.Pro.29/1.

Annexe

Recommandations

A. Objectifs généraux

1. La couche d'ozone est indispensable à la protection de toute vie sur Terre. Comme pour d'autres menaces majeures compromettant la santé humaine et l'environnement, il est crucial que la communauté scientifique reste vigilante en continuant de la surveiller de près et en améliorant sa connaissance des dangers actuels et émergents qui la menacent.
2. *Améliorer l'interprétation et l'exactitude des futures projections des mesures de l'ozone total*, sachant que l'ozone est sensible à l'augmentation des gaz à effet de serre (GES) et aux changements des paramètres climatiques qui y sont associés, ainsi qu'aux substances qui appauvrissent la couche d'ozone (SAO). En outre, il a été constaté l'appauvrissement de la couche d'ozone entraîne des modifications météorologiques dans la stratosphère et la troposphère. L'établissement de projections exactes sur l'ozone met à l'épreuve notre aptitude à simuler les interactions entre l'ozone stratosphérique et les processus chimiques, radiatifs et dynamiques qui se produisent dans la stratosphère et la troposphère.
3. *Entretien et améliorer les capacités actuelles d'observation des variables relatives au climat et à la couche d'ozone*. Compte tenu des liens étroits entre le comportement de l'ozonosphère et les changements climatiques, l'observation des variables climatiques et celle des variables de la couche d'ozone devraient aller de pair et leurs résultats analysés ensemble autant que possible.
4. *Prolonger et revaloriser le Fonds d'affectation spéciale destiné à financer des activités de recherche et d'observation systématique au titre de la Convention de Vienne (ci-après dénommé « le Fonds d'affectation spéciale ») pour mieux appuyer les objectifs ci-dessus*. Il est indispensable de prolonger et revaloriser sensiblement le Fonds d'affectation spéciale pour qu'il puisse répondre plus efficacement à certaines questions scientifiques découlant de ce qui précède. Il est aussi indispensable que le Comité consultatif du Fonds élabore un plan stratégique pour le Fonds afin d'aider le Secrétariat de l'ozone du Programme des Nations Unies pour l'environnement (PNUE) et l'OMM à définir les priorités et à en assurer la mise en œuvre.
5. *S'engager à renforcer les capacités pour remplir les objectifs ci-dessus*. Compte tenu de ce qui précède, il est extrêmement important de mener des activités de renforcement des capacités dans les pays visés à l'article 5 du Protocole de Montréal et de développer les compétences scientifiques, en élargissant par la même occasion les zones géographiques où sont effectuées les mesures et où sont archivées les données concernant les principales variables de la couche d'ozone et des changements climatiques.

B. Besoins en matière de recherches

6. Comprendre la complexité des interactions entre l'ozone, la chimie de l'atmosphère, la propagation et les changements climatiques demeure une priorité élevée, et le besoin d'approfondir les recherches dans ce domaine a été souligné depuis les recommandations de la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone. Des recherches plus poussées sont nécessaires pour mieux comprendre les processus climatiques sous-jacents et améliorer les projections modélisées des modifications en cours de la répartition de l'ozone et des températures dans la moyenne atmosphère. Pour appuyer les évaluations de l'ozone réalisées par l'OMM et le PNUE, il convient d'effectuer des simulations coordonnées des futures modifications de l'ozone à l'aide de modèles adaptés. Ces simulations devraient porter sur des concentrations fixes de GES et des concentrations fixes de SAO pour pouvoir attribuer les modifications de l'ozone total soit aux modifications des GES soit à celles des SAO considérées séparément et pour mieux comprendre comment les paramètres climatiques stratosphériques et troposphériques sont liés aux modifications de l'ozone total dans la troposphère et la stratosphère.
7. La compréhension des liens entre le climat et l'ozone s'est améliorée depuis les recommandations de la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone. L'une des caractéristiques les plus notables de la réaction de l'ozone total à l'augmentation des GES (tels que le CO₂, le CH₄ et le N₂O) est la différence dans les modifications de la colonne d'ozone entre les tropiques et les latitudes moyennes et élevées. Dans les tropiques, la colonne d'ozone devrait diminuer pour passer en-dessous de ses niveaux historiques (1980), tandis qu'aux latitudes moyennes et élevées elle devrait augmenter pour dépasser ses niveaux historiques. Ces réactions auront de profondes incidences sur l'éventail des expositions possibles des êtres humains et des écosystèmes au

rayonnement ultraviolet (UV). En outre, les changements dans la chimie troposphérique et la propagation dans la troposphère en réponse aux changements climatiques mondiaux accroîtront l'importance de comprendre la contribution de l'ozone troposphérique à la colonne d'ozone total dans les régions précitées. Enfin, les conditions chimiques et dynamiques singulières qui caractérisent l'interface entre la troposphère et la stratosphère (à savoir la haute troposphère et la basse stratosphère) exigeront de nouvelles études pour comprendre le rôle et l'influence de cette zone d'interface et des tropiques sur l'ozone total.

8. Du point de vue des changements climatiques, il est nécessaire d'examiner les effets exercés par ces changements sur les températures et la chimie stratosphériques et par l'augmentation des concentrations de GES sur d'autres aspects de la chimie atmosphérique. En particulier, une augmentation des concentrations de CO₂ conduira à un refroidissement de la haute stratosphère, suivi d'une augmentation des concentrations d'ozone dans cette couche de la stratosphère. En outre, les modifications de la chimie troposphérique induites par les changements climatiques devraient influencer sur l'ozone tropical en provoquant notamment des modifications de la circulation Brewer-Dobson.

9. D'importantes avancées ont été faites comme suite aux recommandations formulées par la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone, notamment dans les domaines ci-après :

- Une meilleure quantification de la durée de vie du tétrachlorure de carbone (CCl₄) dans l'atmosphère, qui a permis de réduire, sans l'éliminer complètement, l'écart entre les estimations ascendantes et descendantes des émissions de cette substance.
- Davantage d'informations sur la distribution verticale et la densité spatiale des concentrations de gaz traces, qui ont permis de mieux comprendre les sources et puits d'autres gaz traces liés à l'ozone et au climat.
- La détermination améliorée et actualisée des modifications à long terme de l'ozone à partir de multiples observations. Des études supplémentaires sont en cours pour également déterminer avec une plus faible marge d'incertitude et actualiser, à partir de multiples séries de données, les tendances de l'ozone qui serviront à réaliser l'évaluation de l'ozone en 2018.
- Les estimations du rayonnement UV au XXI^e siècle à partir des prévisions concernant l'ozone et d'autres facteurs influant sur ce rayonnement (tels que la nébulosité, les aérosols, l'albédo et la pollution de l'air). Des mesures de la répartition spectrale de ce dernier en plusieurs emplacements ont été analysées en vue d'évaluer son évolution à long terme et d'en attribuer les mouvements à divers facteurs, tous plus ou moins liés aux changements climatiques.

Cependant, il reste encore beaucoup à faire dans certains domaines, comme il ressort des recommandations qui suivent.

Principales recommandations concernant les besoins en matière de recherches découlant de la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :

i) Interactions entre la chimie et le climat et suivi du Protocole de Montréal

10. Il est désormais bien établi que l'évolution de la couche d'ozone stratosphérique dépendra non seulement de la baisse des concentrations de SAO mais aussi de l'influence du climat sur les températures et la circulation dans la stratosphère.

11. Il incombe à la communauté scientifique de suivre en permanence l'impact du Protocole de Montréal au moyen d'analyses détaillées de l'éventail complet des données sur l'ozone, des substances qui appauvrissent la couche d'ozone, de leurs solutions de remplacement et des gaz connexes, afin d'évaluer l'impact du Protocole. Des recherches plus poussées conjuguant des modèles chimie-climat de dernière génération et des données de la plus grande qualité recueillies en faisant varier l'altitude sont nécessaires. Elles permettront d'expliquer les modifications observées dans le passé et de mieux comprendre, sur une base plus solide, les futures projections de la chimie et du climat.

12. Les représentants à la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone (ci-après dénommés « Les représentants ») continuent de souscrire aux recommandations générales issues de la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone. Les nouvelles recommandations spécifiques sont énoncées ci-après :

- 1) *Tétrachlorure de carbone (CCl₄)* : des études supplémentaires sont nécessaires pour mieux expliquer les divers processus de dégradation déterminant la durée de vie du CCl₄ (stratosphère, océans et sols) ainsi que des études visant à mieux identifier les sources d'émissions.
- 2) *Émissions* : il faut élaborer plus avant et mettre en œuvre les techniques (par exemple, les méthodes de modélisation inverse) permettant de déterminer les flux régionaux s'agissant des SAO et de leurs substances de remplacement.
- 3) *Bromure de méthyle (CH₃Br)* : le bilan global du bromure de méthyle continue d'être déséquilibré, ce qui donne à penser que les émissions pourraient être plus importantes que prévu ou que notre compréhension des processus d'élimination de cette substance est incomplète. De nouvelles recherches sur le bilan du bromure de méthyle et ses mécanismes de dégradation s'imposent.
- 4) *Ozone dans les modèles climatiques* : il est désormais pleinement reconnu que l'inclusion de l'ozone stratosphérique et troposphérique dans les modèles atmosphériques améliore la qualité des projections à long terme des changements climatiques, tout en créant de nouvelles opportunités pour les prévisions météorologiques saisonnières et décennales, notamment. Des recherches plus poussées sont nécessaires pour mieux comprendre les phénomènes climatiques superficiels influencés par les modifications de la stratosphère, y compris les modifications de la circulation dans la troposphère, des températures troposphériques, des précipitations, des glaces de mer, des échanges entre les océans et l'atmosphère, etc.
- 5) *Évolution de la circulation Brewer-Dobson* : les modèles chimie-climat prévoient une intensification de la circulation Brewer-Dobson en présence de concentrations accrues de GES. Des études détaillées des données de suivi sont nécessaires pour tester l'intensification projetée de la circulation Brewer-Dobson. De nouvelles données sur les tropiques seraient particulièrement utiles.
- 6) *Changements survenus dans les tropiques* : les tropiques sont une région cruciale pour les interactions entre la chimie et le climat. Les modifications futures de l'ozone dans cette région dépendront des changements climatiques, influant sur l'évolution de la circulation tropicale et les températures dans la tropopause, ainsi que sur la chimie troposphérique. Le comportement inhabituel de l'oscillation quasi-biennale observé récemment doit être analysé.
- 7) *Tendances de l'ozone* : Des recherches sont nécessaires pour mieux quantifier les tendances enregistrées à l'aide de données sur l'ozone recueillies en faisant varier l'altitude dans toute la stratosphère au-dessus de différentes régions géographiques, en particulier les régions polaires où les tendances observées ont été les plus marquées, et dans la haute stratosphère, où le refroidissement induit par le CO₂ augmentera les concentrations. Les tendances de l'ozone et des gaz traces associés doivent être analysées en détail pour déterminer si l'évolution observée à ce jour est compatible avec notre compréhension des processus chimiques et physiques qui influent sur leurs tendances et leur variabilité. La longueur des séries de mesures requises pour confirmer l'efficacité du Protocole de Montréal doit faire l'objet d'investigations.

13. Les représentants souhaitent souligner une fois encore l'importance cruciale des activités de recherche à long terme mentionnées à l'occasion de la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone, dont bon nombre sont extrêmement utiles pour les observations systématiques :

- 1) *Constitution d'enregistrements de données* : de meilleurs enregistrements des données à long terme de l'ozone stratosphérique, d'autres gaz traces associés à la chimie de l'ozone (tels que HNO₃, ClO, BrO, H₂O, CH₄ et N₂O) et d'autres variables de l'état de l'atmosphère (telles que la température) doivent être constitués pour évaluer la cohérence physique des tendances de l'ozone et des températures et pour faciliter l'interprétation des causes des modifications à long terme de l'ozone. Un enregistrement des données sur la température de la troposphère libre et de la stratosphère est nécessaire pour pouvoir interpréter les interactions entre les modifications de la structure thermique de l'atmosphère, qui seront forcées par les modifications des

concentrations de GES, et celles de la couche d'ozone. Un tel enregistrement des données sur la température aidera également à constituer des enregistrements de données sur l'ozone, car bon nombre de mesures de télédétection du rapport de mélange d'ozone dépendent de l'exactitude des données sur la hauteur géopotentielle, qui dépend elle aussi de la température. Ces séries temporelles de températures doivent être stables sur plusieurs décennies pour éviter de déduire une évolution erronée de l'ozone à partir de tendances erronées de la température. Les incohérences dans les réanalyses météorologiques actuelles donnent à penser que cette démarche n'est guère appropriée pour produire des séries temporelles de températures pour la stratosphère.

2) *Qualité des données* : Les activités suivantes sont nécessaires :

- Des études pour caractériser et mieux quantifier les incertitudes des mesures de l'ozone et des paramètres associés obtenus par divers types d'instruments de surveillance.
- Des études continues pour harmoniser les enregistrements à long terme de données sur l'ozone obtenus à l'aide de divers systèmes de mesure.
- La poursuite de l'élaboration et de l'intercomparaison des normes applicables aux gaz et leur stabilité à long terme, requis par les réseaux internationaux de mesure *in situ* des gaz traces.

ii) ***Les processus qui influent sur l'évolution de la stratosphère et leurs liens avec le climat***

14. La stratosphère est un système au sein duquel les liens sont extrêmement forts entre chimie, rayonnements et dynamique. Les modèles doivent reposer sur une compréhension de ces liens. Dans certains cas, notre base de connaissances est incomplète. Des mesures en laboratoire plus nombreuses et plus précises des paramètres cinétiques, photolytiques, thermodynamiques et spectroscopiques sont donc nécessaires. Par ailleurs, des mesures en milieu réel sont indispensables pour améliorer notre compréhension des processus à l'étude comme, par exemple, les émissions superficielles des substances à très courte durée de vie, et la propagation et la transformation d'espèces entre la troposphère et la stratosphère, et inversement.

1) *Gaz autres que les substances appauvrissant la couche d'ozone exerçant une influence sur cette dernière* : le rôle que jouent ces gaz, autres que les SAO réglementées par le Protocole de Montréal, dans la chimie de l'appauvrissement de la couche d'ozone (tels que le N₂O et le CH₄, et les bromocarbones biogéniques) doit faire l'objet d'investigations. Des gaz tels que le N₂O et le CH₄ non seulement forcent le climat en tant que GES mais influent aussi sur l'ozone en jouant un rôle dans la chimie de l'ozone. Les domaines suivants méritent, entre autres, l'attention :

- a) Les données relatives aux émissions de CH₄ et de N₂O, qui doivent être améliorées pour permettre une modélisation plus réaliste de leur impact sur l'ozone. Les tendances troposphériques du CH₄ récemment enregistrées doivent faire l'objet de recherches et d'explications.
- b) Les modifications des concentrations atmosphériques des substances de remplacement des SAO, qui doivent être conciliées avec les émissions signalées ou déduites et leur durée de vie dans l'atmosphère. Les effets des modifications des radicaux OH troposphériques sur le temps de séjour des gaz à courte durée de vie, qui pourraient constituer une source de transport d'espèces chimiquement actives vers la stratosphère, doivent être mieux quantifiés. Des études climatologiques saisonnières des OH troposphériques, validées par des mesures appropriées (voir la section *Observations systématiques*), sont nécessaires pour réduire les marges d'incertitude dans les simulations par modèle des gaz chimiquement actifs, y compris les composés à courte durée de vie, qui sont transportés de la surface vers la stratosphère.
- c) Le fait qu'une grande confiance a été accordée aux concentrations et variations du méthylchloroforme pour déduire les concentrations globales et les tendances des OH. Or le méthylchloroforme a disparu presque complètement de l'atmosphère; il faudra donc lui trouver un remplaçant tout aussi bien adapté pour déterminer les concentrations globales d'OH.

-
- d) Les concentrations d'OH et leur variabilité, qui sont mal connues à l'échelle régionale, spécialement si leurs sources et puits sont très variables (comme par exemple dans les zones tampon entre zones urbaines et zones rurales). De telles informations régionales et locales sont essentielles pour comprendre le mécanisme de dégradation des hydrofluorocarbones (HFC) et des hydrochlorofluorocarbones (HCFC) à courte durée de vie et des espèces à très courte durée de vie qui influent sur l'ozone stratosphérique. Une surveillance étroite de certains gaz fluorés pourrait peut-être offrir le moyen de connaître par déduction les concentrations régionales d'OH et leurs tendances. Pour tester cette démarche, des données de laboratoire et des informations plus précises sur les émissions sont nécessaires.
- 2) *HFC et leurs produits de remplacement* : les concentrations atmosphériques de HFC continuent d'augmenter. L'Amendement de Kigali au Protocole de Montréal limitera à l'avenir la production et l'utilisation d'un grand nombre de HFC, exigeant une surveillance de leur évolution dans l'atmosphère. Les espèces à très courte durée de vie telles que les hydrofluorooléfines (HFO) sont utilisées comme substances de remplacement des HFC à fort potentiel de réchauffement global (PRG). Les concentrations de ces HFO et d'autres substances à très courte durée de vie seront extrêmement variables dans l'espace et dans le temps, par suite du transport et de l'oxydation rapide au contact des OH atmosphériques. Il est essentiel d'obtenir des mesures systématiques de très bonne qualité avec une bonne couverture géographique pour en déduire des informations sur les émissions régionales par secteur. La formation d'acide trifluoroacétique (TFA) et de substances apparentées, qui sont toxiques, ainsi que d'ozone troposphérique à partir de ces substances chimiques, est un sujet de préoccupation. De tels effets méritent des recherches et des évaluations plus approfondies.
- 3) *Améliorations à apporter aux sites d'observation, à leur emplacement et à leurs équipements* : comme indiqué tout au long des présentes recommandations, les observations sont le fondement même d'une bonne partie de la science de la couche d'ozone. Il faudrait continuer d'utiliser des modèles atmosphériques et de réaliser des expériences de simulation de systèmes d'observation (Observing System Simulation Experiments, OSSE), pour choisir de nouveaux sites de mesure prioritaires. Une telle démarche aidera aussi à optimiser la co-implantation des stations de mesure de l'ozone et des stations d'observation d'autres espèces et paramètres atmosphériques. De telles considérations stratégiques sont aussi essentielles pour surveiller les nouvelles espèces à très courte durée de vie, pour lesquelles une plus haute résolution spatiale et temporelle sera nécessaire. En outre, la tenue à jour à long terme de données d'observation issues de recherches de qualité exige en permanence des étalonnages et des intercomparaisons.
- 4) *Mesures en laboratoire des paramètres photolytiques et cinétiques et des paramètres d'absorption hétérogène* : les mesures en laboratoire sont fondamentales pour valider les données satellitaires et les observations à partir du sol, de plateformes aériennes ou d'autres plateformes, ainsi que les simulations par modèle. Différentes catégories d'informations sont nécessaires, notamment les suivantes :
- a) *Photolyse* : la qualité et la précision des sections efficaces d'absorption de l'ozone et du dioxygène (O₂) pour les UV doivent encore être améliorées, malgré les améliorations qui y ont été apportées depuis la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone. Les mesures de l'ozone par télédétection à partir du sol devraient s'appuyer sur les sections efficaces d'absorption actualisées de l'ozone pour les UV. Les sections efficaces du dioxygène (O₂) ont un impact majeur sur la modélisation des durées de vie des espèces qui sont photolysées dans la stratosphère. Elles revêtent également une importance fondamentale dans le calcul du taux de formation de l'ozone et des taux de photolyse d'autres substances chimiques telles que le N₂O. Il est en outre nécessaire d'améliorer les mesures en laboratoire des raies d'absorption de l'ozone dans l'infrarouge (IR) pour améliorer l'extraction au sol de données concernant d'autres gaz traces absorbant l'infrarouge.
- b) *Processus de dégradation pour la modélisation chimique* : à mesure que de nouveaux gaz (tels que les HFC et leurs produits de remplacement) sont proposés, il devient nécessaire d'effectuer des estimations précises en laboratoire pour connaître leurs processus de dégradation fondamentaux (réaction avec les

radicaux OH, sections efficaces pour le rayonnement UV, spectre d'absorption dans l'infrarouge, absorption hétérogène et produits des réactions hétérogènes). Ces mesures assureront une meilleure représentation de ces substances chimiques dans les modèles atmosphériques; elles fourniront des informations pour leur mesure dans l'atmosphère et aideront à identifier toute conséquence non intentionnelle de leur utilisation;

- c) *Évaluation et conservation des données* : il est également essentiel que les données de laboratoire fassent l'objet d'une analyse critique par des groupes d'experts ayant une connaissance approfondie des domaines considérés (cinétique chimique, photochimie, spectroscopie et chimie hétérogène). Une bonne gestion et un bon archivage des données de laboratoire sont cruciaux pour pouvoir disposer d'une base de données fiable aux fins de la modélisation, des analyses et de la compréhension des processus concernés.
- 5) *Aérosols stratosphériques* : les aérosols stratosphériques, dont la couche de Junge, jouent un rôle important du fait des surfaces qu'ils présentent pour les processus chimiques hétérogènes et du forçage radiatif de fond qu'ils produisent. Ces dernières années, l'importance des aérosols autres que l'acide sulfurique a également été reconnue. Ces aérosols ont une influence au-delà de la stratosphère, où ils résident. Par conséquent, pour modéliser la stratosphère, il est fondamental de comprendre les processus qui gouvernent la formation et la distribution des aérosols. De nouvelles recherches ont montré que la propagation du dioxyde de soufre (SO₂) dans toute la tropopause tropicale a été systématiquement surestimée par certains modèles et certaines observations par télédétection. Il apparaît, à la lumière de ces nouvelles observations, que des recherches sont nécessaires pour réévaluer le bilan de base du soufre, y compris le SO₂ et le sulfure de carbonyle dans la basse stratosphère.

Les éruptions volcaniques sont une source fréquente mais épisodique de composés sulfurés pour la troposphère. Les éruptions explosives occasionnelles de grande ampleur (comme l'éruption du Mont Pinatubo en 1991) envoient également des quantités substantielles de soufre dans la stratosphère. Les gaz soufrés finissent par produire des aérosols sulfatés qui réchauffent la stratosphère, refroidissent la troposphère et accentuent la destruction de l'ozone pendant plusieurs années suivant une éruption. La comptabilisation des émissions massives de soufre et de leur devenir est importante pour quantifier les modifications passées et présentes de l'ozone total. L'effet de refroidissement superficiel constaté sous l'action de ces aérosols a fait poindre l'idée de gérer les rayonnements (ingénierie climatique) en injectant des composés sulfurés anthropiques ou d'autres matières dans la stratosphère pour réduire les températures en surface. Dans les modèles atmosphériques, les injections de sulfate provoquent d'importantes modifications de la chimie et de la dynamique de la stratosphère, en particulier des concentrations d'ozone. Les futures recherches devraient s'orienter notamment vers le rôle potentiel de l'ingénierie climatique dans les futurs scénarios de l'ozone stratosphérique.

- 6) *Échanges entre la stratosphère et la troposphère* : des recherches sont nécessaires pour comprendre les processus régissant les échanges bidirectionnels de gaz et d'aérosols entre la troposphère et la stratosphère, tels que : i) la circulation de la mousson asiatique, qui fournit aux polluants une voie de transport efficace entre la surface terrestre et la tropopause tropicale, puis vers la stratosphère; ii) l'apport de vapeur d'eau par les phénomènes qui se produisent à méso-échelle ou à l'échelle synoptique; et iii) les intrusions stratosphériques qui ramènent l'ozone vers la troposphère et la surface. Il est impératif de faire en sorte que les modèles chimie-climat simulent fidèlement les échanges entre la stratosphère et la troposphère pour avoir des prévisions fiables des évolutions de ces échanges au XXI^e siècle, qui influent sur la durée de vie des SAO et les délais de reconstitution de la couche d'ozone. Des campagnes systématiques et ciblées sur le terrain sont nécessaires pour mieux comprendre bon nombre des processus clés à l'œuvre. Il faut notamment comprendre les processus tropicaux et extratropicaux et les processus actifs à l'interface entre la haute troposphère et la basse stratosphère, qui modulent le couplage bidirectionnel chimique et dynamique entre la stratosphère et la troposphère.

iii) **Modifications du rayonnement UV et autres impacts des changements induits par les SAO**

15. Les résultats des simulations des modifications de l’ozone au XXI^e siècle suggèrent une intensification du rayonnement UV atteignant la surface dans les régions tropicales, qui risque d’accroître l’incidence du cancer de la peau et de la cataracte chez les êtres humains et d’avoir des effets néfastes sur les écosystèmes. La diminution projetée du rayonnement UV aux latitudes moyennes à élevées aggrave le risque de doses d’UV insuffisantes pour la production de vitamine D. Par ailleurs, on possède peu d’informations sur l’impact d’un rayonnement UV moins intense sur la biosphère et sur les processus chimiques dans la troposphère. Divers besoins de recherches subsistent, notamment :

- 1) *Facteurs influant sur le rayonnement UV* : il est nécessaire de désagréger les facteurs qui influent sur le rayonnement UV atteignant la surface pour mieux évaluer l’influence des facteurs autres que l’ozone (tels que les aérosols, la nébulosité, l’albédo et la pollution de l’air).
- 2) *Incidences des modifications du rayonnement U* : les effets que les changements se produisant dans l’ozone stratosphérique et les modifications connexes du rayonnement UV exercent sur la santé humaine, les écosystèmes et les matériaux nécessitent des études plus approfondies. Ces études devraient inclure des analyses quantitatives permettant d’évaluer l’ampleur des effets spécifiques des modifications du rayonnement UV. Les recherches devraient également tenir compte des interactions entre les effets des modifications, qu’elles soient positives ou négatives, du rayonnement UV et ceux dus aux changements climatiques, en particulier les interactions pouvant entraîner des effets en retour sur le climat dus, par exemple, à une perturbation du cycle du carbone ou de la chimie troposphérique, dont la question de savoir comment les modifications du rayonnement UV-B se répercuteront sur le bilan du CO₂ en causant la décomposition des matières organiques dissoutes qui pénètrent dans les écosystèmes aquatiques.
- 3) *Substances de remplacement des SAO* : Des études plus poussées sont nécessaires pour comprendre les effets des SAO et de leurs substances de remplacement sur la santé humaine et l’environnement, ainsi que leurs produits de dégradation, en particulier l’acide trifluoroacétique.

C. Observations systématiques

16. Comme indiqué à l’article 3 de la Convention de Vienne, et souligné dans la section qui précède, les observations systématiques sont critiques pour suivre et comprendre les modifications à long terme de la couche d’ozone ainsi que les modifications de la composition et de la circulation atmosphériques et du climat. Pour vérifier la reconstitution escomptée de la couche d’ozone endommagée par les SAO et pour comprendre les interactions avec l’évolution du climat, des observations continues des principaux gaz traces et du rayonnement UV ainsi que des paramètres qui caractérisent le rôle des processus chimiques, radiatifs et dynamiques seront nécessaires pendant encore de nombreuses décennies.

17. La stratosphère passe actuellement d’une période où l’augmentation des concentrations de SAO menaçait la couche d’ozone à une autre où ces concentrations n’augmentent plus, de sorte que l’appauvrissement de la couche d’ozone se stabilise. Cette période se caractérise par le fait que les effets des changements intervenus dans les SAO ne sont pas encore clairement visibles et que des gaz autres que les SAO (en particulier le CO₂, le N₂O, le CH₄, et le H₂O) influent aussi sur l’évolution globale de l’ozone. Les futures émissions de ces autres gaz sont mal connues et leurs impacts sont complexes et interdépendants. Par conséquent, une surveillance robuste à long terme sera également essentielle durant cette période pour progresser dans la voie de la reconstitution de la couche d’ozone dans le courant de la deuxième moitié de ce siècle.

18. La surveillance doit aussi être élargie pour inclure de nouvelles espèces et de nouveaux paramètres importants, comme par exemple les nouvelles substances de remplacement des SAO et les traceurs de la circulation. De telles mesures à long terme doivent être d’une qualité suffisamment élevée pour pouvoir donner lieu à des analyses sans ambiguïté. Les principales régions où doivent s’effectuer des mesures sont la haute troposphère et la basse stratosphère, les zones d’échanges stratosphère-troposphère dans les régions extratropicales telles que celles où circule la mousson, ainsi que les pôles et la haute stratosphère.

Principaux résultats des observations systématiques depuis la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :

- 1) Malgré les difficultés, les mesures terrestres et spatiales de l'ozone, des gaz traces les plus pertinents, des températures et des aérosols stratosphériques se sont poursuivies ces dernières années. Le Fonds d'affectation spéciale a joué un rôle important en fournissant un appui, en particulier au système mondial d'observation terrestre.
- 2) L'instrument d'observation au limbe de l'OMPS (Ozone Mapping and Profiler Suite) embarqué sur la plateforme Suomi National Polar-Orbiting Partnership (NPP) et la poursuite prévue de la seconde plateforme du Système conjoint de satellites polaires (JPSS-2); le déploiement de l'instrument d'occultation solaire Stratospheric Aerosol and Gas Experiment III (SAGE III) sur la station spatiale internationale; et la mission ALTIUS (Atmospheric Limb Tracker for the Investigation of the Upcoming Stratosphere) ont permis de réduire l'écart imminent dans les instruments de sondage au limbe atmosphérique de l'ozone, des aérosols et de la vapeur d'eau. Toutefois, comme indiqué dans les principales recommandations formulées ci-dessous, une perte significative des capacités de mesure au limbe devrait se produire pour beaucoup d'autres gaz importants.
- 3) Plusieurs instruments Dobson et Brewer ont été remis en état et installés dans des pays visés à l'article 5. Toutefois, certains ne sont pas encore en service continu. Un soutien accru, par l'intermédiaire du Fonds d'affectation spéciale de la Convention de Vienne, par exemple, pourrait permettre de remédier à cette situation. À titre d'exemple, l'Égypte a demandé un soutien financier pour étalonner son instrument Brewer. Le Comité consultatif du Fonds d'affectation spéciale évalue actuellement cette proposition, ainsi que d'autres, pour en déterminer la priorité en vue d'un soutien.
- 4) De nouvelles sections efficaces d'absorption de l'ozone pour le rayonnement UV ont été convenues et sont désormais utilisées pour la plupart des applications. Toutefois, certains réseaux terrestres ne les appliquent pas encore. Il faudra, à cette fin, tenir compte des températures de la couche d'ozone et recalculer les relevés historiques.
- 5) Des progrès substantiels ont été faits dans la compréhension et l'amélioration des enregistrements historiques de la sonde ozone dans le cadre de l'Évaluation de la qualité des données recueillies par la sonde ozone (O3S-DQA).
- 6) Les enregistrements mondiaux concernant les aérosols stratosphériques ont été réévalués et harmonisés et l'instrument SAGE III récemment déployé promet de poursuivre ces observations globales.
- 7) Des progrès ont été faits dans la collecte en temps utile de données sur l'ozone et de données connexes auprès des stations au sol et leur utilisation pour valider des services tels que ceux du Copernicus Atmospheric Monitoring Service et les données satellitaires. Ces activités sont allées de pair avec une meilleure appréciation des incertitudes pour toutes les sources de données, qui a permis d'améliorer les pratiques et les normes établies et donc la qualité des données. De nouveaux progrès dans ce sens sont encouragés.
- 8) De nouveaux types d'instruments plus modernes sont actuellement à l'essai en vue de leur intégration dans les réseaux terrestres. On citera en exemple les spectromètres Pandora et Multi Axis Differential Optical Absorption Spectroscopy (MAX-DOAS) pour la mesure de l'ozone et les échantillonneurs d'air embarqués sur ballon-sonde pour les autres gaz traces.
- 9) Des progrès substantiels ont été faits sur le plan de l'évaluation et de l'amélioration de la qualité des sections efficaces à long terme de l'ozone recueillies par satellite. À cette fin, une comparaison de toutes les sources de données et une amélioration notable des méthodes visant à fusionner les données recueillies par différents instruments ont joué un rôle déterminant. Plusieurs enregistrements améliorés sont désormais disponibles; toutefois, une évaluation complète de toutes les sources d'incertitude pour ces enregistrements à long terme reste nécessaire. Des activités dans ce sens sont en cours, comme par exemple l'initiative conjointe de la Veille de l'atmosphère globale et du projet d'étude des processus stratosphère-troposphère et de leur rôle dans le climat (GAW/SPARC), du projet d'étude des tendances et incertitudes des tendances à long terme de l'ozone dans la stratosphère (LOTUS), et du projet SPARC de système unifié de signalement des erreurs (TUNER).

**Principales recommandations concernant les observations systématiques
découlant de la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :**

- 1) Les liens importants existant entre les modifications de l'ozone, du climat et du transport atmosphérique et, en particulier, les modifications prévues dans la circulation Brewer-Dobson globale et méridionale et les phénomènes inattendus tels que la récente rupture de l'oscillation quasi-biennale, exigent une surveillance appropriée des températures, des vents et des sections efficaces des gaz traces, en particulier des traceurs dynamiques tels que le N₂O et le SF₆, ainsi que de l'ozone et de la vapeur d'eau. Des observations sont en particulier nécessaires pour analyser et améliorer la circulation Brewer-Dobson dérivée des systèmes d'assimilation des données.
- 2) Le maintien des stations au sol, en particulier de celles qui possèdent des enregistrements à long terme de l'ozone, des gaz traces, du rayonnement UV, des températures et des aérosols est nécessaire pour fournir une base de référence fiable aux fins de l'estimation des tendances et des évaluations de la déperdition d'ozone polaire, comme les campagnes MATCH par exemple. La diminution constante du nombre des stations, en particulier des stations dotées des capacités nécessaires à l'établissement de sections efficaces, compromet la détermination précise des tendances et la capture des phénomènes inattendus, ainsi que notre capacité de valider les enregistrements des données satellitaires. Pour garantir la fiabilité des données, il est indispensable que les systèmes mondiaux d'étalonnage et d'assurance de la qualité continuent d'être pleinement soutenus par des installations d'étalonnage et des protocoles appropriés.
- 3) La poursuite des observations au limbe et par occultation solaire dans l'infrarouge à partir de l'espace est nécessaire pour déterminer les profils verticaux de bon nombre de gaz traces et de paramètres liés à l'ozone et au climat. Sans ces observations, l'exactitude des prévisions établies par les systèmes d'assimilation des données se dégraderont et, par suite, les services connexes fournis aux décideurs; la détection et l'interprétation des modifications de la circulation atmosphérique seront entravées et des phénomènes tels que la déperdition d'ozone sans précédent au-dessus de l'Arctique survenue en 2011 ne pourront être analysés.
- 4) Dès lors que les besoins scientifiques seront clairement identifiés, une surveillance continue à long terme devrait être restaurée voire, dans certains cas, élargie. Les régions clés sont celles où se produisent les échanges entre la troposphère et la stratosphère, telles que les zones de mousson, l'Asie du Sud-Est, les continents maritimes et les régions montagneuses de l'Himalaya et de l'Asie centrale. Les mesures devraient également être ciblées en direction des zones pauvres en données telles que l'Amérique du Sud, l'Afrique et l'Asie, et cibler aussi la zone intertropicale pour une détection précise des modifications de la circulation Brewer-Dobson et d'autres phénomènes de transport.
- 5) De nouvelles méthodes alliant modèles et observations, telles que la réalisation d'expériences de simulation de systèmes d'observation (Observing System Simulation Experiments, OSSE), devraient être élaborées plus avant et utilisées pour la planification stratégique préalable à l'implantation de nouvelles stations de surveillance, pour fixer les priorités des stations au besoin, et pour le choix de l'emplacement optimal, ou requis, pour effectuer toutes les observations sur un même site. Ces considérations stratégiques sont essentielles pour surveiller, notamment, les nouvelles substances chimiques à très courte durée de vie. En outre, l'élaboration de nouveaux modèles pourrait s'avérer nécessaire pour une utilisation effective des données obtenues à l'aide des nouvelles techniques de mesure.
- 6) À mesure que les concentrations de la plupart des SAO déclinent, d'autres gaz sources, en particulier le N₂O et le CH₄, et la vapeur d'eau, prennent de l'importance en raison de leur impact sur la couche d'ozone et les changements climatiques. Il sera nécessaire d'intensifier les efforts visant à surveiller les profils verticaux de ces gaz dans la troposphère et la stratosphère, comprendre leurs flux changeants et mieux évaluer leur impact.
- 7) La mesure des substances émergentes de remplacement des SAO (HFC et HFO, notamment) ainsi que des substances halogénées à très courte durée de vie aux niveaux mondial et régional doit faire partie des programmes de surveillance de base.

- 8) La communauté scientifique devrait continuer d'utiliser de nouveaux instruments d'un bon rapport coût-efficacité pour la mesure de l'ozone et des gaz traces ainsi que des protocoles pour l'analyse des données. Ceci suppose de poursuivre l'harmonisation des réseaux. On pourrait citer en exemple le réseau européen EUBrewNet, les spectromètres Pandora, le DOAS/Système d'Analyse par Observation Zénithale (SAOZ), Air-Core, etc. Les initiatives régionales d'harmonisation en cours devraient être élargies à des partenaires du monde entier. Ainsi, les sondes ozone de l'Inde pourraient être incluses dans le programme O3S-DQA de l'OMM.
- 9) Des mécanismes devraient être mis en place pour reconnaître la contribution des fournisseurs de données et échanger les conclusions et les informations en retour sur la qualité des données. Par exemple, la contribution des stations ou des réseaux individuels à la validation des satellites pourrait être reconnue par un échange de lettres entre les agences spatiales et les stations d'observation.

D. Archivage et gestion des données

19. Les progrès accomplis dans l'application des recommandations formulées par la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone sont notamment les suivants :

- Le besoin de communiquer des données complètes sur la production et la consommation nationales de SAO pour améliorer les inventaires des émissions continue d'être pris en compte. La communication des données se poursuit avec succès pour la plupart des SAO, bien que certaines discordances d'origine inconnue entre la production et les observations atmosphériques subsistent pour le CCl₄. Globalement, la communication de données sur les substances de remplacement des SAO (comme par exemple les HFC au titre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques) est actuellement insuffisante pour pouvoir concilier les observations à l'échelle mondiale. En outre, les pays devraient être encouragés à soumettre des chiffres de production et/ou de consommation révisés pour les années passées, le cas échéant.
- Des progrès ont été faits dans la mise en place de systèmes solides de communication automatisée des données, avec traitement centralisé et normalisé si possible, accompagnés de dispositifs d'assurance qualité, pour assurer leur communication aux différents centres de traitement des données en temps utile, voire en temps quasi-réel.
- Des progrès ont été faits dans l'archivage plus économique et plus efficace des données. Les recommandations de la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone à cet égard ont été adoptées par l'EUBrewNet et s'appliqueront automatiquement aux nouveaux membres du réseau.
- Des développements analogues dans le domaine de l'archivage sont en cours pour d'autres systèmes de mesure (comme par exemple le Network for the Detection of Atmospheric Composition Change (NDACC), Southern Hemisphere Additional OZonesondes (SHADOZ), SKYNET, et In-service Aircraft for a Global Observing System (IAGOS)).
- Il faudrait numériser les données historiques sur l'ozone et les espèces apparentées. Certaines stations possèdent des données antérieures au logiciel SHADOZ, dont certaines ont été numérisées. Toutefois, les ressources disponibles sont insuffisantes pour mener à bien ce processus pour toutes les stations. Le service Copernicus sur les changements climatiques a pris des mesures pour aider à cet égard.
- Les organismes de financement doivent prendre conscience du fait que l'archivage à long terme est une activité exigeant beaucoup de ressources mais constituant un aspect critique de tout programme de mesure. La gestion et la succession doivent être prises en considération. La préservation des données à long terme devrait être davantage soutenue. À cet égard, l'Agence spatiale européenne (ASE) reconnaît l'utilité d'une telle préservation et soutient un programme à cet effet. De son côté, la NASA continue d'archiver toutes les données stockées dans ses centres dédiés (Earth Science Distributed Active Archive Centres, DAAC), conformément à la politique de longue date de la NASA concernant les données des sciences de la Terre.
- Des progrès ont été faits concernant la communication des données Dobson de niveau 0, c'est-à-dire des données Dobson communiquées au Centre mondial de données sur l'ozone et le rayonnement (WOUDC). L'intensification de ces activités est fortement encouragée.

**Principales recommandations concernant l'archivage et la gestion des données
découlant de la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :**

- 1) Les représentants réitèrent les recommandations formulées dans le passé concernant la mise en place de systèmes solides de communication automatisée des données, avec traitement centralisé et normalisé si possible, accompagnés de dispositifs d'assurance qualité, pour assurer leur communication aux différents centres de traitement des données en temps utile, voire en temps quasi-réel. Toutes les informations nécessaires au traitement et au retraitement des données (comme par exemple l'historique de l'étalonnage) devraient être conservées dans le centre de traitement. Une supervision scientifique s'impose. Les données captées au passage du satellite et les métadonnées, accompagnées d'outils permettant de déterminer leur co-localisation avec les programmes au sol ou embarqués sur aéronef, devraient être immédiatement accessibles au centre de données, aux utilisateurs de données et aux fournisseurs de données pour permettre une évaluation initiale de la qualité en temps quasi-réel. Inversement, les données de la station au sol devraient être immédiatement accessibles aux équipes des satellites. Les bases de données devraient être configurées de façon à pouvoir conserver de multiples versions pleinement traçables.
- 2) Il faut continuer d'allouer des ressources à la numérisation des données historiques concernant l'ozone et les espèces apparentées, et aussi des données auxiliaires (comme par exemple les données spectroscopique de laboratoire, les informations concernant les stations, etc.), lorsqu'elles sont disponibles et avant que ces informations ne disparaissent, afin d'inclure ces données dans les systèmes de bases de données modernes.
- 3) Il faut continuer d'encourager les fournisseurs de données à intégrer ou rattacher celles-ci aux ensembles existants afin d'éviter une prolifération des bases de données et les pertes d'informations à l'issue d'une campagne ou d'un projet.
- 4) Il est nécessaire que les organismes de financement continuent de reconnaître que l'archivage à long terme est une activité exigeant beaucoup de ressources mais constituant un aspect crucial de tout programme de mesure ou de modélisation. La bonne gestion et la succession doivent être prises en considération. La préservation des données à long terme devrait être davantage soutenue. Les États membres de l'Agence spatiale européenne (ASE) ont, par exemple, fait des progrès dans leur soutien au programme de celle-ci en la matière. Des solutions pour la durabilité à long terme des bases de données devraient être recherchées (comme par exemple le Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC), EUBrewNet, etc.).
- 5) Les autres organismes devraient mettre en place, de façon viable à long terme, des archives centralisées pour les données satellitaires (à l'exemple du Distributed Active Archive Centre (DAAC) de la NASA) accessibles à travers un portail central (tel que celui du Committee on Earth Observation Satellites, CEOS). Le WDC-RSAT (Centre mondial de données pour la télédétection de l'atmosphère) d'Oberpfaffenhofen (Allemagne), qui est géré par le Centre aérospatial allemand, pourrait jouer ce rôle en Europe. Les données captées au passage des satellites et les sous-séries de données correspondant à des stations du réseau au sol devraient être aisément accessibles (il conviendrait par exemple de maintenir les structures du genre de l'Aura Validation Data Centre (AVDC), du Centre des données de validation de l'ASE (EVDC), et du Tropospheric Emission Monitoring Internet Service (TEMIS)).
- 6) Les liens entre les centres de données devraient être renforcés plus avant. Il faudrait pour ce faire que ceux-ci coordonnent davantage leurs activités et qu'ils fassent encore des progrès en matière d'échange de métadonnées et d'interopérabilité. L'ouverture et la convivialité des formats et de l'accès aux données devraient être encouragées. Les données non accessibles à la communauté devraient être rendues largement disponibles. Différents niveaux de données (L0 à L3; séries fusionnées) pourraient s'avérer nécessaires pour différents usagers. Les efforts devraient être poursuivis pour produire des enregistrements à long terme homogènes à partir des sources disponibles.
- 7) Les centres de données devraient être en mesure de fournir des données dans plusieurs formats standards acceptés. Il devrait incomber aux centres de données de fournir les outils nécessaires pour reformater, lire et visionner les données et, si possible, effectuer une vérification initiale de la qualité des données communiquées, sous supervision scientifique. Les autres responsabilités des centres de données devraient être clairement définies.
- 8) La publication de données comportant un identifiant d'objet numérique (DOI), par exemple dans Pangaea ou Earth System Science Data (ESSD), devrait être encouragée afin de rendre ces données accessibles à la communauté scientifique et de mettre en valeur les scientifiques et les

organismes de financement qui les ont fournies. Elle pourrait également constituer une bonne solution pour l'archivage (et pour assurer la traçabilité) de résultats de modélisation ou de jeux de données individuels.

- 9) Une politique d'ouverture en matière de données est préconisée pour favoriser un retour optimal sur la collecte de données et les activités de modélisation.
- 10) Une communication proactive entre les centres de données et les fournisseurs de données devrait être encouragée pour réduire le risque de perdre des données.
- 11) Des mesures devraient être prises par les stations de surveillance qui utilisent des spectrophotomètres Brewer ou d'autres types d'instruments spectraux ou à large bande en vue d'améliorer le taux de communication de données sur l'Indice UV au Centre mondial de données sur l'ozone et le rayonnement (WOUDC). Assurer la qualité de ces données est impératif, dans la mesure où leur utilisation est directement liée aux effets du rayonnement UV sur la santé humaine et les écosystèmes.

E. Renforcement des capacités

20. Si le renforcement des capacités de surveillance et de recherches sur l'ozone dans les pays en développement et les pays à économie en transition relève des engagements généraux pris au titre de la Convention de Vienne, cet objectif est en lui-même indispensable au succès réel du Protocole de Montréal.

21. L'atmosphère qui enveloppe notre globe ignore les frontières nationales. Des mesures assurant une couverture intégrale du globe sont donc essentielles pour une bonne compréhension scientifique de l'ozone. Pour participer pleinement au Protocole de Montréal, tous les pays doivent être des partenaires dans cette quête scientifique de plus en plus approfondie et apporter leur contribution aux efforts de recherche, en particulier dans les décennies à venir. Ainsi, il existera des experts locaux pouvant communiquer avec les décideurs régionaux et pouvant s'exprimer avec autorité sur l'importance du respect du Protocole de Montréal.

22. L'un des principaux objectifs du renforcement des capacités est la consolidation des réseaux de surveillance de l'ozone tels que celui de la Veille météorologique mondiale et la constitution de communautés scientifiques apportant leur concours à la science globale de l'ozone. Cet objectif peut être atteint moyennant la création de partenariats permettant l'échange de connaissances entre le monde industrialisé et les pays en développement. Les progrès rapides des technologies de communication modernes apportent de nouvelles possibilités d'établir et de mener de tels partenariats.

23. Le paragraphe 3 de la décision X/2 de la Conférence des Parties à la Convention de Vienne dispose qu'il convient « d'accorder la priorité aux activités de renforcement des capacités, en particulier aux projets qui doivent en priorité bénéficier d'un financement du Fonds général d'affectation spéciale destiné à financer des activités de recherche et d'observations systématiques au titre de la Convention de Vienne, relatives à l'inter-étalonnage des instruments, à la formation des utilisateurs d'instruments et à l'augmentation de la quantité de données d'observation sur l'ozone, notamment par la relocalisation des instruments Dobson disponibles ».

Principaux résultats dans le domaine du renforcement des capacités depuis la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :

- 1) Activités menées à bien grâce au Fonds d'affectation spéciale :
 - *Activité 1 : Intercomparaison des instruments Dobson à Dahab (Égypte), 23 février-12 mars 2004*
 - *Activité 2 : Étalonnage de l'instrument Brewer n° 116 à Bandung (Indonésie), 5-9 septembre 2006*
 - *Activité 3 : Étalonnage de l'instrument Brewer n° 176 à Kathmandu (Népal), 20-26 septembre 2006*
 - *Activité 4 : Intercomparaison des instruments Dobson à Irene (Afrique du Sud), 12-30 octobre et 15-26 novembre 2009*
 - *Activité 5 : Atelier sur la qualité des données du réseau d'ozone total à Hradec Králové (Tchéquie), 14-18 février 2011*

- *Activité 6 : Relocalisation de l'instrument Dobson n° 14 (précédemment déployé à Tromsø, en Norvège) à Tomsk (Fédération de Russie) et stage de formation Dobson à Hradec Králové (Tchéquie), 7-14 avril 2015*
- *Activité 7 : Stage de formation Dobson à Amberd (Arménie), 28 septembre-4 octobre 2015*
- *Activité 8 : Campagne d'intercomparaison des instruments Dobson pour l'Asie, accueillie par l'Agence japonaise de météorologie à Tsukuba (Japon), 7-25 mars 2016*
- *Activité 9 : Campagne d'intercomparaison des instruments Dobson pour l'Australie et l'Océanie, accueillie par l'Australian Bureau of Meteorology à Melbourne (Australie), 13-24 février 2017*

2) Activités prévues :

24. Les activités suivantes ont été présentées en vue d'un financement prioritaire à la neuvième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone en 2014. Elles ont été approuvées par le Comité consultatif du Fonds d'affectation spéciale et seront financées par le Fonds :

- Relocalisation de l'instrument Dobson n° 8 (antérieurement déployé à Spitsbergen, en Norvège, et propriété de l'Institut polaire norvégien) à Singapour, après réparation et étalonnage en Allemagne, et envoi de l'instrument Dobson n° 7, actuellement à Singapour et hors service, en Allemagne pour réparation. Ces activités devraient avoir lieu durant le deuxième semestre de l'année 2017.
- Stage de formation à la réalisation de mesures de l'ozone à l'aide d'un instrument Brewer, parallèlement à une réunion d'un groupe d'utilisateurs des instruments Brewer qui aura lieu à Sydney (Australie) du 4 au 9 septembre 2017. Le budget de la réunion sera partagé entre le Fonds d'affectation spéciale pour la Convention de Vienne et le Fonds d'affectation spéciale Brewer (Canada).
- Campagnes d'intercomparaison pour l'Afrique du Nord et l'Afrique australe. La campagne pour l'Afrique du Nord se déroulera à El Arenosillo (Espagne) du 4 au 15 septembre 2017, sous les auspices de l'Agence météorologique nationale espagnole. La campagne pour l'Afrique australe se déroulera à Irene (Afrique du Sud) en septembre-octobre 2018 sous les auspices du Service météorologique sud-africain.
- Une campagne d'intercomparaison Dobson pour l'Amérique du Sud et l'Amérique latine se tiendra à Buenos Aires du 13 novembre au 1^{er} décembre 2017 sous les auspices du Service météorologique national argentin.

25. En réponse à l'invitation adressée par le Secrétariat de l'ozone à tous les pays en développement ou à économie en transition leur demandant de soumettre des propositions de projet, six propositions ont été reçues en 2016 et examinées par le Comité consultatif du Fonds d'affectation spéciale en vue d'un financement en mars 2017. La mise en œuvre de ces projets dépendra de la disponibilité de fonds à cette fin. Le résultat des évaluations du Comité consultatif sera communiqué aux auteurs de ces propositions. Ces six propositions sont les suivantes :

- *Bélarus* : Préparer et réaliser des sessions d'intercomparaison de trois instruments mis au point et actuellement en service au Centre national de surveillance, de recherche et d'éducation de l'Université d'État du Bélarus, pour surveiller l'ozone total et le rayonnement ultraviolet (UV) dans le pays
- *Équateur* : Mise en œuvre du projet Ecuadorian Highlands Ozonesondes (ECHOZ)
- *Kenya* : Renforcement des capacités de gestion des données et d'étalonnage des instruments
- *Oman* : Mesure des variations diurnes et saisonnières de l'ozone pour améliorer l'état des connaissances en vue de réaliser des estimations des tendances de l'ozone : étude de cas sur l'Oman
- *Togo* : Construction et équipement d'un laboratoire pour la mesure continue de la couche d'ozone stratosphérique et de l'ozone atmosphérique
- Proposition de projet conjoint OMM/GAW et SHADOZ : Expériences d'intercomparaison de la sonde ozone Jülich (Jülich Ozone Sonde Intercomparaison Experiment, JOSIE) 2017.

**Principales recommandations concernant le renforcement des capacités
découlant de la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone :**

- 1) Recenser les besoins de chaque pays et améliorer les communications au sein de chaque région pour mieux répondre à ces besoins par des mesures de soutien. Avant d'offrir une éducation et une formation, il faut auparavant évaluer le niveau des connaissances, la formation, l'instrumentation, et le soutien aux communautés locales. Il faut aussi savoir comment les capacités nouvellement installées seront maintenues avec un soutien national. Un soutien à long terme par jumelage avec des points de contact précis et des experts régionaux est essentiel.
- 2) Donner des possibilités de formation aux opérateurs des stations locales dans les pays en développement. Ces ressources humaines dotées de connaissances locales utiles pourraient alors aider à former d'autres opérateurs dans leur pays. Les participants à la dixième réunion des Directeurs de recherches sur l'ozone ont exprimé le besoin d'une formation plus poussée aux techniques de mesure de base, à la manipulation des données et aux méthodes d'analyse. Cette formation pourrait être complétée par des matériaux en ligne, des vidéos, des outils logiciels, et une communication en temps réel avec les formateurs. On améliorerait ainsi le niveau des connaissances scientifiques locales, les capacités de saisie des données et l'assurance de la qualité. Des matériaux et manuels correspondant au niveau d'instruction recherché doivent être produits et mis en commun.
- 3) Offrir des bourses pour encourager la formation scientifique d'étudiants issus de pays en développement. Ces étudiants créeront des liens critiques et aideront à relever le niveau d'engagement et de compréhension dans leurs pays respectifs. Les échanges d'étudiants et les transferts de connaissances entre pays développés et pays en développement sont vitaux pour construire ces relations.
- 4) Maintenir la qualité du système mondial d'observation de l'ozone en poursuivant et en élargissant les campagnes périodiques d'étalonnage et d'intercomparaison. La qualité des données recueillies par les réseaux d'observation de l'ozone dépend de ces exercices. Les campagnes d'étalonnage et d'intercomparaison comprennent aussi le transfert de connaissances entre les experts des pays développés et les responsables des stations dans les pays en développement. L'offre de cours d'instruction et d'ateliers parallèlement à ces campagnes serait l'idéal pour former des opérateurs locaux.
- 5) L'OMM et le Secrétariat de l'ozone devraient aider à combler l'écart entre les diverses communautés. La collaboration entre les responsables de l'ozone et les agences météorologiques nationales devrait être améliorée. Dans beaucoup de pays visés à l'article 5, les deux groupes sont largement déconnectés. Le Secrétariat de l'ozone devrait dresser la liste des instituts de recherche sur l'ozone, le rayonnement UV et le climat dans chaque pays pour faciliter la communication.
- 6) Intensifier les campagnes d'information en trouvant des sources de financement alternatives (comme par exemple les fabricants, le secteur privé, etc.) et en aidant à soutenir les activités de développement.
- 7) Aider et encourager les pays visés à l'article 5 et les pays à économie en transition à développer leurs capacités scientifiques pour qu'ils puissent participer activement aux activités de recherche sur l'ozone, y compris aux activités d'évaluation prévues dans le cadre du Protocole de Montréal.
- 8) Créer un groupe de travail, placé sous la direction du Comité consultatif du Fonds d'affectation spéciale, pour permettre à toutes les Parties au Protocole de Montréal de continuer de développer leurs capacités scientifiques. Ce groupe de travail pourrait inclure des scientifiques d'organisations dotées de capacités scientifiques importantes et d'organisations ayant besoin d'augmenter leurs capacités scientifiques.