



# Conseil économique et social

Distr. générale  
2 juillet 2021  
Français  
Original : anglais

## Commission économique pour l'Europe

Organe exécutif de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance

**Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe**

### Groupe de travail des effets

#### Septième session commune

Genève, 13-16 septembre 2021

Point 2 de l'ordre du jour provisoire

**État d'avancement des activités du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe en 2021 et travaux futurs**

Point 7 de l'ordre du jour provisoire

**Session thématique commune : contribution d'organismes scientifiques à l'examen du caractère suffisant et efficace du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique**

Point 10 de l'ordre du jour provisoire

**État d'avancement des activités prévues pour 2021 et développement des activités relatives aux effets**

## **Rapport d'activité commun de 2021 sur la contribution à l'examen du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique\***

**Note établie par les Présidents de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe et du Groupe de travail des effets, en coopération avec le secrétariat**

### *Résumé*

Le présent rapport a été élaboré par le Bureau élargi du Groupe de travail des effets<sup>a</sup> et par celui de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe<sup>b</sup>, en coopération avec le secrétariat de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Le bilan des données scientifiques récentes a été établi d'après les

\* La version originale du présent document n'a pas été revue par les services d'édition.



renseignements fournis par les pays chefs de file et les centres des programmes internationaux concertés, conformément aux questions énumérées dans le document ECE/EB.AIR/2020/3-ECE/EB.AIR/WG.5/2020/3 pour la préparation de l'examen du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (Protocole de Göteborg).

<sup>a</sup> Composé des membres du Bureau du Groupe de travail, des Présidents des équipes spéciales des programmes internationaux concertés (PIC), de l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique et de représentants des centres des programmes PIC.

<sup>b</sup> Composé des membres du Bureau de l'Organe directeur, des Présidents des équipes spéciales du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) et de représentants des centres EMEP.

## I. Introduction

1. Le présent rapport a été établi par les Présidents de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) et du Groupe de travail des effets, compte tenu de l'examen du Protocole relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique (Protocole de Göteborg), tel que modifié, lancé par l'Organe exécutif à sa trente-neuvième session (décision 2019/4 de l'Organe exécutif, Genève, 9-13 décembre 2019). Le rapport résume les meilleures informations disponibles sur les tendances observées et projetées concernant les effets<sup>1</sup> de l'acidification, de l'eutrophisation et de la pollution par l'ozone, y compris les progrès réalisés en matière d'émissions, de transport atmosphérique et de modèles d'évaluation intégrée. Il s'agit du septième rapport commun portant sur les travaux menés par l'Organe directeur de l'EMEP et le Groupe de travail des effets et reflétant la nouvelle organisation des deux organes, qui tiennent des sessions intégrées suivant un ordre du jour commun. Il convient de considérer les rapports communs, qui concrétisent une meilleure intégration des travaux scientifiques menés au titre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (Convention), comme un signe du renforcement des bases scientifiques des politiques élaborées au titre de la Convention.

## II. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

2. Selon une analyse récente de l'ozone, les réductions des émissions ont permis de faire baisser les pics de concentration d'ozone. Toutefois, les concentrations d'ozone n'ont pas vraiment diminué dans tous les pays et les zones rurales présentent des niveaux plus élevés que les zones urbaines. Au troisième trimestre de 2021, l'Organisation mondiale de la Santé (OMS) devrait publier de nouvelles Lignes directrices sur la qualité de l'air, y compris de nouvelles valeurs indicatives pour l'ozone (O<sub>3</sub>). Des informations sur l'exposition passée et actuelle de la population à l'ozone sont disponibles auprès de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) et sont résumées, par exemple, dans le rapport « Air quality in Europe – 2020 » (Qualité de l'air en Europe en 2020)<sup>2</sup>. Elles sont disponibles principalement pour l'Union européenne des 28, pour la population des zones exposées aux concentrations d'ozone compte tenu du seuil cible fixé par l'Union européenne et des Lignes directrices de l'OMS sur la qualité de l'air. Les estimations de l'exposition de la population européenne totale (pas seulement urbaine) en 2018 sont également disponibles ainsi que des renseignements sur l'évolution dans le temps. Une interaction sera nécessaire avec l'AEE pour extraire des informations pertinentes.

3. Pour les particules fines (PM<sub>2,5</sub>), des estimations de la mortalité (décès prématurés) sont disponibles dans la base de données de l'OMS relative à la qualité de l'air ambiant dans le monde ; les estimations les plus récentes sont fondées sur les données de 2016 et concernent également les années de vie ajustées sur l'incapacité. De nouvelles estimations seront produites ultérieurement en 2021, dans le cadre des rapports ayant trait aux objectifs de développement durable (ODD) (indicateur de la mortalité due à la pollution atmosphérique). Les estimations de la mortalité prématurée et des années de vie perdues sont disponibles dans les rapports de l'AEE. On constate une tendance à la réduction des décès en raison d'une diminution des polluants atmosphériques, mais il existe encore des pics en certains lieux, par exemple pour le dioxyde d'azote dégagé à proximité des zones de trafic routier. Les données démographiques et les données sur l'espérance de vie proviennent d'Eurostat et celles concernant la mortalité émanent de l'OMS ; les orientations relatives à la relation exposition-réaction et à la population à risque suivent les recommandations du projet « Health Risks of Air Pollution in Europe » (Risques sanitaires liés à la pollution atmosphérique en Europe) (HRAPIE). À la vingt-quatrième réunion de l'Équipe spéciale commune des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique (Équipe spéciale de la santé ; réunion en ligne des 10 et 11 mai 2021), les participants ont discuté du plan de travail pour

<sup>1</sup> Des informations détaillées sur les contributions du Groupe de travail des effets à l'examen du Protocole de Göteborg figurent dans un document informel présenté au titre du point 7 de l'ordre du jour.

<sup>2</sup> <https://www.eea.europa.eu/publications/air-quality-in-europe-2020-report>

2022-2023, y compris, dans le cadre du suivi du projet HRAPIE, les travaux relatifs aux méthodes d'évaluation des risques et des incidences de la pollution atmosphérique pour la santé et à l'analyse coûts-bénéfices.

4. En ce qui concerne les autres paramètres de mesure de la santé, tels que la morbidité, un nouveau projet a été mis en œuvre au sujet de l'estimation de la morbidité due à la pollution atmosphérique et de son coût économique. Le projet vise à fournir une méthode d'estimation des coûts de la morbidité due à la pollution atmosphérique (pour les lieux disposant des statistiques appropriées en matière de santé) et des fonctions concentration-réaction liées à la morbidité. Les résultats sont attendus en 2022. Le deuxième rapport « Perspectives en matière d'air pur » comprend des projections des tendances de la morbidité établies à partir des données du Centre pour les modèles d'évaluation intégrée de l'EMEP. Des actions de suivi sont indispensables pour vérifier la faisabilité de l'accès aux scénarios dans le cadre d'une coordination entre plusieurs équipes spéciales.

5. La principale contribution liée aux nouvelles preuves scientifiques sera la publication des nouvelles Lignes directrices de l'OMS sur la qualité de l'air, qui définiront une série de valeurs indicatives actualisées pour les particules, le dioxyde d'azote, le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>), l'ozone troposphérique et le monoxyde de carbone. La publication de ces nouvelles lignes directrices est prévue pour le troisième trimestre de 2021. Un autre apport serait un rapport technique concernant les effets des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) sur la santé, qui donnerait un aperçu des émissions et de l'exposition aux HAP, ainsi que des effets cancérigènes et non cancérigènes des HAP atmosphériques. La publication du rapport sur les HAP est prévue en 2021. Les nouvelles découvertes scientifiques qui auront des conséquences proviendront du perfectionnement des travaux portant sur les fonctions exposition-réponse, l'importance des faibles niveaux d'exposition pour les effets sur la santé et les effets produits non seulement par un seul polluant mais aussi par plusieurs polluants. Les travaux sur la répartition des sources fourniraient de nouvelles informations pour améliorer le calcul de la charge de morbidité. En outre, les débats et les analyses publiés par les experts seront utiles aux travaux ayant trait aux effets économiques de la pollution atmosphérique.

### **III. Effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux**

6. Selon les tendances observées, la corrosion et la pollution ont beaucoup diminué depuis le début des années 1990 et un changement dans leur ampleur a été généralement observé aux alentours de 1997, période où la forte baisse a laissé place à une baisse modérée, voire à des niveaux constants. Les niveaux de SO<sub>2</sub> et la corrosion de l'acier au carbone et du cuivre ont diminué même après 1997, phénomène qui est plus prononcé dans les zones urbaines, tandis que la corrosion des autres matériaux ne montre aucune diminution après 1997, si l'on considère les valeurs sur un an. Cependant, si l'on examine les valeurs sur quatre ans, on constate une baisse significative après 1997 pour le zinc, ce qui n'est pas évident si l'on considère les valeurs sur un an. Des valeurs de corrosion supérieures aux niveaux acceptables sont encore observées en certains endroits en Europe.

7. Pour ce qui est de l'encrassement, il n'y a pas de tendance à la baisse après 1997 et, par conséquent, de plus grandes zones en Europe se situent au-dessus des niveaux acceptables. Partant, le programme sera axé à l'avenir sur l'exposition des nouveaux matériaux d'encrassement, par exemple les matériaux prélaqués sous forme de bobines et les matériaux à base de pierre. Les matières particulaires constituent le principal polluant responsable de l'encrassement des matériaux.

8. Pour les tendances projetées, il devrait être possible de faire des analyses fondées sur les fonctions dose-réaction existantes en utilisant les données sur la pollution et le climat pour différents scénarios. Toutefois, ces informations ne sont pas disponibles à l'heure actuelle. Cependant, en attendant, le Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux, y compris ceux des monuments historiques et culturels (PIC-Matériaux) dispose de données provenant d'une étude de cas réalisée sur cinq monuments historiques et culturels en Italie pour évaluer les effets sur les matériaux découlant de la réduction des émissions exigée par la nouvelle directive de l'Union

européenne fixant des plafonds d'émission nationaux (nouvelle directive PEN). Cette étude de cas se fonde sur les projections de la qualité de l'air obtenues avec le modèle national italien AMS-MINNI pour les scénarios des années 2020 et 2030 et les fonctions dose-réaction existantes. Deux scénarios d'émissions différents ont été envisagés : un scénario incluant toutes les mesures prévues par la législation nationale en vigueur (compte tenu des mesures actuelles) et un scénario comportant des mesures supplémentaires, le but étant d'atteindre les objectifs fixés pour 2030. La réduction prévue pour les concentrations de polluants atmosphériques en Italie d'ici à 2030 pourrait entraîner une diminution du recul des surfaces calcaires et une amélioration concernant l'encrassement des surfaces non transparentes (calcaire) et transparentes (verre) ainsi qu'un allongement des délais de nettoyage. Globalement, on ne peut s'attendre à une amélioration notable s'agissant de la vitesse de corrosion du cuivre.

## **IV. Effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes terrestres**

### **A. Forêts**

9. Certes, les taux de dépôt d'azote inorganique dans les eaux d'égouttement de la frondaison sont actuellement élevés sur de nombreux sites du Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts (PIC-Forêts), mais les mesures montrent une nette diminution sur la plupart des sites entre 2000 et 2015. Des diminutions importantes ont été observées en particulier sur les sites fortement pollués. Le tiers des sites présentant le taux initial (2000-2004) de dépôt par égouttement de la frondaison le plus élevé affiche une réduction médiane de 24 % entre 2000 et 2015, tandis que le tiers des sites présentant le taux initial le plus faible affiche une réduction correspondante de 16 %. Autre caractéristique intéressante, sur de nombreux sites, le dépôt de nitrates par égouttement de la frondaison a diminué plus rapidement que le taux d'ammonium : le dépôt de nitrates a diminué de 26 % et celui d'ammonium de 18 % entre 2000 et 2015. Il ressort des mesures à long terme du PIC-Forêts qu'un long intervalle de temps sépare la réduction des émissions et les modifications de l'acidité de la solution du sol. En outre, les effets eutrophisants ou acidifiants des dépôts d'azote et de soufre inorganiques ont entraîné des déséquilibres dans la nutrition des arbres en Europe, comme nous le verrons brièvement ci-après. Dans de nombreuses régions d'Europe, une croissance positive des arbres a été observée au cours des dernières décennies. Entre autres facteurs, l'augmentation des dépôts d'azote a contribué à la stimulation de la croissance des arbres observée. Une croissance accrue des arbres entraînera une demande accrue de phosphore et de cations basiques. La croissance des arbres est réduite sur les sites fortement pollués par l'azote. De plus, il est prouvé que les charges élevées de dépôts d'azote influent sur la composition de la végétation basse dans les forêts ainsi que sur les communautés ectomycorhiziennes qui jouent un rôle crucial dans l'apport de phosphore et d'autres éléments aux arbres ; une forte charge en azote entraîne une acidification, c'est-à-dire une raréfaction des cations basiques.

10. L'analyse des données foliaires recueillies sur les sites du PIC-Forêts a confirmé que, en raison de l'augmentation des dépôts d'azote, la limitation de l'azote fait place à celle du phosphore dans de nombreuses forêts. De surcroît, il est supposé que les déséquilibres en matière de nutriments peuvent affecter la résilience des forêts européennes face aux changements climatiques ainsi que leur capacité de stockage du carbone.

### **B. Bassins versants forestiers**

11. Les bassins versants relevant du Programme international concerté de surveillance intégrée des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes (PIC-Surveillance intégrée) ont de plus en plus réagi aux diminutions des émissions et des dépôts d'azote (N) en Europe. Pendant la période 1990-2017, les concentrations d'azote inorganique total dans les eaux de ruissellement présentaient principalement des tendances à la baisse (76 % des sites, pente moyenne de -0,48 microéquivalents par litre et par an ( $\mu\text{eq L}^{-1} \text{an}^{-1}$ ). Pour les

flux, ces tendances ont été observées sur 69 % des sites (pente moyenne de  $-0,21 \text{ meq m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ ). La diminution des concentrations de nitrates et d'ammonium ( $\text{NO}_3$  et  $\text{NH}_4$ ) a été marquée sur respectivement 59 % ( $-0,36 \text{ } \mu\text{eq L}^{-1} \text{ an}^{-1}$ ) et 36 % ( $-0,05 \text{ } \mu\text{eq L}^{-1} \text{ an}^{-1}$ ) des sites, mais les flux n'ont décliné sensiblement que sur respectivement 25 % ( $-0,18 \text{ meq m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ ) et 31 % ( $-0,04 \text{ meq m}^{-2} \text{ an}^{-1}$ ) d'entre eux. Les tendances à la baisse des émissions de soufre et d'azote et, en réponse, la réduction des dépôts dans la chimie des eaux de ruissellement ont généralement été plus progressives depuis le début des années 2000. Une corrélation négative marquée a été trouvée entre les variations annuelles des concentrations d'azote inorganique total et des flux de ruissellement, les flux moyens d'azote inorganique total dans les eaux d'égouttement de la frondaison, les concentrations d'azote total et les ratios azote/phosphore dans le feuillage et la litière, et les concentrations et flux d'azote total dans l'eau du sol. Les résultats ont également montré que les sites les plus touchés par l'azote présentaient à la fois les plus importants dépôts dans le sol forestier et les plus fortes concentrations dans le feuillage, la litière, les eaux de ruissellement et les eaux du sol, ainsi que les baisses les plus prononcées de l'azote inorganique total dans les eaux de ruissellement.

12. Vingt-trois sites forestiers européens appartenant aux réseaux du PIC-Surveillance intégrée, du PIC-Forêts et du Programme européen de recherche à long terme sur les écosystèmes (eLTER) et disposant de données à long terme de bonne qualité sur les dépôts, le climat, la chimie du sol et la végétation de sous-bois ont servi à évaluer les avantages des réductions des dépôts d'azote actuellement prévues par la législation pour la végétation de sous-bois. Un modèle dynamique des sols couplé à un modèle statistique des niches d'espèces végétales a été appliqué au climat et aux dépôts sur les sites. Des indicateurs des effets des dépôts d'azote et du réchauffement climatique, tels que la modification de l'occurrence des espèces végétales oligophiles (favorisant les conditions pauvres en nutriments), acidophiles (favorisant les conditions acides) et tolérantes au froid, ont été utilisés pour comparer la situation actuelle aux projections pour 2030 et 2050. La diminution des dépôts d'azote conformément aux objectifs de réduction des émissions jusqu'en 2030 fixés par la législation en vigueur ne devrait pas entraîner une inversion de la tendance à l'eutrophisation. Bien que présentant une incertitude considérable par rapport aux observations, les prédictions du modèle ont indiqué que les espèces végétales oligophiles du sous-bois allaient continuer à diminuer. Ces résultats étaient partiellement dus à des processus confondants liés aux effets climatiques et à des diminutions importantes des dépôts de soufre et à la régénération consécutive en cas d'acidification des sols. Ils ont cependant montré que les diminutions des dépôts d'azote dans le cadre de la législation en vigueur seraient très probablement insuffisantes pour permettre la régénération en cas d'eutrophisation. De même, les réductions des émissions d'oxyde d'azote devaient être considérablement plus importantes pour permettre la régénération dans des zones ayant subi des dépôts d'azote chroniquement élevés.

13. Il est ressorti des études menées dans le cadre du PIC-Surveillance intégrée qu'une approche systémique était utile pour aborder la question des futures incidences intégrées du climat et de la pollution atmosphérique sur les processus écosystémiques et les réactions en matière de biodiversité. Une chaîne de modèles a été appliquée à un ensemble de données combinées provenant de 26 sites forestiers, à travers l'Europe, du PIC-Surveillance intégrée, du PIC-Forêts et du Programme européen de recherche à long terme sur les écosystèmes. Ont été simulées les principales propriétés du sol, par exemple le pH de la solution du sol, la saturation basique des sols et le rapport carbone organique/azote des sols (rapport C/N) sur la base des prévisions des dépôts d'azote et de soufre et des changements climatiques faites jusqu'en 2100. Les simulations des futures conditions pédologiques s'amélioreraient avec les prévisions d'une baisse des dépôts, dans les conditions climatiques actuelles : le pH, la saturation basique des sols et le rapport C/N étaient plus élevés respectivement pour 21, 16 et 12 sites sur les 26 étudiés. Lorsque les prévisions relatives aux changements climatiques étaient intégrées, le pH du sol augmentait dans la plupart des cas, tandis que la saturation basique et le rapport C/N étaient plus élevés à peu près dans la moitié des cas. Presque aucun scénario de réchauffement climatique n'a mené à une diminution du pH. Les résultats de la modélisation ont également indiqué que les diminutions des dépôts d'azote dans le cadre de la législation en vigueur seraient très probablement insuffisantes pour permettre à la végétation de sous-bois de se régénérer en cas d'eutrophisation. Les réductions des émissions d'oxydes d'azote devraient être considérablement plus importantes pour permettre la régénération dans des zones ayant subi des dépôts d'azote chroniquement élevés. Ces études

montrent l'intérêt que présentent les sites de surveillance intégrée à long terme pour l'application de modèles permettant de prévoir la réaction des sols, de la végétation et des espèces face aux multiples changements environnementaux.

## V. Effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes aquatiques

14. Tendances de la chimie de l'eau. Il ressort des principaux indices d'acidification, tels que la capacité de neutralisation de l'acide, le pH et l'aluminium toxique, que les eaux présentent un processus de régénération, d'après l'ensemble de données du Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les cours d'eau et les lacs (PIC-Eaux), qui comprend des données obtenues depuis 1990 et provenant d'environ 500 lacs et cours d'eau d'Europe et d'Amérique du Nord. Les tendances observées traduisent une réaction à la réduction des dépôts de substances acidifiantes, mais les changements climatiques ainsi que l'utilisation des sols deviennent des facteurs de changement plus importants. Les perturbations majeures telles que les incendies de forêt et les invasions d'insectes sont souvent liées au climat et peuvent entraîner une réacidification des eaux de surface.

15. Effets de la pandémie de COVID-19 détectés sur les sites du PIC-Eaux. Des ensembles de données à long terme sur la surveillance de l'environnement des sites alpins et subalpins italiens et suisses ont révélé une nette réduction des dépôts de soufre et d'azote oxydé en 2020, phénomène qui s'écarte de la tendance à long terme. Ces écarts résultent très probablement d'une moindre émission d'oxydes d'azote dans l'atmosphère en raison de la réduction du trafic automobile pendant la pandémie de COVID-19. Certaines améliorations de la chimie de l'eau ont également été observées, en particulier pour les nitrates, ce qui suggère que les sites alpins sensibles à l'acidité se prêtent très bien à la surveillance des réactions des eaux douces face à des changements rapides de la chimie atmosphérique.

16. Réactions biologiques à des eaux moins acides. Les données de surveillance provenant du Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord montrent des changements biologiques compatibles avec une réaction à la régénération chimique dans plusieurs zones où les eaux acidifiées sont en voie de régénération, mais pas toutes, tandis que les données provenant de lacs alpins italiens ne révèlent pas de tendances bien claires. Au Royaume-Uni, l'ampleur des changements biologiques ne fait pas ressortir de relation bien claire avec les seuils de capacité de neutralisation de l'acide communément utilisés pour définir les « limites critiques ». Les facteurs qui déterminent le taux de régénération biologique ne sont pas bien compris et il n'est pas toujours évident de savoir quels organismes sont les plus sensibles aux acides. Non seulement les environnements des sites du PIC-Eaux se régénèrent après une acidification, mais ils sont également plus riches en azote réactif et se réchauffent en raison des changements climatiques. Les ensembles de communautés biologiques postérieurs à l'acidification peuvent être très différents de ceux existant avant l'acidification.

17. Azote. Les dépôts d'azote ont diminué dans une moindre mesure que les dépôts de soufre et de grandes questions subsistent quant à leurs effets chimiques et biologiques. Le climat et les propriétés des bassins versants sont des déterminants importants du lessivage de l'azote, ce qui établit un lien entre la pollution atmosphérique et les effets de l'azote réactif dans les eaux de surface. Bien que l'azote soit un nutriment essentiel, le phosphore est souvent le principal facteur de contrôle de la productivité des eaux douces. Cela étant, des preuves de plus en plus nombreuses montrent que l'azote provenant des dépôts d'azote peut influencer sur la productivité des eaux douces dans les lacs pauvres en nutriments. Le lessivage de l'azote atmosphérique déposé sur les eaux de surface et, en aval, sur les écosystèmes marins, peut également contribuer à l'eutrophisation marine car l'azote est le nutriment limitant dans les eaux marines. L'attribution par source de l'azote présent dans les masses d'eau (c'est-à-dire aux dépôts, à l'agriculture ou à une autre source) est importante pour l'évaluation des effets de la politique visant à réduire les émissions d'azote dans l'environnement. D'après les résultats préliminaires du rapport sur l'azote, des données utiles sont actuellement produites pour étayer les orientations empiriques sur les charges critiques en cours d'élaboration par le Groupe de travail des effets.

18. Les réseaux de surveillance des eaux de surface relevant de divers instruments politiques (Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance, nouvelle directive européenne fixant des plafonds d'émission nationaux (nouvelle directive PEN), directive-cadre européenne sur l'eau (DCE)) s'enrichissent mutuellement. Dans de nombreux pays européens, les réseaux de surveillance des eaux de surface fournissent des données à l'appui de plusieurs instruments politiques, tels que la Convention, la nouvelle directive PEN et la DCE. Dans certains pays, le réseau de surveillance relevant de la nouvelle directive PEN est plus étendu que le réseau de surveillance national qui fournit des données au PIC-Eaux, alors que dans d'autres pays, les réseaux sont largement identiques. En vertu de la DCE, la taille minimale suggérée pour les lacs est de 0,5 kilomètre carré, ce qui est supérieur à celle de nombreux lacs d'amont signalés au PIC-Eaux. Les petits lacs d'amont qui ne sont pas affectés par des pressions locales, telles que l'agriculture ou la pollution ponctuelle, sont essentiels pour l'évaluation des pressions à l'échelle régionale (pollution atmosphérique, changements climatiques), comme c'est le cas dans le cadre de la Convention et de la nouvelle directive PEN.

19. Les différences entre les systèmes nationaux de classification de l'acidification des eaux de surface peuvent limiter la fiabilité des comparaisons nationales de l'état écologique dans le cadre de la DCE. La définition physico-chimique du seuil important entre un état de l'acidification des masses d'eau qui est bon (c'est-à-dire acceptable) et un état qui est modéré (c'est-à-dire inacceptable) diffère entre la Norvège, la Suède et la Finlande. Un ensemble de données provenant de pays nordiques concernant la chimie et la biologie a été utilisé pour proposer un système fondé sur la capacité de neutralisation de l'acide susceptible de servir à harmoniser les systèmes de classification.

## **VI. Charges et niveaux critiques**

### **A. Charges critiques**

20. En étroite collaboration avec le Centre de coordination pour les effets (CCE) et le Centre de modélisation dynamique (CMD), le Programme international concerté de modélisation et de cartographie des charges et critiques ainsi que des effets, des risques et des tendances de la pollution atmosphérique (PIC-Modélisation et cartographie) calculera le dépassement des charges critiques pour l'acidification et l'eutrophisation en vue du processus d'examen du Protocole de Göteborg. Des données sur les charges critiques mises à jour seront disponibles au milieu de l'été. Il peut s'agir de communications nationales actualisées ainsi que de charges critiques actualisées calculées à l'aide de la base de données de base nouvellement mise à jour du CCE. Le calcul des dépassements s'appuiera sur les données relatives aux dépôts fournies par le Centre de synthèse météorologique-Ouest (CSM-O) et le Centre des inventaires et des projections des émissions. Il faut encore coordonner ces travaux pour déterminer la chronologie et la disponibilité des données jusqu'en septembre 2021. Le but est de comparer les calculs des dépassements entre les années 2000 et 2019.

21. Le CCE dirige également l'examen et la révision des charges critiques empiriques d'azote. À cette fin, l'examen de la littérature pertinente a été achevé en 2019 et le processus de mise à jour a été réalisé de juin 2020 à juin 2021 dans le cadre d'une révision menée par 45 auteurs experts en la matière. Selon le calendrier annoncé, la première révision interne devrait s'achever en juin 2021 et une deuxième révision par des experts externes sera menée à terme en septembre 2021. Le document de base sera finalisé en 2022 et un projet de résumé exécutif sera élaboré pour être officiellement utilisé au sein de la CEE d'ici à avril 2022.

22. Le CMD dirige l'élaboration d'indicateurs de l'évolution de la biodiversité et de méthodes permettant de fixer des charges critiques pour l'azote en tant que nutriment axé sur la biodiversité. Dans le cadre de son plan de travail 2020-2021, le CMD progresse dans l'établissement d'un rapport sur la modélisation dynamique des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes. Ce rapport est élaboré dans le cadre du Groupe de travail des effets et concerne également la biogéochimie et la biodiversité.

23. Le PIC-Surveillance intégrée a calculé les dépassements des charges critiques propres à chaque site en matière d'acidification et d'eutrophisation. Il a évalué le lien entre les séries chronologiques de dépassements des charges critiques et les données mesurées sur les sites en s'appuyant sur des mesures à long terme (1990-2017) pour les dépôts bruts et la chimie des eaux d'égouttement de la frondaison et des eaux de ruissellement<sup>3</sup>. L'évolution dans le temps des dépassements des charges critiques a montré une réduction plus efficace des dépôts de soufre par rapport aux dépôts d'azote sur les sites (n = 17). Il existait une relation entre les dépassements calculés des charges critiques et les concentrations et flux mesurés des eaux de ruissellement. Sur la plupart des sites où les dépassements des charges critiques étaient auparavant plus élevés, on a observé des diminutions plus importantes à la fois des concentrations et des flux d'azote inorganique total et de H<sup>+</sup>. Les sites où les dépassements cumulatifs des charges critiques d'eutrophisation étaient plus élevés (moyenne sur trois et trente ans) présentaient généralement de plus fortes concentrations d'azote inorganique total dans les eaux de ruissellement. Les résultats confirment que les mesures de réduction des émissions produisent les effets escomptés sur les dépassements des charges critiques et les incidences sur les écosystèmes. Ils prouvent également l'existence du lien entre les dépassements des charges critiques et les incidences empiriques, augmentant ainsi la confiance inspirée par la méthode utilisée pour calculer les charges critiques à l'échelle européenne.

24. Le concept de charge cible est une extension du concept de charge critique des polluants atmosphériques affectant les écosystèmes (Posch et consorts, 2019). L'avantage des charges cibles par rapport aux charges critiques tient au fait que l'on peut définir le dépôt et le moment (année cible) où la limite (chimique) critique n'est plus enfreinte. Ces informations sur la chronologie de la régénération requièrent une modélisation dynamique. Les charges cibles à grande échelle régionale peuvent éclairer les politiques de réduction des émissions fondées sur les effets. Selon l'évaluation de Posch et consorts<sup>4</sup>, des réductions allant au-delà du Protocole de Göteborg seraient nécessaires pour garantir la régénération des eaux de surface en cas d'acidification d'ici à 2050.

## B. Charges critiques et effets de l'ozone sur la végétation

25. Dans le cadre du Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur la végétation naturelle et les cultures (PIC-Végétation), les effets de l'ozone ambiant sur les cultures et les écosystèmes ont fait l'objet d'un examen, qui a dégagé les points marquants décrits ci-après.

26. Le profil de l'ozone s'est modifié depuis 1990. Les concentrations « de pointe » ont diminué, tandis que les concentrations « de fond » ont augmenté. Les mesures basées sur la concentration et des seuils relativement élevés, comme l'exposition cumulée à l'ozone au-delà d'une concentration limite de 40 parties par milliard (AOT40), mettent fortement l'accent sur les concentrations de pointe. Des preuves scientifiques ont montré que la végétation réagit à l'absorption cumulative d'ozone, mise en évidence dans les mesures de la dose d'ozone phytotoxique (POD) fondées sur les flux, et que la réaction est la même qu'il s'agisse d'une « concentration de fond élevée » ou d'une « concentration de pointe épisodique ». Autrement dit, des effets de l'ozone sur la végétation peuvent également être constatés lorsque le niveau critique AOT40 n'est pas dépassé.

27. L'analyse des données modélisées n'a révélé qu'un faible changement dans la perte de rendement du blé pour les périodes 1990-2010 et 2010-2030. Faite en collaboration avec le Centre thématique européen sur la pollution atmosphérique et l'atténuation des changements climatiques de l'AEE, la modélisation des effets de l'ozone sur le rendement du blé a révélé que, pour l'Europe, sur la base du niveau AOT40 modélisé, les pertes de rendement du blé calculées ont considérablement diminué, passant de 18,2 % à 10,2 % entre

<sup>3</sup> Voir M. Forsius et consorts, 2021. Assessing critical load exceedances and ecosystem impacts of anthropogenic nitrogen and sulphur deposition at unmanaged forested catchments in Europe. *Science of the Total Environment* 753: 141791. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141791>.

<sup>4</sup> Voir M. Posch et consorts, 2019. Dynamic modeling and target loads of sulfur and nitrogen for surface waters in Finland, Norway, Sweden, and the United Kingdom. *Environmental Science & Technology*, 53(9): 5062-5070. <https://doi.org/10.1021/acs.est.8b06356>.

1990 et 2010, alors que, selon les mesures fondées sur les flux (POD6SPEC), les pertes n'ont pas changé de manière significative, c'est-à-dire qu'elles étaient respectivement de 14,9 % et de 13,3 % en 1990 et en 2010. Le pourcentage de perte de rendement (d'après la mesure de flux POD3IAM) était similaire en Europe et en Amérique du Nord (environ 6,6 % et 5,5 % en 2010 et 2030, respectivement). Pour autant, la perte de production était plus élevée en Europe car la production totale de blé y avait doublé. Il convient de noter qu'en pourcentage les pertes de rendement sont différentes dans les évaluations de 1990-2010 par rapport à celles de 2010-2030 en raison des différents paramètres de mesure de flux utilisés.

28. La sensibilité à l'ozone varie d'une espèce à l'autre. Pour les cultures et les arbres, il faudrait recourir aux modèles propres à chaque espèce pour évaluer le plus précisément les incidences prévues (POD6SPEC). Les cultures connues pour être sensibles à l'ozone sont notamment le blé (qui possède un modèle propre à l'espèce) et le haricot (qui n'en possède pas). Pour la végétation semi-naturelle, la différence de sensibilité à l'ozone entre les espèces signifie qu'il pourrait y avoir des changements dans l'abondance relative des espèces à cause d'une altération de la compétition et des effets possibles sur la biodiversité.

29. Une modélisation précise des effets de l'ozone sur la végétation passe par un paramétrage de la relation dose-réaction pour chaque espèce. Cette tâche est actuellement limitée par la disponibilité de données expérimentales permettant de paramétrer à la fois la composante « absorption stomatique » et la composante « évolution des rendements ». Il existe de nombreuses espèces (cultures, arbres et végétation semi-naturelle) pour lesquelles de telles informations n'existent pas actuellement, même pour certaines des espèces courantes et commercialement importantes.

30. La pollution par l'ozone a des répercussions sur les écosystèmes et leurs fonctions. Les connaissances scientifiques sur les flux cumulatifs d'ozone (y compris à partir de faibles concentrations d'ozone) mettent en évidence des effets sur les cultures, les arbres et les écosystèmes, notamment sur la croissance et la floraison (nombre et chronologie).

31. Les évaluations actuelles des risques liés aux effets de l'ozone sur les écosystèmes sont axées sur la composante « végétation ». Selon des informations et des évaluations qualitatives, l'éventail des incidences est beaucoup plus large en réaction à la pollution par l'ozone, y compris sur le biote du sol et, à la fois directement et indirectement, sur d'autres niveaux trophiques, notamment les insectes pollinisateurs. Les effets sur le fonctionnement des écosystèmes, tels que le stockage du carbone dans les sols, le cycle de l'eau et des nutriments dans les écosystèmes ou l'efficacité de l'utilisation des ressources, sont également utiles pour les évaluations des risques liés à l'ozone.

32. Il existe des interactions entre la pollution par l'ozone et les changements climatiques. Certaines interactions modifient l'exposition de la végétation à l'ozone, comme l'accélération du développement phénologique avec l'augmentation de la température, qui entraîne un débourrement plus précoce dans l'année et, par conséquent, une exposition des plantes à l'ozone plus tôt au printemps que ne le prévoient les modèles actuels. Les changements des conditions météorologiques et de l'humidité du sol dues aux changements climatiques modifient les flux d'ozone vers la végétation en influant sur l'ouverture des stomates. Cependant, la direction et l'ampleur des changements dépendront de la différence entre les conditions perçues et les conditions optimales pour chaque paramètre météorologique et relatif à l'humidité du sol.

33. Selon une analyse intégrée complète des données disponibles, il n'y avait pas, pour le blé, de relation notable entre la sensibilité à l'ozone et le taux d'application d'azote, ce qui indique qu'il n'est pas nécessaire d'adapter les niveaux critiques d'ozone pour les cultures en fonction de la charge en azote. La pollution par l'ozone peut réduire l'efficacité d'utilisation de l'azote pour certaines cultures, comme le blé, le soja et le riz. La fertilisation par l'azote étant moins efficace, l'ozone entraîne un risque d'aggravation des pertes d'azote dans les écosystèmes agricoles, par exemple en raison du lessivage des nitrates et des émissions d'oxyde d'azote. L'ozone troposphérique peut donc être à l'origine d'une augmentation de l'azote dans les cours d'eau et les rivières par rapport à un environnement d'air pur, mais l'ampleur potentielle de ce phénomène n'a pas été quantifiée. Un schéma similaire peut être observé pour la végétation semi-naturelle, car l'effet stimulant de l'azote sur la croissance peut progressivement se perdre avec l'augmentation des concentrations d'ozone et parfois des émissions d'oxyde d'azote du sol.

34. Selon des études à grande échelle menées sur les placettes du PIC-Forêts, malgré une réduction légère mais significative des niveaux d'ozone pendant la période végétative, les niveaux critiques fondés sur la concentration (AOT40) ont été dépassés sur la majorité des sites étudiés, en particulier en Europe de l'Est et du Sud. Sur ces sites, des dommages causés aux feuilles imputables à l'ozone ont été détectés sur plusieurs espèces, principalement les feuillus. Le niveau de sensibilité aux dommages causés par l'ozone dépend également de l'espèce et de la région (par exemple, en Grèce, le *Sorbus torminalis* semble être plus sensible que le *Fagus Sylvatica*). Aucun effet persistant de l'ozone n'a été détecté sur la croissance et la défoliation sur les sites du PIC-Forêts, quel que soit le mode de mesure de l'ozone adopté. L'apparition et la gravité des symptômes visibles de l'ozone dépendent non seulement des niveaux d'ozone mais aussi de plusieurs autres paramètres environnementaux et des caractéristiques de la végétation qui déterminent l'absorption stomatique. Nous nous attendons à ce que l'interaction avec les changements climatiques et les agents biotiques (parasites et maladies) puisse modifier considérablement les résultats ci-dessus : cela dépendra toutefois des conditions propres à chaque site.

## VII. Émissions

### A. Qualité des inventaires des émissions

35. Pour la plupart des inventaires communiqués par les Parties, les méthodes appliquées sont généralement conformes au Guide EMEP/AEE des inventaires des émissions de polluants atmosphériques (Guide EMEP/AEE) et la communication des données est dans la majorité des cas conforme aux Directives pour la communication des données d'émission et les projections des émissions au titre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (ECE/EB.AIR/125). En ce qui concerne les principes clefs de l'assurance qualité, plusieurs conclusions peuvent être tirées, ainsi qu'il est décrit ci-après.

36. Exhaustivité : en 2020, 48 Parties ont présenté des inventaires d'émissions au titre de la Convention. Le taux de couverture des Parties déclarantes a augmenté au cours de ces dernières années pour atteindre 94 %. Pour 17 Parties, l'exhaustivité n'était pas satisfaisante dans la communication de 2020, soit parce qu'elles n'ont communiqué aucune donnée, soit parce qu'elles n'ont pas fourni de données pour tous les polluants prioritaires, soit parce qu'elles n'ont pas fourni une série chronologique complète, soit parce qu'elles n'ont pas fourni de données sur leurs activités<sup>5</sup>.

37. Cohérence : la cohérence des séries chronologiques est un problème que l'on retrouve encore fréquemment dans les examens approfondis annuels. En général, ce sont les premières années de la série chronologique qui sont concernées et les nouveaux calculs ne sont souvent pas appliqués de manière cohérente au fil des ans.

38. Exactitude : il s'agit d'un problème qui revient fréquemment dans les examens approfondis. L'exactitude est généralement meilleure pour les principaux polluants et les PM<sub>2,5</sub> que pour les métaux lourds et les polluants organiques persistants (POP). Un problème fréquent lié à l'exactitude est l'application de méthodes de niveau 1 à une catégorie clef.

39. Transparence : le principal élément permettant d'assurer une bonne transparence des inventaires est un bon rapport d'inventaire. Onze Parties n'ont pas communiqué de rapport d'inventaire pour l'année 2020. Trois parties en ont fourni un mais sans suivre la structure recommandée. Pour ces Parties, la transparence n'était pas assurée. Toutefois, même pour les Parties ayant présenté un rapport d'inventaire complet, l'examen approfondi fait généralement apparaître des problèmes de transparence.

40. Le carbone noir et les condensables présents dans les émissions de particules posent encore problème pour la notification des émissions et des décisions stratégiques doivent être prises concernant les paramètres de mesure et les prescriptions en matière de notification. Les émissions de métaux lourds et de polluants organiques persistants n'ont pas été révisées ou mises à jour depuis de nombreuses années. Cela est dû au fait que ces substances ne sont

<sup>5</sup> Voir le rapport technique 4/2020 du CIPE.

pas considérées comme prioritaires contrairement, par exemple, aux oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et aux PM<sub>2,5</sub>, pour lesquels des engagements de réduction des émissions plus importants ont été pris. Cette question devrait cependant rester une question sensible. En outre, la conception des stratégies de réduction des émissions pourrait présenter d'autres retombées positives lorsque l'accent est mis sur les métaux lourds et les POP.

41. Les émissions de carbone noir sont notifiées sur une base volontaire. Le nombre de pays qui fournissent des estimations des émissions de carbone noir s'est accru depuis que la notification de cette substance a été mise en œuvre en 2015. En 2021, 40 pays ont notifié leurs émissions de carbone noir pour au moins une année de leur série chronologique des inventaires. Étant donné que la notification des émissions de carbone noir se fait sur une base volontaire, le nombre de rapports semble encourageant. Néanmoins, nous ne sommes pas encore parvenus à obtenir des rapports de toutes les Parties et certaines des Parties non déclarantes sont des émetteurs importants de carbone noir, selon des estimations indépendantes des émissions de carbone noir (faites, par exemple, dans le cadre du Modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique (GAINS) et la Base de données relative aux émissions pour la recherche atmosphérique mondiale (EDGAR)). Qui plus est, certains éléments indiquent qu'il faut améliorer la qualité des données sur les émissions de carbone noir notifiées. Le rapport technique intitulé « EUA BCA Technical report : Review of Reporting Systems for National Black Carbon Emissions Inventories » (Examen des systèmes de notification des inventaires nationaux des émissions de carbone noir)<sup>6</sup>, établi dans le cadre d'une initiative de l'Union européenne sur les émissions de carbone noir dans l'Arctique, comporte un examen des inventaires de carbone noir notifiés au titre de la Convention jusqu'en 2018. Ce rapport indiquait des problèmes importants en termes de transparence, d'exactitude, d'exhaustivité, de cohérence et de comparabilité. Les émissions de carbone noir de certaines Parties ont été passées en revue dans le cadre des examens de l'étape 3 coordonnés par le Centre des inventaires et des projections des émissions, mais depuis lors aucun examen n'a été mené à grande échelle.

42. Au cours de la présente année, on en saura peut-être davantage sur la qualité actuelle des émissions de carbone noir notifiées dans le cadre de la Convention. En 2021, l'examen au titre de la nouvelle directive PEN portera en partie pour la première fois sur les émissions de carbone noir des États membres de l'Union européenne (qui sont tous parties à la Convention). Il sera également intéressant de noter l'ampleur et la qualité des notifications des émissions par maille, étant donné que 2021 marque la date limite du prochain cycle de notification quadriennale des émissions par maille.

43. Tous les inventaires d'émissions comportent des incertitudes. Comme ces inventaires constituent une base importante pour la réduction de la pollution atmosphérique, il est important d'estimer les incertitudes en question. Chaque inventaire devrait comporter des informations à ce sujet. Toutefois, en 2021, moins de la moitié des Parties à la Convention ont donné une estimation des incertitudes dans leur inventaire. Habituellement, les Parties indiquent les incertitudes concernant les émissions totales et les tendances des émissions. On a observé ces dernières années un plus grand nombre d'estimations des incertitudes, bien que les progrès aient été plutôt lents.

44. On trouvera dans le tableau ci-dessous quelques chiffres qui illustrent le problème des incertitudes. Ces chiffres sont tirés des notifications de 2021 et seront mis à jour avec les nouvelles notifications plus tard dans l'année. Le tableau montre que les incertitudes signalées par les Parties pour la plupart des polluants varient considérablement. Il est probable qu'une partie de cette large fourchette est due à des différences réelles au niveau des incertitudes des inventaires et qu'une autre partie est due à une sous-estimation ou à une surestimation des incertitudes réelles. On constate également que, dans certains cas, les nouveaux calculs de ces dernières années donnent des chiffres plus élevés que ne le suggèrent les valeurs indiquées en matière d'incertitude.

---

<sup>6</sup> Voir [www.amap.no/documents/doc/eua-bca-technical-report-2/1780](http://www.amap.no/documents/doc/eua-bca-technical-report-2/1780).

45. On peut en conclure que l'estimation des incertitudes est un sujet qui fait encore l'objet de trop peu d'attention dans les rapports d'inventaire de nombreuses Parties et qu'il n'est actuellement pas possible d'estimer les incertitudes liées aux émissions de polluants dans toute la zone de l'EMEP avec les informations fournies par les Parties.

<i>Polluant</i>	<i>Plage d'incertitude notifiée par les Parties pour les émissions nationales totales (%)</i>	<i>Nombre de Parties notifiant une estimation des incertitudes pour les émissions nationales totales</i>	<i>Plage d'incertitude notifiée par les Parties pour les tendances des émissions (%)</i>	<i>Nombre de Parties notifiant une estimation des incertitudes pour les tendances des émissions</i>
NO <sub>x</sub>	8,5 à 59	19	1 à 31	19
COVNM	15 à 112	19	1,8 à 32,2	19
SO <sub>x</sub>	5 à 47	19	0,2 à 103	19
NH <sub>3</sub>	9,5 à 143	19	3,1 à 364,8	19
PM <sub>2,5</sub>	9,96 à 96,6	17	3 à 140	18
CN	27,1 à 302	7	3,1 à 67	7

*Note* : CN – carbone noir ; COVNM – composés organiques volatils non méthaniques ; NH<sub>3</sub> – ammoniac.

## B. Priorités concernant l'amélioration du guide EMEP/AEE

46. Le Guide EMEP/AEE est considéré comme largement complet s'agissant de sa portée comme de son contenu. Des méthodes plus simples (« niveau 1 ») et plus détaillées (« niveau 2 ») sont indiquées pour toutes les catégories de sources et tous les polluants pour lesquels la notification des inventaires d'émissions est actuellement demandée aux Parties. Cela étant, de nombreuses améliorations pourraient être apportées à la fois à la gestion et au contenu, dans l'intérêt de toutes les communautés chargées des inventaires et de la modélisation des émissions. En outre, un moyen important d'améliorer la qualité des inventaires consiste aussi à continuer, dans le cadre de la Convention, à encourager ou à obliger les Parties à passer des méthodes les plus simples (qui sont encore souvent utilisées de manière inadéquate pour des sources clefs importantes) aux méthodes de niveau 2, généralement plus précises.

47. Il n'existe pas de méthodes pour certaines activités dans les catégories de sources existantes (par exemple, la combustion des déchets de jardin et des déchets domestiques), mais il s'agit généralement de sources modestes.

48. Le mécanisme de financement est un frein à l'amélioration de la qualité du contenu du Guide EMEP/AEE. L'EMEP ne fournit aucune ressource et l'Équipe spéciale des inventaires et des projections des émissions dépend entièrement des contributions en nature des Parties. Les mises à jour antérieures du Guide EMEP/AEE ont bénéficié du soutien d'un petit nombre de Parties pour des chapitres déterminés et du financement de l'Union européenne (c'est-à-dire l'Agence européenne pour l'environnement et la Commission européenne), d'où des problèmes importants :

a) Le temps qui peut être consacré à l'amélioration du Guide EMEP/AEE est très limité, ce qui ne permet pas d'effectuer une planification efficace à l'avance ;

b) Lorsque des contributions en nature sont fournies par les Parties, il n'est pas forcément possible de les utiliser pour des éléments considérés comme prioritaires. Les priorités pourraient être fixées par les Parties qui apportent le soutien budgétaire.

49. L'un des défis les plus importants est le fait qu'il n'existe pas de liens suffisamment forts entre les experts en inventaires d'émissions qui gèrent le contenu du Guide EMEP/AEE et les groupes de recherche qui procèdent à de nouvelles mesures des émissions. Le Guide EMEP/AEE pourrait être considérablement amélioré si les recherches sur la mesure des émissions nationales menées par les autorités des pays concernés entretenaient également un lien entre les responsables de leur projet et l'Équipe spéciale des inventaires et des projections des émissions et les responsables du Guide EMEP/AEE.

50. Les améliorations les plus importantes consistent à accroître l'exactitude des méthodes existantes en améliorant l'exactitude et la représentativité des coefficients d'émission par défaut. Ce processus n'est pas simple et nécessite généralement de nouvelles données de mesure. Il conviendrait d'étudier à l'avenir l'utilisation de coefficients d'émission « régionaux » pour améliorer l'exactitude de ces coefficients par défaut pour les sources pour lesquelles, à notre connaissance, il existe une variation substantielle entre les régions (c'est le cas notamment des États membres de l'Union européenne et d'autres régions).

51. Il reste dans le Guide EMEP/AEE un certain nombre de coefficients d'émission qui sont fondés sur une littérature datant parfois des années 1990, par exemple. Ces coefficients d'émission peuvent ne plus être représentatifs des débits d'émission actuels. Il s'agit généralement de catégories de sources qui ne contribuent que faiblement aux inventaires nationaux globaux et ne sont donc pas prioritaires pour une mise à jour lorsque le budget limité consacré aux mises à jour devient disponible.

52. Les méthodes d'inventaire des émissions énoncées dans le Guide EMEP/AEE doivent mieux tenir compte des changements climatiques, c'est-à-dire mieux prendre en considération les relations entre l'évolution des conditions climatiques et les coefficients d'émission. Cette question commence à être étudiée pour le secteur agricole, mais les températures ambiantes et les changements de comportement devront être pris en compte lors de la mise à jour des informations contenues dans le Guide EMEP/AEE et, en particulier, pour étayer les calculs des projections.

53. Certaines sources peuvent être mieux estimées au niveau central plutôt que par chaque Partie, par exemple les secteurs du transport maritime et de l'aviation. Cela permettrait d'assurer la cohérence dans l'ensemble de l'étendue géographique des émissions et de disposer d'estimations d'émissions de bonne qualité pour les sources dont l'estimation peut être difficile pour les Parties, prises individuellement.

54. De plus en plus, de nouveaux types de données sont disponibles et peuvent contribuer à l'estimation des émissions, par exemple les mesures par satellite, les données sur les activités en temps quasi réel et les projections issues de l'intelligence artificielle. Beaucoup de ces types de données sont plus susceptibles d'être utilisés dans des études de vérification que directement dans les calculs des inventaires d'émissions.

## VIII. Surveillance et modélisation

### A. Analyse des tendances observées et modélisées

55. L'ozone est un polluant secondaire et les tendances observées rendent compte de la variabilité météorologique dans une bien plus large mesure que les tendances relatives aux composés précurseurs. Les tendances subissent également les effets des titrages, une diminution des émissions de NO<sub>x</sub> pouvant accroître la concentration d'ozone, en particulier en hiver. Les tendances des émissions d'O<sub>3</sub> en été, des mesures de concentrations d'ozone plus élevées (concentration maximale quotidienne sur huit heures (MDA8)) et de la somme annuelle des moyennes supérieures à 35 parties par milliard (ppb ; SOMO35) sont plus fortes et plus claires que celles des données annuelles, bien que la variabilité d'un site à l'autre soit importante. Sur la base de critères rigoureux en matière de collecte de données, les tendances médianes de la concentration d'ozone maximale quotidienne en juin-août étaient de -0,6 ppb par an sur les sites de l'EMEP (modèle EMEP : -0,4 ppb par an). Sur la période 2000-2018, la concentration moyenne annuelle a augmenté d'un pourcentage allant jusqu'à 11 %, tandis qu'une légère diminution (3 %) est observée dans les zones rurales<sup>7</sup>. Les tendances observées ont montré bien plus de variabilité que les tendances modélisées et ont été plus affectées par les étés à forte concentration d'ozone de 2003 et 2006 dans certaines régions. Les pics

---

<sup>7</sup> Ces estimations des tendances sont mises à jour pour la période 2000-2018 à l'aide de la méthode publiée dans le rapport portant sur la période 2000-2017, qui sera à nouveau mis à jour à l'été 2021 pour les vingt années s'écoulant entre 2000 et 2019 : [www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etc-atni-report-16-2019-air-quality-trends-in-europe-2000-2017-assessment-for-surface-so2-no2-ozone-pm10-and-pm2-5-1](http://www.eionet.europa.eu/etcs/etc-atni/products/etc-atni-reports/etc-atni-report-16-2019-air-quality-trends-in-europe-2000-2017-assessment-for-surface-so2-no2-ozone-pm10-and-pm2-5-1).

d'ozone diminuent systématiquement (de 11 % à 6 % sur les sites ruraux et urbains, respectivement), mais cette fourchette de baisse peut être considérée comme limitée au regard des variations respectives de -47 % et de -54 % des émissions de composés organiques volatils non méthaniques et de NO<sub>x</sub>, respectivement, observées sur la même période.

56. Les concentrations moyennes annuelles de dioxyde de soufre et de sulfates particulaires, ainsi que les dépôts humides de soufre oxydé, sont en baisse depuis les années 1980. Sur les sites de référence de l'EMEP, les variations entre 2000 et 2018 sont en moyenne respectivement de -4 %, de -2,9 % et de -3,3 % par an pour le dioxyde de soufre, les sulfates particulaires et les dépôts humides de soufre oxydé (résultats du modèle de l'EMEP : -5,3 %, -4,0 % et -4,5 % par an). Globalement, les tendances des composés soufrés et azotés présents dans l'air et les précipitations suivent les tendances des émissions en Europe et l'influence du transport transcontinental est négligeable.

57. À partir de 1990 environ, les émissions totales de NO<sub>x</sub> ont sensiblement diminué en Europe, suivies d'une baisse des concentrations de dioxyde d'azote et de nitrates totaux (acide nitrique plus nitrates particulaires) présentes dans l'air et d'une réduction des dépôts d'azote oxydé sur les sites de référence de l'EMEP. De 2000 à 2018, les réductions moyennes sur les sites de référence à long terme de l'EMEP ont été respectivement de -1,5 %, de -1,9 % et de -1,7 % par an pour les concentrations de dioxyde d'azote, celles de nitrates particulaires et les dépôts humides d'azote oxydé (résultats du modèle de l'EMEP : -2,3 %, -2,3 % et -2,4 % par an).

58. Depuis 2000, seules des réductions modestes des émissions d'ammoniac ont été obtenues par rapport aux autres polluants. Par conséquent, l'ammonium présent dans les précipitations a légèrement diminué (médiane de -0,08 % par an de 2000 à 2018 sur les sites d'observation à long terme de l'EMEP). Cependant, la formation d'ammonium particulaire dans l'air dépend non seulement de la présence de l'ammoniac, mais aussi de celle de l'acide nitrique (résultant du NO<sub>x</sub>) et des sulfates (résultant du SO<sub>x</sub>). Compte tenu des fortes réductions des émissions de SO<sub>x</sub> et de NO<sub>x</sub> au cours des dernières décennies, on observe un important excédent d'ammoniac et la présence de l'acide nitrique et des sulfates limite la formation d'ammonium, ce qui entraîne une baisse de l'ammonium dans l'air de -2,8 % par an en moyenne sur les sites d'observation à long terme de l'EMEP. La quantité d'azote réduit total présent dans l'air (ammoniac + particules d'ammonium) a moins diminué (-1 % par an de 2000 à 2018), une fraction plus grande de l'azote réduit total étant l'ammoniac (mais avec une durée de vie plus courte que l'aérosol d'ammonium). La majorité des sites ne montre aucune tendance significative pour l'ammoniac présent dans l'air.

59. Depuis 2000, on observe des réductions importantes des PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> (en moyenne -1,7 et -2,3 % par an sur les sites d'observation à long terme de l'EMEP, et un peu plus dans les calculs du modèle de l'EMEP (-2,0 et -2,6 % par an). Les aérosols inorganiques secondaires (SIA, sulfates particulaires, nitrates et ammonium) diminuent de manière significative depuis 2000, les sulfates présentant la plus forte diminution (SO<sub>4</sub> : -2,9 (-4,0) % par an, NO<sub>3</sub> : -1,9 (-2,3) % par an, NH<sub>4</sub> : -2,8 (-2,9) % par an, les valeurs du modèle EMEP étant indiquées entre parenthèses). Pour les composants naturels (sel marin et poussière), il existe moins de sites d'observation à long terme dont seuls quelques-uns affichent des tendances significatives. En ce qui concerne l'aérosol carboné, il existe très peu de sites disposant de mesures cohérentes à long terme. Une étude montre une diminution de 4 % par an du carbone élémentaire depuis 2001, ce qui indique une réduction des sources anthropiques, alors que les tendances du carbone organique sont (davantage) influencées par des sources naturelles et donc plus difficiles à évaluer.

60. Sur les sites d'observation régionaux de l'EMEP, des dépassements des objectifs fixés par les Lignes directrices de l'OMS sur la qualité de l'air pour les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> ont été observés au cours des dernières années sur environ un tiers et la moitié des sites, respectivement. Les simulations du modèle CSM-O de l'EMEP mettent en évidence une diminution dans la zone où les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> ont dépassé quotidiennement les objectifs fixés par l'OMS (en milieu rural et urbain) entre 2000 et 2018.

## B. Amélioration de la surveillance et de la modélisation

61. Des mesures supplémentaires des dépôts d'azote dans les zones maritimes (îles ou navires) seraient utiles pour mieux surveiller les tendances de l'eutrophisation dans les écosystèmes marins et évaluer ou nuancer les modèles.

62. Il n'existe pratiquement aucune observation (à long terme) de l'EMEP dans les régions d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale ainsi que des Balkans occidentaux. Si l'on y ajoute l'absence de données d'émissions cohérentes, de bonne qualité (et à long terme) pour les pays de la partie orientale de la zone EMEP, il est très difficile d'évaluer et de projeter la pollution atmosphérique et ses effets dans ces régions.

63. Il a été souligné que les matières organiques condensables constituaient l'un de ces problèmes et ce que l'on appelle les matières organiques à volatilité intermédiaire pourrait également poser un problème important. Les équipes spéciales de l'EMEP et les Parties doivent débattre plus avant de ce sujet en tenant compte du Guide EMEP/AEE.

64. Des problèmes se posent également quant à l'inclusion ou à l'exclusion persistante de certaines autres composantes des émissions, par exemple l'oxyde d'azote émis par les sols agricoles, la combustion de déchets ou les composés organiques volatils.

65. La comparaison avec les observations est généralement meilleure, en particulier pour les composantes primaires, grâce à une amélioration de la résolution utilisée pour les résultats du modèle EMEP (et les émissions). Alors que, avec l'ancienne résolution (50 km x 50 km), les résultats du modèle étaient représentatifs du contexte régional, la nouvelle résolution permet également une modélisation à l'échelle des conditions urbaines de fond. Comme maintenant les résultats du modèle représentent mieux les zones à plus petite échelle caractérisées par des concentrations plus élevées (généralement les zones suburbaines), le modèle aura par définition une queue de concentrations plus élevées qui n'existait pas avec une résolution inférieure. Sur la base des calculs du modèle caractérisé uniquement par une résolution de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$  ou de 50 km x 50 km, les résultats à plus haute résolution entraîneront une exposition quelque peu plus élevée et un plus grand écart par rapport à l'objectif fixé par l'OMS.

66. Pour l'acidification, les dépassements des charges critiques sont légèrement plus élevés dans les résultats du modèle à haute résolution (maille de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ ) que dans les anciens résultats caractérisés par une maille de 50 km x 50 km. Les dépassements globaux des charges critiques d'eutrophisation sont légèrement plus faibles dans le cas des dépôts d'une résolution de  $0,1^\circ \times 0,1^\circ$ . Cela pourrait s'expliquer par le fait que les dépôts à haute résolution résolvent beaucoup mieux le problème des centres de population. Ces zones présentent généralement des dépôts plus élevés mais moins d'écosystèmes (semi-)naturels. Ceci peut être un argument supplémentaire pour l'utilisation de dépôts à haute résolution pour les calculs des dépassements. Dans l'ensemble, les changements sont faibles. On a par exemple enregistré un dépassement de 5,28 % contre 5,25 % pour l'acidification et de 62,5 % contre 61,2 % pour l'eutrophisation en Europe en 2015 (d'après le rapport de situation 1/2017 de l'EMEP).

67. Les différences globales dans les matrices source-récepteur dues aux différentes résolutions des modèles utilisées pour calculer la contribution du pays sur le territoire national sont faibles pour les dépôts (quelques pourcents), mais un peu plus importantes pour les particules et l'ozone (jusqu'à 11 %). Pour les contributions transfrontières, les différences peuvent être plus importantes, notamment lorsque la pollution est transportée à travers des zones montagneuses ou est très faible. Un nouvel ensemble de données plus précises sur les frontières nationales a été introduit en même temps que l'augmentation de la résolution. Dans l'ensemble, les différences fondées sur un nouvel ensemble de données sur les frontières nationales étaient aussi importantes que les différences dues aux diverses résolutions des modèles. Aucun des deux changements n'a introduit de modifications homogènes dans un sens (par exemple, aucun n'a augmenté ou diminué de manière homogène les matrices source-récepteur dans le pays lui-même ou d'un pays à un autre).

## C. Influence du transport maritime international

68. Des projections des futures émissions du transport maritime international en Europe ont été réalisées par l'International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA) et l'Institut météorologique finlandais. Selon les projections de ce dernier, les émissions de NO<sub>x</sub> provenant du transport maritime en Europe continueront à diminuer, malgré la croissance des volumes de trafic. L'IIASA prévoit une réduction des émissions de NO<sub>x</sub> pouvant atteindre 40 % en 2030 et 79 % en 2050, par rapport aux émissions de 2015.

69. À l'échelle mondiale, les émissions de NO<sub>x</sub> dues au transport maritime international devraient rester à peu près constantes ou diminuer légèrement en termes absolus au cours du XXI<sup>e</sup> siècle, selon les hypothèses relatives à la croissance du commerce international et à l'utilisation des technologies de contrôle des émissions. La part des NO<sub>x</sub> émis par le transport maritime mondial dans les émissions mondiales de NO<sub>x</sub> d'origine anthropique (actuellement d'environ 30 %) devrait varier entre 10 % et 60 % d'ici à la fin du siècle, selon l'efficacité de la lutte contre les émissions de NO<sub>x</sub> d'origine terrestre.

70. D'après une seule modélisation, environ 10 % de l'ozone d'origine anthropique en Europe peuvent être attribués au transport maritime international. La réglementation des émissions de NO<sub>x</sub> provenant du transport maritime dans les zones de contrôle des émissions devrait permettre de réduire les niveaux d'ozone d'ici à 2030. Les exceptions sont les régions où les niveaux de NO<sub>x</sub> sont très élevés et où la réduction des émissions de NO<sub>x</sub> peut entraîner une augmentation du niveau d'ozone en hiver. Pour autant, comme les niveaux d'ozone sont faibles en hiver, cela n'aura pas d'effet majeur sur les dépassements des objectifs fixés par les Lignes directrices sur la qualité de l'air.

71. Selon l'IIASA, la désignation de la Méditerranée comme zone de contrôle des émissions de NO<sub>x</sub> serait efficace pour réduire les PM<sub>2,5</sub> ainsi que le nombre des décès prématurés qui y sont liés, en particulier dans les parties méridionales de la région de la CEE. De la même manière, certaines études concluent pour l'Europe du Nord que le nombre de décès prématurés dus aux émissions du transport maritime peut être notablement réduit d'ici à 2050 par une interdiction du fioul lourd en plus de la réglementation relative au contrôle des émissions de soufre.

72. Les charges critiques des dépôts d'azote sont dépassées dans une grande partie de l'Europe. En particulier, dans les pays dotés d'un long littoral, une part importante des dépôts provient du transport maritime. Les émissions du transport maritime contribuent aux dépassements des charges critiques dans les zones terrestres, mais cette contribution diminuera en raison de la réglementation des émissions, en particulier dans les zones de contrôle des émissions, comme c'est déjà le cas en mer du Nord et en mer Baltique.

## IX. Détermination de l'incidence future des stratégies de réduction des émissions

73. Selon le nouveau rapport « Perspectives en matière d'air pur » concernant l'Union européenne des 27, grâce à des plans nationaux supplémentaires, les obligations nationales de réduction des émissions énoncées pour 2030 dans la nouvelle directive PEN seront respectées pour le NO<sub>x</sub>, le SO<sub>2</sub>, les COV et les PM<sub>2,5</sub> primaires, à quelques exceptions près. L'ambition accrue des politiques climatiques européennes contribuera également à la mise en conformité. Il semble être des plus difficile de respecter les obligations de réduction des émissions d'ammoniac. Des mesures supplémentaires concernant l'ammoniac sont nécessaires et doivent, dans certains cas, comporter des mesures non techniques. Le rapport d'évaluation de l'ammoniac<sup>8</sup> montre que des options sont disponibles à des coûts inférieurs à ceux de l'inaction.

<sup>8</sup> [https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2020/AIR/WGSR/Final\\_Assessment\\_Report\\_on\\_Ammonia\\_v2\\_20201126\\_b.pdf](https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2020/AIR/WGSR/Final_Assessment_Report_on_Ammonia_v2_20201126_b.pdf).

74. La politique coordonnée de l'Union européenne présente d'importants avantages transfrontières pour la santé et les écosystèmes. Avec les politiques actuelles, en 2030, près de 15 % de la population de l'Union européenne des 27 sera exposée à des niveaux de pollution supérieurs à la valeur indicative (actuelle) indiquée par l'OMS pour la qualité de l'air. On peut obtenir d'autres avantages pour la santé en combinant des mesures coordonnées aux niveaux local, national et international. À l'échelle locale, la composante internationale de la pollution atmosphérique s'avère encore importante.

75. Le Centre pour les modèles d'évaluation intégrée (CMEI) et le CSM-O ont mis au point une méthode de modélisation à échelle fine pour évaluer les tendances de la qualité de l'air et les incidences sur la santé dans les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale ainsi que dans les Balkans occidentaux. Cette méthode montre clairement les concentrations élevées et les risques pour la santé dans les régions urbanisées et industrialisées, ainsi que les avantages qu'il y a à réduire la pollution atmosphérique dans ces régions polluées, tout en y associant des mesures coordonnées visant à réduire la pollution transfrontière. La mise en œuvre du modèle GAINS sera achevée en 2021 et, en parallèle, le domaine d'application de ce modèle sera élargi pour inclure également tous les pays d'Europe orientale, du Caucase et d'Asie centrale.

76. L'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée et le CMEI ont recensé les mesures visant à réduire les émissions de particules primaires qui sont également efficaces pour réduire les émissions de carbone noir et pourraient donc contribuer à renforcer les synergies entre la réduction des risques sanitaires et la limitation du forçage radiatif. La limitation de la combustion de combustibles solides dans les foyers, le retrait progressif des vieux véhicules et la limitation de la combustion des déchets agricoles figurent parmi les mesures clefs qui réduisent efficacement les concentrations de particules et de carbone noir.

77. Pour les techniques d'aval, la réglementation par le recours à des valeurs limites d'émission est un bon moyen d'action, mais des incitations économiques seraient plus efficaces pour promouvoir les changements structurels dans les processus de production et les changements de comportement.

78. Le CMEI a analysé les synergies potentielles entre la politique climatique et la réduction de la pollution atmosphérique. Selon le rapport « Perspectives en matière d'air pur » concernant l'Union européenne des 27, d'autres mesures relatives au climat augmenteraient de près de moitié l'amélioration de la santé et des écosystèmes au cours de la période 2030-2050. À l'échelle mondiale, en associant des mesures supplémentaires de réduction de la pollution atmosphérique, des mesures relatives à l'énergie et au climat et des mesures ayant trait à l'agriculture et à l'alimentation, on pourrait réduire d'ici à 2040 le nombre de personnes exposées à des niveaux plus élevés que la valeur fixée par les Lignes directrices de l'OMS de 5,5 milliards à 1 milliard.

79. Le méthane s'avère être le principal moteur de l'accroissement des niveaux d'ozone de fond. Le CMEI a mis au jour des mesures rentables permettant de réduire les émissions de méthane dans des régions du monde. En Europe, ce sont les mesures prises dans le secteur des déchets qui présentent le plus de potentiel. En Europe de l'Est et en Asie centrale, les mesures adoptées dans le secteur du pétrole et du gaz et, aux États-Unis, les mesures relatives à la production de gaz (non conventionnel) peuvent constituer la majeure partie du potentiel de réduction. Dans toutes les régions, les émissions provenant de l'agriculture (en particulier du bétail) sont généralement une source dont le potentiel technique de réduction est faible. Dans le cadre de l'évaluation mondiale du méthane réalisée par les Nations Unies, on estime qu'une réduction de la consommation de produits laitiers et de viande pourrait contribuer de manière significative à éviter le réchauffement, les décès liés à l'ozone, la morbidité ainsi que les pertes de récoltes.

## **X. Transport des polluants atmosphériques à l'échelle de l'hémisphère**

80. La contribution à l'échelle de l'hémisphère concernant l'ozone troposphérique est plus importante que pour les particules ou leurs composants en raison de la durée de vie plus longue de l'ozone dans l'atmosphère. La concentration d'ozone observée en un lieu donné résulte de la combinaison de l'ozone et de ses précurseurs transportés depuis des sources

éloignées à l'échelle hémisphérique ou régionale et, selon le régime photochimique, de la production photochimique locale d'ozone ou de la perte locale d'ozone due au titrage avec l'oxyde d'azote. On observe un accroissement de l'influence relative de l'ozone de fond, y compris l'ozone provenant du transport à l'échelle de l'hémisphère, sur les concentrations locales d'ozone relevées dans les zones urbaines de la région de la CEE, mais surtout en Europe.

81. La contribution des sources d'émissions anthropiques situées hors de la région de la CEE aux types de particules et à leurs effets connexes dans la région est négligeable par rapport à l'incidence des sources anthropiques locales. Les incendies de forêt et la poussière soufflée par le vent émanant de l'extérieur de la région de la CEE influent toutefois sur les niveaux et les dépôts de particules dans la région de la CEE et sont sensibles aux changements climatiques.

82. La contribution absolue des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV hors de la région de la CEE à la moyenne annuelle de l'ozone troposphérique en Europe et en Amérique du Nord ne devrait pas considérablement changer dans un scénario de statu quo jusqu'en 2050. Les augmentations prévues du méthane au niveau mondial devraient plus que compenser les réductions projetées des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV en Europe et compenser au moins partiellement les réductions des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV en Amérique du Nord.

83. Si les émissions de NO<sub>x</sub> et de COV étaient réduites partout du même pourcentage, les réductions des émissions hors de l'Europe auraient une incidence plus prononcée sur les niveaux d'ozone européens que les réductions des émissions en Europe. Des réductions des émissions de NO<sub>x</sub> et de COV d'un pourcentage égal à l'extérieur de l'Amérique du Nord contribueraient de manière significative à la diminution de l'ozone en Amérique du Nord, mais pas plus que les réductions des émissions d'un pourcentage égal en Amérique du Nord même.

84. Les tendances projetées pour les émissions de méthane d'origine anthropique couvrent une très large gamme, allant d'un facteur deux fois plus faible à un facteur deux fois plus élevé par rapport aux émissions actuelles d'ici à la fin du siècle, selon les hypothèses concernant le développement économique et l'utilisation des technologies de contrôle des émissions.

85. La formation de l'ozone est fortement influencée par la charge atmosphérique en méthane, les études modélisées montrant systématiquement que des rapports de mélange plus élevés de méthane entraînent des rapports de mélange de fond plus élevés d'ozone troposphérique.

86. En raison de sa longue durée de vie dans l'atmosphère, le méthane est bien mélangé. Les diminutions de l'ozone de surface résultant du contrôle des émissions de méthane sont largement indépendantes de l'emplacement de la source, mais la réaction locale à la réduction mondiale de méthane est plus forte dans les endroits où les émissions locales de NO<sub>x</sub> sont élevées. Des réductions égales des émissions dans une région donnée entraîneront les mêmes réductions de l'ozone troposphérique de fond mondial.

87. Les secteurs des combustibles fossiles (production et distribution) et des déchets présentent le plus fort potentiel technique de réduction des émissions de méthane. Le secteur agricole est une source importante d'émissions de méthane, mais son potentiel technique de réduction de ces émissions est faible. Hors de la région de la CEE, il est possible actuellement de réduire les émissions de méthane provenant du secteur des déchets en Chine et du secteur des combustibles fossiles au Moyen-Orient.

88. Les comparaisons entre plusieurs modèles mettent en évidence une très grande dispersion de l'ozone de surface simulé, qui ne s'est pas améliorée au cours de la dernière décennie malgré une résolution spatiale plus élevée et d'autres conceptions de modèles. Dans l'ensemble, les modèles mondiaux ont tendance à surestimer les observations de surface disponibles.

89. Les relations source/récepteur concernant l’ozone troposphérique issues de l’étude multimodèle du transport des polluants atmosphériques à l’échelle de l’hémisphère (HTAP2) n’étaient pas très différentes de celles issues de l’étude HTAP1, malgré le développement de modèles et une harmonisation plus poussée des données entrées dans les modèles<sup>9</sup>.

90. Les modèles mondiaux divergent fortement quant à l’ampleur de la tendance de l’ozone troposphérique depuis la période préindustrielle jusqu’à aujourd’hui et sous-estiment généralement l’ampleur de la tendance observée. La contribution projetée de l’ozone de fond hémisphérique à la réalisation des objectifs futurs à l’aide des modèles actuels reste très incertaine.

91. Les défis techniques à relever pour améliorer les simulations mondiales de l’ozone troposphérique dans la région de la CEE sont les suivants : simulation plus précise de la durée de vie du méthane à l’échelle mondiale, meilleure résolution de la chimie des NO<sub>x</sub> dans les panaches d’échappement des navires et meilleure représentation du dépôt d’ozone sur la végétation. Les études de comparaison de modèles telles que l’étude HTAP, l’Initiative sur les modèles chimie-climat (CCMI) et le Projet de comparaison des modèles chimie-climat des aérosols (AerChemMIP) jouent un rôle essentiel dans l’évaluation de la question de savoir si les plus récents inventaires d’émissions, modèles mondiaux et données de mesure peuvent adéquatement informer les membres de la Convention des effets des sources d’émissions extrarégionales sur les effets de l’ozone dans la région de la CEE.

92. Outre la mise au point de modèles, il est nécessaire de fournir en permanence des inventaires d’émissions de bonne qualité et d’élargir le réseau mondial d’observation de l’ozone pour l’évaluation des modèles.

---

---

<sup>9</sup> Voir <http://htap.org/> et <http://htapold.kaskada.tk/>.