



Commission économique pour l'Europe

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

Quarante-deuxième session

Genève, 12-16 décembre 2022

Point 4 a) de l'ordre du jour provisoire

**Examen de l'exécution du plan de travail pour 2022-2023 :
activités scientifiques****Stratégie pour les organes scientifique relevant
de la Convention sur la pollution atmosphérique
transfrontière à longue distance****Document 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 et du Groupe
de travail des effets, en coopération avec les membres
des Bureaux élargis des deux organes subsidiaires***Résumé*

La Stratégie a été 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 les membres des Bureaux élargis du Groupe de travail des effets^a et du Bureau élargi de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe^b. La Stratégie représente une synthèse et une actualisation de deux documents : la stratégie à long terme révisée pour les activités relatives aux effets et la stratégie révisée du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe pour 2010-2019 – deux stratégies à long terme concernant respectivement le Groupe de travail des effets et le Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe. Le document a été approuvé à la huitième session conjointe 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 (Genève, 12-15 septembre 2022). L'Organe exécutif est invité à adopter la Stratégie à sa quarante-deuxième session.



^a Composé des membres du Bureau du Groupe de travail, des présidents des équipes spéciales des programmes concertés internationaux, de l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique et de représentants des centres des programmes concertés internationaux.

^b Composé 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 et des représentants des centres du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe.

I. Introduction

1. L'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP) et le Groupe de travail des effets sont les organes subsidiaires scientifiques et techniques qui apportent à la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (la Convention) de la Commission économique pour l'Europe (CEE) une aide technique sur la manière de réaliser les objectifs environnementaux de façon rentable.
2. La structure de la Convention, qui comprend des organes subsidiaires décisionnels et scientifiques, est illustrée par un organigramme de l'instrument qui figure dans l'annexe du présent document.
3. L'EMEP a été créé en 1977 en tant que programme spécial de la CEE. Il opère dans le cadre de la Convention depuis son entrée en vigueur en 1983.
4. L'Organe exécutif de la Convention a décidé, à sa dix-septième session (Göteborg (Suède), 29 novembre-3 décembre 1999), que le principal objectif de l'EMEP était « de fournir une bonne assise scientifique à la Convention, particulièrement dans les domaines de la surveillance et de la modélisation atmosphériques, des inventaires et des projections des émissions et de l'évaluation intégrée »¹.
5. Au cours de ses plus de quarante ans d'existence, l'EMEP a joué un rôle de premier plan au niveau international en appuyant l'élaboration et la mise en œuvre des politiques en matière de pollution atmosphérique. Il a développé une capacité particulière et unique en son genre, à savoir quantifier le transport à longue distance de la pollution atmosphérique, y compris les relations source-récepteur pour le calcul des flux transfrontières, ainsi qu'un système largement accepté concernant l'assurance qualité des méthodes et des résultats dans les domaines des émissions, des mesures et de la modélisation.
6. Le Groupe de travail des effets a été créé en 1980 au titre de la Convention pour mettre en place la coopération internationale nécessaire en matière de recherche et de surveillance des effets des polluants. Les travaux sont étayés par des recherches scientifiques sur la relation dose-effet, les charges et niveaux critiques, et l'évaluation des dommages causés à différents récepteurs. Les programmes internationaux concertés relevant du Groupe de travail – Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les forêts (PIC-Forêts), Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les cours d'eau et les lacs (PIC-Eaux), Programme international concerté de surveillance intégrée des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes (PIC-Surveillance intégrée), Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux, y compris ceux des monuments historiques et culturels (PIC-Matériaux), Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur la végétation naturelle et les cultures (PIC-Végétation) et Programme international concerté de modélisation et de cartographie des charges et niveaux critiques ainsi que des effets, des risques et des tendances de la pollution atmosphérique (PIC-Modélisation et cartographie) – et l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique (Équipe spéciale de la santé) ont mis au jour les zones, les écosystèmes et autres récepteurs les plus en danger en examinant les dommages causés à la santé humaine, aux écosystèmes terrestres et aquatiques, et aux matériaux.
7. La Convention a recours à ces organes scientifiques pour faciliter la détermination et la conception des lignes d'action. Les nombreux examens des méthodes et des résultats techniques par des pairs ont permis à l'EMEP et au Groupe de travail des effets d'établir des liens étroits avec la communauté scientifique et les parties prenantes concernées et d'appuyer la réalisation des objectifs de la Convention.

¹ ECE/EB.AIR/68, appendice III, décision 1999/2, par. 1.

8. En 2016, les deux organes ont établi un rapport d'évaluation synthétisant les connaissances scientifiques existantes ayant trait aux problèmes de pollution atmosphérique transfrontière dans la région de la CEE et ont évalué l'efficacité des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique.

9. Le rapport d'évaluation de 2016² a montré que la Convention avait apporté des améliorations manifestes en ce qui concerne l'acidification de l'environnement et des pics d'ozone (O₃) et de brouillard photo-oxydant, ainsi que les polluants organiques persistants (POP) et les métaux lourds, et qu'elle avait commencé à réduire les quantités de particules et les concentrations atmosphériques et dépôts d'azote. La Convention s'est avérée flexible et dynamique en matière de réaction aux nouveaux enjeux et problèmes dans le domaine de la pollution atmosphérique transfrontière. Dans le cadre de la Convention, la science se voit attribuer un rôle de premier plan, non seulement pour ce qui est de fournir des informations, mais aussi pour ce qui est de soutenir le processus d'élaboration des politiques.

10. Afin de mener à bien leur mission, les organes scientifiques de la Convention cherchent à développer, à tenir à jour et à mettre en œuvre des méthodes et des outils pour atteindre leurs objectifs dans les domaines suivants :

- a) Science : recueillir des données scientifiques fiables et donner des conseils pour appuyer, élaborer et évaluer les politiques environnementales ;
- b) Partenariat : encourager les partenariats internationaux pour trouver des solutions aux problèmes environnementaux ;
- c) Ouverture : encourager le libre usage des ressources et produits intellectuels ;
- d) Partage : partager les informations et l'expertise avec des programmes de recherche, des organismes spécialisés, des organisations nationales et internationales et des accords environnementaux ;
- e) Intégration : intégrer les informations sur les émissions, la qualité de l'environnement, les effets et les options en matière de réduction de la pollution, et fournir les bases qui serviront à définir des solutions ;
- f) Rôle moteur : appuyer la Convention en jouant un rôle moteur en matière de politique environnementale au niveau national, paneuropéen et mondial.

11. Le présent rapport est une mise à jour des deux stratégies scientifiques 2010-2019, à savoir la stratégie à long terme révisée pour les activités relatives aux effets³ et la stratégie révisée de l'EMEP pour 2010-2019⁴, réunies en un seul document. Ces deux stratégies ont orienté les travaux de l'EMEP et du Groupe de travail des effets au cours de la dernière décennie. Le présent rapport expose une vision concernant les travaux et priorités scientifiques pour la période 2022-2030 et au-delà et vise à soutenir l'exécution de la stratégie à long terme pour la Convention au cours de la même période (décision 2018/5 de l'Organe exécutif)⁵, ainsi qu'à fournir les éléments techniques et scientifiques permettant de soutenir la mise en application des protocoles à la Convention.

12. En dépit des progrès accomplis dans le cadre de la Convention, la pollution atmosphérique continue de poser d'importants problèmes pour l'environnement et la santé dans la région de la CEE et de nouvelles difficultés ne cessent de surgir. Le présent document est organisé comme suit : la section II passe en revue les forces et les faiblesses existantes compte tenu des principales réalisations scientifiques de la Convention au cours des dix dernières années ; la section III traite des défis restants, qui sont les moteurs de la stratégie scientifique et en fixent les priorités, et se concentre sur la manière de renforcer les liens entre

² Rob Maas et Peringe Grennfelt, dir. publ., *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report 2016* (Oslo, Commission économique pour l'Europe (CEE), 2016).

³ Disponible à l'adresse https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2012/EB/Informal_document_no_18_Revised_Long-term_Strategy_of_the_effects-oriented_activities_clean_text.pdf.

⁴ Disponible à l'adresse https://unece.org/fileadmin/DAM/env/documents/2013/air/emep/Informal_document_no_20_Revised_Strategy_for_EMPEP_for_2010-2019_clean_text.pdf.

⁵ Toutes les décisions de l'Organe exécutif auxquelles il est fait référence dans le présent document sont disponibles à l'adresse <https://unece.org/decisions>.

la science et l'action ainsi que la collaboration avec les responsables d'autres domaines d'action et objectifs scientifiques ; la section IV porte sur les partenariats établis dans le cadre de la Convention et hors de ce cadre.

II. Principales réalisations scientifiques de la Convention au cours des dix dernières années

13. Au cours des quarante années d'existence de la Convention, des succès considérables ont été obtenus dans la résolution des problèmes d'environnement et de santé, grâce à la réduction des émissions de polluants atmosphériques. Bien qu'initialement axé sur l'acidification des sols forestiers, des rivières et des lacs, le champ d'application des travaux relatifs aux effets s'est élargi au fil des ans pour inclure l'eutrophisation des écosystèmes par l'azote, les effets de plusieurs polluants atmosphériques sur la santé humaine, les matériaux et le patrimoine culturel, les dommages causés aux forêts, aux cultures et à la végétation semi-naturelle par l'O₃ troposphérique et les effets nocifs des métaux lourds sur les compartiments des écosystèmes.

14. Par ses travaux scientifiques, le Groupe de travail des effets appuie la Convention en fournissant des informations orientées vers l'action sur le degré, l'étendue géographique et l'évolution dans le temps des impacts des principaux polluants atmosphériques. Cette évaluation se fonde sur des approches complémentaires qui se renforcent mutuellement, telles que la surveillance, la modélisation et la cartographie.

15. Le programme EMEP s'est principalement appuyé sur le continuum émissions-mesure-modélisation atmosphérique pour développer des outils et des bases de données consacrés à l'évaluation des concentrations et des dépôts de polluants atmosphériques dans la région de la CEE, y compris l'analyse des tendances et des scénarios. Les activités relatives aux modèles d'évaluation intégrée constituent les liens entre la science et l'action, en ce sens qu'elles permettent de concevoir et d'évaluer les stratégies de réduction des émissions au moyen d'approches fondées sur les coûts et les avantages qui concilient la réalisation des objectifs de réduction des émissions en termes d'impact de la pollution atmosphérique sur la santé et les écosystèmes avec les plafonds nationaux d'émission.

16. Au cours des dix dernières années, les organes du Groupe de travail des effets et de l'EMEP ont coopéré plus étroitement, partageant des données et des approches méthodologiques afin de fournir une expertise unique et plus intégrée sur la pollution atmosphérique et ses impacts. Ce dialogue a été stimulé par l'organisation de réunions conjointes⁶ et la participation mutuelle à des projets scientifiques. La publication, en 2016, du document *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report* (Vers un air plus pur : rapport d'évaluation scientifique)⁷ fondé sur les rapports relatifs aux tendances⁸ préparés par les experts de l'EMEP et du Groupe de travail des effets, est une excellente illustration de la valeur ajoutée et des résultats de cette coopération, qui devrait être développée à l'avenir.

17. Les travaux visant à renforcer les outils scientifiques dans le cadre de la Convention ont progressé sur de nombreux fronts au cours des dix dernières années :

a) Amélioration du cadre de notification et d'examen des émissions afin d'élaborer une base de données unique et cohérente sur les émissions, collecte d'informations auprès des Parties à la Convention et aide au renforcement des capacités dans les pays de la région Europe orientale, du Caucase et de l'Asie centrale (EOCAC). La base de données des émissions est gérée par le Centre des inventaires et des projections des émissions (CIPE). Les activités d'inventaire des émissions sont traitées dans le guide des inventaires des émissions

⁶ La réunion des Bureaux élargis du Groupe de travail des effets et de l'Organe directeur de l'EMEP et les réunions annuelles sont organisées conjointement depuis 2015.

⁷ Maas et Grennfelt.

⁸ Augustin Colette et d'autres auteurs, *Air pollution trends in the EMEP region between 1990 and 2012*, Rapport EMEP/CCQC n° 1/2016 (Kjeller (Norvège) Institut norvégien de recherche sur l'air (NILU), 2016) ; et Helen a. de Wit, Jean-Paul Hettelingh et Harry Harmens, *Trends in ecosystem and health responses to long-range transported atmospheric pollutants*, Rapport du PIC-Eaux n° 125/2015 (Institut norvégien de recherche sur l'eau (NIVA), 2015).

de l'EMEP/de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) (guide EMEP/AEE), qui est devenu un document de référence au-delà de la région de la CEE ;

b) Amélioration et diffusion des modèles de transport de substances chimiques de l'EMEP mis au point par le Centre de synthèse météorologique-Ouest (CSM-O) et le Centre de synthèse météorologique-Est (CSM-E), modèles qui sont actuellement utilisés à l'échelle mondiale et locale. Un paramétrage actualisé des processus physico-chimiques appliqués dans ces modèles et une résolution spatiale accrue ont permis de réduire considérablement les incertitudes des modélisations dans les simulations de concentrations et de dépôts de polluants atmosphériques. Les codes sources ont été publiés pour appuyer et faciliter la diffusion au sein des Parties. Pour mieux tenir compte des besoins des utilisateurs dans les pays, le CSM-O a mis au point une méthode de réduction d'échelle pour traiter les questions qui se posent à l'échelle urbaine, en particulier pour le dioxyde d'azote (NO₂) et les particules (modèle urbain de l'EMEP (uEMEP)) tandis que le CSM-E a établi des évaluations à haute résolution à l'échelle nationale pour les métaux lourds dans les pays où de grandes divergences entre les émissions, les mesures et les résultats des modélisations ont été observées ;

c) Le réseau de surveillance de l'EMEP s'est développé conformément à la stratégie de surveillance de l'EMEP pour la période 2020-2019 (ECE/EB.AIR/2019/4). Il est coordonné par le Centre de coordination pour les questions chimiques (CCQC) et est géré par les laboratoires nationaux et les experts des pays. Ses objectifs sont les suivants : étendre le réseau géographiquement, notamment vers la région de l'Europe orientale, du Caucase et de l'Asie centrale (EOCAC) ; réaliser des observations de haute précision d'un large ensemble de paramètres pertinents pour la description des niveaux des polluants atmosphériques et des processus physico-chimiques qui les déterminent ; effectuer des observations à long terme pour recueillir des ensembles de données et tendances historiques ; mettre en place et coordonner des périodes d'observation intensive qui se concentrent pendant quelques mois sur différents thèmes (O₃, composés carbonés, condensables) essentiels pour mieux comprendre les processus atmosphériques et l'impact potentiel des mesures de réduction des émissions ;

d) Le modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique (GAINS) mis au point par le Centre pour les modèles d'évaluation intégrée étudie les scénarios de réduction des émissions pour évaluer leur impact sur la santé et les écosystèmes et concevoir des stratégies optimisées sur la base d'une analyse coût-efficacité liée également à une analyse coûts-avantages réalisée avec l'outil Riskpoll du modèle d'évaluation de la santé et de l'environnement en cas de pollution atmosphérique à longue distance. Il a été mis à jour et amélioré, en termes de résolution et de précision, et pour tenir compte des liens entre la qualité de l'air et le climat. Une attention particulière a été accordée à l'évaluation des bases de données nationales et sectorielles sur les projections, les mesures et les courbes de coût ;

e) La surveillance des écosystèmes a permis de caractériser l'état de l'environnement, les tendances des impacts dans l'espace et dans le temps, ainsi que l'efficacité et l'efficacité des mesures de lutte contre la pollution atmosphérique. Dans le cadre de la Convention, le réseau de surveillance de l'environnement existant (PIC-Forêts, PIC-Eaux, PIC-Surveillance intégrée et PIC-Végétation) est sans aucun doute l'un des plus grands programmes de surveillance environnementale harmonisée des effets de la pollution atmosphérique. Présentant une large couverture spatiale dans la plupart des régions d'Europe et dans certaines parties de l'Amérique du Nord, ce réseau comprend de nombreux récepteurs différents, des programmes de surveillance intensive dotés de protocoles et de méthodes communs, ainsi que des données historiques couvrant vingt à trente ans. Pour le succès continu de la Convention, il est essentiel que les mesures se poursuivent dans les différents écosystèmes ;

f) La modélisation de la réaction des écosystèmes et des impacts sur les matériaux face aux dépôts permet, sur la base des caractéristiques propres au site, d'estimer le seuil critique des dépôts dans l'environnement au-dessous duquel des effets nocifs significatifs ne se produisent pas selon l'état actuel des connaissances. Cette modélisation constitue, par conséquent, la base des calculs des charges critiques. En outre, la cartographie des dépassements des charges et des niveaux critiques permet de déterminer la répartition

géographique et les tendances à long terme des risques que présente la pollution atmosphérique pour les matériaux et les écosystèmes ;

g) Le calcul des charges et des niveaux critiques a été amélioré pour l'acidification, l'eutrophisation et l'O₃, et ces éléments ont été utilisés pour l'évaluation des impacts qui permettra d'étoffer et de réviser le Protocole de Göteborg. Les charges et niveaux critiques et leurs dépassements restent un outil opérationnel aidant à déterminer les exigences nationales en matière de réduction des émissions à appliquer pour protéger la nature.

18. De plus amples détails sur les réalisations dans chaque domaine scientifique étudié dans le cadre des travaux de la Convention sont présentés et examinés ci-dessous.

A. Émissions

19. La mise en place d'un cadre scientifique solide pour soutenir les activités d'inventaire des émissions et la notification des émissions est l'une des réalisations les plus importantes du programme EMEP. Cela permet d'établir un lien entre la science et l'action, puisque les inventaires des émissions sont essentiels comme données d'entrée pour les activités de modélisation et pour évaluer le respect des obligations imposées par les protocoles de la Convention en termes de plafonds d'émission.

20. Le guide EMEP/AEE est le pilier de cette activité. Il fournit des conseils complets sur l'estimation des émissions de polluants de la qualité de l'air. Le champ d'application technique du guide reste centré sur l'intégration de méthodes concernant les polluants inclus dans les engagements de notification pris dans le cadre de la Convention et sur l'intégration de sources qui sont pertinentes pour les pays situés dans les zones géographiques couvertes par la Convention. Le guide est reconnu dans le monde entier comme étant un manuel de référence essentiel pour étayer les inventaires des émissions de polluants atmosphériques. Il a également été traduit en russe pour être plus accessible à ceux qui établissent les inventaires dans la région de la CEE.

21. Les méthodes décrites dans le guide sont alignées, dans la mesure du possible, sur d'autres conventions internationales et, en particulier, sur les orientations relatives à l'estimation des émissions de gaz à effet de serre de la Convention-cadre des Nations Unies sur les changements climatiques (CCNUCC) et sur les méthodes publiées par l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis. Il existe une collaboration permanente avec la CCNUCC, le but étant de maintenir des méthodes cohérentes et de partager les meilleures données scientifiques. Le carbone noir et, plus généralement, les polluants climatiques à courte durée de vie constituent un exemple de coopération récente.

22. Pour faciliter la cohérence des notifications des données d'émissions atmosphériques, les directives y afférentes ont été mises à jour en 2009 et 2014⁹. Leurs principaux objectifs sont les suivants : aider les Parties à s'acquitter de leurs obligations en matière de notification ; faciliter l'évaluation des stratégies de réduction des émissions ; faciliter l'examen technique des inventaires des émissions de polluants atmosphériques.

23. Le nombre de Parties qui communiquent des données sur les émissions atmosphériques est passé de 38 à 48 entre 2008 et 2021. En outre, la proportion des Parties qui fournissent un rapport d'inventaire informatif est passée d'environ 70 % à 90 % entre 2008 et 2021¹⁰. D'une manière générale, les données sur les émissions atmosphériques soumises par les Parties se sont considérablement améliorées au fil des ans en termes d'exhaustivité, de cohérence et de ponctualité. Enfin et surtout, depuis 2017, les Parties sont tenues, tous les quatre ans, de notifier pour l'année x-2 les émissions sectorielles maillées agrégées actualisées dans une maille à haute résolution de 0,1 x 0,1 degré ainsi que les émissions des grandes sources ponctuelles. Cette exigence répond aux besoins des spécialistes de la modélisation, la distribution spatiale des émissions étant un paramètre clef.

⁹ Version actuelle : ECE/EB.AIR.125.

¹⁰ Katerina Mareckova et d'autres auteurs, *Inventory Review 2021: Review of emission data reported under the LRTAP Convention – Stage 1 and 2 review – Status of gridded and LPS data*, Rapport technique du CIPE n° 03/2021 (Vienne, Office de l'environnement autrichien, 2021).

24. L'examen annuel approfondi des inventaires communiqués permet de déterminer les problèmes de manière précise, transparente et cohérente. Au fur et à mesure que les notifications des Parties s'améliorent, il devient possible, dans le cadre du processus d'examen, d'étudier de nouvelles questions en détail et de recenser les défis futurs à relever pour améliorer en permanence le système de notification des données d'émissions.

B. Surveillance

25. La stratégie de surveillance de l'EMEP (ECE/EB.AIR/2019/4) précise les exigences détaillées relatives à la surveillance des concentrations et des dépôts de polluants atmosphériques dans les Parties. Formellement établie en 2000, elle est actualisée tous les dix ans. La dernière révision fixe des objectifs pour la période 2020-2029. La stratégie de surveillance de l'EMEP est le principal cadre européen pour la surveillance à l'échelle régionale des constituants atmosphériques, et les observations sont largement utilisées pour évaluer l'exposition et les impacts sur la santé, les écosystèmes, la végétation, les matériaux et le climat. Il s'agit notamment d'évaluer et de mesurer les contributions régionales et transfrontières à la pollution atmosphérique locale, ainsi que de comprendre le rôle du transport intercontinental et mondial d'espèces à courte et à longue durée de vie.

26. La couverture spatiale des sites s'est améliorée pour plusieurs éléments, notamment pour les mesures des propriétés des aérosols, bien que la couverture soit encore insuffisante dans certaines zones, en particulier dans la région EOCAC. La qualité des observations de l'EMEP est bien documentée et l'harmonisation des directives, des pratiques d'observation et des procédures de contrôle de la qualité des données se met en place en étroite collaboration avec plusieurs réseaux et infrastructures (par exemple, programme Veille de l'atmosphère globale, réseau ACTRIS (Aerosol, Clouds, Trace gases Research Infrastructure)). Le programme et les procédures de mesure sont de nature classique pour assurer la comparabilité à long terme, mais le programme est également dynamique et s'appuie sur des méthodes et techniques d'observation innovantes. Le programme et les mesures peuvent être testés au cours de périodes d'observation intensive menées tous les deux à quatre ans, qui sont désormais des éléments essentiels de la stratégie de surveillance.

27. La complexité et la robustesse du flux de données et de la diffusion de celles-ci ont augmenté. Des protocoles concernant les principes FAIR (Faciles à trouver, Accessibles, Interopérables et Réutilisables) sont inclus et la nouvelle infrastructure de base de données EBAS¹¹, où l'EMEP stocke ses données de suivi, est étroitement liée à l'évolution internationale de l'harmonisation des normes liées aux métadonnées. La base de données EBAS bénéficie des engagements à long terme de plusieurs programmes de surveillance et/ou infrastructures de recherche nationaux et internationaux, en plus de l'EMEP, ce qui la rend durable et polyvalente. Les activités du centre de données sont étroitement liées aux activités de recherche et d'assurance de la qualité et il existe un lien étroit entre les besoins des communautés d'utilisateurs qui rend l'EMEP plus visible.

C. Modélisation

28. Depuis plusieurs décennies, l'EMEP met au point des modèles qui simulent les processus de transport et de dispersion des substances chimiques dans l'atmosphère pour évaluer les niveaux de concentration et de dépôt dans le cadre de divers scénarios d'émission et météorologiques. Ces modèles ont atteint un haut niveau de complexité et de qualité et ont été réalisés en accès libre total, ce qui facilite la transparence des travaux de modélisation sur lesquels s'appuie la Convention. L'EMEP propose également des cours de formation réguliers sur l'utilisation des modèles, dont les résultats sont mis à la disposition de tous.

29. Les expériences EuroDelta (expériences d'intercomparaison multimodèles), qui se sont déroulées entre 2010 et 2019, ont confirmé la qualité des modèles de l'EMEP. Elles ont généralement fait intervenir jusqu'à 10 modèles de transport de substances chimiques utilisés dans les États parties en plus des modèles du CSM-O et du CSM-E. Les questions

¹¹ Voir <http://ebas.nilu.no/>.

scientifiques abordées par ces expériences comprenaient l'évaluation comparative des modèles en termes de performances pour les aérosols secondaires inorganiques ou organiques, l'analyse des tendances de la qualité de l'air et des sujets particuliers tels que la modélisation du benzo(a)pyrène (BaP) à l'échelle européenne.

30. Les études de cas à l'échelle nationale ont été axées sur l'analyse détaillée de la pollution par les métaux lourds et les POP dans certains pays de l'EMEP (Allemagne, Bélarus, Croatie, Espagne, France, Pays-Bas, Pologne, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et Tchéquie). Elles sont le fruit d'une étroite collaboration avec des experts nationaux et s'appuient sur des données nationales détaillées concernant à la fois les observations et les émissions. Outre des informations détaillées sur la pollution des pays, les études ont permis d'acquérir une nouvelle expérience en matière d'évaluation de la pollution à un niveau de détail élevé. Une valeur ajoutée des études effectuées à l'échelle nationale est la possibilité d'évaluer et d'améliorer l'outil de modélisation de l'EMEP, ainsi que les données d'émissions nationales et le réseau de surveillance.

31. Ces dernières années, l'EMEP a mis au point un système de modélisation multiéchelles qui relie de manière cohérente l'échelle hémisphérique à l'échelle urbaine (uEMEP). Cela permet d'évaluer l'importance de la pollution transfrontière à toutes les échelles, y compris l'échelle urbaine.

32. L'un des principaux atouts de la Convention est l'étroite collaboration entre les spécialistes des effets (Groupe de travail des effets) et les spécialistes de la modélisation de la pollution atmosphérique. Cela a permis de réaliser d'importants progrès des deux côtés. Par exemple, pour la végétation, y compris les cultures, des niveaux critiques d'O₃ basés sur les flux et plus pertinents sur le plan biologique ont été fixés. Les travaux sur les dépassements des charges critiques ont également bénéficié d'une étroite coopération en ce qui concerne les dépôts observés dans les catégories d'utilisation des sols concernées.

D. Transport des polluants atmosphériques à l'échelle de l'hémisphère

33. Suite à ses mandats de 2004 et 2010 (respectivement, décisions 2004/4 et 2010/1 de l'Organe exécutif), l'Équipe spéciale du transport des polluants atmosphériques à l'échelle de l'hémisphère a constitué une communauté d'experts œuvrant ensemble à étudier les émissions, la surveillance, la modélisation et les impacts de l'O₃, des aérosols, du mercure (Hg) et des POP à l'échelle régionale et mondiale. Plus de 1 000 experts de pays de la région de la CEE, y compris des représentants des centres et des équipes spéciales de l'EMEP, et de 29 pays extérieurs à la CEE, ont participé aux réunions ou aux activités de l'Équipe spéciale du transport des polluants atmosphériques à l'échelle de l'hémisphère.

34. La publication *Hemispheric Transport of Air Pollution 2007: Air Pollution Studies No. 16* (Transport hémisphérique de la pollution atmosphérique 2007 : Études de la pollution atmosphérique n° 16) a contribué à l'examen du protocole de Göteborg de 1999¹². En 2010 a paru la publication *Hemispheric Transport of Air Pollution 2010 : Air Pollution Studies Nos. 17-20* (Transport hémisphérique de la pollution atmosphérique 2010 : Études de la pollution atmosphérique n° 17-20), examen complet en quatre volumes de l'état des connaissances sur le transport intercontinental de l'O₃, des particules fines, du mercure et des POP¹³. Les résultats de ces expériences qui sont importants pour décider de l'action à mener ont été résumés pour la révision du Protocole de Göteborg, tel que modifié en 2012.

35. Les conclusions importantes liées à cette partie des activités de l'EMEP concernent :

- a) La sensibilité des niveaux moyens saisonniers et annuels d'O₃ en Europe aux changements intervenus dans les sources d'émissions en dehors de l'Europe ;
- b) Les augmentations attendues des émissions mondiales de méthane (CH₄) qui pourraient contrebalancer les avantages des réductions supplémentaires des précurseurs de l'O₃ en Europe et en Amérique du Nord ;

¹² Publication des Nations Unies, numéro de vente : E.08.II.E.5.

¹³ New York, Nations Unies, 2010.

c) La production et la diffusion d'une série de mosaïques d'émissions mondiales. Les mosaïques sont constituées d'inventaires régionaux de polluants atmosphériques en Europe, en Asie et en Amérique du Nord, intégrés de manière cohérente dans la Base de données relative aux émissions pour la recherche atmosphérique mondiale du Centre commun de recherche de la Commission européenne¹⁴.

E. Modèles d'évaluation intégrée

36. Le rapport coût-efficacité et les avantages économiques ont pris une importance croissante dans le cadre de la Convention depuis l'adoption du Protocole de 1994 relatif à une nouvelle réduction des émissions de soufre, dans lequel les réductions des émissions des Parties étaient spécifiées en fonction du rapport coût-efficacité. Les principaux acteurs sont l'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée et le Centre pour les modèles d'évaluation intégrée, les résultats étant communiqués à l'EMEP/au Groupe de travail des effets et au Groupe de travail des stratégies et de l'examen. Ces acteurs interviennent également dans des actions de sensibilisation auprès des décideurs locaux (Groupe d'experts de la qualité de l'air dans les villes) et dans le partage d'informations avec des experts d'Amérique du Nord, des parties orientales de la région de la CEE et du monde entier.

37. Depuis 2010, l'analyse économique et la modélisation de l'évaluation intégrée réalisées à l'appui de la Convention ont connu plusieurs avancées. L'analyse visant à appuyer le Protocole de Göteborg, tel qu'il a été modifié en 2012, comprenait à la fois une analyse coût-efficacité de la réduction des effets sanitaires et non sanitaires, ainsi qu'une analyse coûts-avantages des propositions d'action à mener qui englobait les améliorations à apporter à une série de critères d'efficacité concernant la santé humaine, la production agricole et la réduction des dommages causés aux bâtiments et aux matériaux. Sur le plan opérationnel, la modélisation de l'évaluation intégrée est désormais réalisée avec une résolution géographique plus élevée, montre les contributions des sources locales, régionales, nationales et internationales, et calcule le coût de la réduction des émissions du point de vue des planificateurs sociaux et du secteur privé. L'évaluation des avantages économiques pour la société porte sur une meilleure représentation de la santé humaine, la monétisation des effets des écosystèmes et la croissance des forêts.

F. Charges critiques et relation dose-effet

38. Les charges critiques et la relation dose-effet sont utilisées conjointement avec les données modélisées sur la qualité de l'air et les dépôts pour évaluer les changements potentiels et les tendances en matière de risque pour la végétation, les autres biotes et les matériaux sur différentes échelles de temps. La relation dose-effet peut également servir à prédire la régénération lorsque la charge polluante diminue. Cependant, ces éléments sont moins précis en raison des effets retardateurs potentiels au sein des systèmes qui peuvent faire en sorte que ces derniers réagissent plus lentement que ce qui serait attendu sur la base de la seule qualité de l'air.

39. Le PIC-Végétation a mis au point des mesures de la dose d'ozone phytotoxique fondées sur les flux (PODY) et établi un total de 21 niveaux critiques d'O₃ fondés sur les flux, couvrant un éventail de cultures, d'arbres et de végétations semi-naturelles. Il est recommandé d'utiliser ces éléments dans les évaluations des risques de préférence à l'indice d'exposition fondé sur la concentration AOT40 (exposition cumulée à l'ozone au-delà d'une concentration limite de 40 parties par milliard), car les mesures fondées sur les flux tiennent compte de la manière dont l'absorption de l'O₃ subit les effets du climat, du sol et des facteurs végétaux, alors que l'indice AOT40 ne tient compte que de la concentration atmosphérique d'O₃ au-dessus de la surface des feuilles et pourrait donc être biologiquement moins pertinente.

¹⁴ Greet Janssens-Maenhout, et d'autres auteurs. « HTAP_v2.2: a mosaic of regional and global emission grid maps for 2008 and 2010 to study hemispheric transport of air pollution », *Atmospheric Chemistry and Physics*, vol. 15, No. 19) (octobre 2015).

40. Le PIC-Matériaux a mis au point de nouvelles fonctions dose-effet pour l'encrassement, s'agissant notamment des matériaux non transparents. Ces fonctions sont quantifiées par la variation de la réflectance concernant l'acier peint en blanc, le plastique blanc et les membranes en polycarbonate. L'ensemble dose-effet comprend également des fonctions se rapportant au verre moderne avec une quantification par la brume sèche, les particules (PM₁₀) pour tous les matériaux ainsi que le dioxyde de soufre (SO₂) et le NO₂ pour le verre moderne. Les fonctions dose-effet relatives à la corrosion n'ont pas fait l'objet d'une mise à jour récente et sont toujours valables.

41. Le PIC-Modélisation et cartographie a récemment révisé les charges critiques empiriques pour l'azote, dont la dernière mise à jour remonte à 2010. Avec la participation d'un réseau exclusif de scientifiques et d'experts, de nouvelles informations pertinentes et substantielles sur les impacts de l'azote sur les écosystèmes naturels et semi-naturels ont été incorporées dans un rapport contenant les résultats d'études scientifiques (par exemple, des études de pente longitudinale sur les dépôts atmosphériques d'azote).

42. Tant les charges critiques modélisées que les charges critiques basées sur des données empiriques sur la relation dose-effet constituent un moyen solide d'évaluer les risques pour la biodiversité, au moyen de l'évaluation de l'eutrophisation ou de l'acidification. Ces processus entraînent des changements dans les propriétés du sol et comportent le risque de voir des écosystèmes moins résilients s'imposer, ce qui entraîne une perte de la diversité des écosystèmes, partie intégrante de la biodiversité globale. De même, on a observé des progrès dans la mise au point des charges critiques modélisées associées à des modèles de végétation, le but étant d'évaluer les modifications de la végétation et de l'intégrité des écosystèmes. En outre, l'évaluation des niveaux critiques d'O₃ tient compte de la relation flux-effet pour le nombre de fleurs des prairies, qui peut être utilisée aux fins d'une évaluation indicative des risques quant aux impacts potentiels de l'O₃ sur la biodiversité.

G. Modélisation des charges et niveaux critiques et évaluation des risques

43. Le manuel de modélisation et de cartographie des charges et des niveaux critiques¹⁵ a été régulièrement révisé et mis à jour. Il décrit le fondement scientifique de l'application des charges et niveaux critiques et fournit des méthodes et indicateurs harmonisés permettant d'évaluer les impacts de l'acidification, de l'eutrophisation, des métaux lourds, de l'O₃ et des particules sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, les cultures ou les matériaux de construction, respectivement.

44. Le Centre de coordination pour les effets et les centres nationaux de liaison du PIC-Modélisation et cartographie actualisent régulièrement les bases de données en vue de l'évaluation des risques au moyen des charges critiques pour l'acidification et l'eutrophisation. La détermination des zones à risque à l'aide de ces mesures des charges et niveaux critiques se fait sur la base des données se rapportant aux concentrations et aux dépôts fournies grâce à une collaboration fructueuse avec le CSM-O. Les données relatives à l'évaluation des risques ont servi d'indicateur important pour l'évaluation de l'efficacité des stratégies de réduction de la pollution atmosphérique dans le cadre et hors du cadre de la Convention.

45. En janvier 2020, le Groupe mixte d'experts de la modélisation dynamique est devenu un centre international désigné au titre du PIC-Modélisation et cartographie. Le nouveau Centre de modélisation dynamique s'occupe de la modélisation dynamique des effets de l'acidification, des métaux lourds et de l'azote nutritif sur les écosystèmes, y compris les interactions entre les changements climatiques et la pollution atmosphérique, les réactions biologiques et le stockage du carbone terrestre.

¹⁵ Voir www.umweltbundesamt.de/en/manual-for-modelling-mapping-critical-loads-levels.

H. Surveillance des effets de la pollution atmosphérique

46. Les données de surveillance sont cruciales pour la mise au point et la validation des modèles dans le cadre de la Convention. Elles ont permis de comprendre la relation de cause à effet entre la pollution atmosphérique et les effets sur les écosystèmes et d'évaluer les réactions prévues face à un air plus pur. En outre, les données sur les écosystèmes ont servi à évaluer les effets combinés de l'air pur et des changements climatiques, ainsi que les effets de l'azote sur le stockage du carbone.

47. Grâce à une collaboration bien développée avec les programmes nationaux de surveillance, les PIC et les centres ont collecté des données sur les forêts (y compris les sols forestiers), les cultures et la végétation semi-naturelle, les lacs et rivières naturels, les matériaux, le patrimoine culturel et la santé humaine. Cela a permis de créer de vastes bases de données sur les effets de la pollution atmosphérique sur la vitalité, la diversité et la productivité des écosystèmes, la corrosion des matériaux et la santé humaine, à partir des effets de la pollution atmosphérique, en s'appuyant sur des réseaux de surveillance situés dans des sites naturels/éloignés, agricoles et urbains en Europe et en Amérique du Nord. La large surveillance exercée par les PIC repose sur des manuels détaillés traitant de la surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes terrestres et aquatiques, qui permettent d'harmoniser la surveillance entre le Groupe de travail des effets et les Parties. Ces éléments ont également été utilisés à des fins autres que celles de la Convention, par exemple dans le cadre de recherches et de directives de l'Union européenne et d'autres réseaux de surveillance en Europe (par exemple, le Réseau de recherche à long terme sur les écosystèmes en Europe) et au-delà (par exemple, le Réseau de surveillance des dépôts acides en Asie de l'Est).

48. Grâce à la surveillance à long terme relevant du Groupe de travail des effets, on a obtenu des preuves scientifiques établissant que les mesures prises pour réduire la pollution atmosphérique ont l'effet escompté, à savoir la régénération des écosystèmes, la réduction de la corrosion des matériaux et la diminution de la charge de morbidité. De nombreux lacs, rivières et bassins versants se sont régénérés après une acidification, bien que certaines zones restent acidifiées et que la régénération soit lente. Dans les sites de surveillance intensive, l'interaction entre la pollution atmosphérique et les changements climatiques, ainsi que les effets sur les forêts, le sol et l'eau ont été observés, et ces relations complexes sont mieux comprises.

I. Amélioration des connaissances sur les effets sur la santé

49. L'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique établie par l'Organisation mondiale de la Santé et la Convention réunit des experts en environnement et en santé publique qui représentent les Parties à la Convention. Le rapport *Health effects of black carbon* (Effets du carbone noir sur la santé)¹⁶ a été publié en 2012. Selon des études ayant trait aux effets à court terme sur la santé, le carbone noir serait un meilleur indicateur des substances particulaires nocives provenant de sources de combustion (en particulier de la circulation) que la masse de particules indifférenciées, mais les preuves de la puissance relative de l'association des éléments donnés provenant d'études à long terme n'étaient pas concluantes. Le Bureau régional de l'OMS pour l'Europe (OMS/Europe) a publié en 2013 les études *Health Risks of Air Pollution in Europe – HRAPIE Project: Recommendations for concentration-response functions for cost-benefit analysis of particulate matter, ozone and nitrogen dioxide*¹⁷ (Risques sanitaires de la pollution atmosphérique en Europe – Projet HRAPIE : recommandations relatives aux fonctions concentration-effet pour l'analyse coûts-avantages des particules, de l'ozone et du dioxyde d'azote) et *Review of Evidence on Health Aspects of Air Pollution – Projet REVIHAAP*¹⁸ (Examen des données probantes liées aux aspects sanitaires de la pollution atmosphérique – Projet REVIHAAP). Ces études

¹⁶ Nicole A. H. Janssen et d'autres auteurs (Copenhague, Bureau régional de l'Organisation mondiale de la Santé pour l'Europe (OMS/Europe), 2012).

¹⁷ Copenhague.

¹⁸ Copenhague.

fournissent un ensemble de fonctions relatives aux effets qui ont été depuis lors largement appliquées dans l'évaluation intégrée et la modélisation coûts-avantages au titre de la Convention.

50. En 2015, le Bureau OMS/Europe a présenté le rapport *Residential heating with wood and coal: health effects and policy options in Europe and North America*¹⁹ (Chauffage résidentiel au bois et au charbon : effets sur la santé et options stratégiques en Europe et en Amérique du Nord), qui résumait les données probantes liant les émissions du chauffage au bois et au charbon à de graves effets sur la santé, tels que la mortalité et la morbidité respiratoires et cardiovasculaires. Chaque année, on estime que 61 000 décès prématurés sont imputables à la pollution de l'air ambiant due au chauffage résidentiel au bois et au charbon en Europe et 10 000 décès en Amérique du Nord. Le rapport concluait qu'il était nécessaire de s'attaquer à la question du chauffage au bois, qui devait être considéré comme une source majeure de polluants atmosphériques nocifs, en particulier de particules.

51. En 2021, le Bureau OMS/Europe a publié *Human health effects of polycyclic aromatic hydrocarbons as ambient air pollutants: Report of the Working Group on Polycyclic Aromatic Hydrocarbons of the Joint Task Force on the Health Aspects of Air Pollution*²⁰ (Effets sur la santé humaine des hydrocarbures aromatiques polycycliques en tant que polluants de l'air ambiant : rapport du Groupe de travail sur les hydrocarbures aromatiques polycycliques de l'Équipe spéciale mixte sur les aspects sanitaires de la pollution atmosphérique). Le rapport conclut que, pour plusieurs hydrocarbures aromatiques polycycliques qui sont des polluants atmosphériques cancérigènes, il faudrait viser l'exposition la plus faible possible pour minimiser le risque de développement d'un cancer.

52. L'OMS a publié en 2021 une nouvelle publication de référence *WHO global air quality guidelines: Particulate matter (PM_{2.5} and PM₁₀), ozone, nitrogen dioxide, sulfur dioxide and carbon monoxide*²¹ (Directives de l'OMS sur la qualité de l'air dans le monde : particules (PM_{2,5} et PM₁₀), ozone, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone). Cette publication donne des recommandations quantitatives fondées sur des données sanitaires probantes pour la gestion de la qualité de l'air, des concentrations à long ou à court terme étant indiquées pour plusieurs polluants atmosphériques clefs. Les nouvelles directives de l'OMS indiquent des niveaux de qualité de l'air pour les PM_{2,5}, les PM₁₀, l'O₃, le NO₂, le SO₂ et le monoxyde de carbone (CO) ainsi que des objectifs intermédiaires, et contiennent des déclarations sur les bonnes pratiques à appliquer pour plusieurs types de particules tels que le carbone noir/élémentaire, les particules ultrafines et les tempêtes de sable et de poussière.

III. Priorités stratégiques à appliquer aux travaux scientifiques menés dans le cadre de la Convention pour relever les défis restants

A. Amélioration des connaissances scientifiques pour accroître l'efficacité des stratégies de réduction des émissions

53. Le rapport d'évaluation de 2016²² montre que, au cours des vingt dernières années, des progrès importants ont été réalisés en matière de réduction des émissions et ont été bénéfiques pour la santé, les écosystèmes et les matériaux. Cela étant, des impacts importants subsistent et il est urgent d'améliorer les connaissances dans certains domaines pour accroître l'efficacité des stratégies de réduction des émissions. Il s'agit de s'attaquer aux nouveaux polluants et de comprendre les processus complexes qui régissent les circuits atmosphériques et dynamiques des substances chimiques et des effets sur la santé et l'environnement.

¹⁹ Copenhague.

²⁰ Copenhague.

²¹ Genève.

²² Rob Maas et Perin Grennfelt, dir. publ., *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report* (Oslo, Commission économique pour l'Europe (CEE), 2016).

54. Compréhension des tendances des niveaux de polluants : au cours de la période 2000-2021, les niveaux de polluants atmosphériques ont connu différentes tendances à la baisse, avec une modification des tendances pendant la période 2010-2021 par rapport à la période 2000-2010. En particulier, les niveaux ambiants de $PM_{2,5}$ et de PM_{10} ont considérablement diminué au cours de la période 2000-2010 (de près de 40 % à 50 %), mais depuis 2010, les niveaux sont restés constants dans de nombreux pays. Pour l' O_3 , une importante tendance stationnaire a été signalée pour les valeurs maximales de fond au niveau régional, tandis que dans une grande proportion de villes, les niveaux de fond d' O_3 ont augmenté, en particulier au cours de la période 2000-2010, probablement suite à la réduction du titrage de l' O_3 par l'oxyde d'azote et suite aux modifications des régimes de formation de l' O_3 dans la plupart des villes d'Europe. L'analyse des tendances observées pendant la période 2010-2019 (et au-delà) sera un point essentiel à étudier car les niveaux de plusieurs polluants sont très éloignés des nouvelles directives respectives de l'OMS en matière de qualité de l'air, et par conséquent, il faudrait prévoir des efforts supplémentaires de réduction des polluants.

55. Ozone : depuis 2005, les concentrations maximales d' O_3 diminuent, tandis que les niveaux de fond en zone urbaine ont tendance à augmenter. La modélisation des concentrations d' O_3 visant à éclairer l'analyse des politiques est très complexe en raison des effets produits par une vaste série de précurseurs anthropiques et biogéniques, par des émissions à toutes les échelles, de l'échelle locale à l'échelle hémisphérique, et par les conditions météorologiques. Il est nécessaire en outre de mieux comprendre les liens entre les émissions de précurseurs, la formation d' O_3 dans l'atmosphère, les changements climatiques et les effets de l' O_3 sur la végétation. En particulier, il faut étudier davantage le rôle joué par les composés organiques volatils (COV) présents dans les émissions et dans l'air ambiant, et ses conséquences pour la végétation. La contribution des émissions de CH_4 depuis l'échelon local jusqu'au niveau mondial doit aussi être mieux comprise de façon à éviter des situations où les résultats positifs des mesures prises en Europe et en Amérique du Nord pour limiter les précurseurs de l' O_3 sont annulés par les émissions de CH_4 .

56. Particules : dans les pays où les concentrations de particules ont considérablement reculé au cours des dernières années, les $PM_{2,5}$ et PM_{10} atmosphériques sont aujourd'hui dominés par la fraction secondaire des particules. De plus, la réduction des émissions d'oxydes d'azote (NO_x) et de SO_2 au cours des dernières décennies a entraîné une augmentation des contributions relatives des aérosols organiques secondaires, tant d'origine anthropique que biogénique. La compréhension des mécanismes des particules secondaires représente une tâche très complexe, sur laquelle influe fortement la météorologie, mais il est essentiel de procéder à des analyses de sensibilité pour certaines politiques et de mettre au point une évaluation objective de l'impact des principales sources et des stratégies de réduction des émissions.

57. Mieux comprendre la fraction condensable des particules organiques : les aérosols organiques primaires condensables sont une catégorie de composés organiques qui sont, en phase vapeur, au point d'émission des gaz d'échappement, mais qui subissent à la fois des processus de condensation et d'évaporation lorsque l'air des cheminées est refroidi et dilué lors du rejet dans l'air ambiant. Les facteurs d'émission mesurés à l'intérieur ou à proximité des cheminées ou des tuyaux d'échappement à haute température et à haute concentration peuvent sous-estimer la quantité de particules ou de gaz qui pénètre réellement dans l'atmosphère, en fonction des filtres, de la dilution et des conditions d'échantillonnage de la mesure des émissions :

a) Dans les rapports sur les émissions actuellement soumis à l'EMEP/à la Convention, il n'est pas clairement défini si les matières organiques condensables sont incluses ou non, et, dans l'affirmative, dans quelle mesure. Ainsi, pour une même activité (par exemple, la combustion d'une unité de bois dans un type d'appareil particulier), des facteurs d'émission de particules très différents peuvent figurer dans les rapports nationaux de différents pays ;

b) L'estimation et les mesures des facteurs d'émission des condensables (pour lesquels aucune norme n'existe actuellement en Europe) font partie de la question ; l'évaluation des données d'activité (consommation de combustibles, types et âges des appareils, description de l'utilisation et des pratiques) constitue l'autre défi.

58 Ammoniac : les émissions d'ammoniac jouent un rôle de plus en plus important dans l'eutrophisation et l'acidification, et sont également importantes dans la formation de particules inorganiques secondaires. Toutefois, si l'on compare aux autres polluants, seules des réductions modestes des émissions d'ammoniac ont été obtenues depuis 2000. Par conséquent, la contribution relative de l'ammoniac à la pollution de l'air et à ses effets va aller croissant. Ainsi, outre l'évaluation et la révision des niveaux et charges critiques, il faudra veiller à améliorer l'évaluation des effets de l'ammoniac et à relier la surveillance de la qualité de l'air à celle de la biodiversité.

59. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), y compris BaP et autres POP : malgré l'application de plusieurs mesures restrictives concernant les HAP au cours des dernières décennies, les émissions de HAP restent préoccupantes :

a) La compréhension et l'évaluation du transport à longue distance, du devenir et des tendances des HAP sont actuellement limitées. Ces limitations tiennent entre autres aux incertitudes des inventaires d'émissions actuels, à la connaissance insuffisante des effets de la photochimie et des réactions hétérogènes des HAP, ainsi que de leur interaction avec la matière organique, le carbone noir et les aérosols organiques secondaires dans différentes conditions environnementales ;

b) Il est nécessaire de continuer à recenser les nouveaux contaminants de type POP, ainsi qu'à analyser leur devenir dans les différents milieux environnementaux et leurs effets néfastes sur la santé humaine et les écosystèmes.

60. Émissions secondaires (métaux lourds et POP) : une particularité importante du cycle des métaux lourds et des POP dans l'environnement est leur accumulation dans certains milieux (sol, végétation, eau, sédiments) avec la possibilité d'une réémission dans l'atmosphère. Ces émissions secondaires peuvent affecter de manière notable les niveaux de pollution actuels dans les Parties à la Convention. De surcroît, les polluants restent plus longtemps dans les milieux terrestres et aquatiques et, de ce fait, les émissions secondaires retardent l'effet de la réduction des émissions sur l'évolution de la pollution, ainsi que sur l'exposition de l'homme et des écosystèmes. La compréhension actuelle des émissions secondaires de métaux lourds et de POP est limitée, et il est nécessaire d'améliorer encore les connaissances dans ce domaine. Il est indispensable d'actualiser l'état des connaissances sur les limites et charges critiques des métaux lourds et leur dépassement.

61. Nouveaux contaminants préoccupants (NCP : microplastiques, substances polyfluoroalkyles) : l'évaluation de la pollution par les NCP présente des problèmes importants en raison de l'insuffisance des connaissances sur leurs sources, leur transport et leur devenir dans l'environnement. Il est nécessaire en particulier de disposer de davantage de données sur leurs concentrations dans différents milieux environnementaux dans des zones géographiques plus grandes et sur des périodes de temps plus longues, sur leurs propriétés physico-chimiques et sur leurs rejets dans l'environnement. Par exemple, l'interaction entre, d'une part, les microplastiques atmosphériques et les produits chimiques toxiques et, d'autre part, les écosystèmes et l'exposition humaine doit être mieux comprise. Il est important d'effectuer des travaux préparatoires pour étudier le transport à longue distance potentiel des microplastiques en tant que vecteurs de métaux lourds et de POP/NCP toxiques (par exemple, surveillance des niveaux de microplastiques, collecte d'informations sur les sources d'émission, détermination des propriétés physiques/chimiques, élaboration de méthodes de modélisation). Il est nécessaire d'établir d'autres liens avec les régulateurs chimiques.

62. Corrosion et encrassement : des progrès sont nécessaires pour améliorer l'évaluation des risques pour les matériaux : mise à jour des fonctions dose-effet pour la corrosion et l'encrassement afin de les utiliser efficacement dans les calculs de scénarios et de permettre une quantification plus précise des effets des particules ; mise au point de méthodes d'évaluation de la corrosion et de l'encrassement des matériaux pour une quantification plus précise des effets saisonniers ; accroissement de la résolution géographique pour mieux quantifier l'effet sur les sites du patrimoine culturel de l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) ; transposition des évaluations économiques des matériaux et du patrimoine culturel à une échelle plus grande appropriée à la Convention.

63. Biodiversité : les actuelles méthodes d'estimation des charges et niveaux critiques se sont révélées être un outil très précieux pour évaluer la menace que représentent les polluants atmosphériques pour la biodiversité dans les écosystèmes naturels et semi-naturels. Des efforts supplémentaires sont nécessaires pour perfectionner la méthode des charges critiques en incorporant les idées découlant de la modélisation des modifications de la composition des espèces végétales. En outre, les incidences sur les services écosystémiques pourraient être progressivement intégrées dans les évaluations des risques.

64. Régénération biologique : des travaux supplémentaires sont nécessaires pour évaluer les tendances et les facteurs qui influent sur la régénération biologique des écosystèmes aquatiques et forestiers, notamment les changements climatiques, l'utilisation des sols et le devenir de l'azote accumulé. Il sera important de définir à la fois l'état de référence (également compte tenu des changements climatiques) et des indicateurs adéquats pour surveiller les changements de la biodiversité.

65. Forêts, pollution atmosphérique et changements climatiques : les changements climatiques auront une influence importante sur le fonctionnement des écosystèmes forestiers dans un avenir proche et les liens entre la pollution atmosphérique et les changements climatiques devront être étudiés plus en profondeur au cours de la prochaine décennie. Bien que certaines études aient déjà été menées sur la base, par exemple, des données du PIC-Forêts, des actions sont nécessaires pour étudier davantage les relations de cause à effet liées à la pollution atmosphérique, un accent particulier étant mis sur les effets combinés avec ceux de la sécheresse et du réchauffement, et pour déterminer la réalité de terrain observée avec les indicateurs de télédétection.

66. Végétation non forestière, pollution atmosphérique et changements climatiques : il est nécessaire d'étudier plus avant l'influence modificatrice des facteurs climatiques et des interactions de quantités élevées d'azote et de CO₂ sur les effets de l'O₃ sur les plantes, et d'examiner comment ces effets devraient être pris en compte dans les futures évaluations des risques. L'azote et l'O₃ affectent tous deux individuellement la biodiversité végétale, mais l'effet interactif doit être approfondi. Ce qui précède est particulièrement pertinent car l'exposition à la fois à une forte concentration d'O₃ et à un dépôt élevé d'azote est possible. En outre, à l'avenir, l'absorption de l'O₃ par la végétation pourrait être modifiée même en l'absence de changements dans les émissions et les concentrations d'O₃.

67. Protection du milieu marin : une première étude utilisant une approche pragmatique pour évaluer le risque d'eutrophisation par les dépôts atmosphériques d'azote a été réalisée par le Groupe spécial de la protection marine dans le cadre de la Convention, en coopération avec des experts de la Commission pour la protection de l'environnement marin de la mer Baltique (HELCOM)²³. Elle a conclu à un dépassement généralisé, bien que relativement faible, des apports atmosphériques critiques, dépassement analogue à celui des charges critiques. L'étude s'est jusqu'à présent concentrée sur la mer Baltique ouverte, alors que les zones les plus sensibles en matière d'eutrophisation sont les zones côtières. Ces dernières doivent donc être intégrées dans les futurs travaux. De plus, le rapport coût-efficacité des options de réduction des émissions pour chaque catégorie d'apport, y compris les sources aquatiques, devrait être pris en compte pour les stratégies de réduction à venir.

68. Impacts des polluants atmosphériques sur la santé : les recommandations du projet HRAPIE sur les fonctions dose-effet relatives à la mortalité et à la morbidité doivent être mises à jour, notamment pour prendre en compte les travaux sur la mortalité réalisés dans le cadre de la révision des directives de l'OMS sur la qualité de l'air et pour prendre en considération les données relatives aux diverses maladies chroniques (accidents vasculaires cérébraux, diabète, etc.) qui sont apparues dans la littérature entre-temps. Il convient d'étudier plus avant les modèles multipolluants afin de réduire le risque de double comptage des impacts, notamment entre les PM_{2,5} et le NO₂. Les textes sur la toxicité différentielle des espèces de particules et les risques des métaux toxiques, des POP et des NCP pour la santé

²³ « Options to consider marine eutrophication in the review of the Gothenburg Protocol », document informel au titre du point 7 de l'ordre du jour, disponible à l'adresse <https://unece.org/environmental-policy/events/seventh-joint-session-emep-steering-body-and-working-group-effects>.

doivent faire l'objet d'un examen régulier. Il faut tenir compte de l'effet des inégalités en matière de santé sur les risques liés aux polluants atmosphériques.

B. Amélioration des données d'émission

69. Mise à jour du guide EMEP/AEE : le guide est mis à jour tous les trois ou quatre ans afin qu'il soit tenu compte des dernières connaissances scientifiques et que les méthodes les plus récentes permettant d'estimer les émissions des polluants de la qualité de l'air soient mentionnées. Ces travaux doivent se poursuivre pendant la durée du plan scientifique à long terme. Le problème du financement à long terme des travaux sur le guide doit être résolu : le guide n'est pas actuellement financé par l'EMEP, bien qu'il s'agisse d'un résultat essentiel des travaux menés dans le cadre de la Convention. Cela constitue un obstacle à la réalisation des améliorations prioritaires et des mises à jour plus étendues.

70. Renforcement des liens entre les spécialistes des mesures des sources, des inventaires des émissions, des mesures des concentrations ambiantes et de la modélisation : l'expérience acquise par les spécialistes des inventaires des émissions a mis en évidence la nécessité de renforcer la coopération scientifique avec les experts en matière de mesures et de prendre en compte, pour la mise à jour du guide, les résultats des campagnes de mesure des sources menées dans les pays. Il est également avantageux d'améliorer les liens entre les spécialistes des inventaires d'émissions et les utilisateurs de leurs données, en particulier les spécialistes de la modélisation, qui peuvent jouer un rôle prescripteur dans l'amélioration globale du cadre et des outils des inventaires d'émissions.

71. Examen approfondi annuel des inventaires d'émissions : l'examen approfondi était auparavant établi selon un système de rotation, ce qui signifie que chaque Partie serait examinée environ tous les cinq ans. Cependant, les faits nouveaux qui visent à actualiser le système assure une plus grande flexibilité en matière d'examen. Il s'agit de la possibilité d'augmenter la fréquence des examens approfondis lorsque des problèmes de qualité importants sont constatés et d'effectuer un examen ad hoc pour viser des aspects bien précis de la qualité des données d'inventaires ou des données scientifiques (distribution spatiale, secteurs spécifiques, etc.). Ainsi, le processus de révision peut aider les Parties à apporter les améliorations qui sont les plus prioritaires. Par exemple, en 2022, l'examen porte sur les composants condensables des émissions de particules dans le secteur résidentiel et dans le secteur des transports. Il est suggéré de prendre par exemple comme futurs sujets d'examen les données maillées et les dispositions institutionnelles.

72. Amélioration des connaissances pour certaines catégories de sources et de polluants et leur devenir : les priorités suivantes ont été mises au jour :

a) Les sources domestiques, résidentielles et commerciales de particules et de précurseurs restent un facteur important de la pollution par les particules et devraient être mieux documentées (voir également le paragraphe 57 ci-dessus sur les condensables présents dans les particules) ;

b) La spéciation des particules (condensables, aérosols carbonés, composés inorganiques, etc.) et le CH₄ sont des questions importantes mises en évidence par le processus d'examen du Protocole de Göteborg ;

c) Étude des POP et des métaux lourds en tant que parties des particules (nécessité d'assurer la cohérence des méthodes entre les différents composés) ; spéciation du mercure et composition des POP par congénère. Ces émissions ne sont pas notifiées mais restent essentielles pour la modélisation ;

d) Les contributions des véhicules sans échappement ont augmenté parce que les contributions des véhicules à échappement ont été considérablement réduites par les politiques européennes actuelles (par exemple, les normes EURO). En outre, l'augmentation du poids des véhicules électriques pourrait accroître les émissions provenant de la poussière des routes et de l'usure des véhicules ;

e) Spéciation des composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), y compris la mise à jour des profils des émissions sectorielles en fonction des activités des pays. Par exemple, avec les nouvelles normes EURO, les émissions de composés organiques volatils (COV) des voitures à essence vont augmenter (par rapport aux voitures diesel) en raison des émissions de COV par évaporation et des émissions d'échappement plus importantes ;

f) Émissions biogéniques/naturelles (oxyde d'azote, COV (y compris la spéciation), poussière – remise en suspension dans le sol nu) : les émissions anthropiques ayant considérablement diminué en Europe au cours des dernières décennies, les émissions naturelles jouent progressivement un rôle plus important. Il est nécessaire de passer en revue les méthodes utilisées pour la quantification et le paramétrage de ces sources, y compris leurs schémas de transport et d'élimination. En outre, de nouvelles sources de données d'observation, telles que les données satellitaires et la campagne de l'EMEP relative aux COV, devraient être utilisées pour mieux comprendre et quantifier ces sources ;

g) Actuellement, les données communiquées par les Parties sur la navigation internationale ne sont pas suffisamment cohérentes pour être utilisées dans l'ensemble de données maillées et devraient être améliorées de manière centralisée ;

h) Variabilité temporelle : il est nécessaire de revoir les méthodes appliquées car il s'agit d'un paramètre très sensible pour la modélisation de la qualité de l'air.

73. Vérification des émissions : de nouveaux moyens et méthodes sont disponibles pour faciliter les processus de vérification des émissions (modélisation inverse, observations par satellite, modélisation) et devraient faire l'objet de discussions plus approfondies entre les spécialistes des émissions et de la modélisation.

74. Corrélation entre les échelles : pour étayer les systèmes de modélisation multiéchelles mis en œuvre par les centres de l'EMEP, il faudrait également élaborer des systèmes d'émissions multiéchelles. C'est un véritable défi que d'assurer la cohérence entre les échelles et, pour ce faire, il faut appliquer des méthodes bien précises. Enfin, la réduction des incertitudes dans les ensembles de données d'émission maillées, quel que soit le domaine visé (régional ou mondial), est un objectif récurrent des travaux portant sur les émissions.

C. Amélioration de la surveillance et de la modélisation

75. Extension du réseau de surveillance de l'EMEP : le plus grand écueil du programme de surveillance de la pollution atmosphérique est la faible couverture spatiale dans toute la région de la CEE, en particulier dans la région EOCAC et en Europe du Sud-Est. La couverture spatiale varie selon les composants et les sujets. Il est nécessaire de disposer de davantage de sites présentant une spéciation des COV (pertinente pour l'O₃ et les aérosols organiques secondaires) et une spéciation chimique des aérosols. Il convient également de renforcer la coopération avec les réseaux de surveillance de la qualité de l'air, notamment en ce qui concerne la surveillance des précurseurs de l'O₃ et des particules, ainsi que l'observation des propriétés des aérosols dans les zones urbaines et industrielles. Il manque également des observations pour plusieurs anciens POP et on observe une inquiétude croissante concernant les dommages potentiels des contaminants nouveaux ou émergents, par exemple, les substituts des POP réglementés. Il est nécessaire de mettre au point des stratégies de surveillance pour ces composés.

76. Renforcement des capacités du réseau de l'EMEP : le programme de surveillance tire parti d'une utilisation accrue des observations provenant de la surveillance extérieure au réseau régulier de l'EMEP, c'est-à-dire de la télédétection, des microcapteurs et des campagnes de mesures intensives, y compris des supersites des zones urbaines. Pour garantir que les données d'observation sont de qualité connue et adaptées à l'usage auquel elles sont destinées, l'EMEP maintiendra et renforcera sa collaboration avec le programme Veille de l'atmosphère globale de l'Organisation météorologique mondiale (OMM) et les mécanismes centraux européens d'assurance de la qualité mis en place par les infrastructures de recherche (par exemple, le projet ACTRIS). Il faudrait améliorer davantage la disponibilité en temps voulu des données dans l'ensemble du flux de données, depuis la notification de celles-ci

jusqu'à leur libre accès, tout en mettant en place des services de données destinés à des clients multiples et répondant à des besoins multiples.

77. Définition des périodes d'observation intensive pour cibler des sujets bien précis : des campagnes de mesures ciblées visant des processus particuliers régissant le devenir et le transport des métaux lourds et des POP faciliteraient l'amélioration des modèles de qualité de l'air (par exemple, mesures des espèces chimiques de mercure, des phases gazeuses et particulaires des POP et de la composition des mélanges complexes de POP, ainsi que mesures des POP et de la composition des aérosols effectuées sur les mêmes sites).

78. Surveillance des écosystèmes : la surveillance à long terme des écosystèmes du Groupe de travail des effets est une ressource précieuse et d'avant-garde pour la mise au point et la validation de modèles dans le cadre de la Convention. Pour autant, il faudrait améliorer le réseau de surveillance en l'étendant à des zones qui ne sont pas actuellement bien couvertes (en particulier dans la région EOCAC), avec la participation de toutes les Parties à la Convention, l'intégration d'une gamme plus large de types d'écosystèmes et l'élaboration de méthodes de surveillance propres à ces types d'écosystèmes. Cela fournira des données permettant de détecter la régénération, d'évaluer l'efficacité et la suffisance des mesures de réduction des émissions et de déterminer les nouveaux impacts. Le PIC-Surveillance intégrée a élaboré des méthodes et des protocoles visant à inclure les écosystèmes terrestres non forestiers.

79. Biosurveillance : les mesures des métaux lourds, de l'azote et des POP présents dans les mousses et d'autres techniques de biosurveillance peuvent compléter les données de surveillance de l'EMEP disponibles, en particulier dans les régions où ces données ne sont pas disponibles. Il est recommandé de continuer à étudier régulièrement les mousses dans la région de l'EMEP sous la supervision du PIC-Végétation.

80. Surveillance de l'accès aux données : les réseaux de surveillance devraient améliorer l'accès de tous les utilisateurs potentiels aux données et rendre possibles une coopération et une coordination plus étroites avec d'autres réseaux de surveillance mis en place par d'autres cadres d'action, comme celui de la Directive de l'Union européenne concernant la réduction des émissions nationales²⁴. La Convention devrait saisir toutes les occasions de faire en sorte que les réseaux de surveillance soient au service de multiples utilisateurs (nationaux et internationaux) et soient utiles pour d'autres questions environnementales telles que le climat, la biodiversité et la gestion de l'utilisation des terres.

81. Défis auxquels est confrontée la modélisation de l'O₃, des COV et de la chimie des aérosols secondaires : malgré les importantes réductions des émissions de NO_x et de COVNM au cours des dernières décennies, les dépassements des normes énoncées dans les directives relatives à la qualité de l'air et des niveaux critiques spécifiés pour l'O₃ posent toujours problème. Plusieurs questions méritent d'être examinées dans les années à venir :

a) En général, les modèles régionaux se rapportant à la qualité de l'air ont tendance à sous-estimer les valeurs maximales de l'O₃ pendant l'été, bien que les raisons de ce phénomène ne soient pas entièrement comprises. On a émis l'hypothèse que cela pourrait être lié aux émissions biogéniques ou anthropiques de COV, au CH₄ et/ou à la photochimie, qui ne sont potentiellement pas bien paramétrés dans les modèles. Les émissions de NO_x dans le sol pourraient également jouer un rôle ;

b) Les émissions du chauffage résidentiel sont des sources majeures de ce que l'on appelle les composés organiques semi-volatils, qui sont d'importants précurseurs des aérosols organiques en Europe, surtout en hiver. Bien que des progrès aient été réalisés au sein de l'EMEP quant à la manière dont ces émissions pourraient être incluses dans la notification des émissions, de grandes incertitudes subsistent pour ce qui est des données d'activité, des facteurs d'émission, etc. ;

c) Une autre catégorie de composés, les composés organiques volatils intermédiaires, est probablement partiellement absente des rapports sur les COV et/ou les particules, et il est prévu qu'elle sera importante pour les secteurs de l'industrie, de la circulation, des solvants et des ménages. Tout comme les matières organiques condensables,

²⁴ Voir <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/FR/TXT/?uri=CELEX:32016L2284>.

les composés organiques volatils intermédiaires sont d'importants précurseurs des aérosols organiques. La compréhension du processus de formation des aérosols organiques secondaires (par exemple, à partir des composés organiques semi-volatils ou des composés organiques volatils intermédiaires) a évolué au cours des dernières décennies, et les caractéristiques de la chimie des aérosols organiques sont en constante amélioration. Cela étant, de grandes incertitudes subsistent en ce qui concerne la modélisation de ces composés.

82. Séparation gaz/particules pour la chimie des POP et du mercure et échanges air-surface : la chimie atmosphérique et la séparation gaz/particules jouent un rôle important dans le transport à longue distance et les dépôts de mercure et de POP, ce qui influe sur la distance de dispersion et la saisonnalité des niveaux de pollution. Actuellement, on ne comprend pas complètement les mécanismes chimiques et physiques responsables des transformations des composés du mercure, de la dégradation des POP et de l'interaction avec les aérosols atmosphériques. Des études supplémentaires sur des processus particuliers et la définition de nouveaux paramétrages des modèles sont nécessaires pour améliorer l'évaluation des niveaux de pollution actuels et les futures projections.

83. Paramétrages des dépôts (y compris les dépôts secs des espèces d'azote) : l'azote et le soufre se caractérisent par des dépôts humides ou secs. Les dépôts secs constituent également un puits atmosphérique très important d'O₃ troposphérique. Du point de vue de la modélisation, le processus de dépôt sec est particulièrement difficile à étudier, car il existe peu de données disponibles pour évaluer les paramétrages ou les résultats de la modélisation. Les paramétrages des dépôts secs sont complexes et leur évaluation dans différents modèles révèle des résultats d'une grande diversité.

84. Modélisation à l'échelle mondiale : les défis techniques à relever pour améliorer les simulations mondiales de l'O₃ troposphérique dans la région de la CEE sont les suivants : simulation plus précise de la durée de vie du CH₄ à l'échelle mondiale ; meilleure résolution des émissions provenant de la navigation maritime et de la chimie des NO_x dans les panaches d'échappement des navires ; meilleure représentation du mélange vertical de l'O₃ de la troposphère libre dans la couche limite planétaire ; meilleure représentation des dépôts d'O₃ sur la végétation.

85. Corrélation entre les échelles : la pollution atmosphérique locale, y compris dans les villes, est fortement influencée par le transport à longue distance et transfrontière des polluants. En outre, la pollution urbaine interagit avec la pollution atmosphérique de fond et influe sur celle-ci. Il est donc nécessaire de poursuivre la mise au point d'une méthode cohérente reliant plusieurs échelles, y compris les interactions à une échelle inférieure et à une échelle supérieure. Certes, en principe, des calculs de modélisation multiéchelles (allant de l'échelle hémisphérique à l'échelle urbaine) peuvent être effectués avec les outils des Conventions, mais la précision de tels résultats dépend des données sous-jacentes, notamment des émissions, mais aussi d'un couplage cohérent entre les différents modèles (en particulier le choix des scénarios et des échelles de temps à étudier).

86. Remise en suspension des métaux lourds due à la pollution atmosphérique et aux changements climatiques et mobilisation en faveur des écosystèmes : les émissions secondaires, y compris la remise en suspension des métaux lourds liés aux particules et les échanges air-surface de mercure et de POP, dépendent de divers facteurs, notamment : les dépôts et accumulations anciens ; les conditions météorologiques et de surface ; les processus physiques et chimiques dans les milieux environnementaux. Pour estimer correctement ces sources d'émission et leur contribution aux niveaux et aux tendances de la pollution dans la région de l'EMEP, il faut définir et évaluer plus avant les paramétrages des modèles des processus d'échange air-surface et la méthode de modélisation multimédia.

87. Voies de transport et conséquences de l'évolution du climat : au cours des prochaines décennies, la pollution atmosphérique subira les effets de la variabilité et de l'évolution du climat et aura un impact sur ces dernières. Les changements climatiques influent sur les facteurs météorologiques de la pollution atmosphérique, tels que les épisodes de stagnation ou les vagues de chaleur, et ont donc un impact sur l'accumulation des polluants atmosphériques ou leur formation photochimique. Cependant, les changements climatiques ont aussi des effets importants sur les émissions de précurseurs biogéniques ou naturels de polluants atmosphériques, tels que les COV, ou sur la remise en suspension de poussières

minérales causée par les changements d'affectation des terres. Par conséquent, ils pourraient rendre nécessaire une réduction supplémentaire des émissions pour atteindre les objectifs en matière de qualité de l'air en Europe. En outre, plusieurs polluants atmosphériques ont également un effet radiatif ; c'est notamment le cas de l'O₃ et des aérosols, dont les précurseurs sont donc qualifiés de forceurs climatiques à courte durée de vie. Il est indispensable d'étudier plus avant ces interactions entre le climat et la pollution atmosphérique.

88. Meilleure utilisation des méthodes d'assimilation/fusion de données pour évaluer les études relatives à l'exposition : intensifier l'utilisation des techniques d'assimilation de données et/ou des méthodes de fusion de données, en combinant l'utilisation d'observations de télédétection (à partir de satellites) et d'observations *in situ* aux fins d'une nouvelle analyse lorsque la précision du fondement technique du débat d'orientation s'en trouve considérablement améliorée, par exemple, en ce qui concerne les évaluations de l'exposition ou les dépassements des charges critiques. Cette correction des modèles sur la base des observations ne s'applique qu'à des périodes passées ou récentes, mais il existe des méthodes prospectives sur la meilleure façon d'appliquer ces corrections aux scénarios prospectifs qui constituent la pierre angulaire des travaux de modélisation menés dans le cadre de la Convention.

89. Modélisation dynamique : pour mieux comprendre les échelles de temps et les décalages des réactions des écosystèmes aux modifications de la pollution atmosphérique, il faudra poursuivre les travaux de modélisation de la dynamique des écosystèmes dans le temps, y compris concernant la biodiversité, les interactions de la pollution atmosphérique avec les changements climatiques et la gestion des terres cultivées, des prairies et des forêts.

90. Questions relatives au milieu marin : la pollution par l'azote, les métaux lourds toxiques et les POP, ainsi que divers nouveaux contaminants préoccupants (NCP), ont un impact négatif sur les écosystèmes marins. Pour quantifier la contribution de la pollution atmosphérique et les tendances de la contamination des mers marginales dans la région de l'EMEP, on étudiera de nouvelles activités de recherche en coopération avec les conventions marines (par exemple, la commission HELCOM, la Convention pour la protection du milieu marin de l'Atlantique du Nord-Est (OSPAR)).

D. Corrélation entre la science et l'action : modèles d'évaluation intégrée

91. Renforcement des synergies entre les protocoles de la Convention (Protocole de Göteborg et Protocole relatif aux POP) et d'autres domaines d'action (climat/énergie/alimentation), aux niveaux international et local, afin de garantir la prise en compte des retombées positives et des compromis : la nécessité d'un engagement de haut niveau doit être reconnue et un financement est nécessaire pour la recherche collaborative et l'élaboration de scénarios à long terme, notamment en ce qui concerne la neutralité carbone, l'économie circulaire, les changements de régime alimentaire, la gestion de l'azote, ainsi que l'impact des prix élevés de l'énergie.

92. Intégration de mesures comportementales pour respecter les directives de l'OMS en matière de qualité de l'air et les charges critiques fixées pour l'azote : il faut pour cela étudier des outils efficaces afin de stimuler les changements de comportement et étudier les moyens d'inclure ces outils dans les stratégies de réduction des émissions. Un inventaire des exemples de réussite constituerait un point de départ utile, compte tenu, par exemple, de l'évolution récente du régime alimentaire de la société et des changements intervenus en matière de consommation d'énergie. Un autre élément à prendre en considération est la quantification des effets du changement de comportement sur le bien-être.

93. Corrélation entre les échelles dans les modèles d'évaluation intégrée : pour tenir compte des priorités en matière de modélisation atmosphérique, il convient d'étendre le modèle GAINS pour pouvoir évaluer la rentabilité des mesures locales et hémisphériques supplémentaires visant à réduire les niveaux d'O₃ et de particules dans la région de la CEE. À l'échelle locale, les travaux se poursuivront avec le Groupe d'experts de la qualité de l'air dans les villes pour élaborer des stratégies de réduction imbriquées. À l'échelle mondiale,

relier les échelles signifie également prendre en compte les stratégies de contrôle du CH₄ et l'évaluation des impacts et de la rentabilité des mesures mondiales et régionales relatives au CH₄ visant à réduire les niveaux d'O₃ dans la région de la CEE.

94. Élaboration de nouvelles méthodes concernant les incidences socioéconomiques : il sera essentiel d'accroître l'exhaustivité des évaluations des coûts et des avantages et d'élaborer une approche systématique à l'égard des analyses d'incertitude et de sensibilité afin de rendre les conseils en matière d'action à mener plus fiables dans les futurs scénarios, l'épidémiologie et les processus atmosphériques non linéaires. L'utilisation d'outils et de bases de données actualisés facilitera ces actions.

95. Prise en compte des inégalités : prise en compte dans l'analyse de l'exposition, du coût et des avantages des réductions d'émissions, y compris les aspects urbains/ruraux. Le fait de se concentrer sur les villes les plus polluées pourrait constituer une nouvelle incitation à la coopération internationale en matière de pollution atmosphérique et contribuer à surmonter les obstacles actuels à la ratification des protocoles. Des méthodes basées sur la pondération de l'équité peuvent être testées.

96. Caractérisation des incertitudes pour éclairer l'élaboration des politiques : il n'existe actuellement pas de méthode systématique et complète pour traiter les incertitudes. Il est essentiel d'élaborer une telle méthode pour renforcer la fiabilité des conseils sur l'action à mener. À cet effet, il faudrait tenir compte de tout l'éventail des incertitudes à travers les différentes étapes de l'analyse, depuis la quantification des émissions jusqu'à l'estimation des coûts et des avantages de la réduction des émissions. Il faudrait inclure la prise en compte des incertitudes à différentes échelles descendant jusqu'à celle des évaluations locales. Les évaluations des coûts et des avantages économiques d'un air plus pur sont incomplètes et l'analyse coûts-avantages actuelle aurait tendance à sous-estimer les avantages socioéconomiques d'un air plus pur.

IV. Partenariat dans le cadre et hors du cadre de la Convention

97. Le partenariat entre les organes scientifiques de la Convention et les programmes nationaux des Parties est l'épine dorsale historique de la Convention et doit être maintenu.

98. Les interactions avec les politiques et les programmes de recherche de l'Union européenne restent d'une grande importance et présentent des avantages mutuels. En outre, la révision, l'élaboration et la mise en œuvre de la législation de l'Union européenne concernant l'atmosphère s'appuient sur les connaissances et les outils développés pour les besoins de la Convention. Un exemple très récent de cette coopération est l'aide apportée par le Groupe de travail des effets à la mise en œuvre des obligations de notification des impacts de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes énoncées dans la Directive de l'Union européenne concernant la réduction des émissions nationales.

99. Tant le Canada que les États-Unis d'Amérique sont Parties à la Convention et à plusieurs de ses protocoles, y compris le Protocole de 1984 relatif au financement à long terme du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe. Il existe une longue tradition de coopération entre l'EMEP et les scientifiques nord-américains. Une grande partie des travaux relatifs à l'O₃, aux POP et aux métaux lourds présents dans le monde, y compris le transport de ces polluants vers les régions arctiques, a été menée conjointement.

100. La Convention doit susciter une communauté de vues sur la manière dont les questions liées à la pollution atmosphérique et à sa transmission à longue distance intéressent d'autres initiatives, telles que le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat, la Convention sur la diversité biologique, la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, la Convention de Minamata sur le mercure, le Programme des Nations Unies pour l'environnement, et l'initiative Copernicus de l'Union européenne. Il est important de montrer comment les priorités et les capacités établies au sein des organes scientifiques de la Convention peuvent être bénéfiques dans le traitement de ces questions politiques et peuvent être mises à profit en tant que forces motrices au niveau de la Convention.

101. Les activités menées conjointement avec les initiatives internationales pertinentes devraient se poursuivre pour, par exemple :

a) Continuer à soutenir le développement de liens formels entre la Convention, la Déclaration de Malé sur la lutte et l'action préventive contre la pollution atmosphérique et ses effets transfrontières probables pour l'Asie du Sud et le Réseau de surveillance des dépôts acides en Asie de l'Est ;

b) Renforcer davantage les capacités d'inventaire des émissions grâce à l'interaction avec Global Emissions Initiative et la Base de données relative aux émissions pour la recherche atmosphérique mondiale du Centre commun de recherche de l'Union européenne ;

c) Tisser des liens avec les milieux spécialisés dans l'étude des liens entre les écosystèmes (terrestres et marins) et l'atmosphère, par exemple, la Convention OSPAR et la commission HELCOM ;

d) Approfondir les collaborations avec le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, notamment dans le cadre des activités liées au carbone noir et au CH₄ ;

e) Continuer à collaborer avec la Convention de Minamata sur le Mercure et la Convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants, et contribuer aux différentes initiatives d'évaluation menées au titre de ces instruments ;

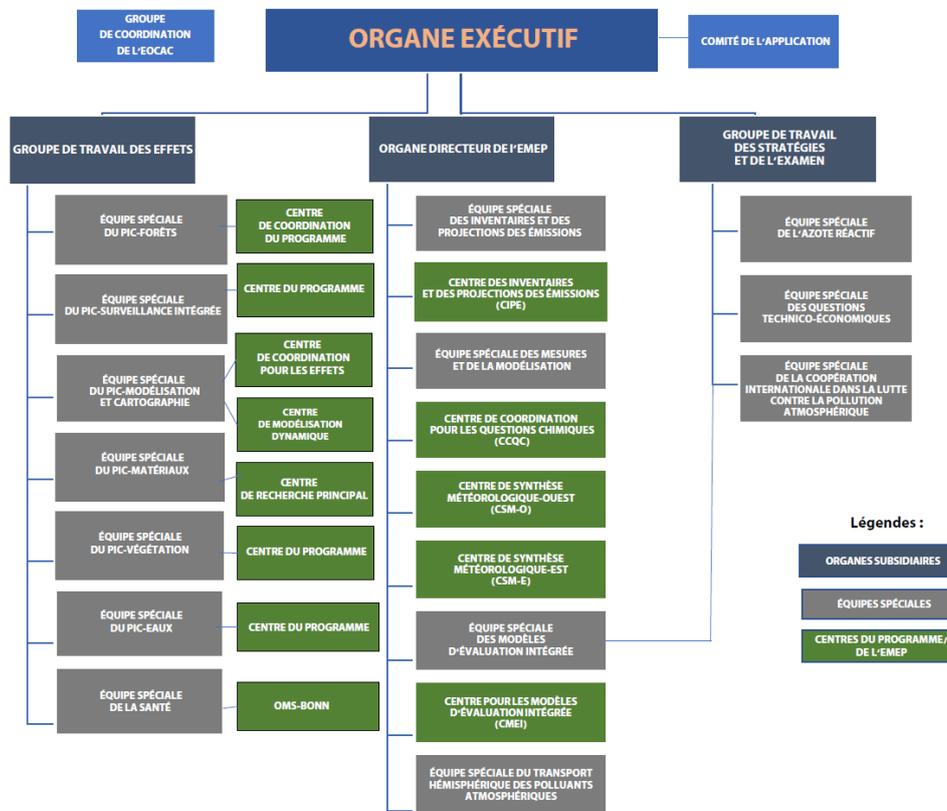
f) Travailler avec le programme Veille de l'atmosphère globale de l'OMM à la mise en œuvre d'une approche commune concernant les questions liées à la pollution atmosphérique, à sa transmission à longue distance et à son interaction avec les changements climatiques ;

g) Mener des activités conjointes avec le service Copernicus de surveillance de l'atmosphère de l'Union européenne, sur la base de l'échange de données, d'outils et d'évaluations mutuelles.

102. Au-delà du partenariat, les initiatives de sensibilisation comprennent la communication d'informations sur les travaux de la Convention et la diffusion de ses résultats scientifiques. Il est essentiel d'accroître la visibilité de la Convention et de ses organes scientifiques pour appuyer la stratégie à long terme de la Convention, stimuler les actions visant à relever les défis restants et partager les connaissances et les outils développés par la Convention avec les Parties non membres de la CEE.

Annexe

Organigramme de la Convention



Abréviations : EOCAC = Europe orientale, Caucase et Asie centrale. EMEP = Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe. PIC = Programme international concerté.