Nations Unies ECE/EB.AIR/GE.1/2017/3–ECE/EB.AIR/WG.1/2017/3

Conseil économique et social

Distr. générale
3 juillet 2017
Français
Original : anglais

Commission économique pour l'Europe

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

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

Groupe de travail des effets

Troisième session commune
Genève, 11-15 septembre 2017
Point 3 de l'ordre du jour provisoire
État d'avancement des activités prévues pour 2017 et développement des activités relatives aux effets

Rapport commun de 2017 sur les conclusions scientifiques utiles à l'élaboration de politiques

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

Résumé

Le présent rapport a été élaboré par le Bureau élargi du Groupe de travail des effets[1] et par celui de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP)[2], en coopération avec le secrétariat de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance. Le bilan des données scientifiques récentes a été établi d'après les renseignements fournis par les pays chefs de file et les centres des programmes internationaux concertés, conformément au plan de travail pour 2016-2017 relatif à la mise en œuvre de la Convention (ECE/EB.AIR/133/Add.1) et au document informel approuvé par l'Organe exécutif de la Convention à sa trente-quatrième session, intitulé « Basic and multi-year activities in the 2016-2017 period »[3] (point 1.8.2).

[1] Composé des membres du Bureau du Groupe de travail, des présidents des équipes spéciales des Programmes internationaux concertés (PIC), de l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique et du Groupe mixte d'experts de la modélisation dynamique, ainsi que des représentants des centres des programmes PIC.

[2] Composé des membres du Bureau de l'organe directeur, des présidents des équipes spéciales de l'EMEP et de représentants des centres de l'EMEP.

[3] Ces deux documents peuvent être consultés sur la page Web de la trente-quatrième session de l'Organe exécutif, à l'adresse suivante : http://www.unece.org/index.php?id=38060#/.

GE.17-11063 (F) 260717 280717
1711063

Merci de recycler

Table des matières

Page

I. Introduction 3

II. Appels à données 3

A. Inventaire et état des biens inscrits par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture sur la liste des sites du patrimoine mondial 3

B. Charges critiques en matière d'acidification, d'eutrophisation et de biodiversité 4

III. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé 4

IV. Effets des polluants atmosphériques sur les écosystèmes terrestres : signes de régénération mais persistance des menaces 5

A. Forêts 5

B. Surveillance intégrée de l'état des bassins hydrographiques 6

V. Effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes aquatiques 7

VI. Modélisation des niveaux et des charges critiques 8

A. Niveaux critiques de pollution par l'ozone de la végétation établis sur la base des flux 8

B. Charges critiques pour l'eutrophisation et la biodiversité 9

VII. Émissions 11

A. Amélioration des inventaires nationaux des émissions 11

B. Demandes d'ajustement aux inventaires des émissions 12

VIII Transport hémisphérique des polluants atmosphériques 12

IX. Prise en considération de l'échelle urbaine 12

Figures

1. Percentiles annuels (25 %, valeur médiane 50 %, 75 %) du pourcentage de rejet net (pne (%)) de SO_4 [a)] et d'azote total inorganique [b)] sur les sites du PIC-Surveillance intégrée CZ01, CZ02, DE01, FI01, FI03, NO01, NO02 et SE04 de 1990 à 2012 7

2. Concentration observée d'azote inorganique total dans les eaux de ruissellement (en ordonnée) par rapport au dépassement calculé des charges critiques d'azote nutritif (en abscisse) sur les sites du PIC-Surveillance intégrée, en utilisant les valeurs de dépôt modélisées 10

I. Introduction

1. Le présent rapport a été établi par les Présidents de l'Organe directeur du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (ci-après dénommé « Organe directeur de l'EMEP ») et du Groupe de travail des effets, respectivement, conformément au plan de travail pour 2016-2017 relatif à la mise en œuvre de la Convention sur la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (ECE/EB.AIR/133/Add.1) et au document informel approuvé par l'Organe exécutif de la Convention à sa trente-quatrième session, intitulé « Basic and multi-year activities in the 2016-2017 period »[4] (point 1.8.2). Ce rapport, qui rend compte des résultats obtenus en 2016 et en 2017, a été élaboré avec l'appui des organes subsidiaires scientifiques. Il s'agit du deuxième rapport commun portant sur les travaux menés par l'EMEP et le Groupe de travail des effets et reflétant la nouvelle organisation des deux organes, qui tiennent des sessions conjointes intégrées suivant un ordre du jour commun. Il convient de considérer les rapports communs, qui concrétisent la meilleure intégration des travaux scientifiques menés au titre de la Convention, comme un signe du renforcement des bases scientifiques des politiques élaborées au titre de la Convention.

II. Appels à données

A. Inventaire et état des biens inscrits par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture sur la liste des sites du patrimoine mondial

2. Fin 2015, le Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur les matériaux, y compris les monuments historiques et culturels (PIC-Matériaux) a lancé un appel à données concernant l'inventaire et l'état des biens culturels inscrits par l'Organisation des Nations Unies pour l'éducation, la science et la culture (UNESCO) sur la liste des sites du patrimoine mondial. Six Parties à la Convention (Allemagne, Croatie, Italie, Norvège, Suède et Suisse) ont exprimé leur intention de s'associer à cet appel. La contribution de la Croatie, qui jusque-là n'avait pas participé aux activités de PIC-Matériaux, est donc particulièrement bienvenue.

3. Tous les documents concernant l'appel à données (modèle de présentation des données communiquées, note donnant le mode d'emploi du modèle de présentation des rapports et brochure illustrant l'approche par étapes des sites de l'UNESCO déjà évalués) peuvent être téléchargés depuis une page Web[5] créée à cet effet sur le site Web de PIC-Matériaux. Des exemples de modèles complétés de présentation des rapports peuvent aussi être téléchargés.

4. Jusqu'à présent, il a été fourni des données sur les propriétés et sur l'environnement relatives à huit monuments exceptionnels (Italie, Norvège et Suisse). En outre, la Suède a sélectionné trois sites, qui seront soumis à une étude plus détaillée afin de déterminer les risques relatifs découlant de la pollution atmosphérique et de la dégradation du climat. Des données concernant des sites sélectionnés par l'UNESCO en Allemagne devraient être communiquées sous peu. Les contributions reçues sont rassemblées dans un rapport provisoire, qui est à ce jour daté de janvier 2017 et qui peut aussi être téléchargé depuis le site Web. Un rapport sur l'état d'avancement de ces activités est attendu en 2017.

[4] Ibid.

[5] Voir à l'adresse suivante : http://www.corr-institute.se/icp-materials/web/page.aspx?refid=20 (mis à jour le 31 janvier 2017).

B. Charges critiques en matière d'acidification, d'eutrophisation et de biodiversité

5. Le programme de travail du Centre de coordination pour les effets (CCE) pour la période 2015-2017 au titre du 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 a mis l'accent sur l'appel à la communication de données relatives aux charges critiques pour l'acidification, l'eutrophisation et la biodiversité. Cet appel a permis aux Parties d'actualiser les données les concernant dans la base de donnée européenne sur les charges critiques, qui peut être utilisée pour appuyer les politiques européennes de réduction de la pollution atmosphérique. Dans le cadre de cet appel, l'élément nouveau a été l'adoption d'une méthode convenue de compilation des charges critiques pour l'eutrophisation, ayant consisté à fixer empiriquement le seuil de la charge critique pour l'azote nutritif. L'originalité de cet appel résidait dans la prise en compte des charges critiques pour la biodiversité.

6. Quatorze États parties à la Convention, tous membres de l'Union européenne, ont soumis des charges critiques actualisées pour l'acidification et l'eutrophisation, et sept Parties ont entamé un processus de compilation et de soumission de charges critiques pour la biodiversité. Les centres nationaux de liaison ont fourni la majeure partie des données relatives aux « boisements, forêts et autres habitats boisés » (catégorie G de la classification EUNIS − Système européen harmonisé d'information sur la nature), puis aux « habitats de prairies, terrains dominés par des herbacées non graminoïdes, des mousses ou des lichens » (catégorie E). En s'appuyant sur les charges critiques communiquées et sur la base de données de référence couvrant l'ensemble de l'Europe, une analyse préliminaire des dépassements a été réalisée en 2005 à partir du scénario de référence sur les émissions qui a été élaboré pour appuyer la Stratégie thématique sur la pollution atmosphérique et des modèles de dépôt de souffre et d'azote découlant des estimations de l'EMEP. D'après les résultats obtenus, les charges critiques pour l'acidification et l'eutrophisation et les charges critiques pour la biodiversité sont dépassées de 11 %, 68 % et 27 % respectivement dans les écosystèmes de la région de l'EMEP. Les pourcentages de la surface de l'écosystème à risque dans les 28 États membres de l'Union européenne s'élèvent respectivement à 13 %, 81 % et 28 %.

7. À la trente-troisième réunion de l'Équipe spéciale de la modélisation et de la cartographie (Wallingford, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord, 4-6 avril 2017), des représentants des centres nationaux de liaison ont souligné qu'il fallait poursuivre les travaux, en particulier sur les charges critiques pour la biodiversité. L'Équipe spéciale a recommandé que le CCE et le Centre pour les modèles d'évaluation intégrée (CMEI) prennent d'ores et déjà en compte les charges critiques actualisées pour l'acidification et l'eutrophisation du modèle d'interaction et de synergie entre les gaz à effet de serre et la pollution atmosphérique (modèle GAINS) dans les modèles d'évaluation intégrée. Il a cependant été noté que jusqu'à nouvel ordre, l'utilisation des charges critiques pour la biodiversité devrait être restreinte aux applications scientifiques.

III. Effets de la pollution atmosphérique sur la santé

8. En 2016, l'Organisation mondiale de la santé (OMS) a publié une étude intitulée « Ambient Air Pollution: A Global Assessment of Exposure and Burden of Disease »[6], selon laquelle près de 290 000 décès survenus en 2012 dans les pays à hauts revenus et 190 000 dans les pays à revenus moyens ou faibles d'Europe pouvaient être attribués à la pollution atmosphérique. L'OMS a entrepris d'actualiser sa base de données sur la pollution de l'air ambiant en y incorporant des estimations plus récentes concernant notamment d'autres villes, et d'élaborer des méthodes permettant la prise en compte des données recueillies dans les zones rurales.

[6] OMS, Genève.

9. En 2016, l'OMS a lancé AirQ+, un outil informatique qui quantifie les effets de l'exposition à la pollution atmosphérique sur la santé et produit notamment des estimations de la réduction de l'espérance de vie. Une année après son lancement, AirQ+ avait été téléchargé dans 290 villes et 70 pays. Une enquête en ligne a révélé que 92 % des utilisateurs avaient exprimé un intérêt pour un forum d'utilisateurs. L'OMS a aidé plusieurs États membres à quantifier les effets de la pollution atmosphérique sur la santé humaine. Pendant la vingtième réunion de l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique (Bonn (Allemagne), 16 et 17 mai 2017), deux de ces États, la Hongrie et la Serbie, ont communiqué des études de cas sur l'utilisation d'AirQ+ et fourni en retour des informations utiles sur les emplois futurs de cet outil. Afin de continuer de renforcer la sensibilisation aux effets nuisibles de la pollution atmosphérique sur la santé humaine dans la région, l'OMS a commencé à établir un programme de renforcement des capacités (prévoyant notamment le recours au logiciel AirQ+) à l'intention des experts de la santé publique et de l'environnement, des décideurs et des associations concernées. Elle a entrepris de mettre à jour AirQ+, lequel intégrera désormais aussi la fonction DALY (année de vie corrigée du facteur invalidité).

10. Lancée en 2016, la mise à jour des Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air se poursuit à l'échelle mondiale. Ce projet a pour objet de fournir des limites numériques actualisées de concentration et, dans la mesure du possible, des précisions sur la forme de la fonction concentration-réponse, pour un certain nombre de polluants atmosphériques ambiants, pour des temps moyens correspondants et en lien avec les résultats sanitaires essentiels. Les polluants atmosphériques visés sont les suivants : particules et fractions de particules d'un diamètre inférieur à 2,5 microns et à 10 microns (PM, $PM_{2,5}$ et PM_{10}), dioxyde d'azote, ozone, dioxyde de soufre et monoxyde de carbone. Les résultats sanitaires qui doivent être systématiquement examinés en application des lignes directrices ont été sélectionnés sur la base d'un cadre tenant compte des facteurs de causalité et d'intensité. Tout en variant en fonction des polluants et du temps moyen, ces résultats tiennent notamment compte de la mortalité (toutes causes confondues et/ou par cause) et des visites aux services des urgences, ainsi que des admissions à l'hôpital pour asthme ou cardiopathie ischémique. La méthodologie détaillée pour établir des lignes directrices et mener des examens systématiques et des méta-analyses fera l'objet d'une mise au point continue durant la période 2017-2018.

IV. Effets des polluants atmosphériques sur les écosystèmes terrestres : signes de régénération mais persistance des menaces

A. Forêts

11. La surveillance à long terme menée dans le cadre du Programme de coopération internationale pour l'évaluation et la surveillance des effets des polluants atmosphériques sur les forêts (PIC Forêts) offre des possibilités considérables pour les études relatives aux effets, comme le démontre la publication de 24 articles scientifiques (International Scientific Indexing) fondés sur les données de PIC Forêts ou s'appuyant fortement sur l'infrastructure des PIC Forêts entre mai 2016 et mai 2017. Une étude sur les écosystèmes met en évidence la grande valeur des longues séries de données dans le cadre d'une analyse des données sur les sols, les dépôts, les feuillages et la défoliation qui ont été recueillies sur deux placettes situées dans la chaîne de collines de Solling (Allemagne), où des activités de surveillance sont menées depuis les années 60. D'une manière générale, dans des conditions comparables, des apports plus élevés de polluants atmosphériques ont été trouvés dans les peuplements d'épicéas que dans les peuplements de hêtres. Les apports de souffre les plus élevés se sont produits vers 1980 et les apports d'azote étaient aussi beaucoup plus élevés dans les années 70 et 80 qu'aujourd'hui. Signe d'une saturation en azote, des quantités considérables de nitrate s'écoulent ponctuellement des forêts d'épicéas depuis les années 70, alors que les écoulements de nitrate dans les peuplements de hêtres n'ont commencé qu'après 2000. Les feuillages de hêtre et d'épicéa ont montré une baisse importante du potassium au fil des décennies, tandis que le rapport cation basique/azote

dans les feuillages n'a baissé que dans les échantillons d'épicéa. La défoliation, qui fait l'objet d'une estimation depuis les années 80, se situe constamment à un degré élevé (environ 30 %) pour les hêtres et les épicéas, alors que des peuplements adjacents qui ont été chaulés sont moins touchés par la défoliation. La diminution des dépôts de souffre et, dans une moindre mesure, d'azote, est le résultat des mesures internationales de purification de l'air qui ont été menées au titre de la Convention ; toutefois, les charges critiques d'azote acidifiant et eutrophisant continuent d'être dépassées. Avec la remobilisation du souffre contenu dans les sols, l'écoulement des cations basiques se poursuit et ce n'est que sur la placette de hêtres que l'on observe quelques signes de régénération à la suite de l'acidification, ce qui rend indispensable la poursuite des activités de surveillance.

12. La composition de la végétation au sol et la manière dont elle a évolué entre 1995 et 2006, en comparaison avec les sites de degré II de PIC Forêts situés dans toute l'Europe, ont été analysées. Des données sur la chimie des sols, le climat, la composition des espèces d'arbres et l'âge des peuplements ont été utilisées comme des variables explicatives, ainsi que des estimations des dépôts de sulfates, de nitrates et d'ammoniac obtenues par interpolation. La variation spatiale est principalement déterminée par les facteurs traditionnels liés au type de sol et au climat. Toutefois, une part importante de la composition floristique pourrait être attribuée aux dépôts atmosphériques de nitrate. Il est intéressant de noter que les changements de la composition floristique intervenus au fil du temps étaient aussi liés aux dépôts de nitrate, ce qui n'a toutefois pas pu être démontré pour aucune espèce prise isolément. Une approche utilisée en Tchéquie a permis de déceler des coïncidences entre la présence d'espèces nitrophiles et, principalement, le rapport carbone-azote dans le sol, et aussi, mais de manière moins évidente, la concentration totale d'azote dans les couches supérieures des sols minéraux.

B. Surveillance intégrée de l'état des bassins hydrographiques

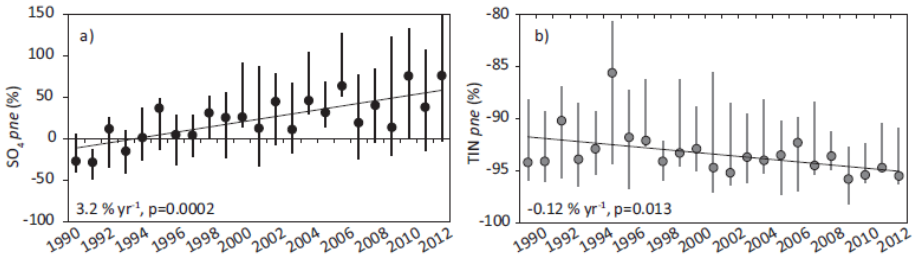
13. Les bilans annuels entrées-sorties locaux des sulfates (SO_4) et de l'azote total inorganique (TIN) ont été calculés pour 17 sites européens du Programme international concerté de surveillance intégrée des effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes en 1990-2012 (PIC-Surveillance intégrée). L'analyse a aussi porté sur les tendances temporelles en matière de flux entrants (dépôts) et de flux de lessivage (eaux de ruissellement), et sur la rétention nette/les dégagements nets de SO_4 et d'azote total inorganique. Les différences marquées entre les flux entrants et les flux de lessivage de SO_4 et d'azote total inorganique font apparaître de forts gradients dans les effets de la pollution atmosphérique en Europe, les dépôts et les flux d'eaux de ruissellement les plus élevés ayant été observés sur des sites du PIC-Surveillance intégrée situés dans le sud de la Scandinavie et dans certaines zones d'Europe centrale et orientale, et les flux les plus faibles dans le nord de l'Europe, sur des sites plus éloignés. Une importante baisse du total des dépôts secs et humides de SO_4 non marins et des dépôts bruts d'azote total inorganique a été constatée sur 90 % et 65 % des sites, respectivement.

14. Les flux de SO_4 non marins dans les eaux de ruissellement ont beaucoup diminué dans 65 % des sites, ce qui montre que les activités internationales de réduction des émissions qui ont été menées ces vingt dernières années à l'échelon européen ont eu des effets positifs. S'il est vrai que les bassins hydrographiques ont retenu des sulfates du début au milieu des années 90, une évolution vers un dégagement net s'est produite à partir de la fin des années 90, peut-être sous l'effet de la mobilisation des anciens réservoirs de souffre qui se sont constitués pendant la période où les dépôts atmosphériques de SO_4 étaient élevés (fig. 1). En dépit de la diminution des dépôts, les résultats concernant les flux sortants et les taux de rétention d'azote total inorganique ont été mitigés, les pentes de tendances étant aussi bien descendantes (neuf sites) qu'ascendantes (huit sites), et les tendances enregistrées étaient rarement marquées. D'une manière générale, la rétention d'azote total inorganique a été forte dans les bassins hydrographiques non touchés par les perturbations naturelles. Les dégagements nets de SO_4 par les sols forestiers peuvent retarder la régénération des eaux de surface en cas d'acidification, et l'augmentation continue de l'azote dans les sols de captage, qui met la biodiversité terrestre en danger, peut entraîner à la longue une augmentation de l'azote total inorganique dans les eaux de

ruissellement due à la saturation en azote. Il est donc nécessaire de continuer de surveiller et d'évaluer les bilans massiques.

Figure 1

Percentiles annuels (25 %, valeur médiane 50 %, 75 %) du pourcentage de rejet net (pne (%)) de SO_4 [a)] et d'azote total inorganique [b)] sur les sites du PIC-Surveillance intégrée CZ01, CZ02, DE01, FI01, FI03, NO01, NO02 et SE04 de 1990 à 2012



Source : Jussi Vuorenmaa *et al.*, « Long-term sulphate and inorganic nitrogen mass balance budgets in European ICP Integrated Monitoring catchments (1990-2012) », *Ecological Indicators*, vol. 76 (2017) p. 15 à 29. DOI : http://dx.doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.12.040.

V. Effets de la pollution atmosphérique sur les écosystèmes aquatiques

15. Le réseau de surveillance du Programme international concerté d'évaluation et de surveillance des effets de la pollution atmosphérique sur les cours d'eau et les lacs (PIC-Eaux) est conçu pour fournir des informations sur les effets qu'exercent sur la chimie de l'eau les changements qui se produisent au niveau des charges de polluants atmosphériques. De nouveaux pays (la République de Moldova, notamment) commencent à contribuer à cet effort de surveillance, alors que d'autres (l'Irlande et la Pologne) reprennent leur participation. La collaboration en vertu de la Convention s'est intensifiée au travers de l'organisation de réunions conjointes avec le PIC-Surveillance intégrée. Les rapports et résultats produits à ce titre restent pertinents du point de vue de la Convention et d'autres instruments également, par exemple la Directive de l'Union européenne fixant des plafonds d'émission nationaux pour certains polluants atmosphériques[7] ou la Convention de Minamata sur le mercure.

16. Étant donné que les émissions de mercure (Hg) sont réglementées et visées dans les législations, conventions et accords de portée internationale anciens et nouveaux (par exemple le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique, la Convention de Minamata et la Directive-cadre de l'Union européenne dans le domaine de l'eau[8]), la collecte de données concernant la répartition spatiale et les tendances temporelles des niveaux de mercure dans les écosystèmes revêt un intérêt tout particulier. La base de données sur le mercure contenu dans les poissons en Finlande, en Norvège et en Suède, qui contient également des données sur la péninsule de Kola, compte plus de 50 000 observations de cette nature pour la période 1965-2015 (cette base de données est la plus complète de ce type). Dans plus de 40 % des près de 2 800 lacs figurant dans la base de données, les taux de mercure relevés sont supérieurs aux normes de qualité de l'environnement classiques (0,5 mg par kg), fixées comme limites pour la consommation humaine. Aucun changement uniforme des tendances temporelles au niveau des concentrations de mercure dans les poissons provenant de lacs pour lesquels on disposait d'un historique suffisant (moins de cinq ans de données) n'a été observé. Le rapport correspondant sera publié d'ici à septembre 2017.

[7] Directive 2001/81/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2001 fixant des plafonds d'émissions nationaux pour certains polluants atmosphériques, 2001, Journal officiel L 309.

[8] Directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, 2000, Journal officiel L 327.

17. Il est ressorti d'une étude portant sur les lacs de haute altitude des Alpes du Sud en Suisse que la chimie de l'eau (la teneur en sulfate et en nitrate) de la plupart des lacs reflétait la chimie des précipitations et présentait des signes manifestes de régénération chimique. Néanmoins, les caractéristiques de certains lacs se trouvant à l'altitude la plus élevée s'écartaient de la norme. Le dégagement de souffre et de cations basiques provenant de la fonte du pergélisol a semblé être la meilleure explication à ce phénomène. Des situations analogues ont été observées dans des lacs de haute altitude en Amérique du Nord et elle s'expliquaient également par la fonte du pergélisol. Les lacs de haute altitude se trouvant dans des zones à pergélisol fonctionnent comme des systèmes d'alerte rapide quant aux conséquences des changements climatiques sur l'écosystème.

VI. Modélisation des niveaux et des charges critiques

A. Niveaux critiques de pollution par l'ozone de la végétation établis sur la base des flux

18. À sa trentième réunion (Poznan, Pologne, 14-17 février 2017), l'équipe spéciale du Programme international concerté relatif aux effets de la pollution atmosphérique sur la végétation naturelle et les cultures a adopté 21 niveaux critiques d'ozone pour la végétation en prenant pour repère le flux stomatique. Une distinction a été opérée entre les niveaux critiques propres aux espèces ou groupes, appliqués pour évaluer en détail les risques sur la base des relations flux-effets mises au point pour certaines espèces de plantes ou certain groupe d'espèces de plantes (POD_YSPEC), et les niveaux critiques propres à un type de végétation devant permettre une évaluation indicative des risques pour une modélisation à grande échelle, y compris les modèles d'évaluation intégrée (POD_YIAM). Seize relations flux-effets de type POD_YSPEC avec leurs niveaux critiques et cinq relations flux-effets de type POD_YIAM avec leurs niveaux critiques sont à présent disponibles. Les niveaux critiques peuvent être utilisés pour calculer l'ampleur des dépassements selon l'endroit où ils ont été observés. Des informations supplémentaires sont disponibles dans le chapitre 3 révisé « Mapping critical levels for vegetation » de l'ouvrage *Manual on Methodologies and Criteria for Modelling and Mapping Critical Loads and Levels and Air Pollution Effects, Risks and Trends*[9].

19. Les relations flux-effets et niveaux critiques de type POD_YSPEC peuvent s'appliquer à toute échelle géographique. Dans le cas des cultures, ils peuvent être appliqués pour quantifier les conséquences néfastes que peut avoir l'ozone sur la sécurité des ressource vivrières (pertes de rendement) et les pertes économiques qui en découlent. Dans le cas des essences forestières, ils ont été dérivés à partir d'expériences effectuées sur de jeunes arbres et peuvent être appliqués pour quantifier les conséquences néfastes que peut avoir l'ozone sur la croissance annuelle de la biomasse vivante des arbres. Ils peuvent aussi servir de point de départ pour évaluer les effets sur le stockage du carbone dans les arbres, et sur la diversité des espèces d'arbres. Selon le même principe, dans le cas de la végétation naturelle ou semi-naturelle, ils peuvent être appliqués pour quantifier le risque de possibles conséquences néfastes de l'ozone sur la production annuelle de biomasse et la capacité reproductive; ils peuvent également servir de point de départ pour évaluer les conséquences sur le stockage du carbone et la biodiversité des plantes.

20. Les modèles de flux d'ozone fondés sur les niveaux critiques propres au type de végétation ont une forme plus simple que ceux fondés sur les niveaux critiques propres à l'espèce et ont été établis spécialement pour être utilisés dans des modèles d'évaluation intégrée de grande ampleur, notamment pour l'analyse et l'optimisation des scénarios. Différents paramétrages sont appliqués pour les zones méditerranéennes et non méditerranéennes en cas d'évaluation des risques, et des niveaux critiques séparés existent

[9] La version de 2004 a été publiée par l'Agence fédérale allemande pour l'environnement (Berlin). La version de 2004 et des renseignements supplémentaires sur les dernières mises à jour apportées à cet ouvrage, y compris les chapitres actualisés, sont disponibles sur une page du site Web du PIC-Modélisation et cartographie à l'adresse http://www.icpmapping.org/Latest_update_Mapping_Manual (mis à jour le 1er février 2017).

aussi pour les arbres de forêt et la végétation naturelle ou semi-naturelle. Les paramétrages propres aux cultures peuvent être utilisés pour calculer les pertes de rendement maximales possibles et, à titre indicatif, les pertes économiques consécutives. Dans le cas des essences forestières et de la végétation naturelle ou semi-naturelle, ils donnent une indication du risque le plus élevé possible pour une estimation du coût environnemental, mais ils ne permettent pas de calculer les pertes économiques. C'est la méthode fondée sur les niveaux critiques propres aux espèces qu'il est recommandé d'appliquer dans un contexte de changements climatiques étant donné que des facteurs clefs tels que la phénologie et l'humidité du sol ne figurent pas parmi les paramètres de la méthode fondée sur les niveaux critiques propres au type de végétation.

B. Charges critiques pour l'eutrophisation et la biodiversité

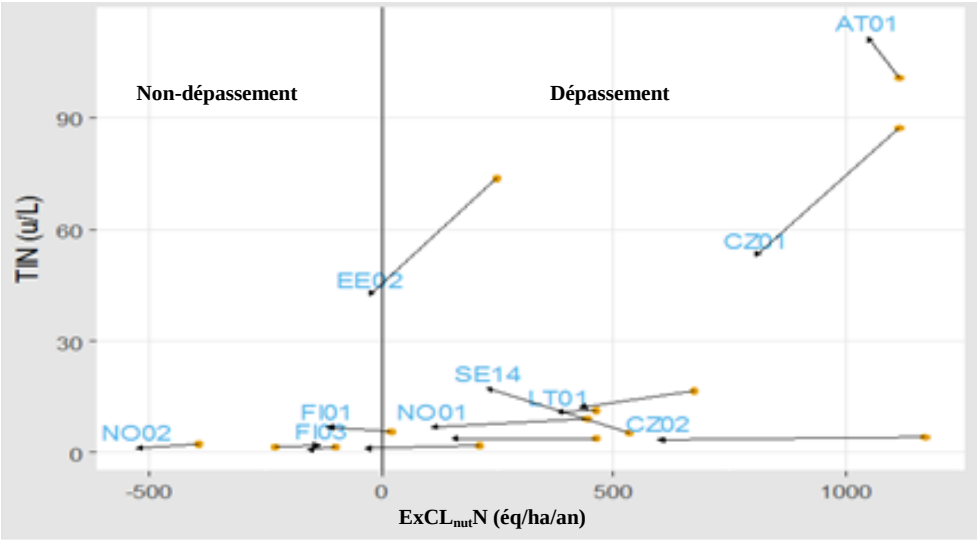
21. Les bases de données et cartes de charges critiques européennes ont été très utiles dans les négociations des protocoles à la Convention fondés sur les effets. Il importe donc d'étudier le lien entre les seuils critiques d'acidification et d'eutrophisation et les indicateurs d'impact empiriques pour expérimenter et valider les notions essentielles dans les calculs de charge critique. Les charges critiques pour l'eutrophisation et leurs dépassements ont été fixés pour une sélection de sites du PIC-Surveillance intégrée[10]. Les dépassements ($ExCL_{nut}N$) ont été calculés comme reflétant les différences entre le niveau de dépôt d'azote (N) total ($N_{tot} = NO_3 + NH_4$) et les charges critiques du bilan de masse d'azote ($CL_{nut}N$). Les concentrations et les flux d'azote inorganique total ($TIN = NO_3^- + NH_4^+$) dans les eaux de ruissellement ont été définis pour les mêmes sites comme indicateurs empiriques du niveau d'eutrophisation. La précédente détermination du dépôt et des indicateurs remontant à l'an 2000, il a été décidé de procéder à une mise à jour en utilisant les valeurs de dépôt modélisées pour 2010 et les valeurs d'indicateurs empiriques fondées sur les observations relatives à la qualité de l'eau pour la période 2013-2015.

22. Des progrès ont été constatés sur la plupart des sites, dans le sens d'un moindre dépassement des niveaux limites d'azote inorganique total et de sa moins grande concentration dans les eaux de ruissellement (fig. 2). Sur la majorité des sites, les flux entrant et sortant d'azote inorganique total ont décru entre la période d'observation de 2000 à 2002 et celle de 2013 à 2015. Les données provenant du PIC-Surveillance intégrée attestent donc du lien entre les seuils critiques modélisés et les résultats empiriques contrôlés dans le cas des flux d'azote nutritif, ce qui renforce la confiance dans la cartographie des charges critiques à l'échelon européen utilisée dans les modèles d'évaluation intégrée. Les résultats indiquent également que l'écosystème se régénère.

[10] M. Holmberg *et al.*, « Relationship between critical load exceedances and empirical impact indicators at Integrated Monitoring sites across Europe », *Ecological Indicators*, vol. 24 (2013), p. 256 à 265.

Figure 2

Concentration observée d'azote inorganique total dans les eaux de ruissellement (en ordonnée) par rapport au dépassement calculé des charges critiques d'azote nutritif (en abscisse) sur les sites du PIC-Surveillance intégrée, en utilisant les valeurs de dépôt modélisées



Note : La base des flèches se situe sur le point de données correspondant à la période 2000-2002 et la pointe des flèches se situe sur le point de données correspondant à la période 2013-2015.

23. Le Groupe commun d'experts de la modélisation dynamique a examiné les progrès accomplis dans l'élaboration et l'expérimentation de modèles dans le domaine de la biodiversité terrestre. L'élaboration de modèles s'est poursuivie au sein de plusieurs équipes de recherche, en particulier dans le cas du modèle PROPS, notamment sous la forme de travaux sur l'évaluation des modèles au regard d'ensemble de données très extensifs et très importants. L'utilité de l'indice d'adaptabilité du milieu, l'indicateur convenu à la réunion du CCE tenue à Rome en 2015, a été expérimentée en augmentant le nombre d'équipes de modélisation. En l'occurrence, le choix des espèces à inclure dans l'indice est important et influe sur les résultats. L'une des difficultés qui demeure dans le domaine de la modélisation des espèces de plantes réside dans le fait que la composition des espèces contemporaines peut refléter des conditions pédologiques antérieures (et qui n'ont pas été mesurées) et, en conséquence, des dépôts d'azote et de souffre antérieurs. D'autres facteurs (tels que les conditions d'exposition à la lumière) pourraient expliquer la dispersion constatée entre l'indice d'adaptabilité du milieu observé et modélisé et la présence d'espèces de plantes.

24. Des progrès ont aussi été accomplis dans le calcul des charges critiques pour la biodiversité conformément à la procédure définie par le CCE. Étant donné que la réponse de la plante à différents facteurs varie souvent de manière importante parmi les modèles, les fonctions de charges critiques qui en découlent ne sont comparées que dans de rares cas. Néanmoins, tous modèles confondus, seuls les niveaux de protection supérieurs à 80 % de l'indice d'adaptabilité maximum du milieu ont abouti à une réduction systématique de la charge critique dans le cas du souffre. Dans le cas de l'azote, des niveaux de protection égaux ou supérieurs à 70 % de l'indice d'adaptabilité maximum du milieu sont nécessaires pour aboutir à une réduction systématique de la charge critique. Ces travaux gagneront en robustesse quand les modèles seront expérimentés sur un nombre croissant de sites représentant un large éventail de conditions naturelles et de méthodes de modélisation.

VII. Émissions

A. Amélioration des inventaires nationaux des émissions

25. Le système de maillage de la nouvelle zone de l'EMEP, qui utilise des mailles d'une surface de 0,1° x 0,1° (longitude-latitude), est en place. La répartition spatiale des émissions est harmonisée au moyen de l'inventaire de la Base de données relative aux émissions pour la recherche atmosphérique mondiale du Centre commun de recherche de la Commission européenne. Les premières données maillées sur les émissions devraient être obtenues à partir des rapports établis en 2017. Les Parties devaient présenter leur rapport le 15 mai 2017 au plus tard, mais on s'attend à ce que des retards aient lieu cette première année. L'évaluation de la qualité et de la cohérence des émissions maillées dont ont fait rapport les Parties ou dont le Centre des inventaires et des projections des émissions s'est servi pour combler des lacunes est une activité de premier plan essentielle. En 2017, les spécialistes en émissions et en modélisation du Centre de synthèse météorologique-Ouest participeront à ces travaux en priorité. Ainsi, le Centre de synthèse météorologique-Ouest ne calculera pas de nouvelles matrices source-récepteur pour le modèle d'évaluation intégrée avant que les nouvelles émissions maillées ne soient correctement évaluées et il axera ses travaux principalement sur le processus de vérification, en appliquant le modèle à de nouveaux ensembles de données d'émissions maillées. Il sera très difficile de redistribuer les années antérieures selon la nouvelle résolution de 0,1° x 0,1°, demandée par les modélisateurs, et cette étape sera examinée dans un deuxième temps. En outre, un travail accru de comparaison s'imposera entre ces données officielles et celles d'autres inventaires d'émissions établis dans des cadres scientifiques différents (le Programme-cadre de l'Union européenne pour la recherche et l'innovation « Horizon 2020 » et le Service de surveillance de l'atmosphère du programme Copernicus) pour garantir la conformité des émissions notifiées selon l'état des connaissances scientifiques du moment.

26. Il convient de noter que la présentation de rapports sur les inventaires à l'EMEP s'est légèrement améliorée, en particulier en ce qui concerne les pays d'Europe orientale, du Caucase et de l'Asie centrale. Les activités de renforcement des capacités organisées par le secrétariat de la Commission économique pour l'Europe semblent avoir incité les pays à améliorer leurs données. Il serait bienvenu de poursuivre ces activités.

27. Un nouveau sujet délicat nécessite des activités conjointes de la part des spécialistes des émissions et de la modélisation. Il concerne le traitement des composés organiques condensables et semi-volatils dans les inventaires des émissions qui pourraient avoir une incidence sur le volume des émissions de matières particulaires et les concentrations dans l'air ambiant. Des études scientifiques récentes ont mis en évidence le rôle majeur des composés organiques semi-volatils dans la formation d'aérosols secondaires et la possibilité que les concentrations de matières particulaires modélisées à l'aide de modèles de transport de substances chimiques actuels soient sous-estimées en raison du manque de données relatives aux émissions (composés organiques semi-volatils) et d'un paramétrage inadapté du processus dans le modèle. Pour donner suite à une recommandation d'un atelier conjoint de l'Équipe spéciale des inventaires et des projections des émissions et de l'Équipe spéciale des mesures et de la modélisation tenu à Zagreb en mai 2016, il a été décidé d'établir un questionnaire et de l'envoyer aux Parties afin d'obtenir des informations plus détaillées sur la façon dont elles font rapport sur leurs émissions de matières particulaires (en indiquant ou non la partie condensable pour divers secteurs). Quarante-quatre Parties ont répondu à ce questionnaire géré par l'Équipe spéciale des inventaires et des projections des émissions et la synthèse de leurs réponses contribuera à définir une stratégie entre les spécialistes des émissions et de la modélisation pour rendre compte de la situation sur ce point important.

28. Les données relatives aux émissions de carbone noir sont rassemblées volontairement par les Parties à la suite de la procédure d'établissement de rapports. Cette initiative est une réussite qui devrait être mise au point et partagée avec d'autres organisations s'intéressant aussi aux méthodologies établies au titre de la Convention et à sa base de données sur les émissions de carbone noir. En particulier la Coalition pour le climat et la qualité de l'air et le Programme de surveillance et d'évaluation de l'Arctique ont exprimé le souhait de renforcer la coopération avec la Convention et l'EMEP à ce sujet.

B. Demandes d'ajustement aux inventaires des émissions

29. Pour l'année 2017, une nouvelle demande (Espagne) d'ajustements aux inventaires des émissions dans le secteur agricole a été confirmée par le Centre des inventaires et des projections des émissions. Par ailleurs, les vérificateurs sont censés vérifier également les ajustements approuvés au cours des années 2014, 2015 et 2016. Pour rendre la procédure plus efficace, le Centre a élaboré un système de base de données en ligne[11] qui permet de calculer les différences entre les données relatives aux émissions déjà approuvées et les données plus récentes communiquées en 2017. En outre, les pays sont invités à déclarer dans un document Word d'une page qu'aucun changement important n'a été introduit dans leurs critères ou leurs méthodes et à expliquer, le cas échéant, les raisons des différences mineures observées dans les émissions calculées. Si tous les pays fournissent les informations demandées, l'examen des ajustements approuvés précédemment devrait nécessiter sensiblement moins de ressources. Ce processus a abouti à des résultats fructueux en 2016.

VIII. Transport hémisphérique des polluants atmosphériques

30. Les travaux de l'Équipe spéciale du transport des polluants atmosphériques à l'échelle de l'hémisphère visent à développer la coopération internationale en vue d'évaluer à l'échelle mondiale les schémas de pollution atmosphérique. Ils ont permis d'établir un dispositif en vue de mener une expérience de comparaison des modèles dont les résultats devraient permettre d'actualiser les résultats du premier exercice portant sur le transport hémisphérique des polluants atmosphériques mené en 2010 et de conduire une nouvelle analyse des effets de la pollution atmosphérique (pour ce qui est notamment des flux d'ozone et de l'application d'une résolution plus fine). À l'heure actuelle, des expériences coordonnées évaluant les effets de diminutions des émissions de polluants atmosphériques sur l'ozone et les aérosols sont menées dans le cadre d'environ 20 modèles mondiaux et 15 modèles régionaux dans diverses régions du monde. Les résultats sont disponibles mais, en raison du manque de cohérence entre les différents produits présentés par les équipes de recherche, ils sont très difficiles à analyser. Il est essentiel qu'au-delà du nombre important d'articles scientifiques publiés par les équipes ayant pris part à la deuxième expérience, les résultats puissent être synthétisés et mis à la disposition des décideurs. Ils devraient être intégrés à l'outil de sélection rapide des scénarios FASST mis au point et tenu à jour par le Centre commun de recherche de la Commission européenne pour présenter les relations source-récepteur au niveau mondial et éprouver différents résultats découlant de différents scénarios d'émissions. D'après les politiques actuelles, il est particulièrement intéressant d'examiner les effets de la réduction des émissions de méthane sur les concentrations d'ozone.

IX. Prise en considération de l'échelle urbaine

31. Afin que la Convention soit appliquée de manière plus efficace, le groupe ad hoc qui a analysé les évaluations scientifiques de 2016 effectuées au titre de la Convention[12] et qui est chargé d'y donner suite a recommandé de tenir davantage compte de l'échelle urbaine dans la future stratégie de la Convention. La majorité de la population mondiale vit dans les villes, qui sont les premières touchées par la pollution de l'air et où les niveaux d'exposition à la pollution sont les plus élevés. Il faut aussi avoir à l'esprit que la pollution de l'air en milieu urbain est non seulement le fruit des émissions locales, mais aussi du transport à longue distance des polluants. En février 2017, l'équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée a organisé un atelier sur les questions de pollution de l'air à l'échelle

[11] Voir à l'adresse webdab.umweltbundesamt.at/adjustments.

[12] Voir Rob Maas et Peringe Grennfelt, éd., *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report 2016*, Oslo, (2016) et United States Environmental Protection Agency and Environment and Climate Change Canada, *Towards Cleaner Air: Scientific Assessment Report 2016 − North America* (2016, rapport disponible en ligne).

locale à Utrecht (Pays-Bas) immédiatement après une réunion du forum FAIRMODE de l'Union européenne. Plusieurs Parties ont présenté des projets et des résultats en rapport avec leur pays et leurs villes qui ont démontré la nécessité de tisser des liens entre l'échelle urbaine et régionale pour faire face à la pollution de l'air.

32. Dans cette optique, la méthodologie urbaine uEMEP, une méthodologie de modélisation qui relie les échelles régionale et urbaine dans le modèle de l'EMEP, a été présentée et a fait l'objet d'un débat à la dix-huitième réunion de l'Équipe spéciale des mesures et de la modélisation (Prague, 3-5 mai 2017). L'un des aspects importants de cette méthodologie est la possibilité de calculer la proportion de la pollution atmosphérique d'origine locale dans chaque maille du quadrillage de l'EMEP. Les données indirectes sur les émissions et un modèle gaussien sont employés pour ventiler à nouveau la part locale de la pollution dans une étape suivante. Cette méthodologie offre de nouvelles possibilités pour établir des modèles cohérents reliant les échelles régionale et urbaine et évaluer l'importance du transport à longue distance des polluants dans les villes.

33. L'Équipe spéciale des mesures et de la modélisation a aussi lancé une nouvelle activité faisant appel à un triple dispositif de surveillance, dont un situé en ville, un autre en zone périurbaine et un autre encore affecté à la surveillance de la pollution de fond pour évaluer la part que prend le transport à longue distance des polluants dans la pollution de l'air urbain (le projet Twin Sites). Cette activité, qui s'appuie sur des observations fondées sur la spéciation chimique de matières particulaires, sera suivie d'évaluations de modèles spécifiques.

34. Les activités traitant de la prise en compte de l'échelle urbaine devraient être incluses dans le plan de travail de plusieurs organes de l'EMEP pour la période 2018-2019.