



**Conseil économique
et social**

Distr.
GÉNÉRALE

ECE/EB.AIR/GE.1/2007/14
ECE/EB.AIR/WG.5/2007/10
13 juin 2007

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 (EMEP)

Trente et unième session

Genève, 3-5 septembre 2007

Point 4 f) de l'ordre du jour provisoire *

Groupe de travail des stratégies et de l'examen

Quarantième session

Genève, 17-20 septembre 2007

Point 3 de l'ordre du jour provisoire **

MODÈLES D'ÉVALUATION INTÉGRÉE

**ATELIER SUR LA LUTTE EFFICACE CONTRE
LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE URBAINE**

Rapport du Président de l'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée

1. L'atelier sur la lutte efficace contre la pollution atmosphérique urbaine s'est tenu les 16 et 17 novembre 2006 à Laxenburg (Autriche), conformément au plan de travail de 2006 de l'Organe exécutif. Il a été organisé par l'Équipe spéciale des modèles d'évaluation intégrée et l'Équipe spéciale des mesures et de la modélisation. L'Institut international pour l'analyse des systèmes appliqués (IIASA) l'a accueilli, conformément au plan de travail de l'Organe exécutif.

* ECE/EB.AIR/GE.1/2007/1.

** ECE/EB.AIR/WG.5/87.

2. Cinquante-deux experts ont participé à l'atelier. Étaient représentées les Parties suivantes à la Convention: Allemagne, Autriche, Chypre, Croatie, Espagne, Finlande, France, Italie, Norvège, Pays-Bas, Royaume-Uni de Grande-Bretagne et d'Irlande du Nord et Suède. Étaient également représentés les organes suivants: Équipe spéciale des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique du Groupe de travail des effets, Centre pour les modèles d'évaluation intégrée (CMEI) du Programme concerté de surveillance continue et d'évaluation du transport à longue distance des polluants atmosphériques en Europe (EMEP), Centre de synthèse météorologique-Ouest (CSM-O) de l'EMEP, Groupe d'experts des particules, Groupe d'experts des questions technico-économiques, Centre commun de recherche (CCR) de la Communauté européenne, Agence européenne pour l'environnement (AEE) et Organisation européenne des compagnies pétrolières pour l'environnement, la santé et la sécurité (CONCAWE). Un membre du secrétariat était également présent.

3. M. R. Maas (Pays-Bas) et M. R. Derwent (Royaume-Uni) ont présidé la réunion.

I. OBJECTIFS DE L'ATELIER

4. Les objectifs de l'atelier étaient les suivants:

a) Examiner l'état actuel des connaissances concernant les différents aspects se rapportant à l'élaboration de stratégies d'un bon rapport coût-efficacité destinées à réduire les risques que présente la pollution atmosphérique pour la santé, et en extraire des résultats pertinents pour l'élaboration de politiques;

b) Examiner des méthodes destinées à rassembler l'information en vue de faciliter le processus décisionnel pour l'élaboration de stratégies plus efficaces de lutte contre la pollution.

5. Les questions suivantes ont été traitées:

a) Mesure et modélisation de l'exposition des populations urbaines aux matières particulaires (MP) et à l'ozone (O₃);

b) Résultats les plus récents tirés des études d'impact sur la santé;

c) Relations entre la qualité de l'air en milieu urbain et la pollution à l'échelle régionale sur la base des éléments obtenus à partir de données de surveillance dans différentes régions européennes, et résultats des exercices de modélisation;

d) Méthodes modernes mises au point pour une évaluation intégrée destinée à faire la part des mesures locales de lutte contre les émissions et des mesures prises à l'échelle de l'Europe.

6. M. L. Hordijk a souhaité la bienvenue aux participants au nom de l'IIASA.

II. CONCLUSIONS

A. Surveillance de la qualité de l'air et des effets sur la santé

7. Les participants ont noté que la compréhension des effets des matières particulaires sur la santé avait fortement progressé ces dernières années. Les réductions des émissions prévues dans le Protocole de Göteborg avaient eu des retombées positives en termes de diminution des concentrations d'aérosols inorganiques secondaires. Les effets sur la santé des matières particulaires, de l'O₃, du dioxyde de soufre (SO₂) et des oxydes d'azote (NO_x) ont été étudiés dans le cadre de l'examen du Protocole de Göteborg.

8. Les participants ont pris note des définitions ci-après de l'accroissement urbain des concentrations et du facteur «City-Delta» pour les matières particulaires fines (MP_{2,5}):

a) Accroissement urbain: accroissement des concentrations dans une ville dû aux émissions dans cette ville (c'est-à-dire la différence entre les concentrations de MP_{2,5} dans l'air urbain de fond et les concentrations sur un site venté);

b) City-Delta: correction appliquée à une valeur de concentration de matières particulaires calculée à l'aide d'un modèle régional de dispersion dans une grille de résolution 50 km × 50 km, en vue d'obtenir la concentration de fond dans une ville au sein de la cellule de grille considérée.

9. Se fondant sur l'analyse de la composition des matières particulaires effectuée au niveau de 34 stations en Europe, les participants ont noté qu'une même variation de la masse des MP₁₀ en Europe pourrait se traduire par des effets différents sur la santé. La part des MP_{2,5} dans le total des MP₁₀ était variable, tout comme l'était leur composition chimique. La concentration en nombre, dominée par les particules d'un diamètre inférieur à 0,1 µm, pourrait également contribuer aux effets nocifs. Les participants à l'atelier sont convenus qu'il était important de poursuivre la collecte et la comparaison des données sur la composition chimique des matières particulaires. Il est indispensable, si l'on veut faire une synthèse des données de mesure, d'harmoniser la classification des stations de surveillance situées en zone rurale, urbaine ou en bordure de chaussée.

10. Les participants ont observé que les accroissements urbains de matières particulaires grossières (MP₁₀) et des MP_{2,5} pourraient théoriquement être évalués à l'aide d'ensembles cohérents de mesures de matières particulaires enregistrées sur des sites jumeaux (situés l'un en zone urbaine et l'autre en zone rurale ventée). Il convient de noter, en comparant les valeurs observées aux valeurs de sortie du modèle EMEP, que ce dernier ne prend pas en compte toutes les fractions de matières particulaires (telles que les poussières minérales et les aérosols organiques secondaires). De plus, le modèle EMEP calcule la valeur moyenne pour une cellule de 50 km × 50 km, grandeur qui sera supérieure à la valeur rurale de fond si la cellule considérée couvre pour l'essentiel une grande ville. Les participants ont noté que, même après harmonisation des données, les accroissements urbains et les gradients spatiaux estimés varieraient dans le temps. La variation saisonnière pourrait être importante. L'analyse des composants constituant les matières particulaires pourrait contribuer à mettre en évidence les sources de pollution à considérer. Les participants ont relevé qu'au niveau des stations rurales la

part de nitrate d'ammonium pourrait augmenter en hiver en raison de conditions thermodynamiques plus favorables aux processus chimiques concernés. La combustion de bois à usage ménager pourrait générer une part significative de la masse de matières particulaires primaires, qui pourraient être transportées à longue distance. Il existe des techniques des traceurs pour étudier l'origine des matières particulaires organiques.

11. Les participants ont observé que les concentrations de fond régionales dominaient les concentrations urbaines d'après les données sur l'ozone et les matières particulaires de la base européenne «Airbase». Les variations au sein d'une ville pouvaient atteindre 30 %. Les concentrations de $MP_{2,5}$ et MP_{10} se sont révélées fortement corrélées. La part des $MP_{2,5}$ dans le total des MP_{10} était d'environ 70 à 80 % en zone rurale mais était généralement moindre dans les villes (60 %). La part du carbone élémentaire (CE) et du carbone organique (CO) dans les $MP_{2,5}$ était plus élevée dans les villes qu'en zone rurale (30 à 40 %). La part des aérosols inorganiques secondaires dans les $MP_{2,5}$ était de 30 à 40 %. Ce pourcentage était plus élevé dans les villes qu'en zone rurale. Aucune tendance claire relative aux MP_{10} n'a été détectée (probablement à cause des conditions météorologiques), bien que les émissions aient diminué. Concernant l'ozone, des tendances à la hausse ont été enregistrées en zone urbaine et (dans une moindre mesure) en zone rurale. L'indicateur d'ozone SOMO35 (somme des moyennes journalières sur huit heures dépassant 35 parties par milliard (ppb)) avait une valeur relativement constante entre 1995 et 2005. Les différences de concentrations d'ozone entre zones urbaines et zones rurales s'étaient amoindries, du fait de la disparition progressive des diminutions urbaines.

12. Les participants ont pris note des *Directives sur la qualité de l'air* de l'Organisation mondiale de la santé (OMS), qui définissent des objectifs ambitieux en matière de lutte contre la pollution atmosphérique. Ces directives recommandent de porter attention à l'exposition à long terme aux $MP_{2,5}$, même lorsque les concentrations sont faibles. Toutefois, les expositions à court terme (vingt-quatre heures) et l'exposition aux particules grossières MP_{10} présentaient également un risque pour la santé, même si celui-ci était moindre que dans le cas précédent. Les risques cardiovasculaires liés aux particules fines étaient de plus en plus patents. La mise à jour d'une étude menée dans six villes des États-Unis a confirmé que les risques sanitaires diminuaient si la durée des expositions baissait. Des études de cohorte européennes étaient disponibles et conformes à celles des États-Unis. Les risques pour la santé pourraient être plus élevés si l'évaluation de l'exposition était plus précise. La variation des risques pour la santé due à l'hétérogénéité de la masse des $MP_{2,5}$ devrait être davantage étudiée, l'importance des différences de composition des matières particulaires ayant été mise en évidence par de nouvelles études épidémiologiques menées aux États-Unis. L'OMS prévoit d'organiser, parallèlement à la réunion de l'Équipe spéciale de la santé, un atelier sur l'incidence sur la santé des matières particulaires issues de diverses sources les 26 et 27 mars 2007 à Bonn (Allemagne), en vue d'évaluer les progrès de la recherche sur cette question importante.

B. Modélisation de la qualité de l'air

13. Les participants ont pris note des trois phases du projet City-Delta de l'Union européenne visant à évaluer les diminutions de concentrations d'ozone et les accroissements de concentrations de matières particulaires en milieu urbain à l'aide de plusieurs modèles à haute résolution dans un échantillon de villes européennes. Tous les modèles ont permis d'obtenir une simulation raisonnable des concentrations d'ozone, les résultats étant cependant meilleurs

dans les zones rurales que dans les zones urbaines. Les variations journalières et saisonnières relatives ont été perçues. Les simulations relatives aux MP_{10} étaient plutôt médiocres, même si les modèles à grande échelle observés entraînaient une sous-estimation encore plus marquée des concentrations de masse. Aucune validation systématique des concentrations de $MP_{2,5}$ n'était disponible en raison de l'absence de mesures. La moyenne des résultats des différents modèles (considérés dans leur ensemble) donnait de meilleurs résultats qu'un modèle considéré isolément. Le projet a permis de mieux comprendre le comportement des modèles, l'amélioration des inventaires des émissions urbaines pouvant favoriser de meilleurs résultats.

14. Les participants ont noté qu'une modélisation était nécessaire à toutes les échelles spatiales de la gestion de la qualité de l'air et que les mesures n'étaient à ce stade disponibles que pour un certain nombre de sites sélectionnés, les modèles étant utilisés en complément pour les zones sans mesure. Les modèles pourraient également servir à prévoir les niveaux futurs de la qualité de l'air et les effets des mesures de lutte contre la pollution. Ils pourraient permettre d'établir des liens entre les échelles spatiales, notamment pour évaluer l'incidence sur la santé et les effets des stratégies de lutte contre la pollution. La résolution 50 km x 50 km actuellement appliquée a probablement conduit à sous-estimer les risques pour la santé. Des modèles plus détaillés pourraient permettre de mieux définir les secteurs et les emplacements géographiques auxquels une priorité devrait être accordée.

15. Les participants ont noté que la législation commune avait permis d'harmoniser les pratiques de gestion de la qualité de l'air au sein de l'Union européenne. Des différences existaient toutefois au niveau local en termes de mesures et de modélisation, d'où de grandes disparités dans l'évaluation des dépassements actuels et futurs des valeurs limites de la qualité de l'air. Les prescriptions d'évaluation avaient conduit à mettre l'accent non plus sur la valeur des données recueillies par les stations de surveillance, mais sur l'élaboration de cartes de qualité de l'air. Toutefois, aucune méthode normalisée ne se dégageait clairement. Le contrôle de la qualité des données et l'examen de la modélisation étaient nécessaires tant au niveau national qu'à celui de l'Union européenne. Un dispositif s'étendant à toute l'Union était souhaitable pour obtenir des données cohérentes utilisables dans les analyses de scénarios, notamment en ce qui concerne les facteurs d'émissions de trafic et les concentrations de fond régionales. En résumé, des normes et des procédures d'examen étaient nécessaires pour harmoniser les modèles et les comparer.

16. Les participants ont pris note des travaux du Royaume-Uni sur la modélisation à échelle fine de l'exposition à l'ozone. Tous les indicateurs d'ozone modélisés tendaient à une aggravation entre 2003 et 2010. Un modèle à haute résolution spatiale s'est révélé meilleur que le modèle EMEP pour reproduire les mesures. Son efficacité dépend toutefois fortement de la disponibilité de données fiables d'inventaires d'émissions pour les précurseurs de l'ozone à l'échelle 1 km x 1 km.

C. Qualité atmosphérique urbaine dans les modèles d'évaluation intégrée

17. Les participants ont pris note des travaux effectués pour déterminer les relations fonctionnelles intervenant dans le modèle d'évaluation intégrée RAINS pour modéliser la pollution urbaine. L'objectif était de quantifier l'influence des émissions régionales et locales sur les concentrations de fond urbaines, d'évaluer les effets des $MP_{2,5}$ et de l'ozone sur la santé

et d'élaborer des relations fonctionnelles servant à l'analyse du rapport coût-efficacité, sachant qu'aucun résultat n'était encore disponible pour l'ozone. L'analyse couvrait toutes les grandes villes européennes (473 villes de plus de 100 000 habitants, c'est-à-dire 60 % de la population européenne). Les réponses associées à l'ensemble des modèles à échelle fine utilisés dans le projet City-Delta ont permis d'évaluer les effets qu'aurait la «mise hors circuit» des émissions primaires de faible niveau dans une ville. Les accroissements urbains calculés dépendaient, entre autres facteurs, de la taille de la ville, du nombre de jours où la vitesse du vent était faible et des densités d'émission, que l'on a évaluées à l'aide d'une méthode descendante appliquée à la combustion du bois et aux processus industriels puisque aucun inventaire urbain n'était disponible. La concordance entre les niveaux de fond urbains modélisés et les données des stations de surveillance semblait s'être considérablement améliorée. En résumé, la méthode appliquée a conduit à des accroissements de concentrations de $MP_{2,5}$ pouvant atteindre $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ mais restait sensible à la définition du domaine cible et à la qualité des données d'émissions. Plus précisément, l'hypothèse selon laquelle la valeur de combustion de bois attribuée à une cellule de grille était proportionnelle à la population risquait d'entraîner une surestimation des émissions de matières particulaires dans les villes. De faibles accroissements urbains de concentrations ont été relevés dans certains pays, peut-être parce que les émissions domestiques de $MP_{2,5}$ par habitant y étaient moindres que dans la majorité des pays. Les données météorologiques utilisées pourraient également expliquer ces faibles accroissements. On a considéré que les incertitudes touchant les données de surveillance disponibles et le manque d'informations sur la classification des sites de surveillance étaient un frein à la mise en œuvre d'une validation élargie.

18. Les participants ont pris note de l'étude sur les relations entre les accroissements de concentrations de matières particulaires au niveau local et les émissions dans la grille de résolution $50 \text{ km} \times 50 \text{ km}$ au Royaume-Uni. Un modèle d'attribution des sources spécifique aux sites a servi à étudier, sur 132 sites du pays l'effet d'une mise hors circuit de toutes les sources $MP_{2,5}$ primaires locales et à estimer les accroissements urbains de concentrations pour des cellules de grille de $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$. Comme on pouvait s'y attendre, les hausses étaient plus élevées que celles calculées à l'aide du modèle RAINS, pour lequel seules les sources d'émissions primaires de faible niveau avaient été mises hors circuit et où l'accroissement moyen était calculé pour une cellule de grille de $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$. Des analyses plus approfondies relatives aux seules sources d'émissions de faible niveau avec une taille de grille plus grande pourraient permettre de comprendre les différences par rapport aux autres estimations d'accroissement.

D. Possibilités de lutte contre les émissions polluantes dans les zones urbaines

19. Les participants ont pris note de l'étude sur l'efficacité des politiques et des programmes nationaux et urbains menés en Europe, dans laquelle étaient résumés les plans et les programmes de gestion établis en application de la Directive de l'Union européenne sur la qualité de l'air. Il a été fait état d'excès de MP_{10} , de SO_2 et de dioxyde d'azote (NO_2), dont 60 % couvraient des zones de plus de $10 \text{ km} \times 10 \text{ km}$. Le trafic était considéré comme la principale source des excès de NO_2 et de matières particulaires. Les sources résidentielles étaient considérées comme la seconde cause la plus importante expliquant la présence de matières particulaires. Les programmes et les plans actuels ne semblaient pas suffisants pour assurer le respect

des valeurs limites de qualité de l'air. Dans de nombreux cas, l'efficacité des mesures n'était pas évaluée, même s'il existait plusieurs exemples de bonne pratique. Des mesures locales pourraient présenter un bon rapport coût-efficacité, notamment l'instauration de limites de vitesse, de politiques de parking, de transports non polluants, de routes propres, de zones à faibles émissions, de taxes d'accès aux centres-villes ou d'une réglementation du matériel de construction.

20. Les participants ont pris note de l'expérience relative à la taxe d'accès au centre-ville de Stockholm. L'instauration d'une période d'essai à durée limitée avait permis de réduire fortement le trafic et les émissions mais n'avait eu qu'un faible effet sur les concentrations. Les effets sur la santé calculés étaient notables. L'essai a été considéré comme une mesure offrant un bon rapport coût-efficacité par rapport à d'autres méthodes de réduction des niveaux de pollution atmosphérique.

E. Évaluation intégrée de la qualité de l'air en milieu urbain

21. Les participants ont pris note des résultats liés à une optimisation multiobjectifs destinée à sélectionner des politiques efficaces de lutte contre les émissions de MP₁₀ dans le nord de l'Italie. Le système de calcul faisait intervenir les valeurs de SO₂, de NO_x, de NH₃, des composants organiques volatils et des MP₁₀. Une étude de cas menée dans la région de Milan a mis en évidence des solutions permettant d'améliorer fortement la qualité de l'air dans les zones critiques pour un coût relativement faible et en respectant les secteurs de priorité dans le cadre d'une stratégie offrant un bon rapport coût-efficacité.

22. Les participants ont pris note de l'étude sur l'optimisation du rapport coût-efficacité grâce aux modèles RAINS et GAINS dans le cadre des mesures de lutte contre les émissions polluantes aux niveaux local et européen (le modèle GAINS tenant en outre compte, par rapport au modèle RAINS, des gaz à effet de serre et de certaines mesures non techniques). Le modèle GAINS pourrait s'inscrire dans le cadre de techniques de lutte contre plusieurs types de polluants, de mesures d'amélioration de l'efficacité énergétique et de remplacement du combustible, le modèle RAINS s'appuyant sur l'adjonction de moyens technologiques de lutte contre les émissions pour chaque type de polluant. Le modèle GAINS a permis d'élargir la gamme des réductions d'émissions possibles en intégrant la réduction des gaz à effet de serre dans un concept de réduction des émissions aussi vaste que possible. Lorsque les possibilités d'application de mesures d'efficacité énergétique et de remplacement du combustible sont «mises hors circuit», le modèle GAINS passe «en mode RAINS» et donne des résultats comparables à ceux du modèle RAINS d'origine. La formulation de facteurs «City-Delta» relatifs aux concentrations de MP_{2,5} faisait intervenir une simple relation linéaire par rapport aux émissions nationales. L'analyse du rapport coût-efficacité des mesures locales nécessiterait des matrices de transfert EMEP additionnelles pour les émissions urbaines. Des mesures applicables aux zones urbaines pouvaient être intégrées à l'analyse lorsque les réductions d'émissions résultantes étaient attribuées simultanément à toutes les villes d'un pays.

III. RECOMMANDATIONS

23. Les participants ont recommandé que des études soient menées sur les thèmes prioritaires suivants:

a) Il était nécessaire d'améliorer le lien entre les niveaux de concentration urbains et les niveaux de concentration régionaux. Plusieurs approches (en particulier l'application du facteur «City-Delta», la comparaison de mesures provenant de sites jumeaux situés l'un en zone rurale et l'autre en zone urbaine, ou l'utilisation d'une modélisation nationale plus détaillée) pourraient fournir les paramètres nécessaires pour des modèles d'évaluation intégrée;

b) Des experts nationaux devraient effectuer un examen approfondi des hypothèses et des données utilisées dans la méthode «City-Delta», d'où la nécessité pour les organismes compétents créés au titre de la Convention de mettre en place un mécanisme adapté;

c) Les résultats du projet City-Delta dépendaient de la taille des cellules de grille servant à définir le domaine cible. Les accroissements urbains de concentrations étaient plus importants lorsque la résolution spatiale augmentait. L'utilisation de données d'émissions à haute résolution pouvait donner lieu à des améliorations substantielles lorsque des modèles de dispersion à haute résolution étaient appliqués. L'exposition moyenne pondérée par le chiffre de la population en zone urbaine devrait être calculée à l'aide des estimations de modèle à haute résolution couvrant toutes les cellules de grille de la ville, en tant qu'indicateur le plus révélateur des effets de la pollution sur la santé;

d) Il était nécessaire d'avoir de meilleures informations nationales sur les émissions associées à l'exposition à l'échelle urbaine, notamment en ce qui concerne la combustion de biomasse en zone rurale et l'utilisation domestique de bois et d'autres combustibles solides;

e) Il était indispensable d'harmoniser la classification des stations de mesure, notamment en ce qui concerne les classes urbaines et les classes de trafic. D'autres informations étaient nécessaires pour garantir la comparabilité et la qualité des données de mesure. Les pays étaient encouragés à soumettre des données sur les méthodes utilisées, sur l'évaluation des incertitudes de mesure et sur les caractéristiques des stations de mesure alimentant «Airbase» (base de données sur la qualité de l'air);

f) De nouvelles études épidémiologiques et toxicologiques étaient nécessaires pour analyser l'importance de la composition des matières particulaires en termes d'effets de la pollution sur la santé;

g) Les progrès enregistrés devraient être approfondis en ce qui concerne l'étude du rapport coût-efficacité des mesures locales et le partage des informations sur les expériences;

h) Les pays devraient être encouragés à intégrer des inventaires de concentrations urbaines dans leurs bases de données nationales sur les émissions en vue de compléter leurs données d'émissions de grille alimentant le modèle EMEP;

i) Il faudrait chercher à garantir la continuité des échanges de compétences sur la modélisation de la qualité de l'air en milieu urbain, comme ont commencé à le faire les chercheurs dans le cadre du projet City-Delta.