



**Conseil économique  
et social**

Distr.  
GÉNÉRALE

ECE/EB.AIR/WG.1/2009/12  
9 juillet 2009

FRANÇAIS  
Original: ANGLAIS

---

**COMMISSION ÉCONOMIQUE POUR L'EUROPE**

ORGANE EXÉCUTIF DE LA CONVENTION  
SUR LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE  
TRANSFRONTIÈRE À LONGUE DISTANCE

Groupe de travail des effets

Vingt-huitième session  
Genève, 23-25 septembre 2009  
Point 5 de l'ordre du jour provisoire

DERNIERS RÉSULTATS ET ÉTAT ACTUEL DES CONNAISSANCES  
SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

**RISQUES QUE PRÉSENTE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE  
DUE À LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE POUR LA SANTÉ**

Rapport de l'Équipe spéciale de la santé<sup>1</sup>

**I. INTRODUCTION**

1. Le présent rapport résume les débats qui ont eu lieu sur la question des risques sanitaires liés à la combustion de la biomasse ainsi que sur les autres sujets abordés au cours de la réunion de l'Équipe spéciale, conformément au point 3.8 b) du plan de travail pour 2009 concernant la mise en œuvre de la Convention (ECE/EB.AIR/96/Add.2) adopté par l'Organe exécutif à sa vingt-sixième session en décembre 2008.

---

<sup>1</sup> Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique du Centre européen de l'environnement et de la santé de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et de l'Organe exécutif de la Convention.

2. La douzième réunion de l'Équipe spéciale mixte des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique a eu lieu à Bonn (Allemagne) les 25 et 26 mai 2009. Vingt-quatre experts de 21 Parties à la Convention y ont participé, de même qu'un observateur de l'Association européenne des compagnies pétrolières pour l'environnement, la santé et la sécurité (CONCAWE) et des représentants de l'OMS. M. M. Krzyzanowski (Centre européen de l'environnement et de la santé de l'OMS) a présidé la réunion.

## **II. INCIDENCE SUR LA SANTÉ DE LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE**

3. L'Équipe spéciale a examiné un projet de rapport sur la combustion de la biomasse établi par ses experts qui résumait les données scientifiques disponibles sur les risques pour la santé de la pollution atmosphérique due aux incendies de forêts, au brûlage agricole et à la combustion de la biomasse destinée à produire de l'énergie pour satisfaire les besoins domestiques (voir résumé en annexe). La plupart des données disponibles provenaient d'études à court terme, peu de données existant sur les effets d'une exposition à long terme. La combustion de la biomasse prenait davantage d'importance, notamment parce que le bois était considéré comme une source d'énergie renouvelable sans effet net sur les émissions de carbone. Le passage à la combustion de la biomasse, en particulier dans les couches les moins favorisées de la société, était également lié à l'augmentation des prix des combustibles fossiles. L'Équipe spéciale a noté que les émissions provenant de la combustion de la biomasse, essentiellement du bois, constituaient une part importante (de 20 à 40 %) des émissions totales de particules fines (PM<sub>2,5</sub>) de plusieurs pays développés. La combustion de la biomasse jouait donc un rôle plus important que celle des énergies fossiles. On ne disposait cependant pas d'estimations précises de ces émissions et de leur contribution aux concentrations de particules étant donné qu'elles étaient essentiellement dues à un usage ménager qui constituait une des sources d'émission les plus imprécises.

4. L'Équipe spéciale a conclu que, dans l'état actuel des connaissances, les particules émises lors de la combustion de la biomasse ne pouvaient pas être considérées différemment, d'un point de vue sanitaire, des particules émises par d'autres sources de combustion. En outre, les composés organiques volatils (COV) émis au cours de la combustion contribuaient à la formation d'ozone (O<sub>3</sub>). La combustion de la biomasse dans certaines conditions pouvait produire du monoxyde de carbone (CO) qui pouvait atteindre des niveaux dangereux à l'intérieur des habitations.

5. L'Équipe spéciale a noté qu'une augmentation du nombre de consultations en services d'urgence et d'admissions dans les hôpitaux pour troubles respiratoires était imputable à la fumée produite par les incendies de forêts et le brûlage agricole. L'augmentation des symptômes respiratoires et de la médication au cours de tels épisodes était avérée. Les asthmatiques en particulier ainsi que les personnes atteintes d'une maladie pulmonaire obstructive chronique (MPOC) étaient susceptibles de souffrir de problèmes respiratoires.

6. L'Équipe spéciale a noté que la combustion du bois à usage ménager était associée à un accroissement des maladies respiratoires et en particulier de l'asthme et des MPOC ainsi que des problèmes cardiovasculaires. De nombreux éléments prouvaient que la combustion de la biomasse provoquait des infections aiguës des voies respiratoires inférieures chez les enfants et des MPOC chez les femmes, en particulier dans les pays à faible revenu dans lesquels étaient utilisés des fourneaux de mauvaise qualité.

7. Les données disponibles montraient que l'éventail des coefficients d'émission couvraient plusieurs ordres de grandeur pour les principaux polluants produits par divers dispositifs de combustion de la biomasse. Des chaudières utilisant des copeaux, bien conçues et fonctionnant bien, pour le chauffage urbain pouvaient avoir des niveaux d'émission aussi faibles que des brûleurs à mazout, mesurés en mégajoules d'énergie produite. Les petits fourneaux ou chaudières émettaient 10 à 700 fois plus de  $PM_{2,5}$  et de CO. Les émissions dépendaient également des conditions de combustion et du type et/ou du degré d'humidité de la biomasse utilisée.

8. La nocivité de la pollution provenant de la combustion de la biomasse était bien connue, mais il existait encore peu d'études permettant de quantifier les risques sanitaires. Il faudrait en particulier préciser dans quelle mesure les émissions dues à la combustion de la biomasse contribuaient à l'exposition des populations. Davantage de données d'émission et d'études consacrées à l'évaluation de l'exposition étaient nécessaires. Il fallait également réaliser des études épidémiologiques sur les relations concentration-réponse portant spécifiquement sur la combustion de la biomasse pour déterminer si ses effets étaient différents de ceux de la pollution provenant d'autres sources.

9. La priorité en matière de stratégie de prévention des risques devait être la réduction de l'exposition à long terme, due principalement à la combustion de la biomasse à usage ménager. Le brûlage agricole saisonnier ou les incendies de forêts contribuaient aux transports des polluants à longue distance qui pouvaient affecter des populations loin des sources et ils provoquaient des pics d'expositions qui devaient être évités.

### III. PARTICULES ET OZONE

10. L'Équipe spéciale a examiné les données récentes prouvant les incidences des particules et de l'ozone sur la santé. Ces études confirmaient, et en général renforçaient, les observations antérieures résumées notamment dans les *Lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air, mise à jour mondiale 2005*.

11. L'Équipe spéciale a pris note de plusieurs études sur les effets de l'exposition à long terme. Plusieurs d'entre elles permettaient notamment de mieux comprendre l'importance pour la santé publique des  $PM_{2,5}$ :

a) Une étude fondée sur les données provenant de 211 zones des États-Unis a montré qu'une réduction des niveaux de particules dans les années 80 et 90 s'était accompagnée d'un accroissement sensible de l'espérance de vie. La réduction de la pollution atmosphérique pouvait entraîner une augmentation globale de l'espérance de vie dans les régions étudiées allant jusqu'à 15 % (Pope, A. C., M. Ezzati et D. W. Dockery 2009, «Fine-particulate air pollution and life expectancy in the United States», *New England Journal of Medicine* 360: 376-386);

b) Une analyse récente des données issues du suivi de l'étude réalisée à Harvard sur six villes (Harvard Six Cities Study) a confirmé qu'il existait un lien linéaire entre les concentrations de  $PM_{2,5}$  et la mortalité. L'étude n'a pas identifié de seuil pour les effets, même en deçà de  $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . L'effet sur la mortalité des changements dans l'exposition était apparu en l'espace de deux ans (Schwartz J. *et al.* 2008, «The effect of dose and timing of dose in the association between airborne particles and survival», *Environmental Health Perspectives* 116: 64-69).

12. L'Équipe spéciale a dit que ces études récentes confirmaient les avantages pour la santé publique d'une réduction de l'exposition aux particules. L'adoption de politiques visant à réduire la pollution atmosphérique pouvait se traduire par une amélioration immédiate au niveau de la santé. Le laps de temps qui s'écoulait entre le moment où étaient effectuées les dépenses qui entraînaient une amélioration de la qualité de l'air et une réduction de la mortalité était bref. Cet élément aurait une incidence majeure sur les analyses coûts-avantages des scénarios de réduction de la pollution.

13. Une analyse récente réalisée par l'American Cancer Society d'une cohorte de 448 000 personnes, suivie sur dix-huit ans, a indiqué qu'une exposition aux  $PM_{2,5}$  et à l'ozone avait indépendamment l'une de l'autre une incidence sur la mortalité. Dans un modèle à deux polluants, l'ozone et les  $PM_{2,5}$ , l'ozone était associée de manière significative uniquement à des décès dus à des causes respiratoires (Jerrett, M. *et al.* 2009, «Long-term ozone exposure and mortality», *New England Journal of Medicine* 260: 1085-1095). Pour une augmentation de 10 parties par milliard (ppb) de l'exposition à l'ozone, l'augmentation estimée du risque de décès dû à des causes respiratoires était de 2,9 % dans les modèles à un seul polluant et de 4 % dans les modèles à deux polluants. Cette augmentation pouvait sembler modérée, mais le risque de décès dû à une cause respiratoire était plus de trois fois plus important dans les zones métropolitaines que dans des zones à faible concentration de population. Les niveaux respectifs étaient de 104 ppb et de 33 ppb, représentant la moyenne pendant la saison chaude (avril à septembre) des moyennes horaires maximums journalières. Bien que la courbe de la fonction concentration-effet soit légèrement plus raide au-delà de 60 ppb, il n'y avait guère de preuve de l'existence d'un seuil. Les effets étaient observés surtout dans les zones ayant une moyenne élevée de température journalière extérieure en été (supérieure à 25,4 °C). Les résultats d'études antérieures à long terme n'étaient pas concluants, mais indiquaient en général que l'ozone pouvait avoir un effet sur la mortalité. Le lien entre la mortalité due à des troubles respiratoires et les niveaux d'ozone à long terme pourrait s'expliquer par l'association des effets de pics d'exposition à court terme sur les sujets fragiles, sous forme de grippe ou de pneumonie, et des effets à long terme sur le système respiratoire, causés par une inflammation des voies aériennes, avec une perte consécutive de capacité pulmonaire.

14. L'Équipe spéciale a examiné la question de savoir s'il était nécessaire de définir un autre indicateur pour les particules en matière de santé, comme l'a proposé un délégué des Pays-Bas. Cet indicateur pourrait permettre de juger l'efficacité des plans de gestion de la qualité de l'air, en particulier des mesures visant le trafic. Les particules constituaient un mélange aérosol hétérogène complexe, variant en taille et en composition chimique et physique, mais tous leurs composants n'avaient peut-être pas la même nécessité pour la santé. Plusieurs études ont notamment montré que les processus de combustion pouvaient être une source de particules ayant une incidence sur la santé. Ces particules pourraient constituer un tel indicateur en matière de santé. Il permettrait notamment de tenir compte des émissions dues au trafic qui ont une incidence sur la santé dans les zones urbaines, pour lesquelles les particules grossières ( $PM_{10}$ ) et ( $PM_{2,5}$ ) étaient un indicateur moins adapté. Il permettrait également d'étudier les risques pour les populations vivant près des axes routiers.

15. L'Équipe spéciale a estimé que peu d'éléments nouveaux étaient apparus depuis les conclusions résumées dans son dixième rapport. Le fait d'élaborer un indicateur de particules dues à la combustion et ayant un effet sur la santé pourrait détourner l'attention des indicateurs fondés sur la taille, tels que les  $PM_{10}$ ,  $PM_{2,5}$  et la fraction grossière des particules ( $PM_{10}$ - $PM_{2,5}$ )

dont les incidences sur la santé étaient bien connues. L'Équipe spéciale a rappelé l'importance qu'elle accordait à cette fraction des particules et a encouragé les Parties à juger l'efficacité des plans de gestion de la qualité de l'air et des mesures de contrôle en évaluant les composants de particules ayant une incidence sur la santé. Elle a également incité les Parties à soumettre davantage de données de recherche sur cette question pour poursuivre son évaluation.

#### **IV. SURVEILLANCE ET MODÉLISATION DES EFFETS DE LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE**

16. L'Équipe spéciale a dit que les Directives pour la publication d'informations sur la surveillance et la modélisation des effets de la pollution atmosphérique (ci-après les Directives) avaient été adoptées par l'Organe exécutif dans sa décision 2008/1 (ECE/EB.AIR/96/Add.1 et ECE/EB.AIR/2008/11). Ces Directives précisaient les paramètres clefs qui devaient être surveillés, dont la moyenne annuelle des concentrations de PM<sub>2,5</sub> et les moyennes des concentrations maximales d'ozone sur huit heures. Il était également recommandé dans les Directives que les effets sur la santé soient évalués grâce à des études épidémiologiques.

17. Il n'existait actuellement que peu de données sur les PM<sub>2,5</sub> en Europe. L'exposition aux PM<sub>10</sub> demeurait le principal indicateur de particules qui avait trait à la santé. L'Agence européenne pour l'environnement (AEE) avait collecté des données de surveillance de la qualité de l'air portant sur les concentrations de PM<sub>10</sub> et d'ozone dans le cadre de son système Airbase. Pour 2006, il existait des données provenant d'une surveillance régulière pour 566 villes dans 27 pays. Ces données couvraient 22 % de la population urbaine de la région. Pour 2004, il existait des données pour 416 villes dans 26 pays.

18. Les niveaux moyens d'exposition aux PM<sub>10</sub> allaient de 16 µg/m<sup>3</sup> (Finlande, Irlande) à 50-52 µg/m<sup>3</sup> (Bulgarie, Roumanie). Un large éventail de niveaux d'exposition aux PM<sub>10</sub> – allant du simple au triple – a été observé dans certains pays. Le niveau moyen d'exposition aux PM<sub>10</sub> n'avait pas changé beaucoup au cours des dernières années dans la plupart des pays européens. Cependant, dans certains d'entre eux, les niveaux d'exposition avaient augmenté d'au moins 5 µg/m<sup>3</sup> pour la période 2004-2006. Dans d'autres pays, un recul de la même ampleur avait été observé.

19. La plupart des habitants (90 %) des villes européennes dans lesquelles les PM<sub>10</sub> étaient surveillées, étaient exposés à des niveaux dépassant celui de 20 µg/m<sup>3</sup> indiqué dans les *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air* comme présentant un risque important pour la santé. Pour 13 % d'entre eux, la valeur limite de 40 µg/m<sup>3</sup> fixée par l'Union européenne était dépassée. D'après les estimations récentes de l'incidence des particules sur la mortalité, réalisées par l'AEE, 492 000 décès par an et 4 892 000 années de vies perdues pouvaient être attribués à l'exposition aux particules dans les 27 États membres de l'Union européenne. Il fallait prendre des mesures pour réduire l'exposition de la population et ses effets sur la santé, en particulier dans les régions très polluées, dont certaines zones transnationales, comme la région d'Ostrava en République tchèque et la Silésie en Pologne.

20. D'après une évaluation approximative, il ressort que les niveaux de pollution et les risques correspondants pour la santé pourraient être encore plus élevés dans bon nombre de pays Parties à la Convention pour lesquels il n'existe pas de données dans Airbase. Les délégués du Bélarus et de la Turquie ont indiqué que des données sur les PM<sub>10</sub> étaient collectées dans plusieurs villes

de leur pays et seraient communiquées à l'Équipe spéciale. Dans d'autres pays (comme l'Albanie et la République de Moldova), on s'efforçait de mettre en place une surveillance des PM<sub>10</sub>.

21. L'Équipe spéciale a examiné diverses approches en matière d'analyse et de communication des informations sur la pollution atmosphérique et ses effets sur la santé, en se fondant sur l'expérience acquise dans le cadre de projets européens tels que APHEKOM et CITEAIR ou encore sur le projet relatif à l'environnement et à la santé publique (Environmental Public Health Tracking Project) du Center for Disease Control (Centre pour la lutte contre les maladies) des États-Unis. L'Équipe spéciale a confirmé qu'il était indispensable que les données pertinentes relatives à la qualité de l'air et à la santé soient disponibles pour procéder à des analyses locales. Elle a jugé nécessaire de poursuivre la mise au point des méthodes et de pouvoir disposer des fonctions concentration-réaction, en particulier dans les études à long terme.

#### **V. ASPECTS DE LA RÉVISION DU PROTOCOLE DE GÖTEBORG LIÉS À LA SANTÉ<sup>2</sup>**

22. L'Équipe spéciale a accueilli avec satisfaction la possibilité d'inclure les PM<sub>10</sub> et les PM<sub>2,5</sub> dans le Protocole de Göteborg. Elle a souligné l'importance pour la santé des particules produites par la combustion primaire et a dit qu'il fallait réduire à la fois les émissions et l'exposition. Les émissions provenant de sources dispersées, telles que la combustion à usage ménager de la biomasse, devraient être visées par le Protocole. L'Équipe spéciale a rappelé le rôle important que jouaient le brûlage agricole et les incendies de forêts dans les concentrations de PM<sub>2,5</sub> et l'exposition de la population.

23. L'Équipe spéciale s'est demandé comment il serait possible de réduire le plus efficacement les niveaux ambiants de fractions de particules (PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>) ayant une incidence sur la santé grâce à une réduction du niveau total de particules suspendues. Il faudrait prendre des mesures techniques assurant un contrôle efficace des émissions pour réduire les particules primaires PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> dans l'air ambiant. Ces mesures devraient également viser les gaz précurseurs qui pourraient contribuer à la formation de particules et de gaz dangereux.

24. L'Équipe spéciale a abordé la question des objectifs ambitieux pour 2050 en ce qui concerne les niveaux de PM<sub>10</sub>, de PM<sub>2,5</sub>, de dioxydes de soufre et d'azote, ainsi que de plomb. Elle est convenue que ces objectifs devraient être basés sur les *Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air*. À l'avenir des études pourraient révéler des effets sur la santé à des niveaux inférieurs à ceux actuellement suggérés. L'Équipe spéciale a donc estimé qu'à l'avenir les niveaux fixés dans les objectifs ambitieux seraient plus bas.

#### **VI. INCIDENCES SUR LA SANTÉ DES SYSTÈMES D'ALERTE À LA POLLUTION ATMOSPHÉRIQUE**

25. L'Équipe spéciale a étudié l'incidence sur la santé de la population des systèmes d'alerte à la pollution mis en place dans plusieurs pays. Elle a noté que certains systèmes d'alerte

---

<sup>2</sup> Protocole de Göteborg de 1999 relatif à la réduction de l'acidification, de l'eutrophisation et de l'ozone troposphérique.

pourraient même être contre-productifs. Il n'existait pas encore beaucoup d'études évaluant les effets ou les avantages pour la santé de tels systèmes. La réduction de la pollution atmosphérique due à ces systèmes d'alerte n'avait été évaluée que dans quelques rares cas. Les quelques études existantes de patients qui tenaient compte des systèmes d'alerte n'étaient pas suffisamment fiables pour en tirer des conclusions générales. D'autres études étaient en cours de réalisation, notamment au Canada, en Suède et aux États-Unis.

26. L'Équipe spéciale a recommandé que des études appropriées soient entreprises sur l'utilisation des informations, la réduction de l'exposition et la diminution de l'impact sur la santé.

27. L'Équipe spéciale a examiné l'incidence sur la santé des journées de forte exposition par rapport aux journées d'exposition à un niveau moyen de pollution, les premières étant rares alors que les secondes étaient fréquentes. L'incidence sur la santé publique des alertes était limitée, compte tenu des liens exposition-réponse connus entre les polluants sur lesquels portaient ces systèmes (PM, O<sub>3</sub>) et des niveaux d'alerte relativement élevés. Ces alertes permettaient peut-être cependant de sensibiliser davantage le public et les décideurs à la question des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.

## VII. PLANS DE TRAVAIL POUR 2009 ET 2010

28. Le Président a présenté les principaux résultats du plan de travail au titre de la Convention pour 2009 pour ce qui concernait l'Équipe spéciale des aspects sanitaires de la pollution atmosphérique.

29. **Rapport d'activité annuel sur les effets des particules sur la santé.** L'Équipe spéciale a pris note des résultats des études qui corroboraient les données recueillies précédemment concernant les effets nocifs des particules sur la santé. Elle a confirmé qu'il était nécessaire de poursuivre les activités visant à réduire véritablement l'exposition de la population aux particules et les effets des particules sur la santé.

30. **Rapport final sur les effets de l'ozone sur la santé.** L'Équipe spéciale a pris note de la publication du rapport sur les risques sanitaires que présente l'ozone provenant de la pollution atmosphérique transfrontière à longue distance ainsi que des résultats récents indiquant un lien entre la mortalité due à des troubles respiratoires et l'exposition à long terme à l'ozone. Elle a conclu que l'ozone était un des principaux polluants atmosphériques ayant une incidence sur la santé en Europe. Les données disponibles indiquaient que les politiques actuelles n'étaient pas suffisantes pour réduire sensiblement les effets de l'ozone au cours des dix prochaines années.

31. **Rapport préliminaire sur les effets de la combustion de la biomasse sur la santé.** L'Équipe spéciale a noté qu'un certain nombre de données confirmaient que les polluants dégagés par la combustion de la biomasse étaient nocifs. Ces émissions, en particulier celles dues à la combustion du bois à usage ménager, produisaient des quantités de particules analogues à celles produites par la combustion des énergies fossiles. Pour réduire les risques pour la santé, il fallait réduire l'exposition de la population à la combustion du bois à usage ménager. Il fallait disposer de données plus fiables, notamment sur les émissions de particules et sur l'exposition de la population afin de quantifier les risques liés à la combustion de la biomasse.

32. **Examen de l'intérêt pour la santé des systèmes d'alerte en cas de pollution.** L'examen a révélé le peu d'informations dont on disposait concernant l'incidence des systèmes d'alerte existants sur l'exposition de la population à la pollution atmosphérique et sur la santé. Des études appropriées seraient peut-être nécessaires pour évaluer la situation, mais cette approche de la gestion des risques liés à la pollution atmosphérique avait des limites.

33. **Élaboration de directives pour la publication d'informations sur la surveillance et la modélisation des effets de la pollution atmosphérique sur la santé.** L'Équipe spéciale a noté que les particules avaient des effets notables sur la santé en Europe, en particulier dans les régions les plus polluées et a relevé que les niveaux de PM<sub>10</sub> n'avaient pas diminué en dix ans dans la plupart des pays. On manquait actuellement de données de surveillance concernant les paramètres principaux pour la moitié des Parties à la Convention, essentiellement parce qu'elles ne disposaient pas de systèmes de surveillance de la qualité de l'air appropriés.

34. Certains délégués ont proposé que l'Équipe spéciale examine les données relatives à l'incidence de diverses méthodes de gestion de la pollution atmosphérique sur la santé. Cet examen des diverses approches en matière de gestion de la pollution atmosphérique et de leur incidence sur la santé serait bénéfique pour les Parties. L'Équipe spéciale a dit qu'un tel examen devait se faire en collaboration avec le Groupe de travail des stratégies et de l'examen.

35. L'Équipe spéciale a approuvé son projet de plan de travail pour 2010, qui comprendrait:

- a) Un rapport d'activité annuel sur les effets des particules et de l'ozone sur la santé;
- b) Un examen des données montrant l'incidence des diverses méthodes de gestion de la pollution atmosphérique sur la santé;
- c) La publication d'informations sur la surveillance et la modélisation des effets sur la santé de la pollution atmosphérique;
- d) La treizième réunion de l'Équipe spéciale, provisoirement prévue les 26 et 27 avril 2010 à Bonn (Allemagne).

## Annexe

# RISQUES QUE PRÉSENTE LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE DUE À LA COMBUSTION DE LA BIOMASSE POUR LA SANTÉ

## I. GÉNÉRALITÉS

1. La combustion de la biomasse provoque des émissions de polluants auxquels la population est exposée. Ces émissions se produisent de plusieurs manières, mais la cause principale en est la cuisson des aliments sur des fourneaux non raccordés à une conduite d'évacuation, ce qui est encore très commun dans les pays en développement. Dans les pays développés, les appareils de combustion de la biomasse servant à la cuisson des aliments et au chauffage à l'intérieur des habitations sont d'ordinaire bien raccordés et la combustion y est efficace. Le brûlage utilisé en agriculture ou en foresterie, ou encore les incendies naturels ou accidentels dus à une sécheresse excessive des sols et de la végétation entraînent l'exposition de larges segments de la population dans les pays développés et en développement. L'exposition de la population à la fumée provenant de ces feux et leurs effets sur la santé sont dans l'ensemble sous-estimés. On s'est intéressé surtout aux personnes directement tuées ou blessées par ces feux et incendies.

2. De nombreux facteurs, tels que le type de biomasse ou de biocarburant et surtout le degré de combustion ont une incidence sur le type et la quantité de polluants générés. La fumée provenant d'une combustion incomplète de la biomasse est riche en monoxyde de carbone et en COV comme l'acroléine, le formaldéhyde et le benzène, en hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), sous forme de gaz ou de particules, et en autres substances organiques. Une combustion plus complète produit moins de composés organiques, mais les émissions de carbone élémentaire demeurent presque constantes. Les sels minéraux, tels que les sulfates, les chlorures et les carbonates de potassium, augmentent en fonction du type de biomasse.

3. Le levoglucosane est un traceur abondant et spécifique d'une combustion incomplète de la biomasse tant dans les émissions de  $PM_{2,5}$  que dans les  $PM_{2,5}$  atmosphériques. Le potassium soluble dans l'eau et l'oxalate ont également été utilisés comme traceurs de la combustion de la biomasse dans l'atmosphère mais ils ne sont pas spécifiques étant donné qu'il existe d'autres sources importantes.

## II. INCENDIES DE FORÊT ET BRÛLAGE AGRICOLE

4. Le type de combustion de la biomasse et les conditions météorologiques auront probablement une incidence sur la quantité et la qualité des émissions de gaz et de particules dans les incendies de forêt. Une cartographie des incendies peut être établie grâce aux données satellite, mais les techniques actuelles ne permettent pas d'évaluer de manière fiable leur intensité ni l'importance des émissions produites. Une meilleure évaluation permettrait d'améliorer la modélisation du transport des masses d'air et des concentrations de particules dans les prévisions concernant la qualité de l'air. La modélisation fondée sur les techniques satellitaires et les systèmes d'alerte précoce pour les populations sensibles devrait être développée à l'avenir.

5. À proximité des incendies, les concentrations journalières de  $PM_{2,5}$  et  $PM_{10}$  peuvent augmenter considérablement et les valeurs horaires peuvent être multipliées par 10 ou 20. Les concentrations de CO, de COV et de HAP particuliers peuvent augmenter de manière importante. Dans le nuage de fumée la composition des polluants gazeux ne change pas d'ordinaire après plusieurs heures ou jours de transport, à l'exception de l'ozone, qui peut augmenter par temps chaud et ensoleillé. Cependant, les concentrations journalières et horaires de  $PM_{2,5}$  et de  $PM_{10}$  peuvent encore augmenter de manière importante à des centaines de kilomètres des incendies. Les HAP particuliers sont dans l'ensemble transformés en dérivatifs moins réactifs après un transport de plusieurs jours. Ils se transforment en  $PM_{2,5}$  ayant un pouvoir inflammatoire et cytotoxique moindre que l'on observe dans les échantillons prélevés dans les fumées au cours d'incendies de forêts, alors que les échantillons saisonniers de la qualité de l'air contiennent des polluants d'autres sources. La nocivité générale de l'air que nous respirons augmente à l'échelle régionale après un incendie de forêt en raison de la concentration accrue de particules. Les études réalisées au cours du transport local et régional de la fumée produite par un incendie de forêt reposent sur des mesures de la qualité de l'air effectuées en temps réel, notamment de la composition par substance chimique répartie par taille par spectrométrie de masse des aérosols selon une échelle temporelle. Il serait utile de disposer d'autres données toxicologiques sur les  $PM_{2,5}$  collectées au cours d'incendies de forêt dans différents climats.
6. Les informations limitées dont on dispose donnent à penser que les particules pénètrent facilement à l'intérieur des bâtiments au cours des épisodes de pollution atmosphérique causés par les incendies de forêt. Ces derniers constituent très probablement la principale source de particules en plein air qui causent les expositions journalières les plus fortes dans de nombreux pays si l'on en juge par les concentrations de particules horaires et quotidiennes extrêmement élevées en plein air au cours de tels épisodes. Aucune étude au niveau local n'a cependant été publiée sur l'exposition des populations aux particules provenant des incendies de forêt.
7. Les systèmes d'alerte à la pollution atmosphérique sont désormais communs dans les grandes villes du monde entier. On ne voit pas clairement si ces alertes ont un effet sur l'exposition des populations au cours des incendies de forêt.
8. Des études épidémiologiques ont établi un lien entre la fumée provoquée par les incendies de forêt et la santé respiratoire. Il y a un lien entre de fortes concentrations de particules au cours des incendies de forêt et une augmentation du nombre de consultations en services d'urgence et d'admissions dans les hôpitaux pour troubles respiratoires. L'augmentation des symptômes respiratoires et de la médication au cours de tels épisodes est avérée. La fumée provenant des brûlages agricoles semble présenter les mêmes effets nocifs pour la santé que celle provenant des incendies de forêt. Les asthmatiques et les personnes souffrant de MPOC en particulier sont susceptibles de ressentir des effets respiratoires.
9. Les informations dont on dispose concernant les effets de l'exposition à la fumée provenant des incendies de forêt sur la mortalité et les problèmes cardiovasculaires ne sont pas suffisantes pour procéder à une évaluation du risque à grande échelle.

### III. COMBUSTION DU BOIS À USAGE MÉNAGER DANS LES PAYS DÉVELOPPÉS

10. Les émissions provenant de la combustion de la biomasse, en particulier du bois, constituent une part importante des émissions totales de  $PM_{2,5}$  dans de nombreux pays développés (20 à 40 %). Les émissions dues à la combustion dépendent de facteurs tels que le type et le modèle d'appareil utilisé, les essences de bois utilisées et le fonctionnement de l'appareil (chargement du foyer, aération, etc.). Un mode de fonctionnement provoquant une combustion incomplète du bois pourrait accroître considérablement les émissions de CO, de COV, de  $PM_{2,5}$  et de HAP pour un même appareil. Entre le meilleur et le pire appareil de chauffage individuel le coefficient d'émission de  $PM_{2,5}$  pourrait être multiplié par 100.
11. La mise au point et l'utilisation d'appareils de combustion à usage ménager plus efficaces sont entravées par le fait que peu de pays ont fixé des limites d'émission pour la combustion du bois. Il est difficile d'établir de telles limites pour les  $PM_{2,5}$  en Europe du fait de l'absence de tests harmonisés pour mesurer les émissions.
12. La toxicité des particules provenant de différents appareils individuels de combustion du bois ou de différents modes de fonctionnement n'a guère fait l'objet d'études. Les quelques données dont on dispose actuellement laissent à penser que la composition chimique des particules émises a une grande influence sur les propriétés toxiques. L'abondance de HAP génotoxiques dans les échantillons de  $PM_{2,5}$  semble entraîner une cytotoxicité et une immunodépression accrues. Il a été observé sur des sujets volontaires qu'une exposition aiguë aux aérosols contenus dans la fumée provenant de la combustion du bois causait une légère inflammation générale et une augmentation de la coagulation sanguine.
13. Un lien a été établi entre la combustion du bois à usage ménager et une exacerbation des maladies respiratoires, en particulier de l'asthme et des MPOC. Des études récentes donnent à penser que l'exposition aux particules provenant de la combustion du bois entraîne également des problèmes cardiovasculaires. En général, les particules provenant de la combustion du bois semblent être au moins aussi nocives pour la santé que celles provenant de la combustion des énergies fossiles.
14. Il existe très peu d'informations concernant les effets de la combustion du bois à usage ménager sur les concentrations des particules à l'intérieur des bâtiments et sur l'exposition des personnes à ces particules. Il n'existe notamment pas d'étude évaluant l'exposition de courte durée à des niveaux de pointe ou l'exposition à long terme aux particules fines ou encore l'exposition aux particules ultrafines.
15. La combustion du bois à usage ménager pourrait être responsable d'une part importante de l'exposition à long terme aux HAP, en particulier pour les personnes se chauffant au bois. De nombreux HAP sont notoirement cancérigènes. Les effets de l'exposition à long terme à la fumée provenant de la combustion du bois sur l'incidence du cancer devraient donc être évalués.
16. Il faudrait réaliser des études évaluant les effets chroniques et subchroniques sur la santé de la fumée provenant de la combustion du bois. Les effets sur les nouveau-nés d'une exposition au cours de la grossesse n'ont pas été évalués dans les pays développés alors qu'un lien semble

apparaître dans les pays en développement. On ne connaît pas non plus le lien entre l'exposition à long terme à la fumée provenant de la combustion du bois et les maladies respiratoires ou cardiovasculaires.

#### **IV. COMBUSTION DE LA BIOMASSE À USAGE MÉNAGER DANS LES PAYS EN DÉVELOPPEMENT**

17. Les cuisinières ouvertes non raccordées à une conduite d'évacuation utilisées dans les pays en développement ont beaucoup plus de chance de produire une combustion incomplète du bois ou d'autres types de biomasse, à des températures bien inférieures, que les appareils fermés. Elles produisent de grandes quantités de particules, de CO et de VOC carbonés.

Les biocarburants autres que le bois comprennent notamment les excréments animaux dont la combustion produit toujours d'importantes émissions. Il faudrait absolument encourager l'utilisation de cuisinières peu onéreuses, fonctionnant à l'énergie solaire ou à d'autres combustibles propres.

18. Dans les pays en développement, la pollution de l'air dans les habitations, due à la combustion de la biomasse pour le chauffage et la cuisson des aliments constitue un des principaux problèmes de santé liés à l'environnement. Tout porte à croire que la combustion de la biomasse est liée aux infections aiguës des voies respiratoires basses chez les enfants et aux MPOC chez les femmes. Il faudrait disposer de données supplémentaires sur les effets cardiovasculaires et cancérogènes de la fumée provenant de la combustion de la biomasse.

19. Des études récentes réalisées dans les pays en développement démontrent que l'on pourrait réduire considérablement l'exposition aux particules avec des moyens relativement simples. Il conviendrait d'évaluer les effets des programmes d'intervention sur la santé publique.

-----