

INFORMATION

Des toxiques au coin du feu : données récentes sur l'impact sanitaire des fumées de bois

MOTS-CLÉS : INCENDIES. BOIS. CHAUFFAGE. PARTICULES SOLIDES. ORGANISATIONS ET ÉCONOMIE DES SOINS DE SANTÉ

The health impact of woodsmoke

KEY-WORDS (Index medicus): FIRES. WOOD. HEATING. PARTICULATE MATTER. HEALTH CARE ECONOMICS AND ORGANIZATIONS.

Les auteurs déclarent ne pas avoir de liens d'intérêt en relation avec le contenu de cet article

Roland MASSE * et Claude BOUDÈNE **

RÉSUMÉ

La biomasse représente une ressource non négligeable d'énergie primaire. L'utilisation du bois comme moyen de chauffage est attrayante en tant qu'énergie verte et elle a des avantages économiques incontestables en milieu rural. Le renchérissement de l'énergie laisse prévoir son développement. Les conséquences sanitaires des fumées de bois de chauffage sont cependant peu prises en compte en Europe alors qu'elles sont nettement plus encadrées en Amérique du Nord, notamment par l'EPA avec son programme « Burnwise ». Les récents épisodes d'incendies de forêts ont attiré l'attention sur leur danger en chiffrant les décès imputables à plus de 300 000 morts par an correspondant à l'émission dans l'atmosphère de deux milliards de tonnes de carbone. Ce sont les particules ultrafines générées par la combustion qui sont le plus préoccupantes. On peut en déterminer la signature par différents traceurs : lévoglucosane, C14, cristallographie, spectrométrie ; leur toxicité est au moins égale à celle des fines particules carbonées polluant l'atmosphère. De nombreuses substances toxiques volatiles préoccupantes sont également produites lors de la combustion incomplète du bois. Tout développement de cette filière devra prendre en compte les conséquences sanitaires qui ne sont guère différentes de celles de la combustion des combustibles fossiles.

* Membre correspondant de l'Académie nationale de médecine, Membre de l'Académie des technologies ; e-mail : roland.masse2@wanadoo.fr

** Membre de l'Académie nationale de médecine, directeur du centre de recherches toxicologiques (CRT), 72 rue du Plateau — 92320 Châtillon.

Tirés à part : Professeurs Roland MASSE et Claude BOUDÈNE

SUMMARY

Biomass is an important renewable resource of primary energy. Wood burning is expected to expand in future as a cheap means of residential heating, especially in wood-producing rural areas. The health consequences of wood smoke are taken in account far less actively in Europe than in North America, where stringent limitations have been introduced, such as those of the EPA Burnwise project. Recently, wildfires were estimated to release 2 petagrams of carbon into the atmosphere worldwide, contributing to more than 300 000 deaths annually. More effective measures are thus needed to prevent indoor and outdoor exposure to wood smoke. Ultrafine particles are the biggest concern, but the volatile phase also contains many toxicants. Ultrafine particles are among the most dangerous carbonaceous particles found in polluted atmospheres. They can be identified by using C14, levoglucosan, crystallography and spectrometry. Any expansion of the use of wood as a fuel source should take into account its health impact, which is similar to that of fossil fuels.

Depuis la dernière décennie une succession d'incendies de forêt de grande ampleur affecte de nombreux pays du monde et des masses considérables de microparticules et de gaz toxiques sont ainsi libérées dans l'environnement. En février 2012, à la réunion à Vancouver du congrès de l'American Association for the *Advancement of Science (AAAS)*, l'évaluation annuelle de la mortalité imputable à ces événements a été portée à 339 000 victimes [1]. Par ailleurs depuis de nombreuses années l'OMS rappelle le danger associé à l'utilisation domestique de la combustion de la biomasse pour le chauffage et la cuisine. Le chiffre de 1,6 million de décès annuels est retenu, essentiellement, mais pas uniquement dans les pays en voie de développement [2].

À une époque où l'on s'oriente de plus en plus vers le choix d'énergies renouvelables, cette situation fait contraste avec la bonne réputation du chauffage au bois en France. En effet lors qu'on analyse la composition des fumées de combustion du bois on constate qu'il s'agit bien d'une source de dangers réels par une forte émission de particules carbonées de taille inférieure à 2,5 micromètres (PM 2,5) dont la fixation d'une concentration limite tolérable dans l'atmosphère fait actuellement l'objet de nombreuses discussions au plan international.

Au plan de l'environnement, elle favorise enfin leur transport à distance par le vent sur de plus longues distances et leur impact, difficilement prévisible, sur des zones d'habitation éloignées de leur source comme c'est le cas lors de grands feux de forêts. Enfin leur petite taille leur permet de polluer l'intérieur des habitations voisines de ces feux sans oublier, bien entendu la pollution directe *indoor* dans les habitations comportant une cheminée d'agrément !

En ce qui concerne la toxicité de ces microparticules elle se trouve vraisemblablement aggravée par rapport à la réglementation internationale en cours, par le fait que leur taille moyenne se situe davantage dans le domaine de la nanométrie que dans celui de la micrométrie. Cette plus petite taille permet de penser qu'elle facilite encore leur passage passif à travers l'alvéole pulmonaire et leur impact systémique au niveau d'organes essentiels tels que le cœur et le cerveau ainsi que nous l'avons antérieurement décrit [3].

L'autre risque de ces nanoparticules est lié à leur composition chimique se traduisant par la vectorisation dans l'organisme d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et d'autres composés organiques volatiles (COV), dont certains sont de bons traceurs de la fumée de bois comme le lévoglucosane, produit de pyrolyse de l'hémicellulose ou l'acide abiétique, la vanilline, et le gaïacol, produits de pyrolyse de la lignine [4]. Les terpénoïdes présents dans la résine des conifères donnent naissance à des HAP spécifiques. Il faut en outre noter la production de NO₂, de CO, du formaldéhyde, de l'acétaldéhyde et de dioxines. L'EPA [5] rappelle qu'il y a 4 000 fois plus de HAP cancérogènes dans la combustion incomplète de cinq buches de bois que dans trente cigarettes. Les études *in vitro* établissent que les particules de la fumée sont globalement plus toxiques en milieu alvéolaire que les particules de même taille de l'aérosol urbain [6].

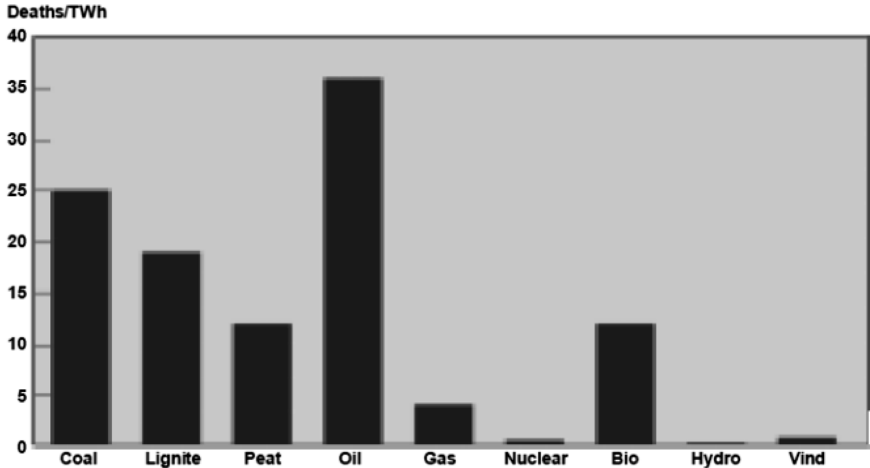
La contribution des particules de la fumée de bois à l'ensemble des PM 2,5 varie selon la saison et les régions ; dans certaines localités, en Suisse, au Canada elle peut atteindre 75 % de la masse. Le facteur d'incorporation entre les masses émises par l'ensemble des feux et la quantité inhalée et retenue est d'environ treize par million légèrement supérieure à celle des autres particules [7].

L'usage du bois de chauffage augmente la concentration particulaire de l'air intérieur qui est une source majeure d'exposition. Des corrélations causales directes existent actuellement entre la combustion du bois, d'une part et, d'autre part, la mortalité, les pathologies cardiovasculaires, les pathologies broncho-pulmonaires notamment chez l'enfant, y compris pour le développement post natal des surfaces d'échange pulmonaire, et le cancer du poumon en particulier chez la femme [8].

Cette situation constitue une alerte sérieuse pour les autorités sanitaires dans les pays développés confrontés à l'engouement écologique que peut susciter l'utilisation du bois de chauffage, à la fois pour son aspect esthétique et pour les avantages pécuniaires que peut y trouver le consommateur confronté au renchérissement de l'énergie en région rurale et suburbaine. Les épisodes de pollution atmosphérique massive d'Athènes de décembre 2012 montrent que ce phénomène peut atteindre les zones urbaines. Aux États-Unis l'*Environmental Protection Agency*, répondant à des campagnes de pression et à des mesures réglementaires par district souvent discordantes propose avec son programme « Burn Wise » depuis 2009 une série de réglementations, de propositions de renouvellement du parc d'appareils de chauffage et un site d'information particulièrement pertinents. En France l'INERIS [4] a proposé en 2008 un rapport d'impact complet qui devrait également permettre de proposer d'efficaces mesures de prévention.

En conclusion bien que la combustion du bois soit une source d'énergie naturelle et que son bilan carbone soit neutre, elle n'en demeure pas moins une source importante de nuisances dont il faut intégrer le prix quand on souhaite éclairer le choix des filières énergétiques. Les conclusions de l'étude Européenne Externe, exprimées en morts par TWh [9], font apparaître que le bilan de l'utilisation de la biomasse (Bio) est de ce point de vue directement comparable au charbon et au lignite, comme il apparaît dans le diagramme suivant.

Coût de l'énergie, exprimé en morts par Téra watt heure (TWh) à partir des données de l'étude européenne Externe E (9) .



BIBLIOGRAPHIE

- [1] JOHNSTON F.H., HENDERSON S.B., CHEN Y., *et al.* — Estimated global mortality attributable to smoke from land scape fires. *Environ. Health Perspect.*, 2012, 120, 695-701.
- [2] WHO Fuel for life: House hold energy and Health. WHO Press, Genève 2006.
- [3] MASSE R., BOUDÈNE C. — Les nanoparticules constituent-elles une nouvelle classe de toxiques environnementaux? *Bull. Acad. Natle Méd.*, 2011, 195, n° 9, 2037-43.
- [4] ALLEMAND N., BESEMBES J.L., COLLET S., *et al.* — INERIS : Évaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur. Rapport final 2008. DRC-O8-70801-15219A, 156 pages.
- [5] [En ligne] Disponible sur <www.EPA.gov/burnwise> (consulté le 29 janvier 2013).
- [6] WEGESSER T., PINKERTON K., LAST J. — California wild fires of 2008: Coarse and fine particulate matter toxicity. *Environ. Health Perspect.*, 2009, 117, 893-897.
- [7] RIES F., MARSHALL J., BRAUER M. — In take fraction of Urban wood smoke. *Environ. Sci. Technol.*, 2009, 43, 4701-4706.
- [8] POPE C.A., FUKTON M.L. — Heal the ffects of particulate matter air pollution. EPA wood smoke health effects we binar. July 28 2011. [En ligne] Disponible sur <http://www.epa.gov/burnwise/pdfs/PMHealthEffects-Pope.pdf> (consulté le 29 janvier 2013).
- [9] Economic analysis of various options of electricity generation — Taking in account Heath and Environmental effects. March 2011. [En ligne] Disponible sur<http://seekerblog.com/2011/03/30/externe-comparing-nuclear-health-and-environmental-effects/> (consulté le 29 janvier 2013).