

# Production de chaleur à partir de bois

## Émissions atmosphériques. Bilan, impact et évolution

par **Erwan AUTRET**

*Ingénieur ADEME*

et **Yann ROGAUME**

*Professeur ENSTIB – LERMAB, Nancy université (UHP – Nancy I)*

### Sources bibliographiques

- [1] DEGLISE (X.). – *Les conversions thermo-chimiques du bois*. Revue forestière française, vol. 34, n° 4 (1982).
- [2] ROGAUME (Y.). – *Valorisation énergétique de la biomasse*. Cours ingénieur ENSTIB (2009).
- [3] ROGAUME (Y.). – *La combustion du bois et de la biomasse*. Pollution Atmosphérique, Numéro spécial chauffage au bois (2009).
- [4] ROGAUME (Y.). – *La combustion : principes et grandeurs*. Cours ingénieur ENSTIB (2007).
- [5] GIEC. – *Changements climatiques 2007. Rapport de synthèse, Bilan 2007 des changements climatiques : Rapport de synthèse*. IPCC (2007).
- [6] GIEC. – *4<sup>e</sup> rapport d'évaluation*. IPCC (2007).
- [7] ADEME. – *Évaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France*. ADEME (2005).
- [8] Intergovernmental Panel on Climate Change. – *IPCC Guidelines for national greenhouse gas inventories (reference manual)*. IPCC (1996).
- [9] INERIS, LCME, CITEPA et CSTB. – *Évaluation de l'impact des appareils de chauffage à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur*. Rapport final INERIS (2008).
- [10] CITEPA. – *Émissions dues à la combustion du bois et des résidus de récolte (NAPFUE 111 et 117) dans le chauffage urbain, le résidentiel tertiaire et sous chaudières dans l'industrie*. CITEPA (2009).
- [11] ADEME. – *Expertise de dix chaufferies collectives au bois, analyse et recommandation*. ADEME (2004).
- [12] ADEME. – *Évaluation des performances énergétiques et environnementales de chaufferies biomasse*. Rapport ADEME (2008).
- [13] ADEME. – *Campagne de mesures de particules à l'émission de chaufferies biomasse*. Rapport final ADEME (2009).
- [14] ADEME. – *Bilan environnemental du chauffage domestique au bois*. Rapport final après revue critique ADEME (2005).
- [15] ADEME. – *Bilan environnemental du chauffage collectif (avec réseau de chaleur) et industriel au bois*. Rapport final après revue critique ADEME (2005).
- [16] US-EPA. – *Compilation of air pollutant emission factors*. AP-42, fifth Edition, vol. I : Stationary Point and Area Sources, rapport de l'US Environmental Protection Agency (1996).
- [17] US-EPA. – *Residential wood combustion – Revised final*. US-EPA, E11P, 40 p., janv. 2001.
- [18] DASCH (J.M.). – *Particulate and gaseous emissions from wood-burning fireplaces*. Environmental Science and Technology, 16, p. 639-645 (1982).
- [19] VAN LOO (S.) et KOPPERJEAN (J.). – *Handbook of biomass combustion and co-firing*. Ed. Twente University Press, ISBN : 9036517737, 348 p. (2002).
- [20] INERIS et COLLET (S.). – *Émissions liées à la combustion du bois par les foyers domestiques*. Rapport INERIS, 70 p., mai 2002.
- [21] Mc DONALD (J.D.), ZIELINSKA (B.), FUJITA (E.M.), SAGEBIEL (J.C.), CHOW (J.C.) et WATSON (J.G.). – *Fine particle and gaseous emission rates from residential wood combustion*. Environmental Science and Technology, 34, p. 2080-2091 (2000).
- [22] ROGAUME (Y.). – *Bilan et amélioration de fonctionnement d'appareils*. Divers rapports pour différents fabricants d'appareils (2002-2006).
- [23] ROGAUME (Y.). – *Émissions polluantes liées à la combustion du bois dans les appareils indépendants*. Rapport pour le Syndicat des Énergies Renouvelables (2007).
- [24] SIMPSON (Cd.) et al. – *Determination of methoxyphenols in ambient atmospheric particulate matter: tracers for wood combustion*. Environmental Science and Technology, 39, p. 631-637 (2005).
- [25] PISSOT (N.) et al. – *Impact de la combustion du bois sur la qualité de l'air en France : évaluation de l'approche par traceurs organiques*. Pollution Atmosphérique (2009).
- [26] INERIS. – *Évaluation de l'impact des appareils de chauffage à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur*. Rapport final (2008).
- [27] CITEPA. – *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France. Séries sectorielles et analyses étendues, SECTEN*. CITEPA (2009).
- [28] ROGAUME (C.), ROGAUME (Y.) et LERMAB. – *Amélioration des performances environnementales et de l'intégration dans l'habitat des équipements de chauffage domestique au bois*. Rapport final (2008).
- [29] OROS (Dr.) et SIMONEIT (Br.). – *Identification and emission factors of molecular tracers in organic aerosols from biomass burning. Part 1 : temperate climate conifers*. Applied Geochemistry, 16, p. 1513-1544 (2001).
- [30] OROS et al. – *Identification and emission factor of molecular tracers in organic aerosols from biomass burning. Part 2 : deciduous trees*. Applied Geochemistry, 16, p. 1545-1565 (2001).
- [31] SIMONEIT (Br.). – *Biomass burning – a review of organic tracers for smoke from incomplete combustion*. Applied Geochemistry, 14, p. 129-162 (2002).
- [32] ADEME. – *Évaluation des risques sanitaires associés à des appareils de chauffage au bois en maisons individuelles à l'échelle d'un quartier résidentiel*. ADEME (2008).
- [33] ADEME. – *Évaluation des risques sanitaires (ERS) associés à des projets de chaufferies bois de puissance égale à 700 kW*. Rapport final ADEME (2008).
- [34] CITEPA. – *Historique 1990-2007 des émissions de la combustion de la biomasse*. CITEPA (2009).
- [35] ADEME. – *Évaluation prospective 2020-2050 de la combustion du secteur biomasse énergie aux émissions nationales de polluants atmosphériques*. Rapport ADEME (2009).
- [36] RABOT-QUERCI (M.L.). – *Développement d'un dispositif de traitement des imbrûlés issus de la combustion de bois*. Thèse de Doctorat, LERMAB (2005).
- [37] ROGAUME (Y.). – *Développement d'un foyer fermé à hautes performances : projet ÉVOLUTION*. Rapports SUPRA/ADEME (2005).
- [38] BOSSEL (U.). – *Heizen mit Holz*. Tagungsbericht, 84, 85, p. 117 (1980).

PRODUCTION DE CHALEUR À PARTIR DE BOIS

[39] SCHMIDT (A.), ZSCHETZSCHE (A.) et HANTSCH-LINHART (W.). – *Analyse von biogenen Brennstoffen*. TU Wien, Institut für Verfahrens-, Brennstoff- und Umwelttechnik (1993).

[40] BRAUN (H.), EDER (A.) et ANGRÜNER (B.). – *Emissionen bei Hackgutfeuerungen*. Arbeitsgemeinschaft f. erneuerbare Energien, Wien (1988).

[41] DOMALSKI (E.S.) et al. – *Thermodynamic data for biomass materials and waste components*. ASME, New York (1987).

[42] SCHMIDT (A.) et BAUER (H.). – *Möglichkeiten zur Gewinnung von Energie aus biogenen Rohstoffen in Österreich*. (1978).

[43] EVANS (R.J.) et al. – *Development of biomass gasification to produce substitute fuels*. IGT, PNL, Report PNL-6518 (1958).

[44] BRAUN (H.). – *Emissionen bei der Verbrennung*. Bundesministerium für Umwelt, Jugend und Familie, Wien (1991).

[45] MILES (T.R.), MILES (T.R.) Jr., BAXTER (L.), BRYERS (R.W.), JENKINS (B.M.) et ODEN (L.L.). – *Alkali deposits found in biomass power plants*. A preliminary investigation of their extend and nature, NREL/TP-433-8142, 82 p. (1995).

[46] WILEN (C.), MOILANEN (A.) et KURKELA (E.). – *Biomass feedstock analyses*. VTT.

[47] JENKINS (B.M.), BAKKER (R.R.) et WEI (J.B.). – *On the properties of washed straw*. Biomass and Bioenergy, 10(4), p. 177-200 (1996).

[48] JANG (G.), HUSSEINI (G.A.), BAXTER (L.L.) et LINFORD (M.R.). – *Analysis of straw by X-Ray photoelectron spectroscopy*. Surface Science Spectra, 11, p. 91-96 (2004).

[49] MILES (Th.R.). – *Alkali deposits found in biomass power plants*. Third project meeting (1993).

[50] ROGAUME (C.) et ROGAUME (Y.). – *Estimation de l'impact environnemental du chauffage au bois à l'échelle locale*. Rapport intermédiaire (2009).

[51] Énergie Bois Suisse. – *Allumage : le bon départ*. (2007).

[52] EIFER, INERIS et LERMAB. – *Retours d'expériences sur les différents systèmes de traitement des imbrûlés du chauffage au bois*. Projet PEREN2BOIS ADEME (2010).

[53] ROGAUME (Y.). – *Étude ENERBIOM*. Projet européen Interreg pour l'étude de cultures énergétiques (2010).

Outils logiciels

**Modèle de dispersion atmosphérique gaussien amélioré ADMS4** (*Atmospheric Dispersion Modelling System*, développé par Cambridge Environmental Research Consultants).  
<http://www.numtech.fr>

**Modèle de dispersion atmosphérique tridimensionnel CFX**.  
<http://www.ansys.com>

Normes et standards

NF EN 13240	Poêles à combustibles solides – Exigences et méthodes d'essai	NF EN 303-5	Chaudières de chauffage – Partie 5 : Chaudières spéciales pour combustibles solides, à chargement manuel et automatique, puissance utile inférieure ou égale à 300 kW – Définitions, exigences, essais et marquage
NF EN 13229	Foyers ouverts et inserts à combustibles solides – Exigences et méthodes d'essai	NF EN 1443	Conduits de fumée – Norme générale
NF EN 12815	Cuisinières domestiques à combustibles solides – Exigences et méthodes d'essai	NF EN 1856-1	Conduits de fumée – Prescriptions pour les conduits de fumée métalliques – Composants de systèmes de conduits de fumée
NF EN 12809	Chaudières domestiques à combustibles solides destinées à être implantées dans le volume habitable – Puissance calorifique nominale inférieure à 50 kW – Exigences et méthodes d'essai	NF EN 1856-2	Conduits de fumée – Prescriptions pour les conduits de fumée métalliques – Tubages et éléments de raccordement métalliques
NF EN 14785	Appareils de chauffage domestique à convection à granulés de bois. Exigences et méthodes d'essai.	NF DTU 24.1	Travaux de fumisterie
NF EN 15250	Appareils de chauffage domestique à combustible solide à libération lente de chaleur. Exigence et méthodes d'essai.	NF DTU 24.2	Travaux d'âtrerie (en cours de révision)

Réglementation

**Arrêté du 22 octobre 1969** relatif aux conduits de fumée desservant les logements

**Règlement Sanitaire Départemental Type** relatif aux prescriptions minimales d'hygiène, de salubrité et d'entretien des ouvrages

**Décret du 22 octobre 1993** relatif à la sécurité des consommateurs en ce qui concerne les foyers fermés et inserts utilisant des combustibles solides

**Arrêté du 31 janvier 1986** modifié relatif à la protection contre l'incendie des bâtiments d'habitation

**Arrêté du 25 juin 1980** modifié relatif aux risques d'incendie et de panique dans les établissements recevant du public

**Arrêté du 31 octobre 2005** relatif aux dispositions techniques pour le choix et le remplacement de l'énergie des maisons individuelles

**Arrêté du 24 mai 2006** relatif aux caractéristiques thermiques des bâtiments nouveaux et des parties nouvelles des bâtiments (RT 2005)

**Décret du 9 juin 2009** relatif à l'entretien annuel des chaudières dont la puissance nominale est comprise entre 4 et 400 kW

**Décret n° 2002-213 du 15 février 2002** portant transposition des directives 1999/30/CE du Conseil du 22 avril 1999 et 2000/69/CE du Parlement européen et du Conseil du 16 novembre 2000 et modifiant le décret n° 98-360 du 6 mai 1998 relatif à la surveillance de la qualité de l'air et de ses effets sur la santé et sur l'environnement, aux objectifs de qualité de l'air, aux seuils d'alerte et aux valeurs limites.

**Label Flamme verte**  
<http://www.flammeverte.org>

Annuaire

**Organismes – Fédérations – Associations** (liste non exhaustive)

**ADEME** Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie  
<http://www.ademe.fr>

**CITEPA** Centre Interprofessionnel Technique d'Études de la Pollution Atmosphérique  
<http://www.citepa.org>

**GIEC** Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Évolution du Climat

**CERTITA** Association pour la Certification des Équipements Industriels et Appareils Domestiques de Chauffage, Refroidissement, Conditionnement et Traitement d'Air  
<http://www.certita.org>

**Laboratoires – Bureaux d'études – Écoles – Centres de recherche** (liste non exhaustive)

**CETIAT** Centre technique des industries aéronautiques et thermiques  
<http://www.cetiat.fr>

**CSTB** Centre scientifique et technique du bâtiment  
<http://www.cstb.fr>

**INERIS** Institut national de l'environnement industriel et des risques  
<http://www.ineris.fr>

**LERMAB** Laboratoire d'études et de recherche sur le matériau bois - Université de Nancy  
<http://www.lermab.uhp-nancy.fr>

**LGRE** Laboratoire de gestion des risques et environnement - Université de Mulhouse  
<http://www.gre.uha.fr>