

L'impact local du chauffage au bois Approche par modélisation de la dispersion atmosphérique

Local impact assessment of wood fuel heating Approach by atmospheric dispersion modeling

Erwan AUTRET¹

Résumé

L'impact national du chauffage au bois sur la qualité de l'air et les particules fines en particulier est avéré et provient en grande partie du parc d'appareils de chauffage domestique qui est trop ancien et pas assez performant. L'impact local du chauffage au bois, que ce soit par les appareils individuels au sein d'un quartier ou autour de chaufferies biomasse, est plus complexe à évaluer, tant les situations nationales sont nombreuses. L'approche par modélisation de la dispersion atmosphérique des rejets permet de surmonter cette complexité. C'est l'approche retenue dans deux études récentes, qui a permis d'estimer la contribution supplémentaire de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂ apportée par la combustion de la biomasse pour la production de chaleur dans différents cas type représentatifs des situations réelles. Ces études ont également permis de simuler différents scénarios de développement de la biomasse, et notamment le remplacement d'appareils domestiques anciens et polluants par des appareils récents et performants, ainsi que l'équipement de chaufferies biomasse par des techniques performantes de filtration des poussières de type filtre à manche ou électrofiltre. Ces études confirment le bien-fondé d'une politique conjointe de développement de la filière biomasse énergie et d'amélioration de la qualité de l'air, qui permet de limiter les concentrations de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂ à des niveaux faibles, très largement inférieurs aux seuils réglementaires actuellement en vigueur.

Mots-clés

Biomasse. Bois. Chauffage domestique. Chaufferie. Qualité de l'air ambiant. Particules NO_x, SO₂.

Abstract

In France, wood-fuel heating has a true global impact on air quality and fine particulate matters in particular. It mainly comes from old and inefficient domestic appliances. Local impact however, in an area heated by a set of domestic appliances or a district biomass boiler, is more complex to assess due to various local circumstances. The approach of using atmospheric dispersion modeling allows to overcome this apparent difficulty. This approach has been carried out in two recent case studies, representative of actual situation, to estimate the additional contribution of biomass combustion for heat purpose on emissions of PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x and SO₂. The main results are presented in this paper. In addition, these studies simulated scenarios of bioenergy development where old and pollutant domestic appliances could be replaced by modern and efficient ones, and also biomass boilers could be equipped with best available techniques such as fabric filters or electrostatic precipitators. Both studies confirmed the benefits of a joint policy to conciliate biomass energy development and air-quality improvement, which allows very low concentrations of PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x and SO₂, well below regulatory levels.

Keywords

Biomass. Wood. Domestic heating. Boilers. Ambient air quality. Particulate matters NO_x, SO₂.

1. Agence de l'environnement et de la maîtrise de l'énergie (ADEME) – 20, avenue du Grésillé – B.P. 90406 – 49004 Angers Cedex 01
erwan.autret@ademe.fr

Introduction

En France, l'impact national de la combustion du bois dans la pollution nationale est bien documenté et détaillé selon les secteurs émetteurs (domestique, collectif, tertiaire ou industriel) et les polluants [1-2]. Ainsi, il est reconnu que la principale source de pollution de particules fines ($PM_{2,5}$) est le chauffage au bois dans le secteur domestique (35 % des émissions nationales en 2007) du fait d'un important parc d'appareils anciens peu performants ; à l'inverse, les émissions de SO_2 dues à la combustion du bois sont quasi négligeables dans le total national (2 %) du fait de la très faible teneur en soufre de la biomasse d'origine forestière.

L'impact de la combustion du bois au niveau local est en revanche beaucoup plus complexe à appréhender, tant les situations sur le territoire national sont nombreuses.

Des approches par la mesure de traceurs organiques existent [3] et mettent en évidence l'impact plus ou moins marqué de la combustion du bois. Mais ces approches, qui restent encore exploratoires, ne permettent pas d'identifier et de décrire précisément les sources (appareil de chauffage récent ou ancien, chaudière ou appareil indépendant...).

Pour évaluer l'impact du chauffage au bois sur la qualité de l'air ambiant, la modélisation des rejets atmosphériques et de leur dispersion dans l'air ambiant apparaît aujourd'hui comme la seule solution pouvant prendre en compte l'ensemble des variables suivantes : qualité et quantité du combustible, caractéristiques des installations de combustion, conditions d'utilisation et d'entretien de ces installations, topographie, saisonnalité et conditions météorologiques.

C'est l'approche utilisée dans les études d'impact des chaufferies bois – de puissance supérieure à 20 MW – réalisées dans le cadre des dossiers de demande d'autorisation d'exploiter conformément à la réglementation relative aux installations classées pour la protection de l'environnement. Mais ni le chauffage domestique au bois, ni les chaufferies biomasse de petite puissance ne sont soumis à ces obligations.

Une première étude de modélisation [4] a mis en évidence une contribution non négligeable du chauffage domestique au bois sur la concentration en $PM_{2,5}$ dans l'air ambiant ($6 \mu g/m^3$ en moyenne

annuelle au point d'impact maximal). Les résultats de cette étude théorique, du fait des choix d'hypothèses extrêmement simplificatrices (deux types d'appareils de chauffage au bois seulement, site météorologique de fond de vallée...), ne sont pas généralisables à d'autres situations nationales.

Deux études récentes [5-6] ont été réalisées pour le compte de l'ADEME par ANTEA avec la contrainte d'être représentatives des situations nationales réelles. La première évalue l'impact du chauffage domestique au bois à l'échelle d'un quartier fictif de $1 km^2$, tandis que la seconde évalue l'impact d'un projet de chauffage bois de 700 kW autour du site d'implantation prévue. Ces études avaient également pour objectif de chiffrer les risques sanitaires des populations exposées selon leur âge, la voie d'exposition et l'effet critique des substances.

Nous restituons dans cet article les méthodologies suivies et les résultats obtenus concernant les polluants $PM_{2,5}$, PM_{10} , NO_x et SO_2 et leurs concentrations dans l'air ambiant.

Pour en savoir plus sur ces études, nous invitons le lecteur à consulter les rapports complets disponibles auprès du service documentation de l'ADEME.

1. Méthodologie

1.1. Évaluation de l'impact du chauffage domestique au bois

Deux quartiers résidentiels fictifs, avec des conditions météorologiques réelles, ont été modélisés. Le choix des sites a été orienté par les considérations suivantes : préférence pour un département relativement urbanisé et relativement plus utilisateur de chauffage en bois de base, et disponibilité de données météorologiques (température, direction et vitesse de vent, nébulosité).

L'urbanisation est définie à l'aide de l'indicateur « habitat » = « indice taux de ruralité² » × « indice maisons individuelles³ ». Une valeur faible correspond aux zones fortement urbanisées avec une part élevée de logements collectifs. Une valeur élevée correspond à une zone rurale avec un habitat constitué principalement de maisons individuelles.

L'utilisation de chauffage bois en base est définie à l'aide de l'indicateur « énergie » = « indice importance du bois énergie⁴ » × « indice de rigueur clima-

2. Chaque département possède un indice « taux de ruralité » correspondant au « nombre de ménages vivant dans des communes de moins de 10 000 habitants » / « nombre total de ménages ». Ces données proviennent du RGP (Recensement Général de la Population) de l'INSEE.

3. Chaque département possède un indice « maisons individuelles » correspondant au ratio « nombre de maisons individuelles » / « nombre total de logements des ménages ». Ces données proviennent du RGP de l'INSEE.

4. Chaque département possède un indice « importance bois énergie », données issues du RGP de l'INSEE, permettant de déterminer département par département, le pourcentage de logements individuels équipés d'un chauffage central bois. Les enquêtes CEREN montrent que le chauffage central au bois ne représente qu'une part mineure de l'ensemble des logements chauffés au bois. L'indice « importance du bois énergie » est défini comme le produit « indice INSEE du chauffage central au bois » × « indice CEREN du chauffage au bois en base de foyer fermé ».

tique⁵ ». Une valeur faible correspond aux zones à climat doux, n'utilisant éventuellement le chauffage au bois qu'en appoint ; une valeur élevée correspond aux zones à climat froid, utilisant plus fréquemment le chauffage au bois en base.

Deux sites, Tours (37) et Nancy (54), répondant à ces exigences, ont été retenus et pour lesquels les données météorologiques ont été utilisées.

Ensuite, les sites sont définis avec l'hypothèse de surface de parcelles individuelles de 450 m² réparties sur 1 km², soit un total de 2 222 habitations par site.

Pour chaque site, deux configurations différentes de parcs d'appareils de chauffage domestique au bois ont été retenues : la première correspond à un parc représentatif des années 2000 et la seconde des années 2010. Les données 2010 sont issues de l'étude prospective [7] et correspondent au scénario énergétique tendanciel associé à une évolution tendancielle du chauffage au bois.

Les principales hypothèses qui définissent un quartier chauffé au bois sont :

- la proportion des foyers utilisateurs de bois pour le chauffage (41 % en 2000 et 34 % en 2010) ;
- la répartition des appareils domestiques (chaudières, foyers fermés et inserts, foyers ouverts, poêles, et cuisinières) et leur répartition selon l'utilisation en base ou en appoint (cf. Tableau 1) ; au total, 912 habitations sur 2 222 sont équipées d'un appareil de chauffage au bois en 2000 et 733 en 2010 ;
- les paramètres relatifs aux conduits des fumées (hauteur, diamètre, température des fumées, vitesse...) ;
- l'âge des appareils : 92 % des appareils sont considérés être anciens (> 5 ans) en 2000 et 48 % en 2010 ;
- la consommation de bois [8] et une durée de saison de chauffe de six mois, d'octobre à fin mars ; un facteur de répartition de 0,578 a été pris en compte pour caler la durée effective de fonctionnement des appareils avec la consommation annuelle sur la durée de chauffe ;
- le rendement énergétique (cf. Tableau 2) ;
- les facteurs d'émission (cf. Tableau 2).

La distribution des logements utilisant un type d'équipement donné et un type d'usage donné a été réalisée de façon aléatoire et les résultats sont présentés en Figures 1 (année 2000) et 2 (année 2010).

Les concentrations dans l'air ont été calculées par modélisation de la dispersion des rejets atmosphé-

riques des équipements de chauffage domestique, à partir d'un modèle de dispersion atmosphérique gaussien amélioré ADMS4⁶.

Quatre niveaux de calculs ont été réalisés :

- par type d'équipement (chaudières, foyers fermés et inserts, foyers ouverts, poêles, et cuisinières) ;
- par type d'usage (base ou appoint) ;
- par période (années 2000 ou 2010) ;
- et par zone géographique (deux sites fictifs).

Les résultats de chacune de ces modélisations ont ensuite été sommés pour connaître les émissions totales dues à la combustion du bois à l'échelle du quartier lorsque toutes ces sources fonctionnent simultanément.

1.2. Évaluation de l'impact du chauffage collectif au bois

Trois projets distincts de chaufferies bois de 700 kW ont été modélisés, le premier étant celui d'une collectivité locale de montagne (38) avec un emplacement déjà déterminé, tandis que les deux autres sont des projets représentatifs de réalisations en cours à l'échelle nationale.

L'emplacement prévu pour le projet 1 est situé à proximité d'écoles, de complexes sportifs et de zones résidentielles et agricoles.

L'implantation géographique des projets 2 et 3 est choisie pour disposer de deux contextes météorologiques contrastés, avec comme contrainte une topographie dégagée et des conditions météorologiques issues de données réelles de stations Météo-France. Les données météorologiques de Bergerac (24) et Rodalbe⁷ (57) ont été utilisées pour les sites 2 et 3 respectivement.

Les données météorologiques prises en compte sont :

- pour le projet 1 : une extrapolation à partir de la topographie et des données météorologiques issues de deux stations Météo-France qui encadrent le projet pour les paramètres de vitesse et direction de vent, de température, nébulosité et précipitations ;
- pour les projets 2 et 3 : des données tri-horaires sur trois années consécutives sur les stations Météo France pour les paramètres de vitesse et direction de vent, température, nébulosité et précipitations.

Les facteurs d'émissions sont issus de données bibliographiques [9] et présentés dans le Tableau 3.

5. Chaque département possède un indice de « rigueur climatique » calculé en effectuant le rapport de son DJU trentenaire sur le DJU trentenaire moyen de la France métropolitaine, fournis par le COSTIC.

6. Atmospheric Dispersion Modelling System, développé par le CERC.

7. Avec les données de nébulosité de la station la plus proche (Metz) et distante de 50 km (la station de Metz, qui dispose de mesures de tous les paramètres nécessaires, a été écartée car elle présente une topographie trop marquée, avec une pente de 100 m pour 1 km à l'ouest de la station, ce qui gêne la dispersion atmosphérique).

Tableau 1.
Effectifs des différents types d'équipement de chauffage domestique au bois sur 1 km².

Utilisation	Équipement	Parc années 2000	Parc années 2010
Base	Chaudières bois	63	35
Base	Foyers fermés/Inserts	155	145
Base	Poêles à bois	81	77
Base	Cuisinières bois	74	29
Base	Foyers ouverts	28	20
Appoint	Foyers fermés/Inserts	242	226
Appoint	Poêles à bois	45	43
Appoint	Cuisinières bois	20	8
Appoint	Foyers ouverts	204	150
Total		912	733

Tableau 2.
Rendement et facteurs d'émission (en g de polluant par énergie entrante) des appareils de chauffage domestique au bois.

Équipement	Parc années 2000					Parc années 2010				
	Rdt	NO _x g/GJ	SO ₂ g/GJ	PM _{2,5} g/GJ	PM ₁₀ g/GJ	Rdt	NO _x g/GJ	SO ₂ g/GJ	PM _{2,5} g/GJ	PM ₁₀ g/GJ
Chaudières	70 %	60	20	221	226	78,00 %	60	20	160	163
Foyers fermés/Inserts	60 %	60	20	540	552	69,50 %	60	20	397	406
Poêles	60 %	60	20	586	599	70,00 %	60	20	422	431
Cuisinières	60 %	60	20	651	665	70,00 %	60	20	651	665
Foyers ouverts	10 %	60	20	698	713	10,00 %	60	20	698	713

Tableau 3.
Facteurs d'émission (en concentration de polluant dans les fumées) des chaufferies collectives au bois.

Substance	Concentration en mg/Nm³ à 11 % d'O ₂	
	Scénario 1	Scénario 2
NO _x	324	
SO ₂	40	
Particules totales*	150	50
PM _{2,5} *	140	47
PM ₁₀ *	143	48

* Les PM_{2,5} et les PM₁₀ représentent respectivement 93 % et 95 % des particules totales.

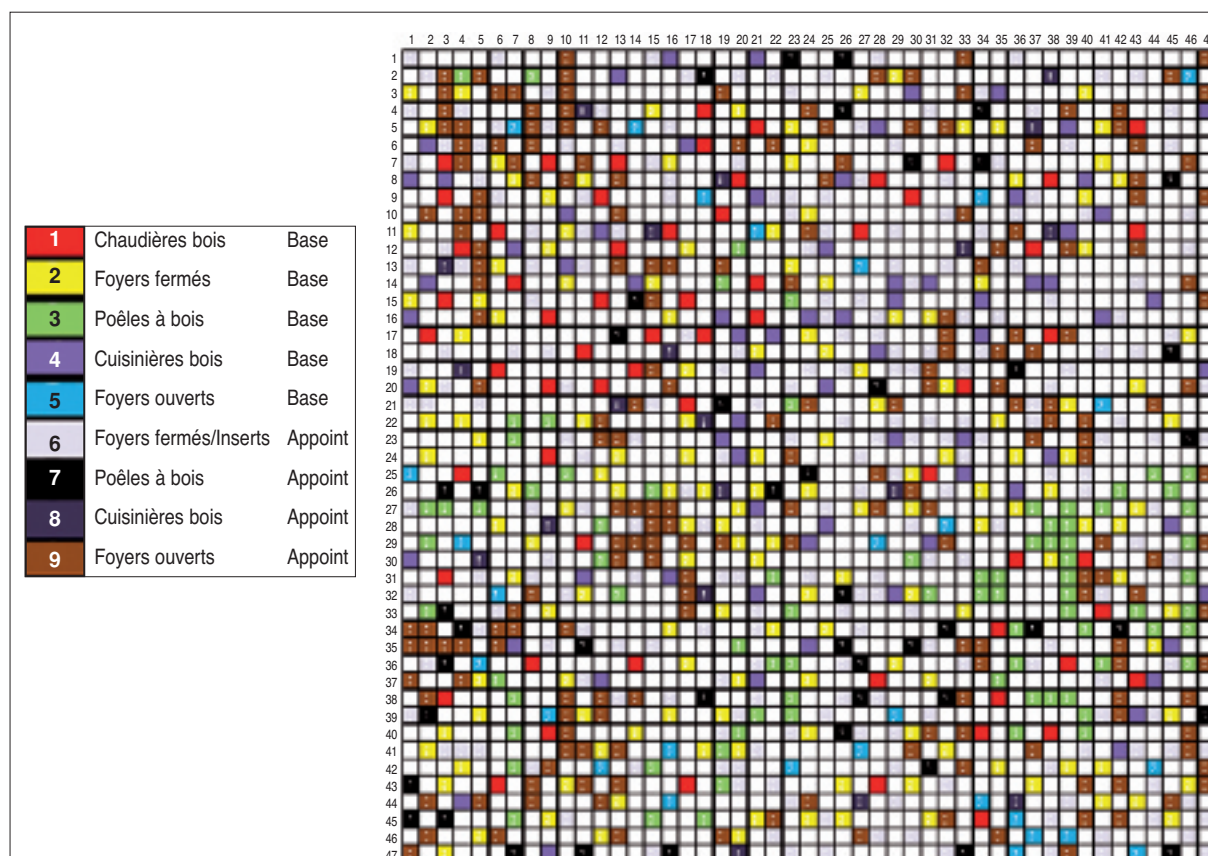


Figure 1.

Distribution des différents types d'équipements de chauffage au bois sur le parc, années 2000.

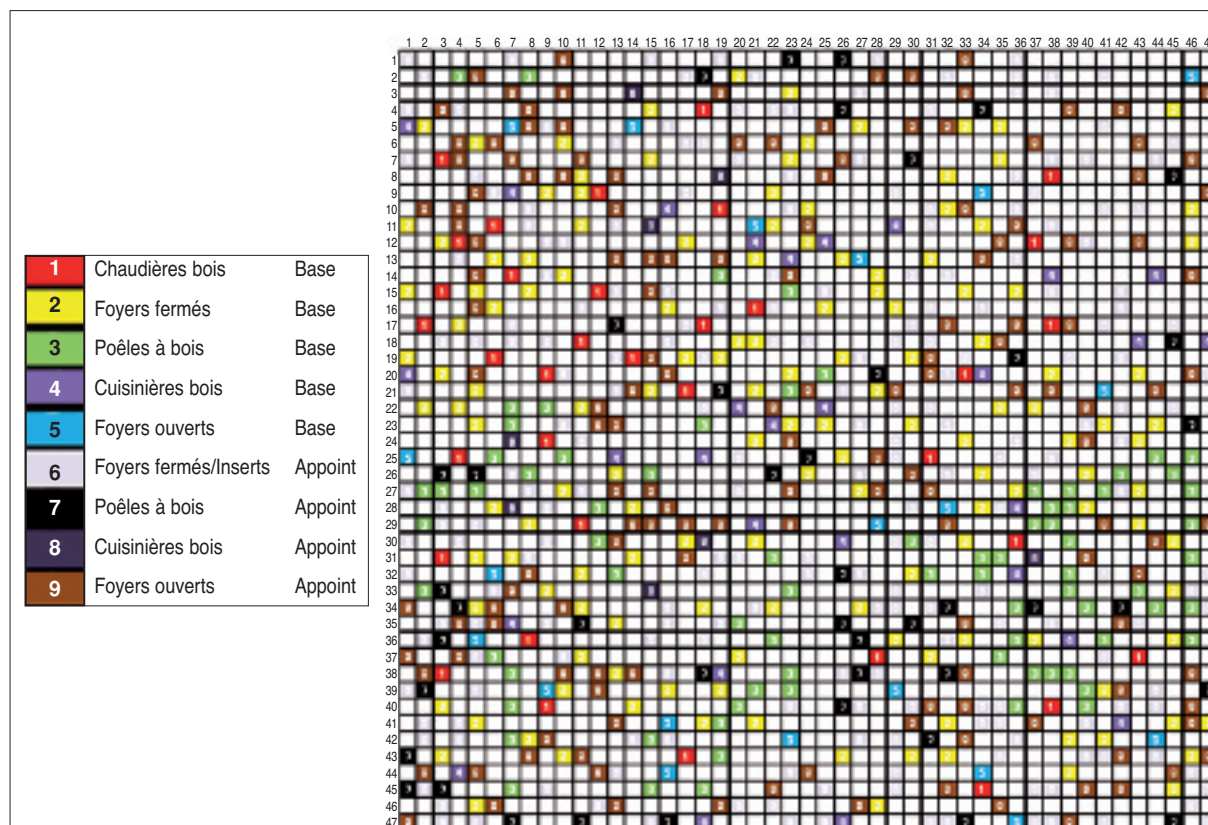


Figure 2.

Distribution des différents types d'équipements de chauffage au bois sur le parc, années 2010.

Les durées de fonctionnement sont fixées à 5 424 h/an pour le projet 1 afin de satisfaire aux besoins de chaleur du site et à 8 760 h/an pour les projets 2 et 3 afin de se placer dans des conditions majorantes où le projet de chaufferie devra assurer une production continue de chaleur toute l'année.

Pour chacun des projets, deux scénarios sont étudiés :

- scénario 1 : rejets atmosphériques de chaufferie traités par un multicyclone seul, avec une valeur limite d'émission de particules fixée à 150 mg/Nm³ (11 % O₂) ;
- scénario 2 : rejets atmosphériques de chaufferie traités par un multicyclone et un électrofiltre ou un filtre à manche avec une valeur limite d'émission de particules fixée à 50 mg/Nm³ (11 % O₂).

Le calcul des concentrations dans l'air est réalisé pour le projet 1 dans une zone de 6 km de rayon autour de la source, par modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques de la chaufferie, à partir de facteurs d'émission bibliographiques et d'un modèle de dispersion atmosphérique tridimensionnel CXT.

Pour les projets 2 et 3, le calcul des concentrations dans l'air est réalisé dans une zone de 5 km de rayon autour de la source, par modélisation de la dispersion des rejets atmosphériques de la chaufferie, à partir de facteurs d'émission bibliographiques et d'un modèle de dispersion atmosphérique gaussien ADMS4.

2. Résultats

Les résultats de concentrations présentés ci-après représentent la contribution supplémentaire moyenne annuelle apportée par la combustion de la biomasse pour la production de chaleur.

2.1. L'impact du chauffage domestique au bois

Seules les concentrations maximales de polluants sur la zone d'étude ont été évaluées. En d'autres termes, les niveaux sont inférieurs en tout autre point de la zone d'étude.

Les concentrations maximales de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂, sont présentées dans le Tableau 4.

Toutes les concentrations maximales de NO_x, SO₂, PM_{2,5} et PM₁₀ calculées au point le plus exposé de la zone d'étude demeurent inférieures aux seuils réglementaires ou à l'objectif Grenelle 2015.

Les concentrations maximales de PM_{2,5} dans l'air ambiant au point d'exposition maximum varient, pour la configuration du parc représentatif des années 2000, entre 2,4 (site fictif 1) et 3,1 µg/m³ (site fictif 2), ce qui est inférieur à l'objectif de 15 µg/m³ fixé par le Grenelle Environnement comme valeur limite à ne pas dépasser en 2015. Pour la configuration du parc représentatif des années 2010, ces concentrations sont de 1,6 (site fictif 1) et 2,1 µg/m³ (site fictif 2), soit plus de 30 % de réduction par rapport aux années 2000.

Les concentrations maximales de PM₁₀ sont très faibles pour les deux sites, dans les deux configurations 2000 et 2010 du parc (0,1 à 0,2 µg/m³), et sont très largement inférieures au seuil réglementaire (30 µg/m³). Elles sont également systématiquement inférieures aux concentrations de PM_{2,5} car, étant plus lourdes, elles se déposent davantage au sol.

La contribution aux concentrations de NO_x et SO₂ est marginale au regard des valeurs limites réglementaires imposées (respectivement 40 et 50 µg/m³). Les concentrations de NO_x sont évaluées entre 0,4 et 3,2 µg/m³ pour la configuration du parc représentatif des années 2000 et entre 0,3 et 0,4 pour la configuration du parc représentatif des années 2010. Les concentrations de SO₂ sont évaluées à environ 0,1 µg/m³ quels que soient la configuration du parc et le site.

2.2. L'impact du chauffage collectif au bois

Les concentrations maximales de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂ sont présentées dans le Tableau 5. Pour le projet 1, les concentrations maximales sont obtenues à proximité immédiate de la source (coordonnées - 3,3 m ; - 1,2 m). Les concentrations à deux autres points d'intérêt (école à 200 m, première habitation à 300 m) ont également été évaluées. Pour les projets 2 et 3, les concentrations maximales sont obtenues à une distance de 100 m de la source.

Les concentrations maximales sont toutes inférieures aux seuils réglementaires ou à l'objectif Grenelle 2015, à l'exception des PM_{2,5} pour le projet 1.

Tableau 4.
Résultats de concentrations maximales modélisées de NO_x, SO₂ et PM dans l'air ambiant (en µg/m³) pour les deux sites fictifs et selon les deux configurations de parc d'appareils de chauffage domestique au bois (années 2000 et 2010).

Sites	NO _x	SO ₂	PM _{2,5}	PM ₁₀
Seuils réglementaires (décret du 15.02.02)	40	50	15*	30
Site fictif 1 – parc années 2000	3,2	0,1	2,4	0,1
Site fictif 1 – parc années 2010	0,3	0,1	1,6	0,1
Site fictif 2 – parc années 2000	0,4	0,1	3,1	0,2
Site fictif 2 – parc années 2010	0,4	0,1	2,0	0,1

* Grenelle Environnement, valeur cible à partir de 2010 et valeur limite à partir de 2015.

Tableau 5.
Résultats de concentrations maximales modélisées de NO_x, SO₂ et PM dans l'air ambiant (en µg/m³)
émis par les trois projets de chaufferies bois, équipées (colonne « VLE TSP = 50 ») ou non (colonne « VLE TSP = 150 »)
de dépoussiéreur de type filtre à manche ou électrofiltre.

Projets	NO _x	SO ₂	VLE TSP = 150		VLE TSP = 50	
			PM _{2,5} *	PM ₁₀	PM _{2,5} *	PM ₁₀
Seuil réglementaire (décret du 15.02.02)	40	50	15*	30	15*	30
Projet 1						
– Exposition max.	35,3	4,4	15,6	1,2	5,2	0,4
– École, à 200 m de la source	9,6	1,2	4,2	0,3	1,4	0,1
– Première habitation à 300 m de la source	4,4	0,5	1,9	0,1	0,6	0,04
Projet 2 – Exposition max.	1,8	0,2	0,7	0,05	0,2	0,02
Projet 3 – Exposition max.	2,1	0,3	0,9	0,06	0,3	0,02

* Grenelle Environnement, valeur cible à partir de 2010 et valeur limite à partir de 2015.

La valeur du Grenelle Environnement pour les PM_{2,5} (15,0 µg/m³) est atteinte dans le cas du projet 1 non équipé d'un filtre à manche ou électrofiltre pour le point situé à proximité immédiate de la chaufferie (15,6 µg/m³). À 200 m de la source au niveau de l'école, la concentration baisse à 4,2 µg/m³ ; elle baisse encore à 300 m de la source, au lieu de la première habitation, à 1,9 µg/m³.

Lorsque cette chaufferie est équipée d'un système de dépoussiérage de type filtre à manche ou électrofiltre, les concentrations sont réduites à 5,2 µg/m³ au point d'exposition maximum et sont égales à 1,4 et 0,6 µg/m³ à l'école et à la première habitation respectivement. La modélisation montre que la mise en place d'un système de dépoussiérage de type filtre à manche ou électrofiltre, qui permet une réduction des émissions de particules totales à la cheminée, conduit à une baisse des particules fines (PM_{2,5}, PM₁₀) du même ordre de grandeur dans l'air ambiant.

Les concentrations de PM₁₀ sont très faibles quel que soit le projet (valeurs maximales entre 0,02 et 1,2 µg/m³) et très largement inférieures au seuil réglementaire (30 µg/m³).

Les concentrations de NO_x diminuent rapidement avec l'éloignement du site et passent d'une valeur maximale de 35,3 µg/m³ à proximité immédiate du projet de chaufferie, à 9,6 µg/m³ à seulement 200 m (école) et 4,4 µg/m³ à 300 m (1^{re} habitation). Cette baisse significative des concentrations s'observe également pour le SO₂, dont les valeurs déjà faibles à proximité de la source (4,4 µg/m³) continuent de baisser à 200 m (1,2 µg/m³) et à 300 m (0,5 µg/m³). Les concentrations maximales de NO_x et SO₂ des projets 2 et 3 sont encore plus faibles, à environ 2,0 et 0,3 µg/m³ respectivement.

Les concentrations modélisées de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂ pour les projets 2 et 3 sont systématiquement plus faibles que celles du projet 1. Les concentrations maximales modélisées pour le projet 3

sont supérieures à celles du projet 2, d'un facteur 1,2 globalement. Ces résultats restent néanmoins du même ordre de grandeur.

Il ressort que les paramètres géographiques tels que le relief et le climat de la zone d'étude entraînent une variabilité importante des résultats de l'évaluation. D'autres hypothèses sont à signaler comme ayant une influence importante sur la comparabilité des résultats :

- pour le projet 1, un modèle tridimensionnel de dispersion de rejets atmosphériques a été mis en œuvre, alors que les projets 2 et 3 ont été modélisés avec un modèle gaussien ;
- le projet 1 fonctionne 5 424 h/an contre 8 760 h/an pour les projets 2 et 3 ;
- les concentrations maximales sont modélisées dans le projet 1 à proximité immédiate de la source d'émission (coordonnées – 3,3 m ; – 1,2 m), alors qu'elles se situent à 100 m de la source pour les projets 2 et 3.

La mise en place d'une technique de filtration performante (électrofiltre ou filtre à manche) permet de réduire significativement les concentrations de poussières dans l'air ambiant, conformément aux objectifs de qualité de l'air fixés par le Grenelle Environnement.

Conclusion

Les deux études apportent pour la première fois des estimations chiffrées de la contribution locale du chauffage domestique et collectif au bois, tel qu'il existe en France, pour les polluants PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂. L'approche par modélisation permet non seulement de modéliser le plus fidèlement possible la réalité mais aussi de simuler des scénarios de développement de la biomasse énergie.

Sur la base des résultats de concentrations de PM_{2,5}, PM₁₀, NO_x et SO₂ calculés aux points de retombées maximales, on note un impact du chauffage au bois sur la concentration en PM_{2,5} dans l'air ambiant par rapport à la valeur limite 2015 du Grenelle Environnement fixée à 15 µg/m³, aussi bien dans le cas du chauffage domestique que collectif.

Deux leviers permettent toutefois de réduire significativement cet impact : le remplacement des appareils de chauffage domestique anciens et polluants par des appareils récents et performants, et l'équipement des chaufferies par des systèmes de dépoussiérage performants de type filtre à manche ou électrofiltre.

Les autres impacts (PM₁₀, NO_x et SO₂) sont faibles et très largement inférieurs aux seuils réglementaires pour la surveillance de la qualité de l'air.

Compte tenu de l'enjeu du développement conjoint de la biomasse énergie et de la qualité de l'air, il paraît indispensable de poursuivre les travaux sur cette thématique et notamment d'approfondir les sujets suivants :

- étude de différents cas réels contrastés, avec prise en compte simultanée de données réelles topographiques et météorologiques ;
- présentation des résultats en tout point de la zone d'étude et pas uniquement au point d'impact maximal ;
- comparaison de résultats modélisés avec des résultats de campagne de mesure sur site ;
- extension à d'autres polluants, et en particulier benzo(a)pyrène, benzène, plomb, arsenic, cadmium, nickel qui font aujourd'hui l'objet d'une surveillance réglementée, pour lesquels des facteurs d'émissions seraient disponibles dans la littérature pour les équipements de chauffage au bois concernés.

Enfin, rappelons que ces travaux sont monosources et focalisés sur la combustion de la biomasse, qui n'est pas le seul et unique émetteur de polluants. Il semble donc important d'engager une réflexion sur une étude multisource d'impact local qui modéliserait les principaux émetteurs aussi bien canalisés que diffus. Une telle étude aurait l'avantage de restituer, non pas la contribution supplémentaire d'un émetteur, mais l'ensemble des émissions d'un territoire.

Références

- [1] 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.
- [2] CITEPA. Inventaire des émissions de polluants atmosphériques en France. Séries sectorielles et analyses étendues. SECTEN. CITEPA, 2009.
- [3] Pissot *et al.*, Impact de la combustion du bois sur la qualité de l'air ambiant de quatre villes de France : évaluation de l'approche par traceurs organiques, *Pollution Atmosphérique* ; 203, juillet-septembre 2009.
- [4] Mandin C, Fraboulet I, Malherbe L *et al.* Évaluation du risque sanitaire associé aux émissions atmosphériques du chauffage domestique au bois, première approche. Présentation à la conférence internationale d'épidémiologie et d'exposition environnementale (ISEE/ISEA), Paris 2006.
- [5] ADEME. Évaluation des risques sanitaires associés à des appareils de chauffage au bois en maisons individuelles à l'échelle d'un quartier résidentiel (étude réalisée pour le compte de l'ADEME par ANTEA), 2008.
- [6] ADEME. Évaluation des risques sanitaires (ERS) associés à des projets de chaufferies bois de puissance égale à 700 kW (étude réalisée pour le compte de l'ADEME par ANTEA, avec l'assistance à maîtrise d'ouvrage de l'INERIS), 2008.
- [7] ADEME. Évaluation comparative actuelle et prospective des émissions du parc d'appareils domestiques de chauffage en France (Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par Erdyn Consultant et Alkaest Conseil), 2005.
- [8] CEREN. Les ménages qui se chauffent au bois en 2001, 2003.
- [9] CITEPA. Estimation des émissions de polluants liées à la combustion du bois en France, 2003.

