Pollution atmosphérique
ISSN : 2268-3798
Publisher : Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique

217 | 2013
Varia

La maîtrise des particules liées au bois-énergie

Control of particles issued from Wood-energy

Isabelle Roussel

https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/976

DOI : 10.4267/pollution-atmospherique.976

Electronic reference
Isabelle Roussel, « La maîtrise des particules liées au bois-énergie », *Pollution atmosphérique* [Online], 217 | 2013, Online since 11 avril 2013, connection on 05 mars 2026. URL : https://www.peren-revues.fr/pollutionatmospherique/976

Copyright
CC-BY

La maîtrise des particules liées au bois-énergie

Control of particles issued from Wood-energy

Isabelle Roussel

OUTLINE

Conclusion

TEXT

1 La France est le premier pays consommateur de bois-énergie en Europe, essentiellement grâce au chauffage domestique qui représente une consommation annuelle de 7,3 millions de tonnes équivalent pétrole (tep). Les programmes en faveur de la promotion de cette filière ont assuré, entre 2000 et 2006, la substitution annuelle de 45 000 tep d'origine fossile. Cette orientation mérite d'être encouragée car l'étendue de la forêt augmente en France et elle représente une ressource, encore largement inexploitée, favorisant l'indépendance énergétique du pays tout en permettant de limiter les émissions de GES. À l'avantage de la proximité s'ajoute le faible coût de ce combustible facilement accessible dans de nombreuses zones rurales. Cependant, ce secteur mérite d'être mieux structuré tant dans le domaine de la gestion de la forêt que dans celui de la performance énergétique.

2 Des développements métrologiques récents ont permis de mieux identifier la contribution des émissions du chauffage au bois aux niveaux élevés de particules responsables du contentieux européen grâce, en particulier, au programme CARA (Caractérisation chimique des particules) mis en place par le LCSQA (Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air). Les investigations effectuées en Rhône-Alpes, région fortement boisée, montrent, selon les données du réseau Air Rhône-Alpes, que le chauffage résidentiel représente plus de 30 % des émissions de particules PM_{10} mais surtout de $PM_{2.5}$. D'après les inventaires du CITEPA[1], plus les particules sont fines, plus la contribution du secteur résidentiel augmente. Les études d'impact

sanitaire entreprises ces dernières années et présentées dans les journées Ateliers dont la revue a rendu compte en novembre 2012 (www.appa.asso.fr/), montrent l'importance des effets de ces particules fines qui peuvent franchir la barrière pulmonaire, ne pas se cantonner dans l'appareil respiratoire et ainsi contribuer à l'occurrence de nombreuses pathologies. Si le carbone qu'elles contiennent peut avoir un effet nocif direct, il est aussi l'indicateur d'une combustion incomplète génératrice d'autres éléments toxiques. En 2009, d'après le CITEPA, les émissions du secteur « chauffage au bois » représentaient 31 % des émissions de monoxyde de carbone, 22 % des COVNM, 21 % des PM_{10}, 34 % des $PM_{2.5}$ et 66 % des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).

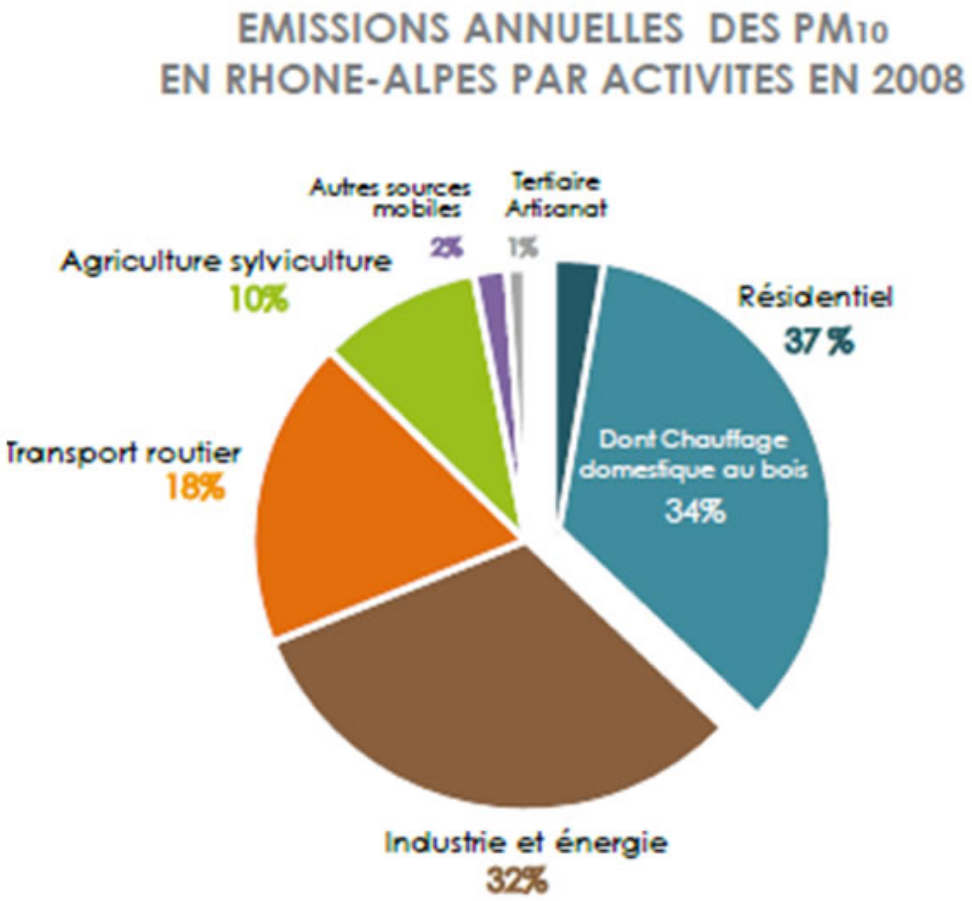

Figure 1. Émissions de particules en Rhône-Alpes et dans le périmètre du PPA de Grenoble (Schéma régional climat, air et énergie SRCAE Rhône-Alpes).
Particles emissions in Rhône-Alpes inside Grenoble PPA area.

La figure 1 montre que, outre le secteur industriel sur lequel les leviers d'action réglementaires sont efficaces, trois autres secteurs d'émission apparaissent nettement : l'agriculture, le transport routier et le chauffage domestique au bois. En ville, cette répartition est un peu différente puisque le poids du transport routier est plus élevé et que l'agriculture est peu représentée ; les études entreprises pour caractériser les particules soulignent ces différences puiqu'une forte proportion de *black carbon* est observée dans les villes et à proximité des axes routiers, tandis que le carbone organique (CO) domine dans les zones plus rurales marquées par les brûlages ou par la fréquence du recours au bois comme chauffage d'appoint (thèse de C. Piot, 2011).
Les émissions varient selon les saisons. La contribution du chauffage au bois aux niveaux de particules mesurés dans la région Rhône-Alpes est, selon le SRCAE, estimée à 37 % en moyenne annuelle, 55 % en période de chauffe et 71 % pendant les journées les plus froides de l'hiver. Cet apport hivernal élevé explique l'importance de la présence du carbone élémentaire (EC) dans l'air hivernal alors qu'en été, la proportion du carbone organique est plus élevée. Le rapport EC/CO est plus fort en hiver qu'en été. Les particules ainsi émises contribuent fortement aux pointes hivernales qui correspondent à des jours froids, générant un chauffage important, tandis que les fumées sont bloquées en raison des inversions de températures dans les fonds de vallées qui concentrent l'essentiel des habitats et des habitants dans les régions montagneuses. Au printemps, l'accumulation de particules secondaires, d'origines diverses, souvent semi-volatiles, peut contribuer également à la formation de pics de pollution (ce sont ces particules que le changement de protocole de mesure depuis 2007 permet de prendre en compte).
La mission assignée au plan particule en général et aux PPA (Plans de protection de l'atmosphère) dans les zones urbaines, consiste à diminuer ces émissions. Il s'agit d'une tâche difficile compte tenu de l'ancrage culturel en France des trois secteurs qui contribuent aux niveaux élevés de polluants particulaires à savoir l'agriculture, les transports routiers et le chauffage au bois. Le rôle de ces trois domaines dépasse le champ de la sphère écono-

mique et relève de mécanismes culturels profonds en raison de l'attachement des Français à l'agriculture, à l'automobile et au chauffage au bois. En particulier le mythe du « feu à l'âtre » relève de la convivialité particulièrement déployée dans les zones rurales et montagnardes.
Le contexte actuel n'est pas favorable à une réduction systématique de l'utilisation du bois pour le chauffage domestique, dans la mesure où il représente une source d'énergie considérée comme neutre vis-à-vis de l'effet de serre et accessible à toutes les bourses en période de crise. Cependant, si cette réduction est accompagnée par une diminution de la consommation énergétique ou par de meilleures performances des appareils de chauffage, elle devient tout à fait socialement et économiquement pertinente. En outre, le *black carbon* émis lors d'une combustion incomplète, bien qu'ayant une durée de vie plus courte que celle du gaz carbonique, a un impact sur le climat puisque ces particules noires agissent sur l'albedo mais aussi sur la composition des nuages et sur les phénomènes radiatifs en général. En particulier, ces dépôts sombres, en absorbant les rayons du soleil, contribuent à accélérer la fonte des glaciers. Donc la maîtrise de ces particules présente un bénéfice à la fois climatique, sanitaire et environnemental.

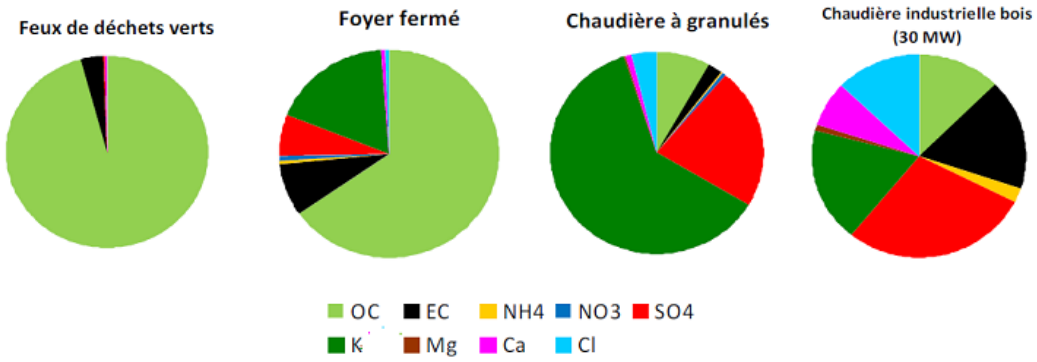

Figure 2. Comparaison des profils chimiques d'espèces majeures sur différents types de combustion de biomasse (source : C. Piot, 2011).
Comparison of the chemical profiles of major species on various types of combustion of biomass.

3 Pour diminuer les émissions toxiques tout en encourageant le développement de la filière bois-énergie, les actions possibles consistent à améliorer le rendement de la combustion, donc les performances des

systèmes de chauffage, et à encourager une sélection rationnelle du combustible dans un contexte d'isolation des maisons et de réduction de la consommation d'énergie domestique.

4 Or les modalités de l'utilisation du bois pour se chauffer sont extrêmement variées ainsi que les émissions estimées, comme le prouve le tableau I. Les chaufferies collectives et les grosses chaudières industrielles ont un bon rendement, et donc des gaz résiduels sont peu abondants, tandis que la situation se dégrade avec les poêles, les cuisinières, les inserts et les feux à l'âtre.

BOIS						
Facteurs d'émission en énergie entrante	Chaudières			Poêles		
	Avant 1996	Après 1996	Performant	Avant 1996	Après 1996	Performant
PM10 (g/GJ)	237,5	95	47,5	665	247	133
PM2,5 (g/GJ)	232,5	93	46,5	651	241,8	130,2
BaP (mg/GJ)	4,7	1,9	0,9	51,3	19,1	10,3

BOIS							
Facteurs d'émission en énergie entrante	Cuisinières			Inserts			Foyers ouverts
	Avant 1996	Après 1996	Performant	Avant 1996	Après 1996	Performant	
PM10 (g/GJ)	665	247	133	665	247	133	712,5
PM2,5 (g/GJ)	651	241,8	130,2	651	241,8	130,2	697,5
BaP (mg/GJ)	51,3	19,1	10,3	19,1	7,1	3,8	24,2

Tableau I. Facteurs d'émission estimés d'après l'énergie entrante (source INERIS).

Emission Factors estimated according to the entrante energy.

Il s'agit de répondre au double enjeu qui consiste à faire la promotion du bois énergie tout en incitant à prendre un certain nombre de précautions pour assurer une combustion efficace et saine. Les Canadiens se sont déjà penchés, depuis de longues années, sur ce double objectif pour profiter des ressources offertes par la forêt. La plupart du temps, les chaudières d'une certaine taille, lorsqu'elles sont performantes, bien réglées et bien utilisées ont un rendement élevé et sont équipées de filtres qui retiennent les particules. L'effort entrepris pour isoler les maisons joue également dans le même sens puisqu'il permet de diminuer la consommation énergétique.
Dans la région Rhône-Alpes, la forêt tend à s'étendre et constitue une ressource dont il convient d'assurer la promotion. Or le PPA de Grenoble comme le SRCAE de la région Rhône-Alpes affichent des objectifs ambitieux

qui vont bien au-delà du scénario tendanciel qui enregistre une diminution des particules « au fil de l'eau » sans mesures particulières. Le défi assigné à cette planification consiste à accompagner cette diminution des émissions d'une augmentation de l'utilisation du bois pour le chauffage domestique.
Le scénario « au fil de l'eau », pour la région Rhône-Alpes, s'appuie sur la diminution tendancielle des émissions de PM_{10} et $PM_{2.5}$ en France qui ont été réduites de respectivement 36 % et 44 % entre 1990 et 2009 et de respectivement 23 % et 29 % entre 2000 et 2009. Tous les secteurs ne contribuent pas de la même manière à cette réduction. Sur la période 2000-2009, les réductions des émissions de PM_{10} auraient été de 25 % pour le secteur industriel, de 39 % pour le secteur résidentiel et tertiaire, de 28 % pour les transports et de 0,5 % pour l'agriculture.
Ce « scénario tendanciel » se traduit par une diminution du nombre de jours dépassant la valeur limite de 50 □g/m^3.

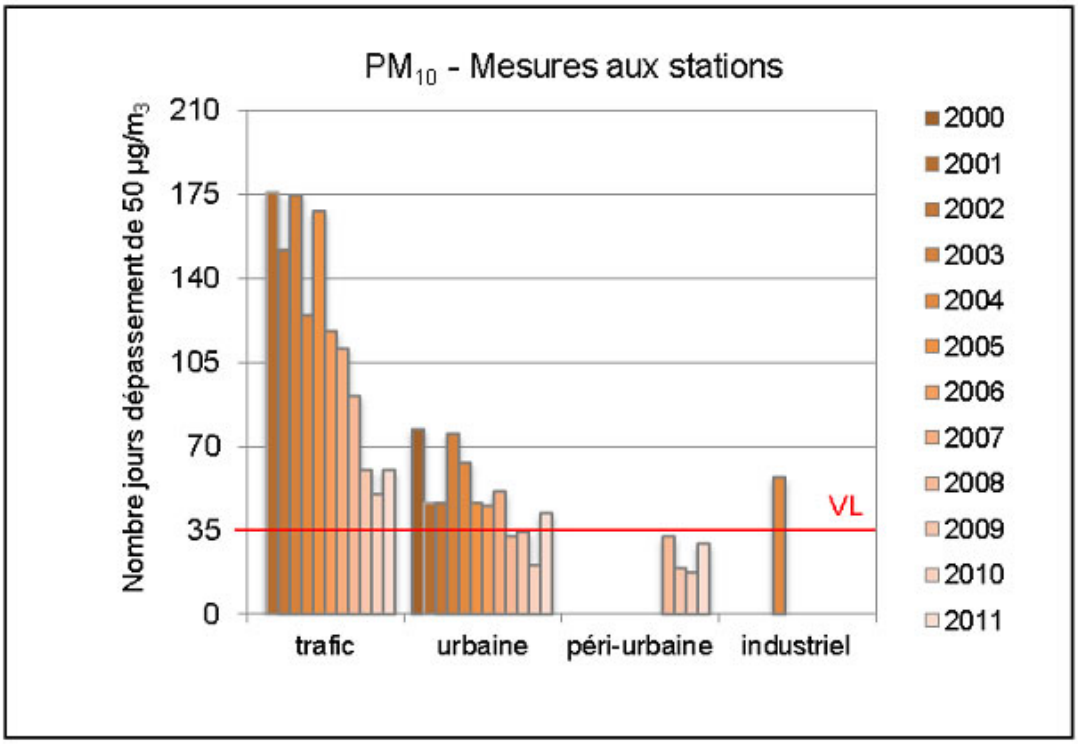

Figure 3. Évolution du nombre de jours de dépassement de 50 µg/m^3 en concentration journalière sur les sites présentant des niveaux élevés de PM_{10}, de 2000 à 2011 (valeur limite = 35 jours). Les différentes typologies de stations sont distinguées (SRCAE Rhône-Alpes).

Evolution of the number of days overtaking 50 µg/m^3 on daily concentration on sites presenting high levels of PM_{10} from 2000 till 2011 (value limits = 35 days). The various typologies of stations are distinguished.

Cette tendance à la baisse, surtout sensible sur les stations situées à proximité des axes routiers (figure 3) correspond aux progrès réalisés sur les moteurs (filtres à particules), moins consommateurs de carburant. L'évolution des technologies et le renouvellement du parc de véhicules se conjuguent avec celle permise par l'isolation des maisons et l'amélioration des rendements des appareils de chauffage et explique le gain global de 32 % entre 2007 et 2015. Cependant, la planification énergétique a pour ambition d'aller au-delà de cette diminution tendancielle grâce à une politique ambitieuse qui dépasserait les gains liés à des améliorations technologiques.

5 **Les dispositions des PPA rhônalpins ont pour objectif d'aller plus loin dans la maîtrise des émissions** tout en assurant la promotion du bois énergie. Il s'agit de poursuivre les actions assurant des améliorations technologiques pour favoriser la promotion de chaudières, poêles et inserts ayant de meilleures performances validées par l'octroi de labels [2]. Pour poursuivre cet objectif de maîtrise des émissions, il convient certes de promouvoir le renouvellement des appareils mais aussi d'encourager de meilleures pratiques en améliorant les usages des appareils existants et en développant les chaufferies collectives et les réseaux de chaleur. En France, et plus particulièrement en Rhône-Alpes, la mise en place de deux plans bois-énergie successifs en 1994-1999 et 2000-2006 a provoqué un développement rapide du bois-énergie, notamment dans le domaine du petit collectif alors qu'historiquement le chauffage au bois était plutôt associé au chauffage individuel. Selon les chiffres publiés par l'ADEME, le nombre de chaufferies collectives en Rhône-Alpes est passé de 41 installations en 2000 à 285 en 2004.

6 L'amélioration des installations des petits utilisateurs occasionnels est plus compliquée car la rénovation d'une installation utilisée en appoint et aussi pour l'agrément, très épisodiquement, lors de certains week-ends, représente un investissement élevé par rapport au bénéfice collectif escompté. Outre cet usage, plus marginal en dehors des régions touristiques, l'utilisation du bois bûche en

appoint, pour complèter un chauffage central électrique ou au fuel, se généralise et mérite d'être améliorée. Les stratégies pour maîtriser au mieux ce type de chauffage d'appoint reposent sur une meilleure connaissance des usages, des usagers et de leurs besoins. Pour connaître la contribution des petites installations aux émissions mesurées, il est nécessaire de procéder à des enquêtes précises puisque les statistiques de l'INSEE portent essentiellement sur le mode de chauffage principal. Les améliorations ne peuvent s'effectuer qu'à partir d'une meilleure connaissance des usages qui reflètent les spécificités du territoire.

7 **Dans le cadre du PPA de l'Arve, des études sont en cours pour mieux connaître les usages du bois énergie**. Des investigations préliminaires ont été effectuées dans 138 maisons individuelles dans la combe de Savoie et dans 800 foyers de la vallée de l'Arve. Ces investigations portent sur des habitations d'âge et de types différents : résidences secondaires et résidences principales, propriétés et locations. Ces études préliminaires méritent d'être affinées mais, en dépit de leur faiblesse méthodologique, elles indiquent un ordre de grandeur des utilisateurs du bois en tant que chauffage d'appoint.

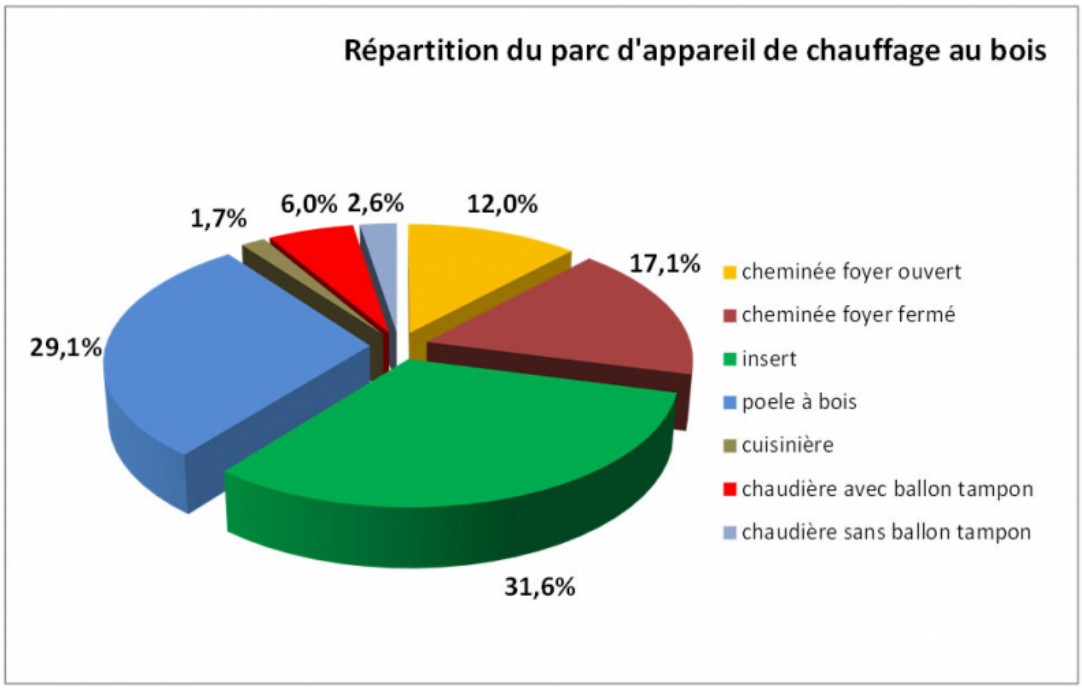

Figure 4. Répartition du parc d'appareil de chauffage au bois dans la vallée de l'Arve (source Air-Rhône-Alpes).

Distribution of wood-burning heating types in the Arve Valley.

8 Une autre enquête menée par BVA pour le compte de l'ADEME[3] a été menée en février 2013 indiquant que 31 % de la population de la vallée est équipée de chauffage au bois individuel ou a brûlé des déchets verts. Certes, compte tenu des particularités de ces territoires de montagne, les résultats ne peuvent être généralisés, mais ils doivent servir d'encouragement pour mener ce type d'étude afin d'affiner les stratégies d'action et de communication. Dans le cadre du programme Primequal[4], une étude importante est en cours pour élaborer des outils, méthodologiquement fiables, pour appréhender les caractéristiques de l'utilisation du bois-énergie ainsi que le profil et la motivation des utilisateurs, de manière à étayer une stratégie pertinente pour élaborer des solutions permettant de diminuer les émissions de particules. Les résultats provisoires obtenus dans la vallée de l'Arve montrent combien les inserts et les poêles sont encore dominants, représentant 60 % des appareils, même si des chaudières plus modernes ont fait une percée intéressante en atteignant 10 % des appareils utilisés. Le parc d'appareil au bois apparaît assez vieillissant : le tiers des appareils a plus de 15 ans, ce qui a une incidence notable sur les émissions puisque les appareils anciens, moins performants, émettent davantage de particules.

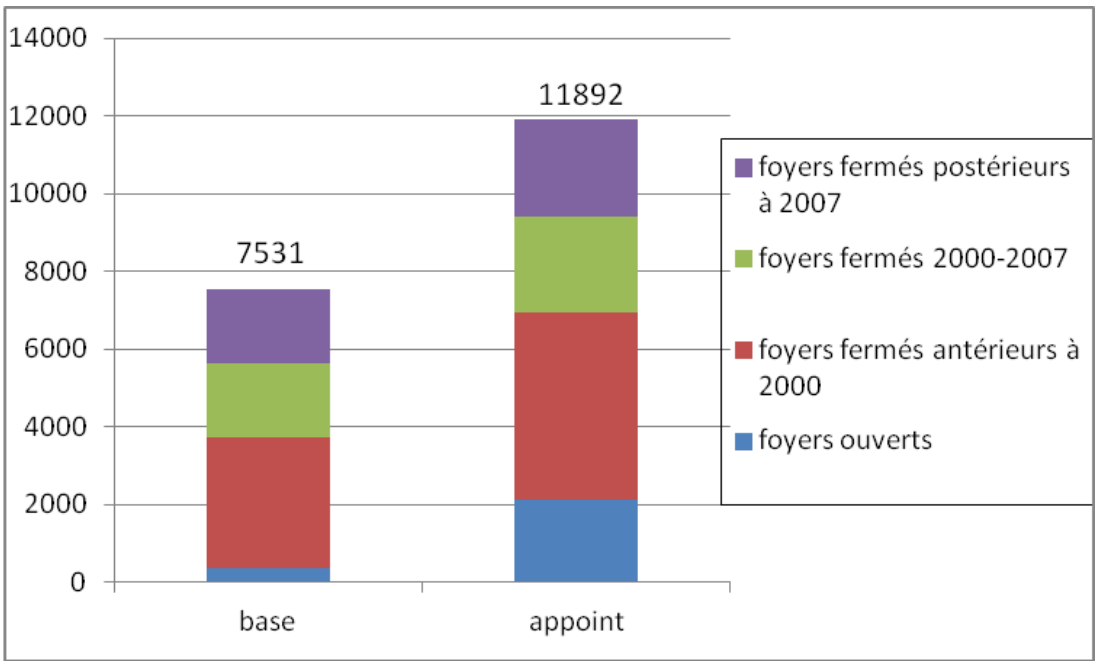

Figure 5. Nombre d'équipements utilisés en mode principal ou en appoint, dans la vallée de l'Arve, selon le type et l'ancienneté (source ADEME-BVA).
Number of equipments used in main mode or in supplement, in the valley of Arve, according to the type and the age.

Dans la vallée de l'Arve, le bois est principalement utilisé en appoint, en soirée et en intersaison (23 % des foyers l'utilisent en général lorsque le chauffage principal est coupé) et 43,3 % des enquêtés allument ce feu lorsqu'il fait très froid, pour ne pas augmenter la facture énergétique lorsque les tarifs appliqués à l'électricité sont dissuasifs. Or, précisément, ces jours de grand froid correspondent souvent aux pointes hivernales pour lesquelles les alertes devraient pouvoir décourager cette utilisation temporaire. Néanmoins, le lien entre l'utilisation du bois et la diminution de la facture énergétique est net et pose la question de la viabilité économique de l'abandon du recours temporaire au bois, d'autant que le bois de chauffage provient pour moins de la moitié du commerce (40 %), le reste de l'approvisionnement se fait de diverses manières (bois personnel, récupération…). Ces usages entrent dans des stratégies d'économie domestique de manière à minimiser la facture énergétique en sachant que les logements les mieux isolés utilisant des appareils performants sont les plus favorisés, ce qui pose globalement la question de la loi sur le caractère dégressif des prix de l'énergie en cours de discussion qui porte également sur la mise en place d'un dispositif de bonus/malus destiné à encourager les propriétaires à isoler leur maison et à installer des appareils de chauffage performants. Le recours au bois en dehors des circuits commerciaux, par des propriétaires occupant eux-mêmes leur logement, pose la question de la précarité énergétique et de l'utilisation du bois pour continuer à se chauffer au cœur de l'hiver, en dépit de facteurs d'émissions particulaires déplorables, quand on n'a pas les moyens d'entreprendre des travaux d'isolation ou d'investir dans un mode de chauffage performant (V. Ezratty, 2009 ; D. Ornandy, 2011).
Ces résultats soulignent la nécessité de bien distinguer les résidences principales et les résidences secondaires puisque le temps d'utilisation de ce chauffage d'appoint est une donnée essentielle pour quantifier les émissions et envisager la rentabilité des améliorations à encourager.

9 En 2050, selon le SRCAE de la région Rhône-Alpes, l'utilisation du bois comme chauffage d'appoint devrait avoir disparu, ce qui montre

l'ampleur de la tâche à accomplir pour satisfaire dans des conditions économiques acceptables les petits utilisateurs qui auront sans doute besoin d'être accompagnés financièrement et psychologiquement pour modifier l'image bienfaisante du feu à l'âtre. Certes, selon l'avis du Haut Conseil de la Santé Publique [5], l'écrêtement des pointes n'est pas une bonne stratégie sanitaire, mais ces jours au cours desquels la pollution de l'air est palpable, peuvent être utilisés pour démontrer le bien-fondé sanitaire de la contrainte demandée. Sans doute convient-il de convaincre les résidents secondaires du bénéfice sanitaire d'un insert pour remplacer le feu à l'âtre qui, certes, contribue à détériorer la qualité de l'air de la vallée mais, dans le même temps, dégage des substances nocives à l'intérieur de la maison. De même que pour assurer une transition vers un chauffage totalement au bois faudrait-il développer une communication sur les bonnes pratiques en matière d'essences à utiliser et de modalités de séchage. En effet, les enquêtes mettent en évidence des pratiques de séchage du bois très diverses : 17 % des foyers utilisent ce combustible dans l'année suivant l'achat (voire dans les six mois).

10 La diminution des effets nocifs du bois-énergie, sans décourager son utilisation, représente un défi tout à fait intéressant pour les années à venir, car sa réussite dépend du déploiement d'aides et d'actions cohérentes de la part de tout un ensemble d'acteurs qui doivent unir leurs efforts pour inciter et convaincre.

Conclusion

11 La promotion du bois-énergie consiste à encourager l'acquisition d'appareils récents bénéficiant du label « Flamme verte » ; elle passe aussi par la multiplication des installations collectives utilisant de grosses chaudières alimentées par des granulés et des réseaux de chaleur adaptés à un habitat dense. L'augmentation de ces dispositifs ne se traduit pas par une hausse significative des émissions toxiques.

12 En revanche, les stratégies de réduction des émissions pour les installations de petite taille sont plus complexes et dépendent de la fréquence de l'utilisation qui justifie l'investissement nécessaire pour le renouvellement des appareils dans un contexte de crise économique. Elles s'appuient nécessairement sur une meilleure prise de conscience de l'impact des décisions individuelles sur l'amélioration

collective de la santé. Il est donc nécessaire de mieux connaître les usages et les besoins pour mobiliser différents arguments et une palette d'actions pour aboutir aux résultats permettant de lever le contentieux avec l'Union européenne en améliorant l'impact sanitaire du chauffage domestique dans des conditions socialement et économiquement acceptables.

13 Ces stratégies énergétiques s'intégrent dans une vision globale de l'avenir dans laquelle la crise climatique se conjugue avec d'autres facteurs économiques, démographiques et sociaux auxquels le chauffage au bois peut apporter des solutions sans creuser des inégalités sociales et environnementales. C'est dans cette perspective que les aides publiques doivent être envisagées tout en sachant que pour abandonner le feu à l'âtre, les seuls arguments financiers sont insuffisants puisque c'est l'imaginaire de la convivialité du "chez-soi" qui est en cause, mais sans doute saura t-on faire la promotion d'inserts performants permettant de déroger au systématisme d'une interdiction radicale de tout chaufffage d'appoint.

14 Les enjeux sont complexes et nécessitent plusieurs types d'intervention. La réglementation issue du PPA ne suffit pas, et des stratégies d'accompagnement s'imposent. Leur pertinence fait l'objet d'un appel d'offre [6] pour solliciter des recherches finalisées de manière à mieux cerner les stratégies à adopter pour améliorer la qualité de l'air sans pénaliser ceux qui ont moins de moyens ni les possibilités futures qu'offre l'exploitation des forêts de montagne.

BIBLIOGRAPHY

Ezratty V, Duburcq A, Emery C, Lambrozo J. Liens entre l'efficacité énergétique du logement et la santé des résidents : résultats de l'étude européenne LARES, *Environnement, Risques & Santé* 2009 ; 8 (6).

Ormandy D, Ezratty V. Health and thermal comfort : from WHO guidance to housing strategies. *Energy Policy* 2011, doi :10.1016/j.enpol.2011.09.003.

Piot C. Polluants atmosphériques organiques particulaires en Rhône-Alpes : caractérisation chimique et sources d'émissions, thèse soutenue devant l'université de Grenoble le 28 septembre 2011. http://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00661284

NOTES

1 . http://www.citepa.org/fr/

2 . Pour les appareils indépendants (poêles, foyers fermés et inserts), les performances des installations spécifiées dans la charte « Flamme verte » portent sur le rendement (> 65 %) et sur les émissions de CO (≤ 0,8 % du volume des fumées).

3 Rapport ADEME. Enquête sur les Pratiques et utilisation du chauffage au bois dans la vallée de l'Arve. Étude réalisée par l'Institut BVA - Marché ADEME n° 1262c0002, février 2013.

4 . http://www.primequal.developpement-durable.gouv.fr/

5 . http://www.hcsp.fr/docspdf/avisrapports/hcspr20120413_ppaa.pdf

6 http://www.primequal.developpement-durable.gouv.fr/index.php?v=apr_courants&apr=22

INDEX

Mots-clés
chauffage au bois, particules, vallée de l'Arve, pollution atmosphérique

Keywords
wood burning, particles, Arve Valley, atmospheric pollution

AUTHOR

Isabelle Roussel
Vice-présidente de l'APPA - Association pour la Prévention de la Pollution Atmosphérique