

ETUDE SUR L'EVOLUTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES DES BÂTIMENTS EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE ET DES VECTEURS ÉNERGETIQUES UTILISÉS PAR CELLES-CI

Synthèse des études relatives au chauffage au bois



**BRUXELLES ENVIRONNEMENT
DIVISION ENERGIE, AIR, CLIMAT, BATIMENT DURABLE**

MAI 2023

ETUDE SUR L'EVOLUTION DES INSTALLATIONS TECHNIQUES DES BÂTIMENTS EN REGION DE BRUXELLES-CAPITALE ET DES VECTEURS ÉNERGETIQUES UTILISÉS PAR CELLES-CI

SYNTHESE DES ETUDES RELATIVES AU CHAUFFAGE AU BOIS

1. Introduction	4
2. Contexte européen, belge et bruxellois	5
2.1. Au niveau européen	5
2.2. Au niveau belge	7
2.3. Au niveau de la région bruxelloise	8
3. Les performances énergétiques et les émissions Atmosphériques des appareils	14
3.1. Performances énergétiques	14
3.2. Emissions de particules des appareils de chauffage au bois	15
3.3. Emissions de CO, CO ₂ , oxydes d'azote (NO _x) et composés organiques volatils totaux (COVT)	17
4. Effets des particules sur la santé et l'environnement	18
5. Impact des émissions sur la qualité de l'air intérieur	19
6. Moyens pour réduire les émissions	20
6.1. Amélioration de l'utilisation	20
6.2. Equipements qui réduisent les émissions	21
7. Risques d'incendie	22
8. Filières bois-énergie et impact environnemental	23
8.1. Potentiel en Belgique et dans les pays voisins	23
8.2. Bilan CO ₂ et durabilité de l'utilisation de bois-énergie	23
9. suggestions en fonction de la situation a Bruxelles	24
9.1. Appareils à proscrire	24
9.2. Prescriptions pour le placement et l'utilisation	25
9.3. Communication et modification des réglementations	27
10. Conclusion	29

CONTENU

Ce rapport reprend une synthèse de documents et rapports d'études disponibles sur internet en 2021 relatifs au chauffage au bois et aux filières bois en Belgique et dans les pays limitrophes.

OBJECTIF

Faire la synthèse des connaissances relatives au chauffage au bois disponibles en 2022 afin d'informer sur le potentiel, ainsi que les limites de ce mode de chauffage et en tenir compte dans les décisions en vue de diminuer les émissions de CO₂ et autres polluants générées par les installations techniques des bâtiments en Région de Bruxelles-Capitale. Etablir des synergies avec d'autres travaux en cours : Plan Air Climat Energie, Task Force Energie, Etude sur le Potentiel d'efficacité en matière de chaleur et de froid en Région de Bruxelles-Capitale, stratégie Renolution, alimenter un travail de découpage et d'évolution par quartier et par bâtiment.

Un des objectifs de ce rapport est de fournir des éléments pour étayer et faciliter les orientations régionales en matière de chauffage au bois.

PUBLIC-CIBLE

Tous les acteurs qui participent à l'évolution des installations techniques des bâtiments en Région de Bruxelles-Capitale.



1. INTRODUCTION

Ce rapport s'intègre dans la première partie de l'étude sur l'évolution des installations techniques des bâtiments en Région de Bruxelles-Capitale et des vecteurs énergétiques utilisés par celles-ci.

Cette étude est divisée en 2 parties :

- 1) Une partie théorique qui vise à réaliser un benchmarking, c'est-à-dire rassembler des documents accessibles sur internet applicables à la Région de Bruxelles-Capitale.

Les documents et rapports d'étude rassemblés concernent :

- a. le contexte européen, belge et régional qui influence l'évolution des installations techniques,
- b. les performances et les émissions des installations de chauffage, de climatisation, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation des bâtiments,
- c. ainsi que la disponibilité et l'impact des vecteurs qu'elles utilisent (combustibles solides, liquides et gazeux, électricité, chaleur ...).

L'objectif visé est de faire une synthèse des connaissances actualisées sur les installations techniques et les vecteurs qu'elles utilisent pour en tenir compte dans le choix des actions entreprises par la Région de Bruxelles-Capitale afin de répondre à ses engagements en vue de réduire leurs émissions.

- 2) Une partie pratique qui a pour objectif d'analyser des cas pratiques de décarbonation des installations techniques de bâtiments en région de Bruxelles-Capitale et dans d'autres villes placées dans un contexte similaire.

La partie théorique est répartie en plusieurs thématiques liées aux types d'installations et aux vecteurs concernés. Un rapport de synthèse est rédigé par thématique :

- Le chauffage au bois
- Le chauffage au gaz (hormis l'hydrogène) : gaz naturel et biogaz
- Le chauffage aux combustibles liquides
- Les pompes à chaleur (air, eau, géothermie, riothermie, eau de surface) et installations hybrides
- Les réseaux de chaleur et la récupération de chaleur
- Le stockage d'électricité et appareils de chauffage électriques
- L'amélioration des systèmes de chauffage existants : calorifugeage, régulation, gestion
- L'hydrogène
- Un tableau récapitulatif des technologies à encourager par type de quartier

Les documents et rapports d'études qui ont été rassemblés et sur lesquels ces rapports sont basés sont listés dans un fichier Excel nommé LIST_20210525_études_vecteurs_installations_techniques.xlsx.

En ce qui concerne les informations relatives aux filières liées au bois et les appareils de chauffage au bois sous forme solide reprises dans ce rapport, il s'agit principalement de documents en provenance de :

- l'ADEME (l'Agence Française De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie)
- de la VITO (Vlaamse Instelling voor Technologisch Onderzoek) et de la VMM (Vlaamse Milieumaatschappij)
- de Valbiom (Valorisation de la biomasse ASBL)
- du RVO (Rijksdienst voor Ondernemend Nederland)
- de la Commission Européenne
- de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS)
- des réglementations au Grand-Duché du Luxembourg et en Allemagne
- des rapports de la certification PEB des bâtiments résidentiels, du laboratoire de Bruxelles Environnement et du bilan énergie de la Région de Bruxelles-Capitale.

Les principales technologies pour la production de chaleur à partir de dérivés de bois sont :

- Les appareils de chauffage domestique d'appoint : foyers ouverts, cheminées, inserts-encastrables, poêles à bûches, à pellets, poêles d'accumulation, poêles pour agro-combustibles ...
- Les chaudières : à bûches, à pellets, à agro-combustibles, les chaudières industrielles équipées d'un système de traitement des fumées, les chaudières à bois gazéifié.
- Les équipements de production d'électricité : turbines-vapeur, moteurs vapeur, moteurs stirling, la cogénération et la trigénération (chaleur, froid, électricité).

Ce rapport porte sur les appareils domestiques et les chaudières au bois.



En raison de son coût actuel et du faible potentiel en termes de ressources et d'espace disponible en Région de Bruxelles-Capitale, la production et l'utilisation de gaz issu de la gazéification du bois n'ont pas été approfondis dans ce rapport. Mais cette thématique sera suivie si la filière se développe en Belgique et à Bruxelles.

La cogénération est abordée dans des notes dédiées à ce sujet et nous avons considéré que les autres équipements de production d'électricité à base de bois sortaient de la cible de cette étude consacrée à l'évolution des installations de chauffage, de climatisation, de production d'eau chaude sanitaire et de ventilation des bâtiments.

2. CONTEXTE EUROPÉEN, BELGE ET BRUXELLOIS

2.1. Au niveau européen

Le chauffage au bois est le 2^{ème} mode de chauffage résidentiel après le gaz en Europe. 3 pays représentent 50 % de la consommation de bois de chauffage : la France, l'Allemagne et l'Italie.

Dans la résolution du 15 janvier 2020 sur le Green Deal Européen, le Parlement Européen (à l'article 42) estime que les matériaux renouvelables issus de sources durables joueront un rôle important dans la transition vers une économie climatiquement neutre, notamment dans les bâtiments, et lorsque la durabilité peut être assurée, la production d'énergie. Le Parlement Européen souligne que cela devra être fait d'une manière durable et respectant les limites écologiques.

La directive européenne 2018/2001 relative à la promotion de l'utilisation de l'énergie produite à partir de sources renouvelables mentionne (au point 98) que les sols ne devraient pas être convertis pour permettre la production de matières premières agricoles destinées à produire des combustibles issus de la biomasse si leurs pertes de carbone, entraînées par la conversion, ne peuvent pas, dans un délai raisonnable, être compensées par des réductions des émissions de gaz à effet de serre résultant de la production et de leur utilisation. Elle précise également (à l'article 29) que les forêts primaires et les zones riches en biodiversité ne peuvent être utilisées pour produire des combustibles. Elle définit notamment (à l'annexe VI) les règles de calcul des réductions des émissions de gaz à effet de serre pour les combustibles issus de la biomasse en fonction des distances pour le transport. Un exemple : la réduction des émissions de gaz à effet de serre des granulés de bois provenant de produits connexes des industries de transformation du bois qui ont parcouru moins de 500 km utilisés pour la production de chaleur est évaluée à 75 %. Ce sujet fait débat et la directive est en cours de révision.

Les directives européennes « labelling » et « ecodesign » (2009/125) et les règlements délégués (2015/1185, 1187 et 1189) prévoient, pour les appareils de chauffage au bois mis sur le marché européen, à partir de :

- janvier 2017 un étiquetage énergétique pour les chaudières au bois
- janvier 2018 un étiquetage énergétique pour les appareils de chauffage individuels au bois
- janvier 2020 des exigences d'efficacité saisonnière et d'émissions pour les chaudières au bois
- janvier 2022 des exigences d'efficacité saisonnière et d'émissions pour les appareils de chauffage individuels au bois

Les consommateurs seront donc informés de la puissance de l'appareil, de sa classe d'efficacité énergétique (A++ à G), du rendement énergétique, des émissions de CO₂, de CO, de NOx, de composés organiques volatils et de particules fines.

Les installations de grosse puissance sont également concernées par la directive MCP (à partir de 1MW) relative aux installations de combustion moyennes (directive 2015/2193/UE) et la directive IED (à partir de 50 MW, ainsi que les procédés de gazéification et de traitement des déchets) relative aux émissions industrielles (directive 2010/75/UE).

Les pays voisins de la Belgique, la France, les Pays-Bas, l'Allemagne, le Grand-Duché du Luxembourg ont publié des rapports d'étude afin d'évaluer le parc des appareils de chauffage au bois, le potentiel de production de bois de façon durable et les impacts du chauffage au bois sur la qualité de l'air.

Ces pays ont également adopté des réglementations ou des plans qui déterminent des actes et des exigences (valeurs limites de rendement et d'émissions) qui s'appliquent aux installations de chauffage au bois :

- Le Grand-Duché dispose du Règlement Grand-Ducal du 7 octobre 2014 relatif aux installations fixes à combustible solide et liquide d'une puissance de 7 kW jusqu'à 20 MW.



- L'Allemagne a adopté une Ordonnance sur les petites et moyennes installations de combustion (à partir de 4 kW) - 1^{er} et 2^{ème} BImSchV entrée en vigueur en 2015.
Les villes d'Aix-la-Chapelle, Munich et Regensburg ont adopté des mesures complémentaires.
- La France a validé le 23 juillet 2021 un Plan d'action de réduction des émissions issues du chauffage au bois qui prévoit des campagnes de sensibilisation et de remplacement des appareils, d'agir au niveau local et de réglementer la qualité du bois de chauffage.
- Les Pays-Bas disposent d'un Décret sur la construction depuis 2012 qui reprend des règles et des normes NEN pour le placement des installations de chauffage domestique au bois.
- En Italie, dans la région de la Lombardie, un plan d'action a été mis en place pour sensibiliser les utilisateurs sur les bonnes pratiques, bannir les appareils les plus polluants et les remplacer par des appareils plus performants. Un cadastre des appareils de chauffage au bois va être réalisé, ainsi que des exigences relatives à l'entretien et aux caractéristiques du bois à utiliser.
- L'Autriche dispose d'une réglementation fédérale, mais également de règlements de chaque Land. Celle-ci prévoit notamment les seuils d'émission et les rendements minimums suivants pour les appareils au combustibles solides de moins de 400 kW :

	Seuils d'émission (mg/MJ) pour les appareils à alimentation manuelle				
	Bois			Autres combustibles fossiles	
	Appareil individuel	Chauffage central	Fours pour fêtes locales	< 50 kW	≥ 50 kW
CO	1100	500	1100	1100	500
NOx	150	100	150	100	100
Composés organiques gazeux	80	30	50	80	30
Poussières	35	30	35	35	35

	Seuils d'émission (mg/MJ) pour les appareils à alimentation automatique		
	Pellets individuel	Pellets central	Autres combustibles bois
CO	500	250	250
NOx	100	100	150
Composés organiques gazeux	30	20	30
Poussières	25	20	30

Appareils individuels	Rendement min (%) à partir du 31/12/2021
Poêles fixes	80
Poêles aux combustibles fossiles	73
Poêles au bois	72
Autres appareils de chauffage individuels	80

Chauffages centraux	Rendement min (%) à partir du 31/12/2021
Remplissage manuel	
≤ 10 kW	79
10 à 200 kW	(71,3 + 7,7 log Pn)
> 200 kW	89
Remplissage automatique	
≤ 10 kW	80
10 à 200 kW	(72,3 + 7,7 log Pn)
> 200 kW	90



Les actions et réglementations qui semblent être **les plus pertinentes pour la Région de Bruxelles-Capitale** sont celles qui **s'appliquent à des villes** telles que celles mises en place à Aix-la-Chapelle en Allemagne et à Paris, ainsi que celles qui visent à résoudre un problème lié à la concentration en particules dans l'air au niveau d'une Région (par exemple : le plan d'actions de la vallée de l'Arve en France).

Depuis le 21 janvier 2015, un Plan de Protection de l'Atmosphère pour l'Île-de-France prévoit les mesures suivantes :

Types d'installations de chauffage au bois		Paris (intramuros)	Zone sensible (hors Paris)	Hors zone sensible
Foyers ouverts	Chauffage principal	Interdit	Interdit	Interdit
	Chauffage d'appoint ou d'agrément	Autorisé	Autorisé	Autorisé
Equipements existants à foyers fermés	Chauffage principal	Autorisé Si poussières ≤ 16 mg/m ³ à 13 % d'O ₂	Autorisé	Autorisé
	Chauffage d'appoint ou d'agrément	Autorisé Si rendement ≥ 65 %	Autorisé	Autorisé
Equipements neufs à foyers fermés	Chauffage principal	Autorisé Si poussières ≤ 16 mg/m ³ à 13 % d'O ₂	Autorisé Si Flamme Verte 5* ou équivalent	Autorisé
	Chauffage d'appoint ou d'agrément	Autorisé Si Flamme Verte 5* ou équivalent	Autorisé Si Flamme Verte 5* ou équivalent	Autorisé

Une ordonnance d'Aix-la-Chapelle sur les combustibles solides, en vigueur depuis le 9 octobre 2010, prévoit pour toutes les nouvelles installations de chauffage par des combustibles solides, les seuils d'émission de 40 mg/m³ de poussières et 1250 mg/m³ de monoxyde de carbone.

Les villes d'Aix, de Cologne, de Bonn, de Düren et de Leverkusen revoient en ce moment leurs plan « Clean Air » et annoncent une révision de ces seuils.

2.2. Au niveau belge

Les 3 Régions ont mis sur pied un système pour la formation et la certification d'installateurs fiables et de qualité : le système RESCERT (Renewable Energy Systems Certification). Une certification existe pour les installateurs de chaudières biomasse.

En Wallonie, une prime est disponible pour l'installation d'une chaudière biomasse ou d'un poêle biomasse repris dans une liste, si ces appareils respectent des seuils de rendement et d'émissions de CO, particules et NOx.

Une campagne de communication <https://www.lamaitrisedufeu.be/> a débuté en 2015 afin de sensibiliser les utilisateurs d'appareils de chauffage au bois, d'améliorer l'efficacité de la combustion, réduire les émissions atmosphériques et améliorer le confort.

Un Comité Transversal de la Biomasse composé de représentants de plusieurs SPW et de l'AWAC est chargé de réaliser des propositions pour orienter la stratégie de la production d'énergie à partir de Biomasse de la Région Wallonne.

En Flandre, la VITO et la VMM ont réalisé plusieurs études en vue de caractériser le parc des installations de chauffage et évaluer les émissions des différents appareils, le coût des dommages liés à ces émissions, ainsi que les meilleures techniques disponibles pour réduire les émissions. Les autorités flamandes ont publié un Code de bonnes pratiques pour l'utilisation d'un appareil domestique de chauffage au bois et un rapport afin de fournir des lignes directrices pour les conduits d'évacuation des produits de combustion et leur positionnement par rapport aux ouvertures destinées à la ventilation.

Enfin, la Commission Européenne, dans son rapport du 10 décembre 2018 « progress towards the achievement of the EU's air quality and emissions objectives » établi dans le cadre du programme européen « Clean Air », pointe en particulier les efforts insuffisants de la Belgique en matière de lutte contre les particules fines dans le secteur résidentiel.



2.3. Au niveau de la région bruxelloise

2.3.1. Contexte réglementaire

Un Arrêté Royal du 6 janvier 1978 tendant à prévenir la pollution atmosphérique prévoit pour les chaudières alimentées par des combustibles solides (cet arrêté ne concerne donc pas les appareils décentralisés) :

- un entretien annuel qui comprend le nettoyage de la partie « combustion » de la chaudière, le ramonage et la vérification de l'étanchéité des conduits d'évacuation des produits de combustion (par un ramoneur ou une société de nettoyage) ;
- une exigence relative aux émissions de particules : max. 0,6 g/1000 kcal produites et n'émettre que rarement et de façon fugitive des fumées visibles ;
- l'obligation de n'utiliser que du combustible pour lequel l'installation est conçue et réglée ;
- les conditions de réalisation des mesures (annexe I)
- et l'obligation de conserver durant 2 ans une attestation rédigée par le professionnel qui correspond à un contenu minimum (défini à l'annexe II).

Cet arrêté ne prévoit pas l'envoi d'attestations à une instance publique.

A partir de 100 kW, les installations de combustion sont soumises à un permis d'environnement, ainsi que les dépôts de combustible solide de plus de 200 m² et les dépôts d'articles en bois, de bois scié ou découpé de plus de 100 m². Dans le cadre du permis d'environnement, un rendement minimum de 80 % (à 6% d'O₂) est exigé pour les installations mises en service après 2008.

L'arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale du 18 janvier 2018 limite les émissions de particules, de CO, de NO_x et de SO₂ pour les installations de combustion moyennes (MCP) de plus de 1 MW, avec des échéances en 2019, 2025 et 2030 (à cet horizon, un seuil dans les fumées de 50 mg poussières/Nm³ est prévu pour les installations de plus de 1 MW et 30 mg poussières/Nm³ à partir de 5 MW). Cet arrêté prévoit également que l'analyse de ces polluants doit être effectuée par un laboratoire agréé.

Le Plan Air Climat Energie adopté par le Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale, le 27 avril 2023, mentionne qu'afin de limiter les émissions liées à la combustion du bois, le Gouvernement s'engage à :

- Modifier la réglementation bruxelloise pour
 - o Interdire le placement et l'utilisation de générateurs pour la production de chaleur principale alimentés en bois peu performants, en termes de rendement énergétique ou d'émissions de particules ;
 - o intégrer les appareils de chauffage central au bois dans la réglementation chauffage PEB ;
 - o revoir au besoin le facteur d'énergie primaire du bois dans la réglementation travaux PEB ;
 - o en ce qui concerne les grandes installations, revoir au besoin les prescriptions du permis d'environnement (notamment les conditions d'exploiter) pour imposer la présence d'un système performant de traitement des fumées, et renforcer les seuils d'émissions ;
- Consulter les acteurs du secteur sur les modifications envisagées de la réglementation ;
- Tout en préservant la lisibilité du système des primes, prévoir des incitants pour le remplacement des chaudières centralisées au bois par une pompe à chaleur et la suppression des appareils de chauffage décentralisés au bois (poêles) ne respectant pas la norme Ecodesign 2022 ;
- Mener une campagne de sensibilisation sur les impacts du chauffage au bois, tant pour l'air intérieur que l'air extérieur, et les bonnes pratiques qui doivent l'accompagner, sur base notamment des conclusions de l'étude sur les vecteurs énergétiques ;
- Consulter les autres entités pour développer - autant que faire se peut - une approche commune pour la réduction des émissions du chauffage au bois
- Assurer un suivi de l'évolution des technologies permettant d'améliorer la filtration des particules issues de la combustion au bois
- Ancrer dans la législation régionale l'interdiction de la combustion de déchets verts en plein air.



2.3.2. Parc des installations de chauffage au bois

Selon le rapport statistique 2020 des certificats PEB résidentiels, **le chauffage au bois est peu présent en région de Bruxelles-Capitale**. Il n'est renseigné comme vecteur énergétique que pour 0,18 % des unités PEB résidentielles dont le certificat PEB est valide :

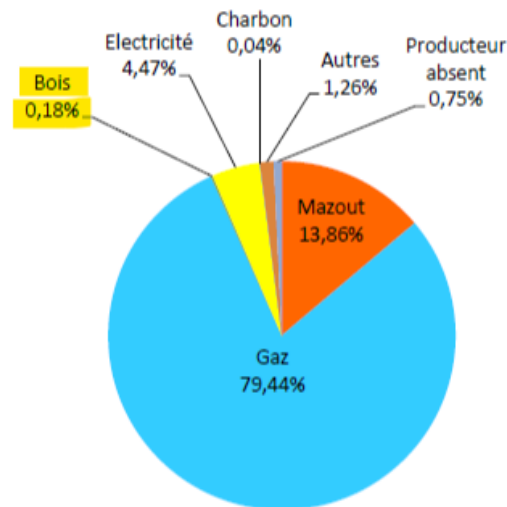


Figure 1 : répartition des vecteurs mentionnés dans les certificats PEB résidentiels – source rapport statistiques des certificats PEB résidentiels 2020

Selon le rapport statistique 2020 des certificats PEB résidentiels, les appareils de chauffage aux combustibles solides se répartissent comme suit :

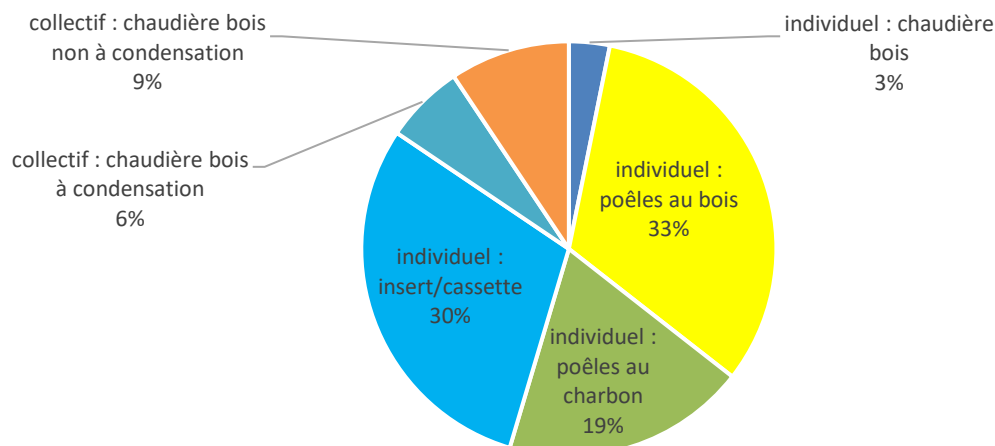


Figure 2 : répartition des appareils de chauffage au bois – source rapport statistiques des certificats PEB résidentiels 2020

Le parc des installations de chauffage au bois en Région de Bruxelles est donc en majorité (> 80 %) constitué d'appareils individuels : inserts, foyers fermés et poêles.

2.3.3. Qualité de l'air extérieur à Bruxelles et émissions de particules dues au chauffage au bois

En ce qui concerne les **émissions de particules** dues aux appareils de chauffage au bois, selon l'inventaire 2021 des émissions de polluants dans l'air de la Région de Bruxelles-Capitale, couvrant la période 1990-2019, celles-ci représenteraient 10 % du total des émissions de particules au niveau régional.

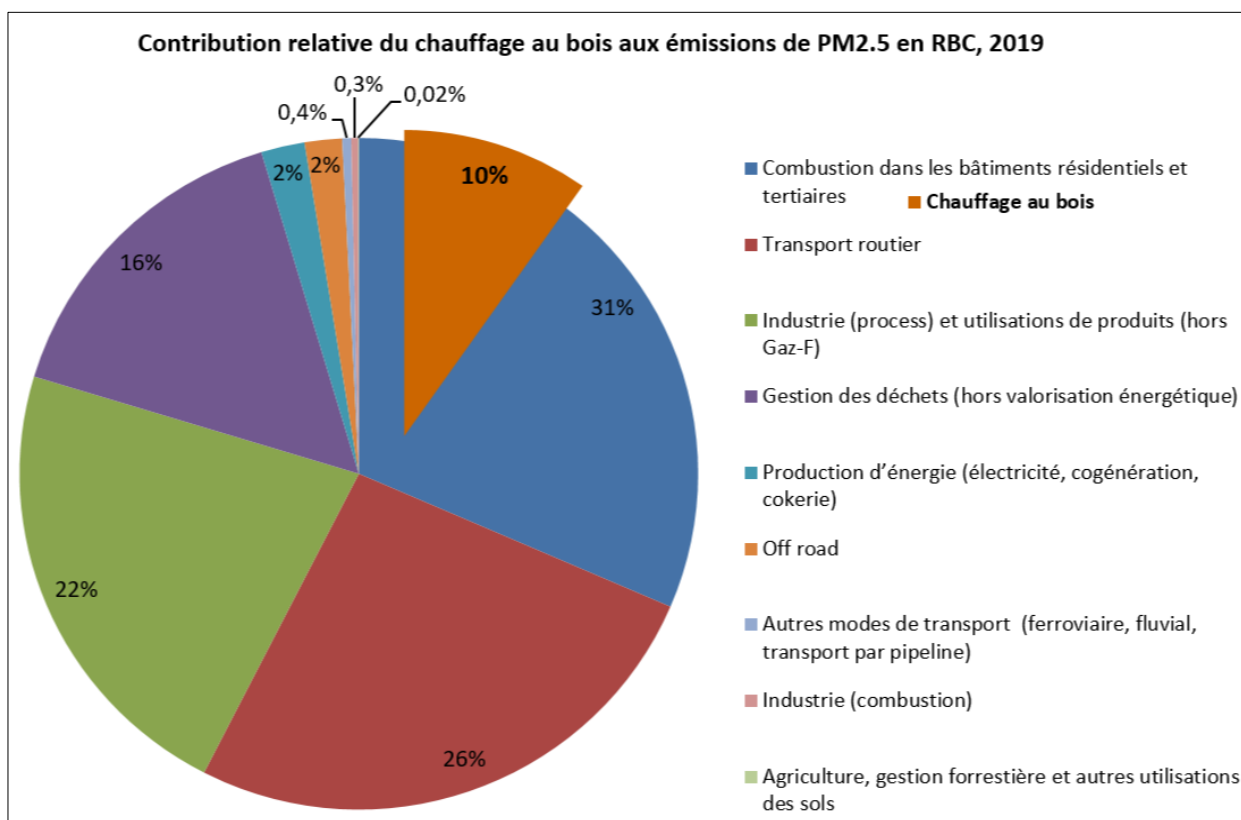
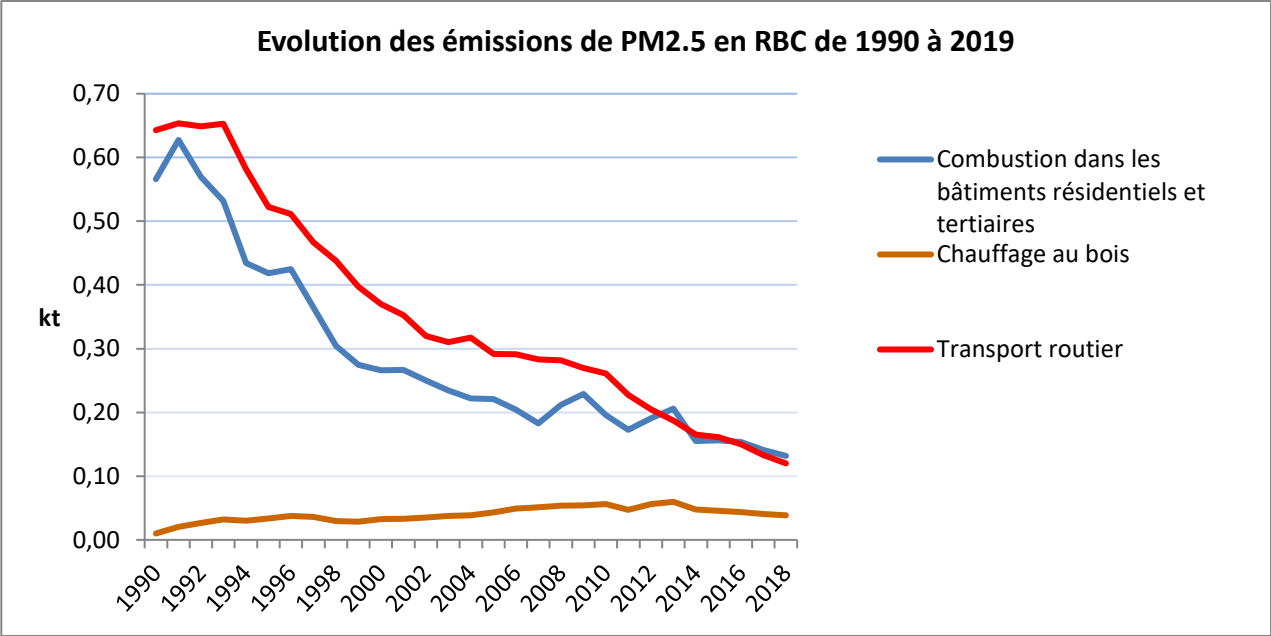


Figure 3 : Répartition des émissions de PM2.5 en RBC – Source inventaire 2021 des émissions de polluants de Bruxelles-Environnement

En 2015, le chauffage au bois représentait moins de 1% de l'approvisionnement énergétique régional, alors que 30 % des émissions de particules fines proviennent du secteur résidentiel et que 38 % des émissions de particules du secteur résidentiel seraient dues au chauffage au bois.

La Région de Bruxelles-Capitale (RBC) met en œuvre depuis des années un ensemble d’actions pour gérer la qualité de l’air avec une priorité pour les concentrations en particules fines qui résultent principalement des transports et des installations de combustion dans le secteur résidentiel et le secteur tertiaire.

Comme l’indique le graphique suivant, les émissions de particules dues au transport routier et à l’ensemble des installations des bâtiments tertiaires et résidentiels sont en diminution depuis 1990, mais pas les émissions dues au chauffage au bois :



Figures 4 : évolution des émissions de PM2.5 de 1990 à 2019 – source inventaire 2021 des émissions de la RBC

Le 22 septembre 2021, l’Organisation mondiale de la santé (OMS) a adopté de nouvelles lignes directrices mondiales sur la qualité de l’air et recommande le respect de nouveaux seuils de concentration de polluants atmosphériques plus stricts. Les valeurs limites sont rassemblées dans le tableau suivant :

Particules	Type de moyenne	Valeurs limites EU Directives 2008/50/CE et 2015/1480	Anciennes recommandations OMS	Nouvelles recommandations OMS (2021)
PM10	Moyenne annuelle	40 µg/m³	20 µg/m³	15 µg/m³
	Moyenne journalière	50 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	45 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an
PM2.5	Moyenne annuelle	25 µg/m³	10 µg/m³	5 µg/m³
	Moyenne journalière	/	25 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	15 µg/m³, à ne pas dépasser plus de 3 jours par an



Comme l'indiquent les figures suivantes pour les PM_{2.5} et les PM₁₀, les valeurs recommandées par l'Organisation Mondiale de la santé (OMS) sont dépassées à Bruxelles. Ces figures reprennent les concentrations moyennes annuelles pour 5 stations de mesure de la qualité de l'air en Région de Bruxelles-Capitale.

La ligne pointillée rouge indique la valeur limite actuelle européenne actuelle.

La ligne pointillée verte représente la valeur recommandée par l'OMS en 2005 et la ligne pointillée bleue, la valeur recommandée par l'OMS en 2021.

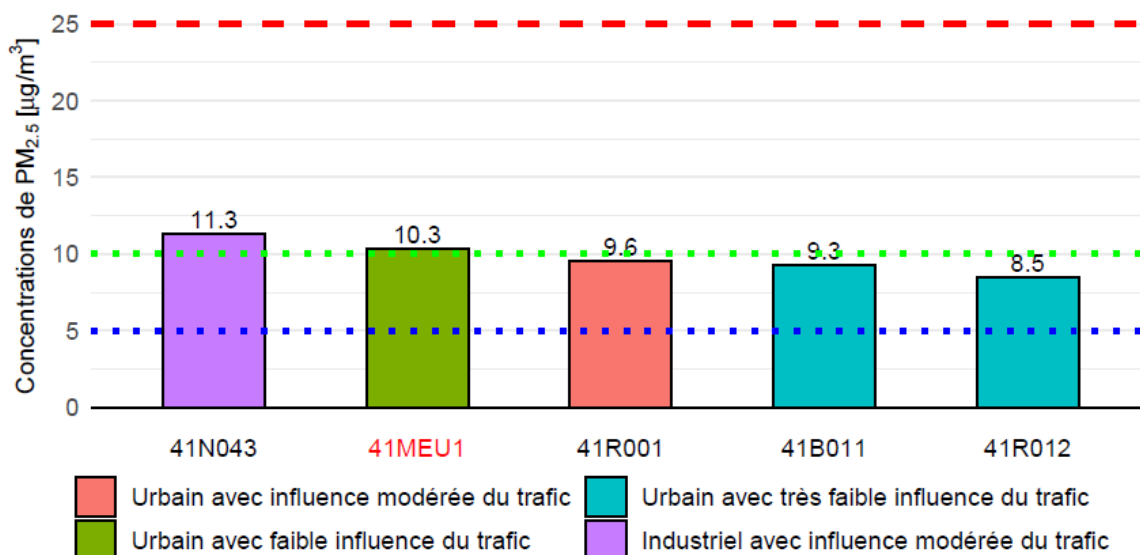


Figure 5 : concentrations moyennes annuelles de PM_{2.5} pour chaque station en Région de Bruxelles-Capitale en 2020 – source rapport du laboratoire de la qualité de l'air de Bruxelles Environnement - complément au rapport annuel 2020, octobre 2021

On peut voir sur ce graphique, les constats suivants :

- La valeur limite européenne de 25 µg/m³ en moyenne annuelle est respectée pour toutes les stations de mesure.
- Excepté à la station de Haren (41N043), où elle était dépassée de justesse, la précédente valeur de l'OMS (2005) de 10 µg/m³ de PM_{2.5} était respectée dans les stations de mesures de la RBC en 2020.
- La nouvelle valeur annuelle recommandée par l'OMS de 5 µg/m³, extrêmement basse, n'est respectée dans aucune station de mesure en RBC.

À titre informatif, cette valeur était encore dépassée en 2018 à la station de fond rural de Vielsalm qui avait enregistré 7 µg/m³ en moyenne annuelle.

La directive européenne 2008/50/CE ne prévoit pas de valeur journalière pour les PM2.5. Seule l'OMS recommande une nouvelle valeur journalière de 15 µg/m³, à partir de 2021, à ne pas dépasser plus de 3 à 4 fois par an, selon la saisie annuelle de données.

Le nombre de jours de dépassement de la valeur journalière recommandée par l'OMS pour les PM2.5 est présenté à la figure suivante :

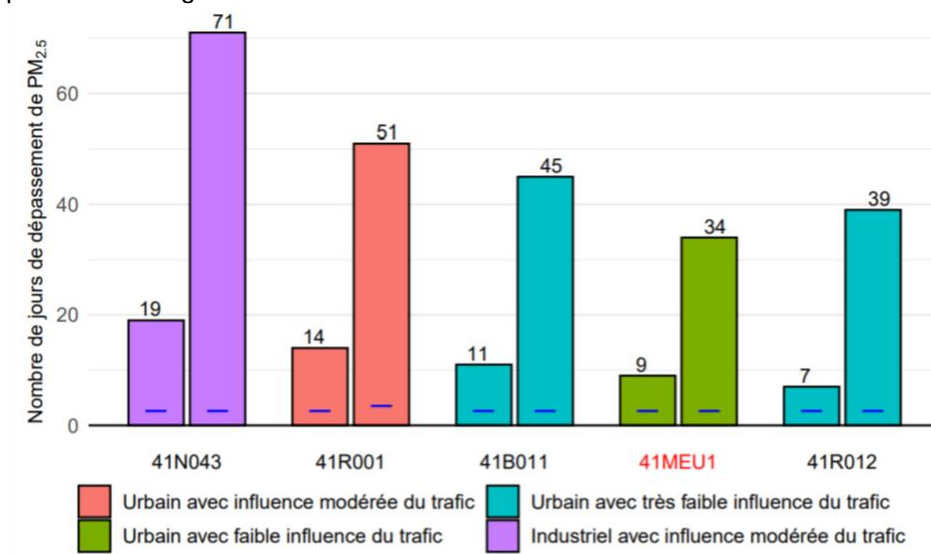


Figure 6 : nombre de jours de dépassement des valeurs journalières de PM2.5 recommandées par l'OMS pour chaque station en Région de Bruxelles-Capitale en 2020 – source rapport du laboratoire de la qualité de l'air de Bruxelles Environnement - complément au rapport annuel 2020, octobre 2021

Pour chaque station, la barre de gauche représente le nombre de jours de dépassement de la valeur journalière recommandée par l'OMS en 2005 et celle de droite le nombre de jours de dépassement de la valeur recommandée par l'OMS en 2021.

La valeur journalière recommandée par l'OMS en 2005, pour les PM2.5 était déjà dépassée partout en RBC et la nouvelle valeur OMS de 2021, encore plus stricte, l'est donc également. Celle-ci est dépassée largement pour toutes les stations de la RBC en 2020, y compris dans les stations de fond urbain.

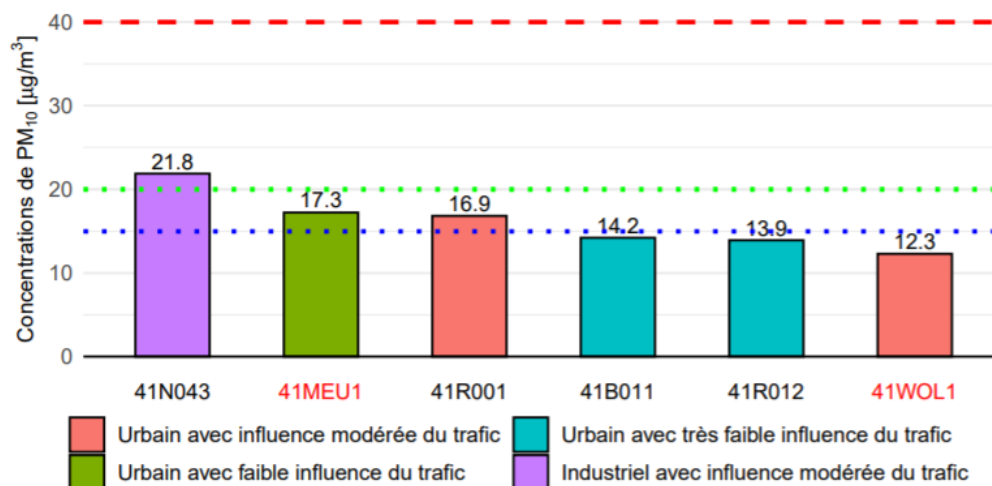


Figure 7 : concentrations moyennes annuelles de PM10 pour chaque station en Région de Bruxelles-Capitale en 2020 – source rapport du laboratoire de la qualité de l'air de Bruxelles Environnement - complément au rapport annuel 2020, octobre 2021

Sur ce graphique on peut voir que :

- La valeur limite européenne de 40 µg/m³ de PM10 en moyenne annuelle est largement respectée pour toutes les stations de mesure en Région de Bruxelles-Capitale.

- La valeur annuelle de 20 µg/m³ de PM10 recommandée en 2005 par l'OMS était uniquement dépassée à la station de Haren (41N043).
 - La nouvelle valeur annuelle recommandée en 2021 par l'OMS est dépassée aux stations de Haren et Molenbeek-Saint-Jean (41R001).
- (Il n'y a pas suffisamment de mesures sur les stations de Neder-Over-Hembeek 41MEU1 et de Woluwé-Saint-Lambert 41WOL1 pour conclure.)

La vigilance et les efforts doivent donc être soutenus pour continuer à améliorer la qualité de l'air à Bruxelles.

3. LES PERFORMANCES ÉNERGÉTIQUES ET LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES DES APPAREILS

3.1. Performances énergétiques

Le tableau suivant reprend les rendements de combustion moyens **dans les conditions réelles** de fonctionnement des différents appareils de chauffage au bois, selon une étude réalisée en 2015 pour l'ADEME :

Appareils	Avant 1996	1997 à 2004	2005 à 2011	Après 2012
Foyers ouverts	10 %	10 %	10 %	10 %
Foyers fermés/inserts	45 %	60 %	65 %	70 %
Poêles au bois	45 %	65 %	70 %	75 %
Poêles à granulés	/	80 %	85 %	85 %
Chaudière au bois	65 %	70 %	75 %	80 %
Chaudières à granulés	/	85 %	90 %	90 %

Ces données sont corroborées par d'autres sources, notamment en provenance de la VITO, de Valbiom et du projet européen BeReal.

Dans les conditions du permis d'environnement en Région de Bruxelles-Capitale, les installations de chauffage au bois classées doivent obtenir un rendement de 80% (à teneur d'O₂ normalisée de 6%) pour des chaudières mise en service après 2008.

A titre de comparaison, voici les rendements annuels annoncés pour les chaudières gaz et mazout :

Type de chaudière	Rendement annuel sur Pouvoir Calorifique Inférieur (%)	Rendement annuel sur Pouvoir Calorifique Supérieur (%)
Gaz atmosphérique	88	80
Gaz basse T	92 à 95	83 à 86
Gaz à condensation	102 à 108	92 à 98
Mazout conventionnelle	88	82
Mazout basse T	92 à 95	86 à 89
Mazout à condensation	97,5 à 106	91 à 98

Les règlements écoconception (2015/1189 et 1185) prévoient à partir de 2022, les exigences d'efficacité saisonnière suivantes pour les appareils de chauffage au bois :

Appareils	Efficacité énergétique saisonnière minimale (%)
Foyers ouverts	30 %
Foyers fermés à buches	65 %
Foyers fermés à granulés	79 %
Chaudière au bois ≤ 20 kW	75 %
Chaudières au bois > 20 kW	77 %

A titre de comparaison le règlement européen 813/2013 prévoit une efficacité énergétique saisonnière minimale de 86 % pour les chaudières au gaz (avec une exception pour les chaudières de type B1).



3.2. Emissions de particules des appareils de chauffage au bois

Selon une synthèse réalisée en 2018 par la VMM, la littérature mentionne :

Appareils	Emissions de PM (mg/MJ)
Foyer fermé	152-219
Poêle à bois conventionnel	38-955 certaines valeurs étaient supérieures à 1000
Insert	16-833 certaines valeurs étaient supérieures à 1000
Poêle à haut rendement	15-176
Fourneau à bois moderne	9,7-68
Poêle à granulés moderne	16-139
Chaudière à bois conventionnelle	98,6-106
Chaudière à bois moderne	6-46
Chaudière à pellets	11-116

Ces données sont représentées sur le graphique suivant :

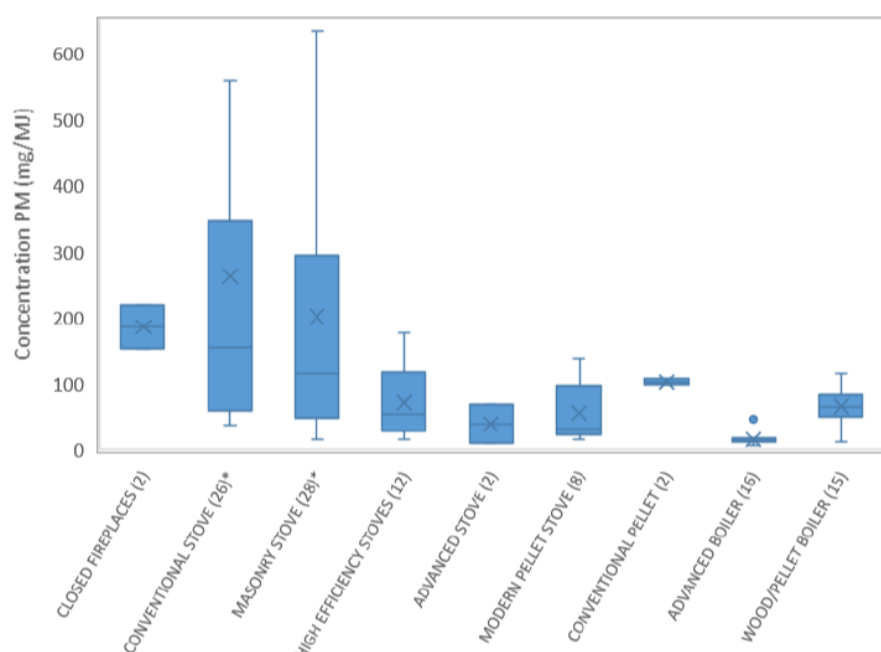


Figure 10 : données reprises dans la littérature au sujet des émissions de particules des appareils de chauffage au bois – source Litterature naar de reële emissies van houtverbranding – VMM – 2018

Pour fournir des éléments de comparaison, les chaudières au mazout récentes produisent moins de 5 mg de particules totales (TSP) par kWh à 0% d'O₂ (ou moins de 1,4 mg de particules totales/MJ) et une chaudière gaz à condensation moins de 0,04 mg de particules/kWh (ou 0,01 mg de particules/MJ).

Même si la référence en concentration en oxygène est différente (0 % d'O₂ pour le gaz et 6 ou 13 % d'O₂ pour le bois), il y a donc au minimum un facteur 10 entre les émissions de particules des chaudières mazout et les appareils de chauffage au bois les plus performants (sans filtration des fumées) et de l'ordre de 1000 par rapport aux chaudières gaz à condensation.

Les règlements « Ecodesign » 2015/1189 relatif aux chaudières de moins de 500 kW (à partir du 1^{er} janvier 2020) et 2015/1185 relatif aux appareils décentralisés de moins de 50 kW (à partir du 1^{er} janvier 2022) prévoient pour les appareils de chauffage au bois mis sur le marché :

Type d'appareil	Emissions saisonnières de particules dues au chauffage des locaux
Chaudières à alimentation automatique	40 mg/m ³ (96 mg/kWh *)
Chaudières à alimentation manuelle	60 mg/m ³ (144 mg/kWh *)
Appareil décentralisé à foyer ouvert	50 mg/m ³ (120 mg/kWh *)
Appareil décentralisé à foyer fermé	40 mg/m ³ (96 mg/kWh *)
Appareil décentralisé aux granulés	20 mg/m ³ (48 mg/kWh *)

Selon, le rapport de l'étude « Mesure des émissions des installations de combustion alimentées à l'huile, au gaz ou au bois » publié en 2018 par l'Office fédéral de l'environnement OFEV de la confédération Suisse, le facteur pour la concentration en particules, à une concentration de référence de 13% d'O₂ dans les fumées d'installations de combustion alimentées au bois pour convertir 1 mg particules/m³ en mg particules/kWh est X 2,4.

Le graphique suivant montre que la quantité de particules émises et la part de carbone organique et minéral varie fortement en fonction de la génération d'appareils :

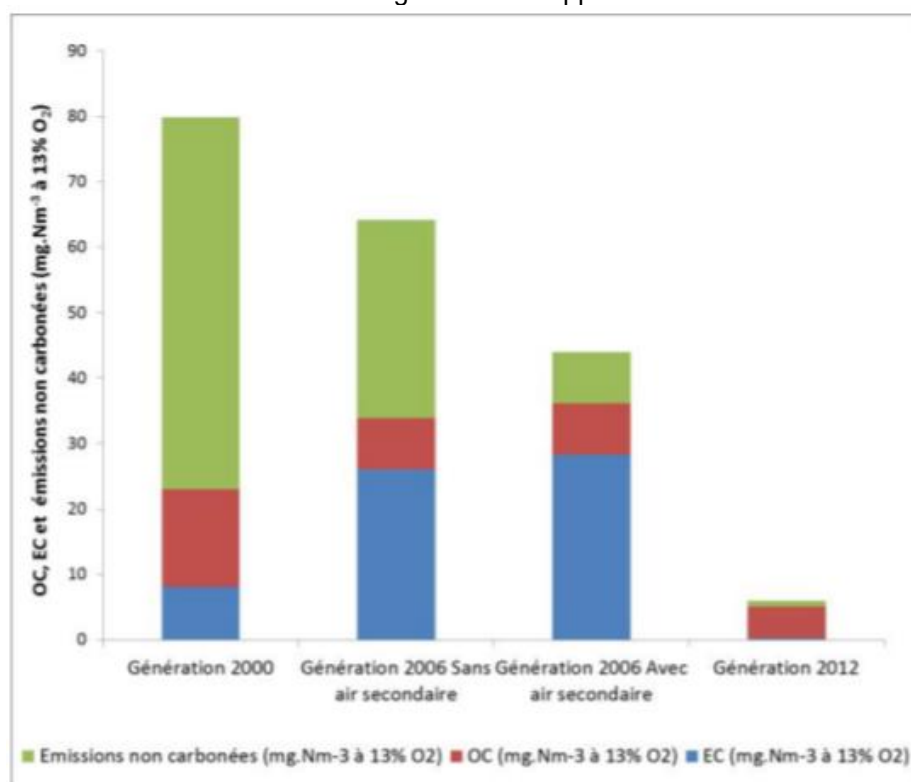


Figure 11 : extrait de la thèse « Caractérisation physico-chimique des particules issues du chauffage domestique au bois » réalisée par Benoît Brandelet en 2016 à l'Université de Lorraine

Les documents que nous avons consultés vont donc dans ce sens :

- Les émissions de particules peuvent varier fortement dans une même catégorie d'appareils. Elles dépendent de l'efficacité et de la température atteinte dans la chambre de combustion de l'appareil, des pratiques d'utilisation et du combustible utilisé (essence de bois et humidité).
- Il y a un facteur 10 voire plus de réduction, entre les émissions des particules des chaudières et poêles fabriqués après 2012, et celles des foyers ouverts, des inserts, ainsi que des appareils fabriqués avant les années 2000.

3.3. Emissions de CO, CO₂, oxydes d'azote (NOx) et composés organiques volatils totaux (COVT)

Une étude en vue de moderniser le parc des appareils de chauffage au bois à Lanslebourg réalisée pour l'ADEME en 2014, mentionne les ordres de grandeurs pour les facteurs d'émissions des appareils dans des conditions réelles suivants :

Appareil	CO (mg CO/MJ)	CO ₂ (mg CO ₂ /MJ)	NOx (mg NOx/MJ)	COVT (mg CH ₄ /MJ)
Foyers ouverts	2700-3200	88 000-140 000	120-400	900-2000
Foyers fermés/inserts	1200-3000	86 000-98 000	16-200	200-2000
Poêles à bois	1600-5800	88 000-92 000	45- 1000	14- 1700
Poêles à granulés	19-1300	Pas communiqué	30-60	3-500
Chaudières à bois	3- 5200	58 000-88 000	40-120	40-700
Chaudières à granulés	14-420	Pas communiqué	Pas communiqué	1-650

Pour fournir un élément de comparaison, la réglementation chauffage PEB en vigueur prévoit un seuil de 150 mg CO/kWh pour les chaudières alimentées au gaz et au mazout, ce qui correspond à 42 mg CO/MJ. Les concentrations en NOx des chaudières au gaz et au mazout sont généralement inférieures ou égales à 200 mg NOx/kWh, c'est-à-dire environ 56 mg NOx/MJ. En ce qui concerne les COV, les anciennes chaudières gaz peuvent attendre à allure réduite 70 mg COVT/kWh ou 19 mg COVT/MJ. Mais les chaudières gaz à condensation, même dans des conditions de fonctionnement dégradées n'atteignent pas 15 mg COVT/kWh ou 4 mg COVT/MJ.

Les règlements Ecodesign (2015/1189 et 1185) mentionnent les seuils suivants pour les appareils de chauffage au bois :

Type d'appareil	CO (mg CO/m ³)	NOx (mg NO ₂ /m ³)	COVT
Chaudières à alimentation automatique	500	200	20 mg COVT (?) /m ³
Chaudières à alimentation manuelle	700	200	30 mg COVT (?) /m ³
Appareil décentralisé à foyer ouvert	2 000	200	120 mg C/m ³
Appareil décentralisé à foyer fermé	1 500	200	120 mg C/m ³
Appareil décentralisé aux granulés	300	200	60 mg C/m ³



4. EFFETS DES PARTICULES SUR LA SANTÉ ET L'ENVIRONNEMENT

Les émissions de particules des appareils de chauffage au bois sont mises en évidence dans la majorité des publications consultées pour cette étude, aussi bien en France, en Italie, aux Pays-Bas, qu'en Allemagne et en Flandres. A Bruxelles, malgré le faible nombre d'appareils de chauffage recensés, leur contribution aux concentrations des particules fines (PM 10 et PM 2.5) est importante (voir figure 3 de ce rapport).

Les cartes suivantes, disponibles sur le site de l'Agence Européenne de l'Environnement, indiquent l'impact des émissions de PM 2.5 sur la durée de notre vie :

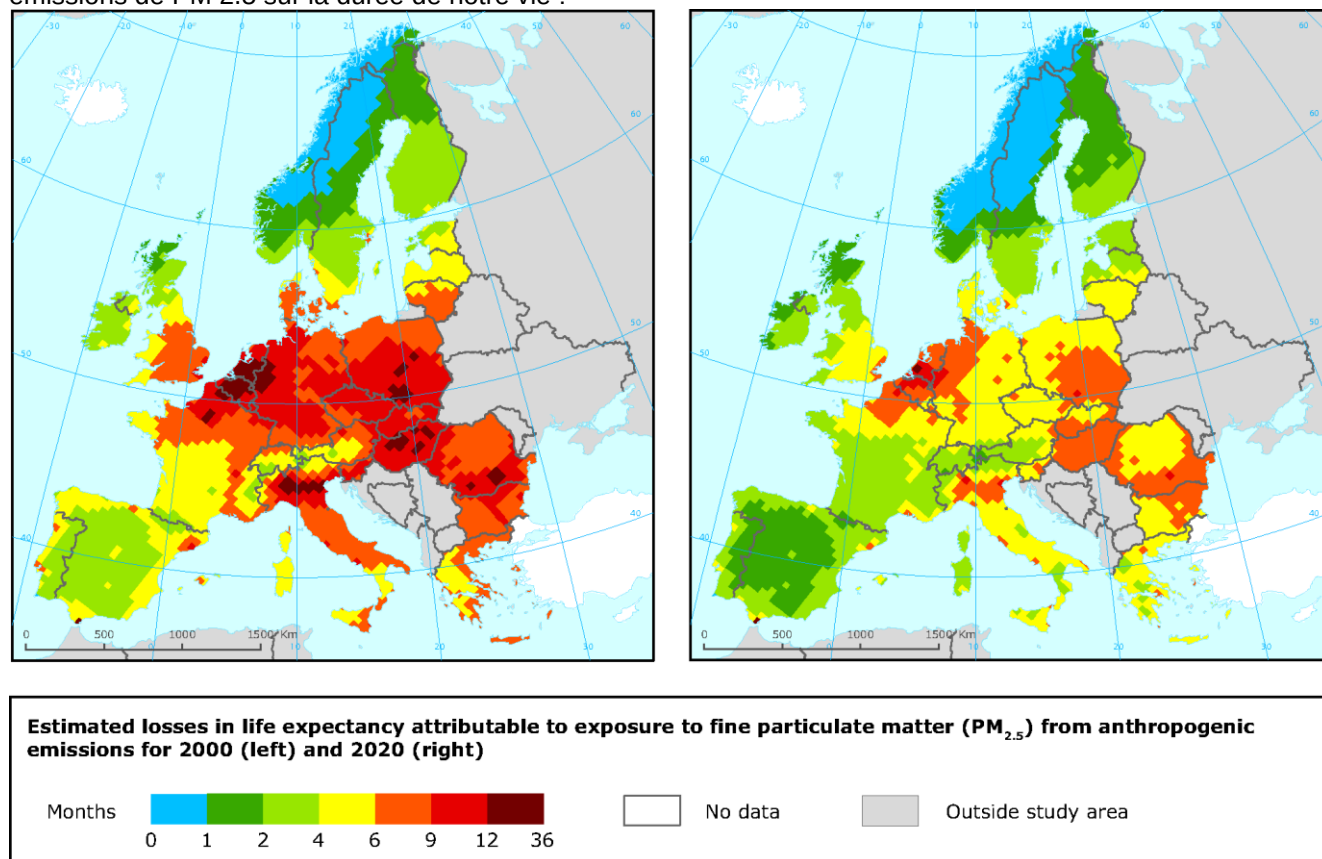


Figure 8 : estimation statistique du nombre de mois de vie perdus en 2000 et en 2020 en raison de la présence de PM 2.5 dans l'air – source Agence Européenne de l'Environnement (2012)

La nocivité des particules due à la combustion incomplète du bois est également épinglée dans les documents consultés, ainsi que la méconnaissance des mécanismes de formation d'aérosols secondaires (SOA) dans l'atmosphère qui pourraient multiplier par 2 à 4 les émissions de PM des appareils à faible rendement (poêles).

Le graphique suivant, disponible sur le site internet des autorités flamandes, met en évidence (en vert) la part des émissions de particules PM 2.5 dans le coût des dommages environnementaux (dommages sur la santé, les bâtiments, les écosystèmes, les changements climatiques) des poêles (kachel), foyers fermés (casette) et chaudières (ketel) au bois :

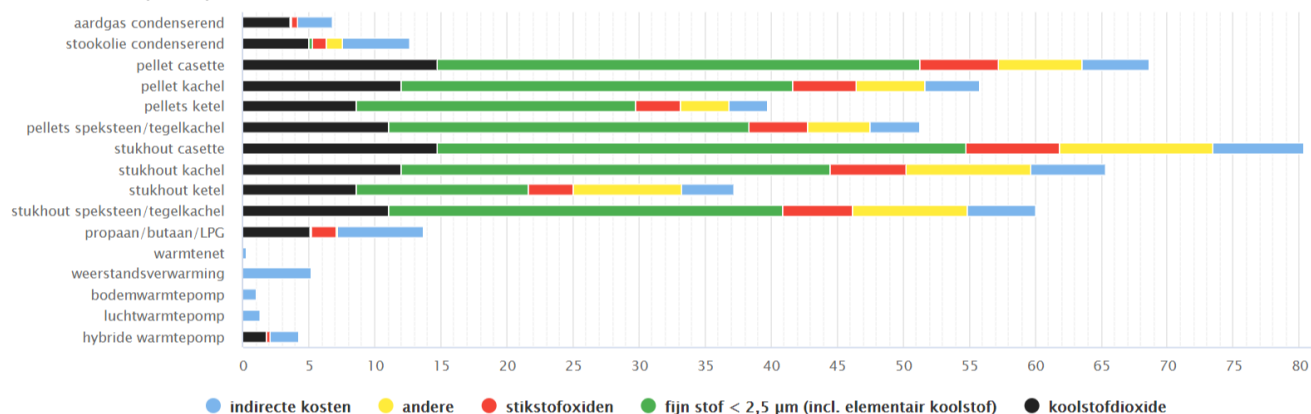


Figure 9 : coûts totaux des dommages des techniques les plus récentes (2017) en €/GJ de chaleur fournie
Source : MIRA d'après CE Delft

5. IMPACT DES ÉMISSIONS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

Une étude réalisée en 2019 pour l'ADEME, sur des appareils domestiques au bois (poêle à bûches récent, poêle étanche à granulé, chaudière bois d'avant 2002 et foyer ouvert), montre que les concentrations en polluants (particules, COV, CO ...) dans l'air intérieur du logement restaient en moyenne inférieures aux normes de l'OMS **pour autant que** :

- **le renouvellement de l'air soit maintenu à un niveau suffisant, de l'ordre de 45 m³/h, voire plus pour les foyers ouverts**
- l'allumage, le rechargement, le décendrage respectaient des bonnes pratiques

La production de CO durant ces phases est plus élevée. Elle est également plus élevée pour les foyers ouverts, les poêles à bûches anciens, en comparaison des émissions de CO des poêles à bûches récents et des poêles à granulés.

Des nuisances causées par la proximité de la sortie de conduits d'évacuation d'appareils de chauffage au bois et des amenées d'air de ventilation ou des fenêtres sont régulièrement signalées à Bruxelles Environnement. Une attention particulière doit donc être portée à l'emplacement de la sortie du conduit d'évacuation des fumées. Une étude réalisée par le CSTC et publiée par la VITO en 2021 préconise notamment de placer cette sortie au-dessus des dispositifs d'amenée d'air pour la ventilation et à une distance horizontale minimale de 15 m de celles-ci.

6. MOYENS POUR RÉDUIRE LES ÉMISSIONS

6.1. Amélioration de l'utilisation

Le programme QUALICOMB mis en place en 2016 par l'ADEME a classé les paramètres qui influencent la qualité de la combustion pour un appareil donné de la manière suivante :

- Impact fort : 1) la qualité de l'allumage et 2) le tirage de la cheminée, ainsi que 3) l'humidité du combustible
- Impact moyen (concerne les bûches) : 4) le calibre des bûches et la présence d'écorce
- Impact faible : l'essence de bois et le respect des réglages prévu par le fabricant pour l'utilisation de l'appareil.

L'impact de ces paramètres est différent, selon qu'il s'agisse d'un appareil récent (en rouge) ou d'ancienne génération (en bleu) :

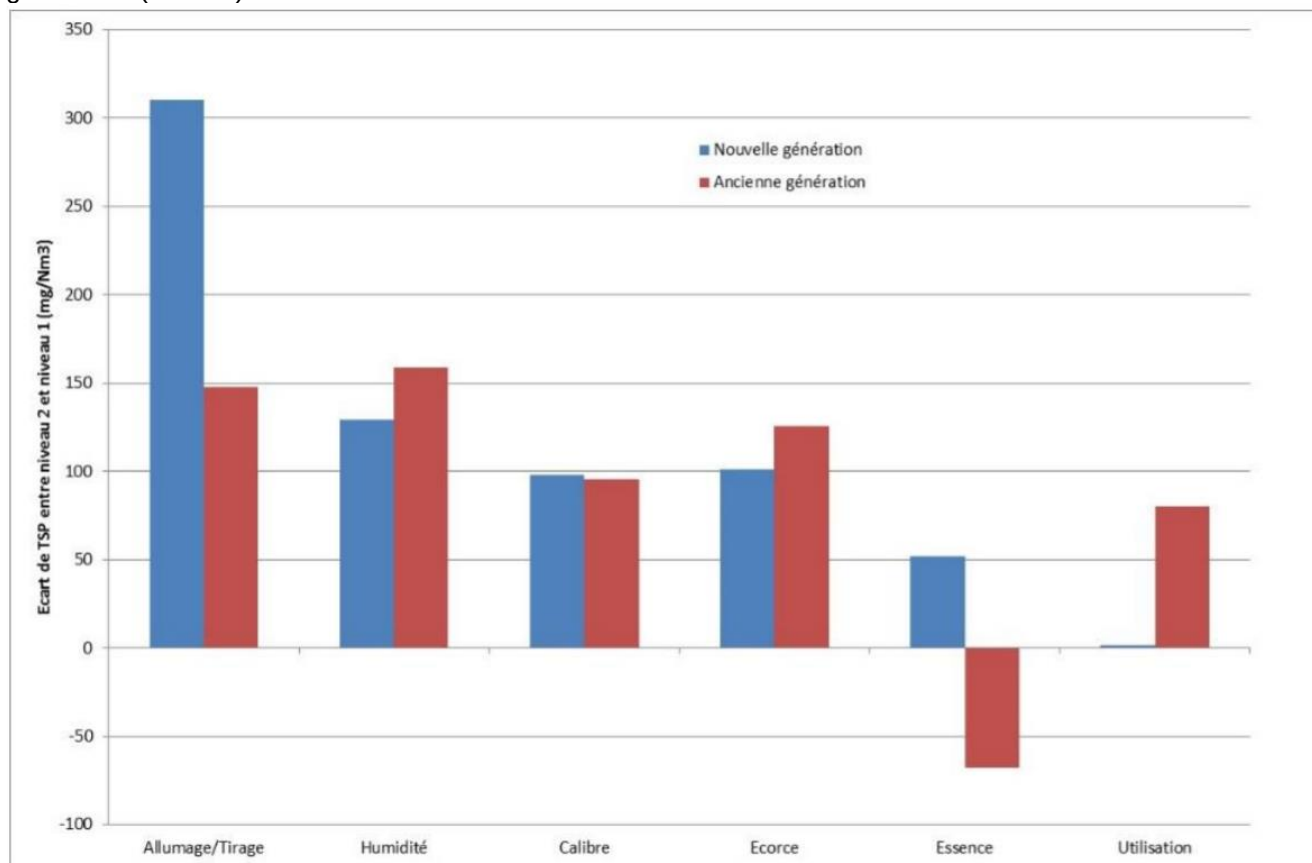


Figure 12 – impact des différents paramètres sur les émissions de particules d'un poêle à bûches – source : rapport Qualicomb réduction à la source des émissions issues du chauffage domestique au bois par usage de combustibles de qualité – 2016 – ADEME

- 1) Au niveau de **l'allumage**, la plupart des documents et guides consultés (notamment le guide « Maîtrisez-vous votre chauffage au bois ? » de la Région Wallonne) préconisent l'allumage inversé, c'est-à-dire de placer les bûches en dessous, les buchettes et allume-feux au-dessus.
- 2) En ce qui concerne **le tirage** du conduit d'évacuation des produits de combustion, certains appareils modernes fonctionnent avec un tirage forcé. Pour les appareils qui fonctionnent en tirage naturel, le conduit d'évacuation doit faire minimum 4 m de long. Le tirage est meilleur lorsque le conduit est isolé thermiquement, sans aspérité (par exemple en acier inoxydable) et ramoné régulièrement. Les valeurs optimales de tirage peuvent être précisées par le fabricant, elles se situent généralement entre 10 et 15 Pa avec un maximum de 20 Pa pour les installations qui fonctionnent en tirage naturel. Qu'il soit excessif ou insuffisant, un mauvais tirage influence défavorablement la combustion et fortement les émissions de particules.

3) **L'humidité** du bois influence fortement la qualité de la combustion et les émissions de particules

La plupart des documents consultés mentionnent un seuil à 20 % d'humidité pour obtenir une bonne combustion. Ce taux est généralement atteint pour le bois sous forme de bûches. Pour obtenir des produits plus secs, il faut utiliser des bûches compressées ou des granulés dont le taux d'humidité se situe généralement entre 8 et 12 %.

Le taux d'humidité du bois vert fraîchement coupé peut se situer entre 35 et 120 % en fonction de l'essence de bois, du moment où l'arbre a été coupé et des conditions de stockage.

L'utilisation de bois pour le chauffage nécessite donc une opération de séchage :

- Séchage naturel durant 1,5 à 3 ans, selon les essences, dans des conditions optimales
- Séchage artificiel, par étuvage, ventilation forcée, dans un four basse température ou un four solaire ...

Le taux d'humidité du bois peut être mesuré à l'aide d'un humidimètre à point pour les bûches ou dans un laboratoire (pesée avant et après séchage à 105 °C).

Les conditions de stockage sont également déterminantes pour éviter une augmentation du taux d'humidité. Le bois doit être stocké dans un endroit sec et ventilé. Si le stockage est réalisé à l'extérieur, le bois doit rester à l'abri de la pluie, idéalement sous un avant (mais pas emballé complètement dans une bâche). Si le stockage est réalisé à l'intérieur, le local de stockage doit être sec, propre et aéré.

4) Paramètres qui ont également un impact sur la combustion (mais moins important suivant le projet Qualicomb)

- Le calibre des bûches : la taille optimale des bûches est de l'ordre de 33 cm de longueur et 10-15 cm de diamètre.
- La présence d'écorce : plus la quantité d'écorce présente sur le bois est importante, plus sa combustion induira des émissions de particules.
- Le type d'essence a également un impact sur les émissions de particules :
 - Le bois en provenance du chêne, du charme, de l'orme, du hêtre, du frêne et de l'érable est dense. A poids égal, il produira plus de chaleur et est à privilégier.
 - Le bois de châtaignier, robinier faux Acacia, de merisier et d'arbres fruitiers, est moins performant pour le chauffage.
 - Le bois issu des arbres résineux (pin, mélèze, épicéa, sapin ...) et de certains arbres feuillus tempérés (peuplier, bouleau, platane ...) brûle vite. Dans le cas de l'appareil ancienne génération, l'essence de type résineux émettrait plus de particules mais moins de CO. La présence de résine accélère également l'encrassement du conduit d'évacuation des produits de combustion et de l'appareil de chauffage.
- Quel que soit l'essence de bois, il est important de ne pas utiliser de bois qui comprend des produits chimiques tels que des colles, des vernis, des peintures ou d'autres produits de traitement. Ces produits ont un impact important sur les émissions de particules, de Composés Organiques Volatils (COV) et Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP).
- Au niveau de l'utilisation des appareils : les appareils d'anciennes générations qui sont moins étanches à l'air supportent mieux les variations d'arrivée d'air par rapport aux nouvelles générations d'appareils.

6.2. Equipements qui réduisent les émissions

Les équipements qui réduisent les émissions viennent en complément :

- de la performance d'un appareil
- des bonnes pratiques : combustible de bonne qualité (humidité 20 %), nettoyage régulier de l'appareil, ramonage du conduit d'évacuation, réglage optimal de l'amenée d'air comburant

Ils ne peuvent palier à un mauvais rendement ou de mauvaises pratiques.

Le tableau suivant résume les principaux équipements disponibles sur le marché à installer sur le conduit d'évacuation des produits de combustion des **poêles au bois** :

Équipement	Coût (€)	Réduction PM (%)	Réduction COVT (%)	Réduction CO (%)
Filtre électrostatique	2400-4400	35 56 sur foyer ouvert	/	
Filtre catalytique	1000-2000	69 uniquement sur la partie condensable	49	67 anciens poêles
Réchauffeur air/braise	2000-4000	66	57	44 sur foyer ouvert

Ces équipements n'influencent pas le rendement et le tirage du poêle.

Pour des installations de plus grosses puissances (> 150 kW), certaines installations de traitement des fumées renseignées sur internet, en Allemagne, en France et en Suisse, permettent d'atteindre des concentrations totales en particules inférieure à 5 mg/m³ à 6% d'O₂.

La première étape consiste souvent en un dépoussiérage cyclonique. Il est généralement suivi une filtration (voie sèche) ou un lavage des fumées (voie humide).

Résumé des performances qui peuvent être atteintes en sortie :

- Filtres cycloniques ≤ 150 mg PM/m³ (généralement utilisé en pré-traitement)
- Electrofiltres (nettoyé par frappage ou lavage) ≤ 50 mg PM/m³
- Filtres à manches céramiques ≤ 10 mg PM/m³ (voire moins selon les technologies)
- Lavage des fumées (pulvérisation d'eau dans les fumées) et condensation des fumées grâce à un échangeur de chaleur ≤ 10 mg PM/m³ (voire moins selon les technologies)

Le lavage des fumées est peu utilisé sur les installations de chauffage au bois en raison de sa consommation importante d'eau et de la production d'eau résiduaire à traiter.

Des projets indiquent la récupération de la chaleur et la condensation des fumées grâce à l'utilisation d'une pompe à chaleur.

Des sociétés mettent aujourd'hui sur le marché des filtres cycloniques combinés à des filtres à manche, destinés à des chaudières domestiques au bois.

Depuis quelques années **de nouvelles technologies de chaudières** aux pellets sont arrivées sur le marché. Elles permettent d'améliorer la combustion en réinjectant dans la chambre de combustion les produits de combustion. Ces technologies sont prometteuses. Elles **permettraient d'abaisser les concentrations en particules dans les produits de combustion sous 5 mg/m³**.

7. RISQUES D'INCENDIE

Le stockage de bois, l'allumage, le rechargement d'appareils de chauffage au bois, ainsi que la présence de suies dans la cheminée sont des facteurs de risque au niveau du déclenchement d'un incendie.

Les compagnies d'assurances peuvent, pour protéger le contenu (les biens, les machines...), imposer contractuellement des conditions supplémentaires visant à limiter les dommages économiques et financiers prévisibles. Ceci peut se traduire par des critères de stockage, de compartimentage ou du placement de dispositifs actifs en vue de réduire le risque d'incendie. Les compagnies d'assurances peuvent également tenir compte de la présence d'un appareil de chauffage au bois dans le calcul du montant de la prime d'assurance.

Les installations de combustion de plus de 100 kW, ainsi que les dépôts de combustible solide de plus de 200 m² et les dépôts d'articles en bois, de bois scié ou découpé de plus de 100 m², sont soumises à un permis d'environnement qui comprend des conditions qui visent à réduire le risque d'incendie.

En France, selon les statistiques de l'assureur MMA, les appareils de chauffage au bois sont la deuxième cause d'incendie grave, derrière les incendies d'origine électrique. Les incendies graves liés à un appareil de chauffage au bois sont provoqués à 40% par un défaut de ramonage, à 30% par un défaut dans l'installation de la cheminée ou du poêle et à 30% par une faute comportementale.

L'installation correcte, l'entretien régulier et le respect de bonnes pratiques jouent donc un rôle essentiel dans la prévention des incendies liés aux appareils de chauffage au bois.



8. FILIÈRES BOIS-ÉNERGIE ET IMPACT ENVIRONNEMENTAL

8.1. Potentiel en Belgique et dans les pays voisins

Les filières bois sont complexes. En Belgique, le bois-énergie provient de 3 sources principales : l'exploitation forestière, les coproduits de la transformation du bois (emballages, construction, meubles, papier et carton, chimie des fibres ...) et la récupération du bois en fin de vie.

Selon un rapport réalisé en 2008 par Valbiom pour Bruxelles Environnement, le potentiel de production de bois-énergie de la Région de Bruxelles-Capitale est limité (la surface forestière est de l'ordre de 1735 ha). Il pourrait être utilisé dans quelques « niches » :

- le chauffage central à l'aide de granulés de certains ménages,
- le chauffage à l'aide de bûches dans les zones boisées de la Région
- et quelques projets dans le secteur tertiaire ou d'autres entreprises.

La surface forestière en Région flamande est de 146 381 ha. Le volume de bois mobilisable annuellement sur base de 3 % du capital sur pied serait de 430 000 m³ de bois de résineux et 508 000 m³ de bois de feuillus. Cependant, en raison de la priorité donnée à la conservation de la nature et au fait que les bois sont souvent à proximité d'agglomérations, le volume réellement produit est fort probablement plus faible que ces estimations. En 2007, le potentiel mobilisable en Région wallonne a été estimé à 3 millions de m³ de résineux et 1 millions de m³ de feuillus. Sans surprise, la Wallonie est donc la région de Belgique qui dispose du potentiel le plus important en matière de bois et de bois-énergie.

Parmi les pays limitrophes, la France et l'Allemagne disposent également d'un potentiel important de production de bois.

Les produits issus des filières bois-énergie disponibles sont résumés dans le tableau suivant :

Produit	Description	Usage
Rondins	Billons de 2,10 m de longueur	Papeterie, panneaux
Bûches	Rondins de feuillus de 25, 33, 50 ou 100 cm de longueur	Poêles ou chaudières de particuliers
Briquettes ou bûches reconstituées	Blocs de copeaux ou sciures pressées de 1 à 2 kg	Poêles ou chaudières de particuliers
Granulés ou pellets	Cylindres de sciures compressées de 1 à 5 cm	Poêles ou chaudières de particuliers, de bâtiments tertiaires ou industriels
Sciure fraîche	Sciure fraîchement produite à 40-60 % d'humidité	Fabrication de pellets, bûches reconstituées, panneau ou utilisation dans des chaudières industrielles ou des cimenteries
Sciure sèche ou copeaux	Sciure issus de la transformation du bois à 10-15 % d'humidité	Fabrication de pellets, bûches reconstituées, panneau ou utilisation dans des chaudières industrielles ou des cimenteries
Ecorces	Déchets de scieries	Chaudières industrielles ou couverture de sol pour les paysagistes
Plaquettes d'industrie, plaquettes forestières vertes et grises	Proviennent du déchetage des chutes de l'industrie du bois ou des résidus de l'entretien des bois et espaces verts	Chaudières industrielles, usines de panneaux

8.2. Bilan CO₂ et durabilité de l'utilisation de bois-énergie

Ce sujet fait actuellement débat.

Des messages ont régulièrement été diffusés pour annoncer que la combustion du bois était neutre en CO₂, le CO₂ émis lors de la combustion étant compensé par le CO₂ absorbé par l'arbre via la photosynthèse. De plus, si ce bois n'avait pas été brûlé, il aurait naturellement été décomposé en libérant une quantité de CO₂ dans l'atmosphère.



Pour arriver à un bilan CO₂ favorable, il faut que les arbres prélevés dans une forêt pour le chauffage soient rapidement remplacés.

Mais il faut également tenir compte de l'énergie nécessaire pour l'extraction du bois, la production des dérivés de bois (par exemple des pellets) et le transport de ces produits.

Les kilomètres parcourus sont d'ailleurs pris en compte dans les valeurs de réduction des émissions de gaz à effet de serre repris dans la directive européenne sur les énergies renouvelables (2018/2001).

La combustion du bois n'est donc pas neutre en CO₂. Bien qu'elle permette de réduire d'un facteur 5, voire plus, les émissions de CO₂ par kWh utile par rapport à l'utilisation de gaz naturel ou de mazout (source ADEME – mai 2010), il faut tenir compte dans le calcul de la réduction des émissions de CO₂ :

- du type de produit utilisé,
- du rendement global de l'installation de chauffage
- et des émissions de CO₂ pour l'extraction, la production et le transport du produit.

L'emploi de bois prélevé dans le cadre d'une gestion forestière durable, labellisé par exemple FSC, PEFC ou « bois local », ainsi que l'intérêt de limiter la distance pour son transport prennent donc tout leur sens.

Le rapport de la VMM réalisé en 2019 qui évalue les dommages environnementaux des différentes technologies de chauffage domestiques met en évidence la nocivité des émissions qui est nettement plus importante pour les appareils peu performants (foyers ouverts, inserts, anciens poêles) que pour les appareils de dernière génération. En Flandres le coût de ces dommages environnementaux est estimé à 2,6 milliards d'euros dont 1,09 milliards en raison des particules liées à la combustion du bois.

Dans l'Arrêté du Gouvernement de la Région de Bruxelles-Capitale établissant les lignes directrices et les critères nécessaires au calcul de la performance énergétique des unités PEB et dans le cadre des audits énergétiques, le facteur d'énergie primaire (fp) de la biomasse est identique à celui des combustibles fossiles (fp = 1) et le facteur d'émission de CO₂ (fCO₂) est 0,403 kg CO₂/kWh (0,202 kg CO₂/kWh pour le gaz naturel).

Ces facteurs pourraient être adaptés, sur base de la directive 2018/2001 pour les installations performantes qui utilisent du bois durable.

Pour limiter ces dommages environnementaux, il est donc nécessaire d'utiliser, dans les meilleures conditions, des appareils de chauffage performants et du bois d'origine durable.

9. SUGGESTIONS EN FONCTION DE LA SITUATION A BRUXELLES

A ce jour, le chauffage au bois est peu utilisé en Région de Bruxelles-Capitale mais son impact sur les émissions de particules est tout de même significatif.

L'utilisation d'installations de chauffage au bois peut être envisagée dans les scénarios d'évolution des installations techniques des bâtiments, à condition d'utiliser du bois durable et de maintenir les émissions de polluants dont principalement les particules sous contrôle.

Le fait que les ressources en bois de chauffage soient limitées au niveau de la région est également à prendre en compte, même s'il y a un potentiel en Wallonie, en France et en Allemagne.

9.1. Appareils à proscrire et technologies à suivre

Au minimum

En raison de leurs performances et des émissions de particules, de NO_x, de CO, de Composés Organiques Volatils (COV), le placement et l'utilisation des appareils suivants ne sont pas compatibles avec les objectifs en matière de performance énergétique des bâtiments et de qualité de l'air de la Région de Bruxelles-Capitale :

- les feux ouverts,
- les inserts, les cassettes/foyers fermés,
- les poêles à bûches et les chaudières à bûches fabriqués avant 2012 qui ne sont pas équipés d'un dispositif de traitement efficace des particules présentes dans les fumées,

Ces équipements sont donc à proscrire, c'est-à-dire à déconseiller vivement ou à interdire.



Pour appliquer les recommandations de l'OMS

Si la Région souhaite mettre en pratique les recommandations de l'OMS en matière de concentration en particules dans l'air les installations suivantes devraient être retirées du parc des installations de chauffage présentes en Région de Bruxelles-Capitale et à proximité de celle-ci : toutes les installations de combustion de bois qui ne sont pas équipées d'un dispositif qui permet d'abaisser la concentration en PM sous un certain seuil, par exemple 16 mg PM/m³ comme à Paris. Actuellement, la grosse majorité des appareils de chauffage au bois présents dans le secteur résidentiel ne disposent pas de ce type de traitement des fumées.

Dans le mix futur des installations en Région de Bruxelles-Capitale, il pourrait y avoir une place pour des installations de plus grosses puissances, surveillées et équipées d'un traitement des fumées performant c'est-à-dire principalement un électrofiltre ou un filtre à manche, ou pour des technologies récentes telle que les chaudières à pellets avec réinjection des gaz de combustion.

9.2. Prescriptions pour le placement et l'utilisation

Un ensemble de mesures doivent être prises pour limiter les émissions de polluants et les dommages environnementaux des installations de chauffage au bois, à la fois lors du placement et lors de l'utilisation de ces appareils.

9.2.1. Critères pour le placement

- 1) **La performance de l'appareil, le respect de critères relatifs au rendement saisonnier et aux émissions de particules, de CO, de NOx, de COV.** L'indication du respect des règlements Ecodesign 2015/1185 et 2015/1189, ainsi que le rendement minimum de combustion de 80 % imposé par le permis d'environnement pour les installations classées placées après 2008 sont un des critères à prendre en considération. Mais il faut fort probablement aller au-delà de ces exigences pour contribuer aux actions régionales de réduction des concentrations en particules fines dans l'air. Le placement d'un dispositif de traitement des particules présentes dans les fumées et le respect d'un seuil de concentration en particules dans les fumées sont nécessaires (comme le prévoit l'arrêté du 18 janvier 2018 relatif aux installations de combustion de moyenne puissance).
- 2) **Le dimensionnement de l'appareil** est important : les émissions de polluants d'un appareil de chauffage au bois qui fonctionne à faible régime sont nettement plus importantes que celles d'un appareil qui fonctionne à plein régime. La plage de modulation d'une chaudière bois est généralement plus petite qu'une chaudière au gaz. Ceci souligne l'importance de la note de dimensionnement pour vérifier l'adéquation entre les besoins de chaleur et la puissance de la chaudière.

L'évacuation des gaz de combustion doit être étanche afin de réduire les risques d'intoxication au CO et les impacts sur la qualité de l'air intérieur.

Le conduit doit répondre aux prescriptions du fabricant et être adapté aux produits de combustion émis par l'appareil. Il doit être isolé thermiquement, rigide, résistant au feu, placé à distance de tout matériau inflammable, notamment lorsqu'il traverse une paroi (qui doit se faire à l'aide d'un élément Rf 1h).

Les pertes de charge et les aspérités doivent être limitées au maximum. Le conduit doit dès lors idéalement être cylindrique et vertical sur toute sa longueur. La sortie du conduit doit être conçue de manière à empêcher l'entrée de feuilles ou d'oiseau. Elle doit être à distance des fenêtres et des prises d'air pour la ventilation. Les normes suivantes font partie des règles de l'art actuelles : NBN EN 15287-1 et 2 +A1 : Conduits de fumée - Conception, installation et mise en œuvre des conduits de fumée, NBN EN 1856-2 : Conduits de fumée - Prescriptions relatives aux conduits de fumée métalliques.

Des critères simples peuvent être proposés sur base de l'annexe IV du règlement Grand-Ducal relatif aux installations de combustion alimentées par des combustibles solides et du document « Leidraad schouwen en ventilatieopeningen » publié par la VITO.

3) Critères relatifs à la ventilation

Les appareils qui prélèvent l'air comburant à l'extérieur, dits « étanches », sont à privilégier car ils réduisent très fortement les risques d'intoxication et l'impact sur la qualité de l'air intérieur.

La garantie d'un renouvellement permanent de l'air de locaux qui sont équipés d'appareils qui prélèvent l'air dans le local où ils se trouvent dits non étanches est indispensable.

Les appareils qui fonctionnent en tirage naturel ne peuvent être dans une pièce où il y a une extraction mécanique (ventilateur de fenêtre, hotte de cuisine ...).

Un arrêté publié le 23/02/2009 en France définit des règles simples pour l'aménagement et la ventilation des locaux de chauffe équipé d'appareils de chauffage au bois (une section libre en cm² en fonction du type d'appareil et des gammes de puissance).



4) **Prévention des incendies**

Pour réduire le risque et la vitesse de propagation d'un incendie, d'autres dispositions sont également importantes.

L'appareil de chauffage au bois doit être placé sur une surface résistante au feu (béton, plaque métallique). Il doit être éloigné de tout matériau inflammable. Un détecteur de fumées et un détecteur de CO sont à installer et à tester régulièrement. Un extincteur doit également être prévu.

Pour les nouveaux bâtiments et les extensions de bâtiments existants, les normes de prévention contre l'incendie et l'explosion sont bien entendu d'application. Pour toutes les installations de combustion soumises à un permis d'environnement, il en est de même en ce qui concerne le respect des conditions d'exploiter, notamment celles relatives à la prévention incendie, aux dispositifs de sécurité (coupure de l'alimentation en combustible et de l'alimentation électrique), à la conception de la chaufferie et aux moyens d'extinction.

Le placement de l'appareil doit également respecter le règlement de la copropriété et être soumis à l'approbation de celle-ci.

5) **Le stockage** doit être réalisé à l'abri de la pluie.

Si le local de stockage est situé à l'intérieur, il doit être sec, propre et ventilé. Aucun autre produit inflammable ne doit être stocké dans ce local.

Chaque dépôt d'articles en bois, de bois scié ou découpé de plus de 100 m² est classé dans la rubrique 19-A du permis d'environnement et fait donc l'objet de conditions d'exploiter.

Le placement doit être réalisé et contrôlé par un professionnel

Ce professionnel doit avoir reçu une formation du fabricant de l'appareil de chauffage au bois.

Pour l'instant, il n'y a pas d'agrément requis, en Région de Bruxelles-Capitale, pour installer, entretenir ou contrôler des appareils de chauffage au bois.

Les 3 régions du pays reconnaissent la certification Rescert des installateurs de chaudières à biomasse.

Lorsqu'elles sont classées, les installations doivent respecter les exigences techniques imposées via les conditions d'exploiter du permis d'environnement.

9.2.2.Prescriptions pour l'utilisation

1) L'entretien et contrôle annuel

L'arrêté du 6 juin 1978 en vigueur à Bruxelles (pour les chaudières alimentées par des combustibles solides), prévoit un entretien qui doit être effectué tous les ans par un professionnel. Cet entretien, également prescrit pour les appareils décentralisés, comprend le ramonage de la cheminée, le nettoyage des circuits des produits de combustion du générateur et la vérification de l'étanchéité des conduits de combustion.

Pour répondre aux ambitions de la région de Bruxelles-Capitale, ce contrôle devrait être complété par la vérification du respect :

- des prescriptions relatives au placement et à l'utilisation de l'appareil (y compris l'origine et la qualité du combustible) ;
- de seuils de concentration en particules dans les fumées, en CO et en oxygène (éventuellement mesurées en continu pour les installations de plus grosse puissance) ;
- de prescriptions relatives au tirage (pour les conduits à tirage naturel : respecter les valeurs du fabricant et à défaut le tirage doit se situer entre 10 et 20 Pa) ;
- de concentrations maximales en CO et HAP, pour les plus grosses installations (mesurées par un laboratoire) ;
- de l'envoi d'une attestation à Bruxelles Environnement.

La réglementation allemande (2^{ème} BImSchV) renforcée pour la ville d'Aix-la-Chapelle, peut servir d'exemple pour les petites installations (moins de 100 kW). Mais les seuils de concentration en particules dans les fumées restent trop élevés par rapport aux ambitions de la Région en matière de qualité d'air.

Des seuils sont déjà en vigueur, en Région de Bruxelles-Capitale, sur base d'un arrêté pour les installations de combustion de plus de 1 MW (CO, NOx, poussières et SO₂).

2) Le combustible

- Utiliser uniquement un combustible accepté par le fabricant (calibre, granulométrie, essence ...)
Il doit s'agir exclusivement de bois qui n'a pas subi de traitement chimique, exempt de déchet, vernis, peinture ...
- Le taux d'humidité sur masse brute doit être inférieur ou égal à 20 % pour les bûches et inférieur ou égal à 10 % pour les granulés et les briquettes.
Lors de l'entretien annuel, le professionnel peut contrôler le taux d'humidité des bûches, à l'aide d'un humidimètre à pointes. Pour les granulés et les briquettes de bois reconstituées, il peut, observer leur aspect, ainsi que les conditions de stockage et consulter la fiche technique du produit. Des certificats de qualité DIN Plus et EN Plus indiquent le respect de la norme ISO 17225-2.
- Critères de durabilité
La distance parcourue par le bois doit être limitée : le bois doit provenir de Belgique ou des pays limitrophes. Il doit également être issu de forêts gérées durablement, ce qu'indiquent les certifications FSC, PEFC et en Wallonie, la marque « bois local ».

3) les bonnes pratiques

Pour les appareils domestiques qui resteraient autorisés :

- Les prescriptions édictées par la région Wallonne et la région Flamande sont à prendre en exemple : allumage inversé, utilisation des allume-feux naturels, pas d'utilisation à bas régime, appliquer les recommandations du fabricant notamment au niveau du réglage de l'arrivée d'air comburant
- Nettoyer régulièrement l'appareil. Pour un poêle, vider le bac à cendres est généralement recommandé tous les 3 jours et enlever les cendres du foyer à l'aide d'un aspirateur toutes les semaines.

9.3. Communication et modification des réglementations

Sur base de ces enseignements, plusieurs options peuvent être envisagées :

- étoffer le programme de communication de la région au sujet du chauffage au bois (voir notamment la page suivante : <https://environnement.brussels/thematiques/batiment-et-energie/quest-ce-que-lenergie-verte/produire-votre-propre-energie-verte-7>).

Une campagne de sensibilisation basée notamment sur les informations rassemblées lors de cette étude pourrait être lancée.

L'accent pourrait être mis sur :

- l'impact du chauffage au bois sur les émissions de particules
- l'impact des émissions de particules sur la santé
- les seuils de concentration dans les fumées à respecter pour appliquer les recommandations de l'OMS
- les appareils dont l'utilisation et le placement sont à proscrire :
 - pour agir, au minimum les foyers ouverts, les cassettes, les inserts et les poêles fabriqués avant 2006 (voire 2012)
 - pour mettre en œuvre les recommandations de l'OMS, tous les équipements qui ne sont pas équipés d'un système de filtration efficace des fumées tel qu'un électrofiltre ou un filtre à manches (c'est-à-dire la majorité du parc domestique à Bruxelles).
- les installations qui peuvent être envisagées à Bruxelles : installations centralisées et contrôlées qui émettent peu de particules
- les modifications réglementaires

Cette campagne pourrait fournir des liens vers des informations plus précises rassemblées dans cette étude. Elle s'inscrit dans la proposition de « LEZ chauffage » faite par les fédérations des professionnels du chauffage et dans l'objectif du Plan Energie Climat 2030 de sensibiliser la population aux nuisances liées à la combustion du bois.

- modifier les réglementations en vigueur :

○ Interdiction de placement et d'utilisation

Une interdiction de placer des foyers ouverts, des inserts ou des poêles d'avant 2012 ou plutôt une exigence de ne placer que des appareils qui répondent à la directive écoconception, peut être formulée, par exemple à partir de 2025.

Cette action pourrait constituer une première étape, un premier message avant d'analyser l'exclusion des appareils les moyens performants du parc bruxellois.

○ le permis d'environnement

Les installations de chauffage au bois de plus de 100 kW sont soumises à un permis d'environnement. Celles-ci peuvent être équipées d'un système de traitement des fumées qui permet de réduire fortement les émissions de particules. Le permis d'environnement est donc un levier indiqué pour adapter les exigences face au large panel d'installations de chauffage au bois et contrôler leur placement, ainsi que leur utilisation. Les seuils et les autres prescriptions mentionnés dans ce rapport peuvent être appliqués via les conditions d'exploiter.

La vérification de la mise en œuvre des seuils prévus par l'arrêté du 18 janvier 2018 relatif aux installations de combustion de plus d'1 MW permettra également de surveiller les grosses installations. Les seuils de concentration en particules prévus par cet arrêté peuvent être abaissés pour contribuer aux efforts de la Région en matière de qualité de l'air.

○ la réglementation chauffage PEB

Pour les installations de moins de 100 kW, l'arrêté de 1978 qui ne concerne que les chaudières pourrait être revu (en ajoutant des exigences liées au placement et à l'utilisation, ainsi que l'envoi d'attestations à Bruxelles Environnement) et inclus dans la réglementation chauffage PEB.

Le champ d'application de la réglementation chauffage PEB pourrait être étendu aux chaudières et aux poêles aux combustibles solides.

Des exigences de placement et de limitation d'utilisation de certains appareils à une certaine date (voir point précédent) peuvent être introduite via cette réglementation.

○ les facteurs d'énergie primaire et d'émission de CO₂ utilisés au niveau de la PEB peuvent être revus sur base de la directive 2018/2001/UE pour les installations performantes qui utilisent du bois durable.

- consulter les acteurs

Les acteurs concernés peuvent être consultés afin d'envisager les options choisies (communication, interdiction de placement et d'utilisation, révision de l'arrêté de 1978, révision de certaines conditions d'exploiter) : le cabinet ministériel, le SIAMU, les syndicats des propriétaires et des locataires, Brulocalis, les divisions de Bruxelles Environnement concernées, des représentants du Rescert, la Fédération interprofessionnelle belge du bois énergie (FEBHEL), l'Association pour les Techniques Thermiques en Belgique (ATTB), Techlink, Valbiom ...

Les contraintes en terme d'espace requis pour une installation de chauffage au bois, en matière de prévention incendie, d'accord des copropriétaires, d'emplacement pour les livraisons ... qui vont sans doute limiter le développement du chauffage au bois en Région de Bruxelles-Capitale sont à compte dans le choix des actions, mais également les moyens de contrôle à mettre en œuvre pour appliquer une réglementation aux petites installations par rapport au faible nombre d'installations de chauffage au bois présentes en Région de Bruxelles-Capitale.

10. CONCLUSION

Ce rapport rassemble les informations disponibles en 2022 sur internet, sur le contexte réglementaire européen et régional entourant le chauffage au bois, ainsi que les performances énergétiques et les émissions des appareils de chauffage au bois (rendement, émissions de particules, de CO, de composés organiques volatils, d'oxydes d'azote, ...).

Le chauffage au bois est mentionné dans moins de 1 % des certificats PEB résidentiels, cependant les émissions de particules de ce mode de chauffage sont conséquentes. Le contexte urbain et d'autres freins tels que le risque d'incendie, les règlements de copropriétés ou la place disponible pour le stockage, limitent le développement de ce mode de chauffage en Région de Bruxelles-Capitale.

En tenant compte des efforts nécessaires pour améliorer encore la qualité de l'air au niveau régional et réduire les émissions de particules fines et autres polluants, le placement et l'utilisation de certains appareils sont à déconseiller fortement, voire interdire :

- au minimum : les foyers ouverts, les inserts/foyers fermés et les poêles au bois fabriqués avant 2006, voire 2012 ;
- si la Région souhaite appliquer les nouvelles recommandations de l'OMS : toutes les installations qui ne répondent pas aux règlements « Ecodesign » et qui ne sont pas équipées d'un système efficace de traitement des particules, c'est-à-dire la majorité des installations domestiques actuellement présentes à Bruxelles.

Les installations centralisées, équipées d'un système efficace de filtration des fumées ainsi que les nouvelles technologies de chaudières qui permettent d'émettre peu de particules, répondent mieux aux besoins en termes de performance, de surveillance et de qualité d'air, que les appareils domestiques décentralisés.

Des prescriptions/exigences requièrent une attention particulière lors du placement et de l'utilisation.

A prendre en compte lors du placement :

- les performances de l'appareil (rendement et émissions de particules, COV, NOx, HAP, respect des règlements Ecodesign pour les appareils concernés) et son dimensionnement ;
- des critères relatifs au conduit d'évacuation des fumées, à la ventilation, à la prévention des incendies et au stockage ;
- les prescriptions du fabricant pour le placement ;
- le contrôle par un professionnel (formé par le fabricant et éventuellement certifié Rescert).

Points d'attention/exigences lors de l'utilisation :

- choix d'un bois, de granulés ou briquettes secs issus d'une filière durable ;
- le respect de bonnes pratiques : nettoyage régulier, allumage inversé, pas d'utilisation à bas régime, respect des prescriptions d'utilisation du fabricant, maintien de bonnes conditions de stockage ;
- un contrôle annuel par un professionnel comprenant un nettoyage de l'appareil, le ramonage du conduit d'évacuation des fumées et le contrôle du respect de seuils de rendement et de concentrations en particules, CO et oxygène

Pour les installations de plus grosses puissances (100 kW et plus), soumises à un permis d'environnement, le contrôle mentionné ci-dessus devrait être plus fréquent et accompagné d'une mesure des concentrations en COV et NOx. Pour les installations de plus d'1 MW concernées par un arrêté sur les installations de combustion moyennes, des mesures en continu sont à envisager, en plus des analyses par un laboratoire, afin de maîtriser leur impact sur la qualité de l'air.

Les installations de moins de 100 kW, ainsi que les poêles peuvent être intégrés dans la réglementation chauffage PEB afin de fixer un cadre pour leur installation et leur utilisation.

Ces points peuvent faire l'objet :

- d'une campagne de communication ;
- d'une révision des réglementations suivantes :
 - révision de certaines conditions d'exploiter du permis d'environnement,
 - des seuils de particules de l'arrêté de 2018 relatif aux installations de combustion moyennes,
 - abrogation de l'arrêté de 1978 encore en vigueur à Bruxelles pour les combustibles solides afin d'intégrer son contenu dans la réglementation chauffage PEB
 - et éventuellement des facteurs d'énergie primaire et d'émission de CO₂ pris en compte dans la PEB ;
- ainsi que d'une consultation des acteurs concernés.

