

Avis d'experts indépendants sur les appareils à combustible solide en lien avec la réglementation de la Ville de Québec

Livrable n°1 : Analyse comparative des appareils à combustible solide et évaluation des normes EPA

Février 2025

Préparé par :
Jad Zalzal, Weam Jaafar, Marianne Hatzopoulou

Table des Matières

Liste des figures	3
Liste des tableaux.....	5
1 Introduction et contexte	6
2 Règlements et programme de subvention de la Ville de Québec	7
3 Normes et méthodes de test de l'EPA.....	8
4 Revue de la littérature	12
4.1 Différences entre les appareils	12
4.2 Méthodes de certification et phases de combustion.....	13
4.3 Caractéristiques du combustible	14
4.4 Résumé de la revue de littérature	16
5 Les rapports de certification de l'EPA	17
6 Résumé des conclusions tirées de la revue de la littérature et des rapports de l'EPA	20
7 Estimation des émissions et scénarios	24
7.1 Nombre d'appareils.....	24
7.2 Quantité de bois brûlée par an	25
7.3 Répartition des appareils.....	27
7.4 Heures moyennes d'utilisation.....	28
7.5 Comparaison des émissions des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés et des appareils certifiés de deuxième étape à l'échelle de la ville de Québec	29
7.6 Comparaison des émissions d'un foyer décoratif ou d'ambiance qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape à l'échelle d'un appareil.....	31
7.7 Estimation des émissions annuelles selon différents scénarios	34
8 Recommandations	37
8.1 Recommandations concernant les types d'appareils	37
8.2 Recommandations supplémentaires.....	39
9 References.....	41

Liste des figures

Figure 1. Résumé des appareils à combustible solide évalués dans ce rapport	9
Figure 2. Les taux d'émission (g/h) et les facteurs d'émission (g/h) pour les différents appareils utilisant différents tests de certification. Les facteurs et taux d'émission dans la figure ont été compilés à partir de Morin et al. 2022a et incluent uniquement les tests ayant rapporté les émissions pour toutes les phases de combustion des méthodes 28R et IDC	14
Figure 3. Taux (g/h) et facteurs (g/kg) d'émission pour les différents appareils en fonction des différents niveaux d'humidité du combustible	16
Figure 4. Taux (g/h) et facteurs (g/kg) d'émission pour les différents appareils trouvés dans la littérature	17
Figure 5. Taux (g/h) et facteurs d'émission moyens (g/kg) pour les différents appareils, basés sur les rapports de certification de l'EPA pour les différents taux de combustion (pour les poêles et les poêles encastrés) et conditions de fonctionnement (pour les foyers). Les poêles à granules n'ont que deux conditions de combustion, car les émissions en conditions de combustion basse et moyenne sont regroupées en un seul facteur d'émission dans les rapports.	19
Figure 6. Compilation de tous les taux d'émission (g/h) et facteurs d'émission (g/kg) pour les différents appareils, basés sur les rapports de certification et de qualification de l'EPA.....	20
Figure 7. Comparaison des taux et facteurs d'émission en g/h et en g/kg obtenus à partir de la revue de littérature et des rapports de certification et de qualification de l'EPA. Les facteurs et taux d'émission des foyers et des poêles encastrés dans cette figure, issus de la revue de littérature, concernent des appareils non certifiés. Les facteurs et taux d'émission des foyers et des poêles encastrés dans cette figure, issus des rapports de l'EPA, concernent respectivement des appareils qualifiés et certifiés de 2ème étape.	22
Figure 8. Répartition spatiale des foyers décoratifs ou d'ambiance + poêles encastrés et des poêles à bois et à granules au niveau des DAs dans la ville de Québec.	25
Figure 9. Quantité de bois sec brûlée par appareil, par an, dans la ville de Québec.....	26
Figure 10. Fréquence d'utilisation des différents types d'appareils dans la ville de Québec	27
Figure 11. Répartition des appareils à combustible solide dans la ville de Québec	28
Figure 12. Heures moyennes d'utilisation par jour pour les différents types d'appareils à combustible solide dans la ville de Québec	29
Figure 13. Les émissions de particules fines provenant des appareils à combustible solide dans la ville de Québec pendant une journée où tous les appareils sont utilisés. Cette analyse considère que tous les foyers décoratifs ou d'ambiance sont remplacés par des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés, et que tous les poêles à bois et poêles encastrés sont remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape.	30
Figure 14. Comparaison des émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape sur une journée, en utilisant la moyenne pondérée des émissions de l'appareil certifié	32
Figure 15. Comparaison des émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape sur une journée, en utilisant la moyenne pondérée des émissions de l'appareil certifié	33

Figure 16. Émissions d'un foyer qualifié comparées aux émissions d'un appareil certifié de deuxième étape en utilisant la moyenne pondérée sur une année.....	33
Figure 17. Émissions d'un foyer qualifié comparées aux émissions d'un appareil certifié de deuxième étape en utilisant la moyenne non pondérée sur une année.....	33
Figure 18. Émissions annuelles de particules fines provenant du chauffage au bois résidentiel dans la ville de Québec selon les différents scénarios	36

Liste des tableaux

Tableau 1. Résumé des différentes méthodes d'évaluation des émissions	11
Tableau 2. Facteurs et taux d'émission moyens pour les appareils à combustible solide obtenus à partir de la littérature et des rapports de certification et de qualification de l'EPA	23
Tableau 3. Facteurs et taux d'émission utilisés pour comparer les émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape	32

1 Introduction et contexte

Le chauffage au bois résidentiel représente une source majeure de chauffage à usage résidentiel en Amérique du Nord et en Europe, en raison de facteurs culturels et de sa perception comme étant à la fois abordable et économiquement compétitif (IEA Bioenergy, 2019; Marin et al., 2022; Welles et al., 2012). Il représente également une source importante de polluants atmosphériques toxiques, notamment les particules fines, ainsi que d'autres polluants nocifs. L'exposition à la fumée des feux de bois a été associée à des effets néfastes sur la santé, notamment des visites aux urgences, une diminution de la fonction pulmonaire et des troubles respiratoires aigus (Naehler et al., 2007). À long terme, une exposition à la fumée de bois est également associée à des maladies cardiovasculaires et respiratoires (Orozco-Levi et al., 2006; Unosson et al., 2013).

Dans la province de Québec, le chauffage au bois résidentiel constitue l'une des principales sources d'émissions de particules fines d'origine anthropique et représente plus de 20 % des émissions totales (ECCC, 2024). En conséquent, certaines municipalités locales ont mis en place des règlements pour limiter le chauffage au bois résidentiel ou pour encourager l'utilisation d'appareils à combustible solide moins polluants, dans le but de réduire ses impacts sanitaires. La Ville de Québec a récemment mis en place des règlements et un programme de subvention afin de limiter les émissions liées aux appareils à combustible solide au sein de la ville. Dans ce cadre, la Ville de Québec a lancé cette initiative visant à réaliser une évaluation approfondie et indépendante de ses règlements et de son programme de subvention en ce qui concerne les appareils à combustible solide. L'objectif de cette évaluation est d'analyser l'efficacité environnementale de ces appareils, en particulier en matière d'émissions de particules fines. Cette évaluation comprend des présentations et la rédaction de trois rapports, qui fourniront des recommandations pour renforcer les règlements en place et optimiser le programme de subvention.

Ce rapport constitue le premier livrable de l'évaluation indépendante des règlements sur les appareils à combustible solide de la Ville de Québec. L'objectif de ce rapport est d'effectuer une analyse détaillée de l'efficacité environnementale des divers types d'appareils à combustible solide, en se concentrant particulièrement sur les émissions des particules fines. Cette analyse vise à orienter les décisions relatives aux règlements de ces appareils et à optimiser le programme de subvention, dans le but de favoriser le retrait ou le remplacement des appareils les plus polluants. Elle se penche en particulier sur les foyers qualifiés, qui seront interdits à partir du 1er septembre 2030, conformément au règlement R.V.Q. 2954. Cette évaluation indépendante comprend une revue approfondie de la littérature sur les différents appareils à combustible solide et leurs émissions, ainsi qu'une compilation des rapports des tests de certification de l'EPA. Ce rapport fournira également une estimation de la contribution de ces appareils aux émissions de particules fines dans la ville, ainsi que des prévisions de réductions en fonction de différents scénarios.

Le rapport est structuré de la manière suivante : **La 2ème section** présente un aperçu des règlements et du programme de subvention de la Ville de Québec, ainsi qu'une description des différents appareils concernés par le programme. **La 3ème section** introduit les normes de

l'Agence de protection de l'environnement des États-Unis (EPA) et de l'Association canadienne de normalisation (CSA) applicables aux appareils à combustible solide ainsi que les méthodes de test utilisées pour leur certification. **Les 4ème, 5ème et 6ème sections** exposent les résultats de la revue de la littérature, les rapports de certification de l'EPA, ainsi qu'une analyse comparative de l'ensemble des données collectées. **La 7ème section** présente les analyses de scénarios et la quantification des émissions liées aux appareils à combustible solide dans la Ville de Québec. Enfin, **la 8ème section** résume les principales conclusions du rapport et propose des recommandations visant à améliorer les règlements sur les appareils à combustible solide et le programme de subvention.

2 Règlements et programme de subvention de la Ville de Québec

En 2021, la Ville de Québec a mis en place deux règlements, le R.V.Q. 2950 et le R.V.Q. 2954, dans le but d'améliorer la qualité de l'air en réduisant les émissions provenant des appareils à combustible solide. Le R.V.Q. 2950 est un programme de subvention conçu pour encourager le remplacement ou le retrait de certains appareils à combustible solide. Ce programme incite les résidents de la ville à remplacer les appareils non certifiés ou certifiés de première génération (certifiés entre 1988 et 2015), tels que les poêles à bois, les poêles à granules et les poêles encastrés, par des modèles certifiés de deuxième génération par l'EPA (certifiés après 2015) (Ville De Québec, 2021a). Le règlement R.V.Q. 2954, quant à lui, vient compléter cette initiative en établissant un échéancier qui interdit l'utilisation des appareils de chauffage non certifiés à partir de septembre 2026 et qui limite leur usage lors des épisodes de smog. Le R.V.Q. 2950 concerne les appareils non certifiés ou certifiés de première génération, autorisant leur remplacement par des modèles certifiés conformes aux normes de la deuxième génération de l'EPA ou CSA-B415.1 (Ville De Québec, 2021b). De plus, à partir du 1er septembre 2030, tous les foyers décoratifs ou d'ambiance non certifiés seront également interdits (Ville De Québec, 2021a). Toutefois, certaines exceptions sont prévues, et celles-ci concernent les foyers de masse, les appareils principalement destinés à la cuisson des aliments, les appareils conçus pour un usage extérieur et hors d'un bâtiment, les appareils à usage commercial et les évaporateurs acériques. L'objectif de ces règlements est de réduire les émissions de particules fines afin d'assurer un environnement plus sain dans la ville de Québec.

Ce rapport examine les différents types d'appareils à combustible solide et se concentre principalement sur les appareils les plus répandus dans la ville de Québec, à savoir les poêles à bois, les poêles encastrés, les foyers et les poêles à granules. Les poêles à bois sont des appareils indépendants conçus pour un chauffage de l'espace efficace, tandis que les foyers sont intégrés dans le mur de l'habitation et sont moins performants et principalement utilisés à des fins esthétiques (EPA, 2024b). Les poêles encastrés sont des poêles à bois pouvant être installés dans un foyer existant. Ils sont également des appareils efficaces utilisés principalement pour le chauffage (EPA, 2024b). Enfin, les poêles à granules fonctionnent en brûlant des granules de bois compressé, contrairement au bois de corde qui est utilisé dans les autres types d'appareils. Les

poêles à granules offrent une production de chaleur constante et contrôlée avec une intervention minimale de l'utilisateur et une efficacité énergétique très élevée (EPA, 2024b).

Les poêles à bois dotés de technologies avancées sont conçus pour améliorer l'efficacité du chauffage au bois tout en réduisant les émissions. Ils se répartissent généralement en trois catégories : catalytique, non catalytique et hybride. **Les poêles catalytiques** utilisent un catalyseur revêtu de céramique pour brûler les gaz et les particules à des températures plus basses, ce qui améliore considérablement l'efficacité de la combustion et réduit les émissions. Ces appareils sont idéaux pour maintenir une production de chaleur stable sur une longue période, mais nécessitent un entretien régulier pour assurer le bon fonctionnement du catalyseur. En revanche, **les poêles non catalytiques** réalisent une combustion secondaire des gaz de fumée grâce à une série de chambres isolées et de tubes à air qui préchauffent l'air, permettant ainsi une combustion plus propre sans catalyseur. Ces poêles sont généralement plus simples à utiliser et à entretenir, bien qu'ils offrent un contrôle légèrement moins précis de la production de chaleur sur le long terme. **Les poêles hybrides** intègrent les technologies catalytique et non catalytique, tirant parti des avantages de chaque système. Ils offrent une haute efficacité, de faibles émissions, ainsi qu'une grande flexibilité dans le contrôle de la chaleur et des performances, faisant d'eux une option attrayante pour les utilisateurs recherchant des fonctionnalités avancées et un faible impact environnemental (EPA, 2024a).

3 Normes et méthodes de test de l'EPA

L'EPA a mise en place des normes visant à réguler les émissions des appareils à combustible solide, dans le but de réduire les émissions de particules fines et de protéger la santé publique. En 1988, elle a introduit les 'New Source Performance Standards' (NSPS) pour les appareils à combustible solide, imposant une limite d'émission de 7,5 g/h de particules fines pour les poêles à bois (EPA, 1988). Ces normes ont été révisées en 2015 dans le cadre d'un processus en deux étapes visant à réduire davantage les émissions. La première étape, entrée en vigueur en 2015, a exigé que les poêles à bois, les poêles à granules et les poêles encastrés n'émettent pas plus de 4,5 g/h de PM_{2,5} (EPA, 2015). La deuxième étape, entrée en vigueur en 2020, a abaissé ces seuils à 2,0 g/h pour les appareils testés avec du « cribwood » et à 2,5 g/h pour ceux testés avec du bois de corde (EPA, 2015). Les appareils conformes à ces exigences étaient considérés comme certifiés par l'EPA dans le cadre des règlements NSPS. Par ailleurs, en 2009, l'EPA a lancé le programme volontaire de qualification des foyers 'Burn Wise', visant à promouvoir des technologies de chauffage plus propres. Ce programme encourage le développement et la vente de foyers plus respectueux de l'environnement tout en réduisant les émissions des foyers existants (EPA, 2012). Il s'adresse notamment aux foyers à faible masse, aux foyers de maçonnerie et à la modernisation de foyers existants, et comprend deux phases. La première phase a fixé les limites d'émissions à 7,3 g/kg de particules fines, tandis que la deuxième phase, introduite en 2012, a abaissé les limites à 5,1 g/kg. La participation à ce programme était facultative. Cependant, les appareils qui respectaient ces critères pouvaient obtenir une qualification désignant comme qualifiés par l'EPA, signalant

aux consommateurs que le produit est plus respectueux de l'environnement que les foyers traditionnels non qualifiés. La différence entre la certification EPA et le programme volontaire réside dans leur finalité : la certification est obligatoire pour les appareils de chauffage réglementés, tels que les poèles à bois, et établit des exigences minimales à respecter pour être conformes, tandis que le programme volontaire encourage l'adoption de technologies plus propres pour les appareils décoratifs ou d'ambiance non soumis à des règlements obligatoires tels que les foyers décoratifs ou d'ambiance. Cela permet également aux fabricants de démontrer leur engagement en faveur de l'environnement et de se différencier sur le marché. **La Figure 1** présente un résumé des différents appareils évalués dans ce rapport.



Détails	Poêles	Poêles encastrés	Foyers
Types d'appareils	Poêles catalytiques, non-catalytiques, hybride, poèles à granules	catalytiques, non-catalytiques, hybride	Foyers décoratifs ou d'ambiance, foyers de masse
Certification	<ul style="list-style-type: none"> • Non certifiés • 1ère génération (taux d'émissions < 7,5 g/h) • 2ème génération: <ul style="list-style-type: none"> Etape 1 (taux d'émissions < 4,5 g/h) Etape 2 (taux d'émissions < 2,5 g/h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non certifiés • 1ère génération (taux d'émissions < 7,5 g/h) • 2ème génération: <ul style="list-style-type: none"> Etape 1 (taux d'émissions < 4,5 g/h) Etape 2 (taux d'émissions < 2,5 g/h) 	<ul style="list-style-type: none"> • Non certifiés • Qualifiés (facteur d'émissions < 5,1 g/Kg)
Usage	Appareils efficaces, utilisés principalement pour le chauffage	Appareils efficaces, utilisés principalement pour le chauffage	Appareils non-efficaces, utilisés principalement comme appareils d'ambiance

Figure 1. Résumé des appareils à combustible solide évalués dans ce rapport

Plusieurs méthodes de certification sont utilisées en Amérique du Nord pour évaluer les appareils à combustible solide. La méthode EPA 28R sert à estimer les émissions des appareils de chauffage, principalement les poèles à bois et les poèles encastrés, en utilisant du « cribwood » dont l'humidité varie entre 19 % et 25 % (EPA, 2019). Le cycle de test de cette méthode comprend quatre taux de combustion différents, comme indiqué dans le **Tableau 1**. Les taux de combustion correspondent à la quantité de combustible consommée par heure (en kg/h). Les émissions sont mesurées uniquement après que l'appareil ait atteint sa température de fonctionnement, ce qui exclut les émissions durant la phase de démarrage. Le test prend fin lorsque le combustible est entièrement consommé, ne laissant que des braises. L'ASTM E3053 est une autre méthode permettant d'estimer les émissions des appareils de chauffage. Développée par la Société américaine pour les essais et les matériaux (ASTM), elle repose sur des procédures similaires à celles de la méthode EPA 28R, mais utilise du bois de corde au lieu du « cribwood », afin de mieux simuler les conditions réelles de combustion (ASTM International, 2022). Le « cribwood » est du bois découpé à des dimensions précises et, de ce fait, ne reflète pas les conditions d'utilisation

réelles, contrairement au bois de corde. L'ASTM E3053 comprend plusieurs phases de test : phases à combustion élevée (y inclus la phase de démarrage à froid), moyenne et faible (voir **Tableau 1**). La phase de combustion à haute intensité se termine lorsque 90 % du combustible est consommé, tandis que les phases à intensité moyenne et faible prennent fin lorsque le combustible est complètement brûlé.

La méthode ASTM E2780 est une autre méthode de test pour les appareils de chauffage, bien qu'elle soit moins fréquemment utilisée. Elle est similaire à la méthode E3053, mais elle se distingue principalement par le type de bois utilisé et les critères de conclusion du test. Tandis que la méthode E3053 utilise du bois de corde et termine la phase de combustion à haute intensité lorsque 90 % du combustible est consommé, la méthode E2780 utilise du « cribwood » et met fin à toutes les phases lorsque le combustible est entièrement brûlé, jusqu'aux braises (ASTM International, 2017b). La méthode EPA Alt-140, également connue sous le nom de Integrated Duty Cycle (IDC), est une méthode alternative récemment adoptée par l'EPA, qui se base sur la méthode ASTM E3053. Elle utilise du bois de corde pour évaluer les appareils en quatre phases : démarrage, combustion à haute intensité, maintenance et combustion à faible intensité (EPA, 2021). C'est la seule méthode qui rapporte les émissions spécifiquement pour la phase de démarrage, sans les regrouper avec celles des autres phases. Par ailleurs, d'autres méthodes alternatives à l'ASTM E3053, telles que les méthodes Alt-125 et Alt-127, présentent de légères variations par rapport à cette norme. Ces deux méthodes ont été largement utilisées pour certifier les appareils de deuxième génération de l'EPA en utilisant du bois de corde. Cependant, elles ont été annulées par l'EPA en 2023, car elles étaient jugées trop indulgentes et ne fournissaient pas de directives claires concernant le fonctionnement et le chargement du combustible (EPA, 2023). Néanmoins, la plupart des appareils certifiés disponibles sur le marché ont reçu leur certification en utilisant ces méthodes (Allen et al., 2022).

La méthode ASTM E2779 est la norme de test désignée pour les poêles à granules. Elle prélève en continu les émissions de particules fines pendant un cycle de test de six heures, incluant des phases de combustion à haute, moyenne et faible intensité (ASTM International, 2017a). Le test exclut les émissions générées lors du démarrage et se termine après six heures.

En revanche, la méthode ASTM E2558 est utilisée pour évaluer les émissions des foyers. Cette méthode utilise du « cribwood » et teste les émissions sous un taux de combustion unique, étant donné que les taux de combustion ne peuvent pas être contrôlés dans les foyers. Le cycle de test est effectué en utilisant trois lots de bois et se termine une fois que tout le combustible a été consommé (ASTM International, 2021).

Le tableau ci-dessous présente un résumé des tests de certification utilisés en Amérique du Nord. En somme, il existe quatre tests pour les poêles à bois, un test pour les poêles à granules et un test pour les foyers. Les normes canadiennes CSA B415.1-10 et CSA B415.1:22 sont aussi basées sur ces méthodes.

Tableau 1. Résumé des différentes méthodes d'évaluation des émissions

Tests de certification	Appareils évalués	Bois utilisé	Taux de combustion	Critères de conclusion du test
Méthode EPA 28R	Différents types de poèles à bois	« Cribwood »	Catégorie 1: < 0.8 kg/h Catégorie 2: 0.8 to 1.25 kg/h Catégorie 3: 1.25 to 1.90 kg/h Catégorie 4: la vanne d'air est réglée sur le paramètre maximal	Le test se termine lors qu'il ne reste que des braises
ASTM E3053	Différents types de poèles à bois	Bois de corde	Élevé (la vanne d'air est ouverte au maximum) Moyenne (la vanne d'air est ouverte à moitié) Faible (8 h ou <1,15 kg/h)	Élevé : 90 % du combustible est consommé Moyenne et faible : lorsqu'il reste des braises
ASTM E2780	Différents types de poèles à bois	« Cribwood »	Maximum Moyenne : 1,16 à 1,75 kg/h ou 36 % à 53 % du taux de combustion maximal Minimum : 0,60 à 1,15 kg/h ou 18 % à 35 % du taux de combustion maximal	Le test se termine lors qu'il ne reste que des braises
EPA Alt-140 (IDC)	Différents types de poèles à bois	Bois de corde	Phase de démarrage Phase de combustion à fort feu Phase de combustion de maintenance Phase de combustion faible	La phase de démarrage se termine lorsque 75 % de la charge de combustible initiale a été consommée Le cycle de test pour chaque taux de combustion se termine lorsque 90 % du combustible de test a été consommé (sauf pour la phase de démarrage)
ASTM E2779	Poèles à granules	Granules	Maximum Moyenne : ≤ 50 % du taux maximal Minimum (taux de combustion le plus bas ≤ 0,50 kg/h)	Maximum : 60 min Moyenne : 120 min Minimum : 180 min
ASTM E2558	Foyers	« Cribwood »	-	Le test se termine lorsqu'il n'y a plus de flammes visibles et qu'il ne reste que des braises.
CSA B415.1-10	Différents types de poèles à bois	Tous les combustibles solides (à l'exception du charbon)	Catégorie 1 : < 35 % du taux de combustion maximal Catégorie 2 : 36 à 52 % du taux de combustion maximal Catégorie 3 : 53 à 76 % du taux de combustion maximal Catégorie 4 : 100 % du taux de combustion maximal Ou utilisez les taux de combustion de la méthode 28R de l'EPA	Granules : le test se termine après 2 heures de fonctionnement « Cribwood » et bois de corde : Le test se termine lorsqu'il ne reste que des braises

CSA B415.1:22	Différents types de poêles à bois	Tous les combustibles solides (à l'exception du charbon)	ASTM E2780 en utilisant du « cribwood » ASTM E3053 en utilisant du bois de corde ASTM E2779 en utilisant des granules	ASTM E2780 en utilisant du « cribwood » ASTM E3053 en utilisant du bois de corde ASTM E2779 en utilisant des granules
--------------------------	-----------------------------------	--	---	---

4 Revue de la littérature

Nous avons réalisé une revue approfondie de la littérature sur les émissions de particules fines provenant des appareils à combustible solide, en mettant l'accent sur les études qui comparent les émissions de différents appareils ainsi que celles qui analysent l'impact de facteurs variés, tels que les méthodes de test, l'humidité du combustible, la technologie des appareils et les niveaux de certification. Bien que la priorité ait été donnée aux études nord-américaines, des études européennes ont également été prises en compte en raison de la disponibilité limitée des données en Amérique du Nord, notamment pour les foyers. Au total, 14 études ont été examinées, dont 11 en provenance d'Amérique du Nord et 3 d'Europe. Cette revue a permis de compiler les facteurs d'émission (en g/kg) et les taux d'émission (en g/h) des différents appareils de chauffage, dans diverses conditions de fonctionnement (résumées à l'Annexe A). Les facteurs d'émission représentent les émissions de particules fines par kilogramme de bois consommé, tandis que les taux d'émission correspondent aux émissions de particules fines par heure de fonctionnement de l'appareil.

4.1 Différences entre les appareils

Cette section présente une synthèse des études ayant comparé les émissions de particules de différents types d'appareils à combustible solide. Traviss et al., (2024) ont mesuré les émissions de particules issues de sept poêles distincts : un poêle non certifié, deux poêles non catalytiques certifiés de deuxième étape, deux poêles hybrides certifiés de deuxième étape et deux poêles à granules certifiés de deuxième étape. L'évaluation a été réalisée en utilisant la méthode IDC. Les résultats montrent que les poêles non certifiés produisent les niveaux les plus élevés d'émissions de particules, atteignant 14,6 g/kg. En revanche, les appareils certifiés présentent des émissions nettement plus faibles : 8,98 g/kg pour les poêles non catalytiques, 3,38 g/kg pour les poêles hybrides et seulement 0,86 g/kg pour les poêles à granules. Il est important de noter que ces facteurs d'émission incluent les particules générées durant la phase de démarrage à froid.

Trojanowski et al., (2018) ont analysé les émissions de particules de trois poêles à granules différents en utilisant la méthode ASTM E2779. L'objectif de cette étude était de vérifier la répétabilité des tests adoptés par l'EPA et d'examiner si les facteurs et taux d'émission variaient de manière significative lorsque les tests étaient répétés. Bien que les appareils testés n'étaient pas certifiés, ils étaient équipés de technologies avancées de contrôle des émissions. Les émissions relevées ont varié entre 0,21 et 2,86 g/h et entre 0,35 et 2,11 g/kg, selon le cycle de combustion et le design des poêles. Parmi ces trois appareils, deux ont respecté la limite de certification de l'EPA

fixée à 2,0 g/h, tandis que le troisième l'a dépassée. Un des appareils qui a respecté les normes de l'EPA a montré également une forte variabilité des facteurs et des taux d'émission mesurés lors des répétitions des tests, soulignant ainsi l'importance d'inclure des essais en double dans les protocoles de certification. Cette forte variabilité a été attribuée à la courte durée du test ASTM E2779, spécifiquement pour les appareils qui n'émettent pas beaucoup.

Alves et al., (2011) and Fernandes et al., (2011) ont estimé les émissions de particules provenant d'un foyer traditionnel non certifié et d'un poêle à bois traditionnel non certifié, en utilisant différents types de bois. Les deux études ont révélé que les poêles à bois non certifiés émettent des quantités très élevées de particules (atteignant jusqu'à 16,3 g/kg), les poêles à bois ayant toutefois des émissions plus faibles que les foyers dans les deux études. Ces études ont attribué les émissions élevées des foyers à leur combustion inefficace et à une prise d'air non contrôlée. Les émissions des foyers ont varié entre 6,9 g/kg et 20,1 g/kg, tandis que celles des poêles à bois ont varié entre 1,12 g/kg et 16,3 g/kg.

Fine et al. (2004) ont analysé les facteurs d'émission de particules fines générés par des poêles catalytiques et non catalytiques non certifiés, en utilisant différents types de bois. Ils ont constaté que les poêles catalytiques émettent moins de particules fines (2,2 g/kg), en particulier avec des bois durs comme le chêne blanc, comparativement aux poêles non catalytiques, qui émettent 3,4 g/kg en utilisant le même type de bois.

4.2 Méthodes de certification et phases de combustion

Morin et al., (2022a) ont estimé les émissions de particules de 11 poêles à bois en utilisant deux méthodes de test distinctes : la méthode EPA 28R et le protocole IDC. Les appareils testés comprenaient un mélange de poêles certifiés de première étape (non catalytiques) et de deuxième étape (catalytiques et hybrides). Les résultats ont montré que la méthode IDC génère des émissions significativement plus élevées et de manière constante pour les trois types d'appareils, comparativement à la méthode 28R (voir **Figure 2**). Deux raisons principales expliquent cette différence. Premièrement, la méthode 28R utilise du « cribwood », alors que le protocole IDC utilise du bois de corde, qui présente souvent des dimensions irrégulières et peut contenir davantage d'impuretés. Deuxièmement, le protocole IDC inclut la mesure des émissions pendant la phase de démarrage à froid, ce que la méthode 28R ne fait pas. L'étude a également montré que la phase de démarrage génère les émissions les plus élevées, représentant jusqu'à 28 % des émissions totales de particules. Ces résultats mettent en évidence l'importance d'adopter des méthodes de test reflétant les conditions réelles d'utilisation, comme celles proposées par le protocole IDC. Cependant, bien que la méthode IDC produise des émissions nettement plus élevées que la méthode 28R, les résultats montrent que les appareils certifiés de deuxième étape émettent beaucoup moins de particules que ceux de première étape, tant en g/h qu'en g/kg. Les poêles hybrides, en particulier, se distinguent par des émissions très faibles, conformes à la norme de l'EPA de 2,5 g/h.

Gonçalves et al., (2011) ont estimé les émissions provenant de foyers traditionnels non certifiés et de poêles non certifiés au Portugal, en testant différents types de bois dans des conditions de démarrage à froid et à chaud. L'étude montre que les foyers ont des facteurs d'émission plus élevés que les poêles à bois. Elle met également en évidence que les démarriages à froid entraînent systématiquement des émissions plus élevées dans les deux types d'appareils, en raison des températures initiales de combustion plus basses.

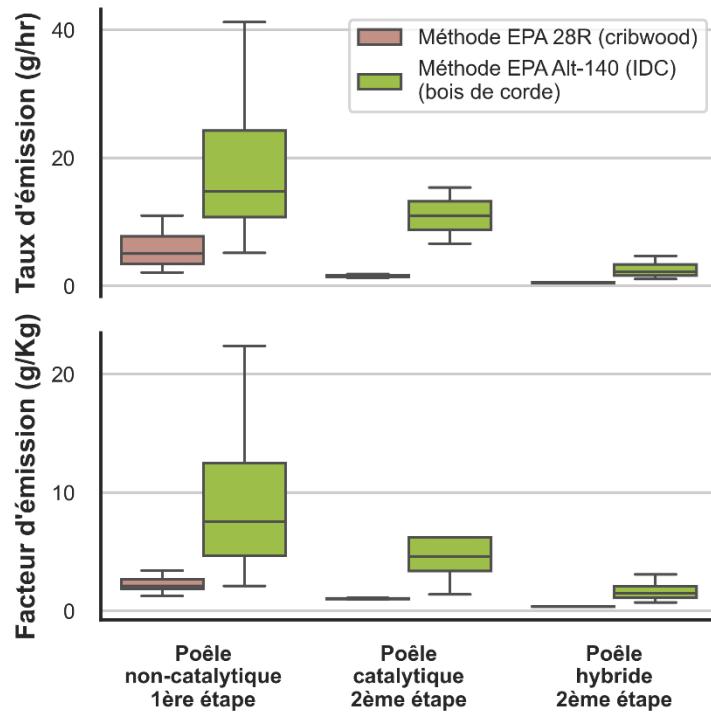


Figure 2. Les taux d'émission (g/h) et les facteurs d'émission (g/h) pour les différents appareils utilisant différents tests de certification. Les facteurs et taux d'émission dans la figure ont été compilés à partir de Morin et al. 2022a et incluent uniquement les tests ayant rapporté les émissions pour toutes les phases de combustion des méthodes 28R et IDC

4.3 Caractéristiques du combustible

L'humidité du combustible s'est révélée être un facteur clé qui influence directement les émissions de particules. Morin, et al., (2022b) ont mesuré les émissions de huit appareils : quatre poêles à granules certifiés de deuxième étape, un poêle non catalytique certifié de première étape, un poêle catalytique certifié de deuxième étape, un poêle non catalytique certifié de deuxième étape et un poêle hybride certifié de deuxième étape. L'objectif de l'étude était d'analyser l'impact de l'humidité du bois, des types de bois utilisées et du taux de combustion sur les émissions de particules, en utilisant le protocole IDC pour les poêles à bois et la méthode ASTM E2779 pour les poêles à granules. Le poêle non catalytique certifié de première étape a présenté des émissions de particules nettement plus élevées que les autres appareils, tant en g/h qu'en g/kg. Ces émissions

étaient particulièrement sensibles à l'humidité du bois : elles ont atteint 34,1 g/h et 18,0 g/kg avec du bois humide et 13,4 g/h et 6,9 g/kg avec du bois sec. Parmi les poêles à bois, le poêle hybride certifié de deuxième étape a affiché les émissions les plus faibles (2,2 g/h et 1,4 g/kg avec du combustible sec, et 3,4 g/h et 2,4 g/kg avec du combustible humide). Ses émissions ont respecté donc la norme de l'EPA de 2,5 g/h lorsqu'il fonctionne avec du combustible sec, mais ont dépassé légèrement cette limite avec du combustible humide, en raison des émissions très élevées observées durant la phase de démarrage à froid. Quant aux poêles catalytiques et non catalytiques certifiés de deuxième étape, ils ont également dépassé la norme EPA de 2,5 g/h, mais leurs émissions sont restées nettement inférieures à celles du poêle certifié de première étape. En revanche, les quatre poêles à granules certifiés de deuxième étape ont présenté les taux et facteurs d'émission les plus faibles par rapport à tous les poêles à bois, tout en respectant la norme de l'EPA de 2 g/h. Ces facteurs et taux d'émission étaient principalement influencés par le type de granules utilisés : les granules de bois tendre ont généré des émissions beaucoup plus faibles que celles de bois dur. Les conclusions de cette étude soulignent l'importance d'utiliser du bois sec pour réduire les émissions. Elles mettent également en évidence la nécessité de tester les poêles à granules avec du bois dur, ce qui produit des émissions plus élevées. Les résultats de Traviss et al., (2024) corroborent ces résultats, montrant que les facteurs d'émission (en g/kg) étaient plus élevés pour les poêles non certifiés lorsqu'ils ont utilisé du bois avec un taux d'humidité élevé.

Kinsey et al., (2009) ont estimé les émissions de particules provenant d'un poêle non catalytique certifié de première génération et d'un foyer non certifié, en utilisant la méthode 28R. Cette étude visait à évaluer les émissions de ces deux appareils en fonction de l'utilisation de combustible sec ou humide. Les résultats ont révélé que le foyer produit des émissions plus élevées que le poêle de première génération, tant en g/kg qu'en g/h, même lorsque ce dernier brûle du combustible humide. De plus, les émissions du poêle de première génération étaient nettement plus élevées lorsqu'il fonctionne avec du combustible humide par rapport au combustible sec. Enfin, les émissions étaient également plus élevées lorsque l'appareil brûle du chêne plutôt que du sapin.

Champion et al., (2017) ont également observé que le type de bois utilisé a un impact sur les émissions. Dans cette étude, ils ont estimé les émissions de particules d'un poêle traditionnel en utilisant différents types de combustibles et la méthode de test ASTM E2780, qui ne prend pas en compte la phase de démarrage. Les résultats ont montré que tant le type de combustible que l'humidité du bois avaient un impact significatif sur les émissions de particules fines. Les tests réalisés avec du pin Ponderosa ont donné un facteur d'émission de 1,09 g/kg, tandis que ceux effectués avec du genévrier de l'Utah ont généré 1,68 g/kg, illustrant ainsi la variabilité des émissions selon les types de combustibles. Cependant, il demeure difficile de déterminer si certains types de bois entraînent des émissions plus élevées, car cela peut dépendre du lot de bois utilisé ainsi que de la présence éventuelle d'impuretés.

La figure 3 présente une compilation des facteurs d'émission en g/h et g/kg obtenus par Morin, et al., (2022b), Traviss et al., (2024), Kinsey et al., (2009) et Champion et al., (2017) pour des bois à humidité faible et élevée. Les facteurs d'émission compilés comprennent toutes les données

rapportées dans ces études où l'humidité du bois a été mentionnée. Cette compilation montre que les appareils certifiés de première étape et de première génération présentent des facteurs et des taux d'émission plus élevés que ceux certifiés de deuxième étape et que les poêles hybrides certifiés de deuxième étape présentent les émissions les plus faibles. Une humidité élevée du bois a généralement entraîné des émissions de particules plus élevées pour tous les types d'appareils, à l'exception des poêles non catalytiques certifiés de deuxième étape. Toutefois, les raisons de cette observation ne sont pas expliquées dans les études.

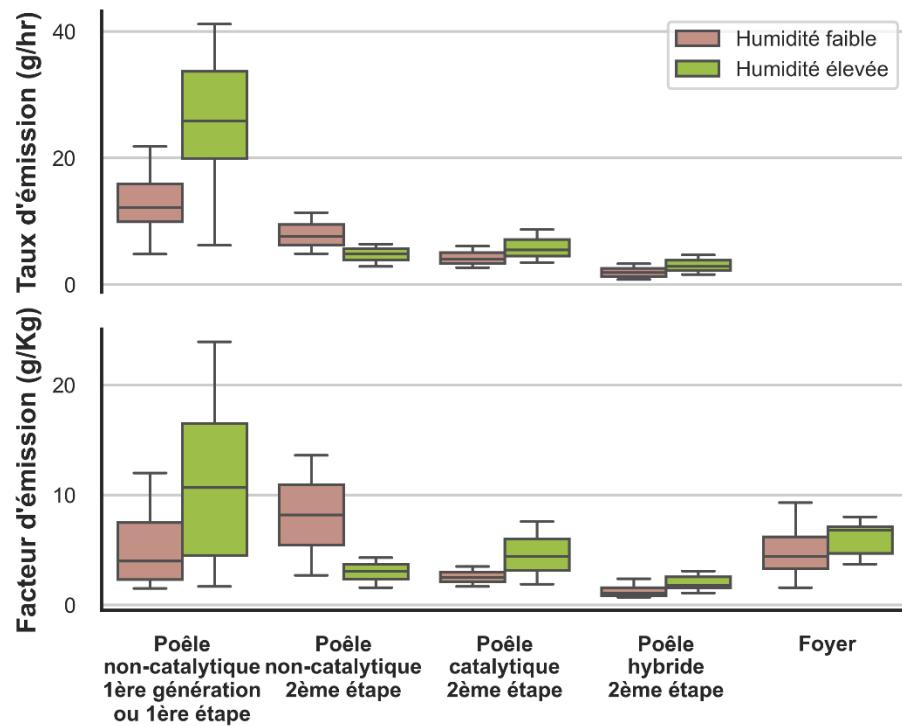


Figure 3. Taux (g/h) et facteurs (g/kg) d'émission pour les différents appareils en fonction des différents niveaux d'humidité du combustible

4.4 Résumé de la revue de littérature

La **Figure 4** présente un récapitulatif des facteurs et des taux d'émission de particules (en g/h et g/kg) obtenus à partir des 14 études examinées. Les détails de chaque facteur et taux d'émission figurent à l'Annexe A. Les valeurs de la **Figure 4** comprennent tous les facteurs et taux d'émission détaillés, obtenus sous diverses conditions de combustion, types de bois utilisés, humidité du bois brûlé et méthodes de test. Les résultats de ce récapitulatif montrent clairement que les poêles à bois et foyers non certifiés émettent environ 2 à 4 fois plus de particules que les appareils certifiés de deuxième étape lorsqu'on compare les émissions en g/kg, et environ 3 à 20 fois plus en g/h. On observe également que les poêles non catalytiques certifiés de première étape et de première génération génèrent davantage plus d'émissions que les poêles certifiés de deuxième étape, tant en g/h qu'en g/kg. Enfin, il apparaît que les poêles hybrides certifiés de deuxième étape ainsi que les poêles à granules certifiés de deuxième étape sont ceux qui émettent les quantités les plus faibles

de particules, respectant généralement la norme de l'EPA de 2,5 g/h, même dans certaines mauvaises conditions de fonctionnement (comme une humidité élevée et des démarrages à froid).

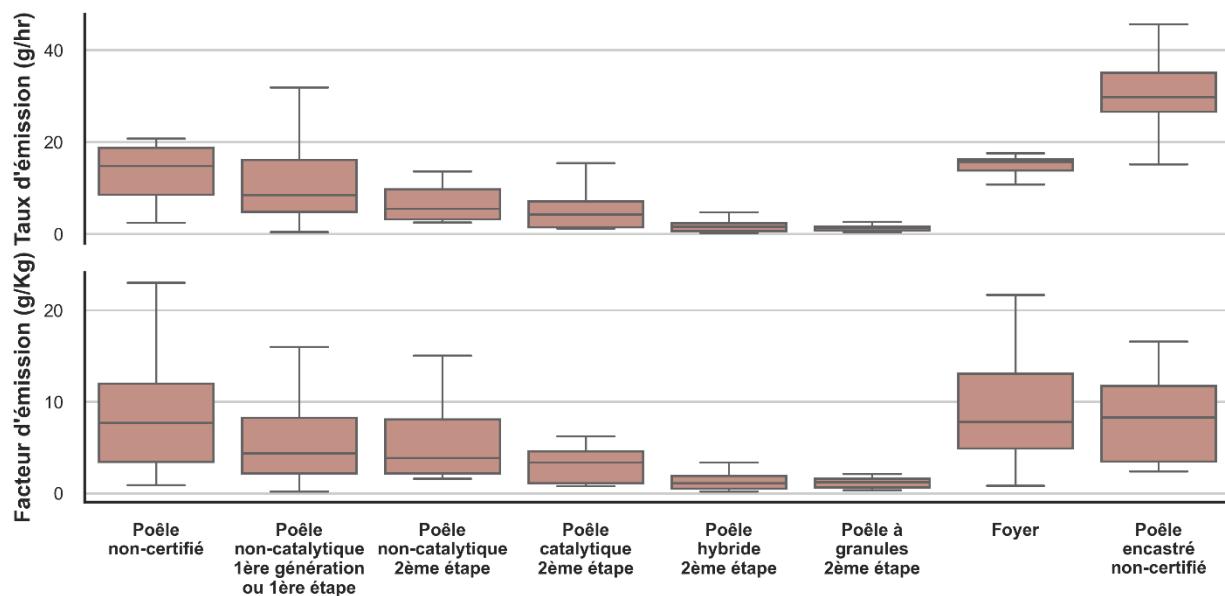


Figure 4. Taux (g/h) et facteurs (g/kg) d'émission pour les différents appareils trouvés dans la littérature

5 Les rapports de certification de l'EPA

Nous avons collecté les rapports de certification de l'EPA concernant divers appareils à combustible solide afin de fournir des données précises sur les émissions des appareils conformes aux normes de l'EPA. L'analyse de ces rapports nous a permis de créer une base de données regroupant les facteurs d'émissions et les taux d'émissions pour une large variété de types d'appareils, étudiés dans des conditions variées de taux de combustion et de fonctionnement. Cette démarche s'est révélée essentielle pour comparer les performances des foyers qualifiés avec celles des appareils certifiés, étant donné que la littérature ne contient aucune information sur les émissions des appareils qualifiés. Nous avons collecté les taux et facteurs d'émission en g/h et en g/kg pour un total de 21 appareils, comprenant trois poêles encastrés catalytiques, trois poêles encastrés non catalytiques, trois poêles catalytiques, trois poêles hybrides, trois poêles non catalytiques, trois poêles à granules et trois foyers qualifiés. Pour les poêles et les poêles encastrés, seuls les appareils testés selon la méthode ASTM E3053 ont été pris en compte, puisque cette méthode utilise du bois de corde plutôt que du « cribwood ». Par ailleurs, l'analyse a été restreinte aux appareils certifiés de deuxième étape, faute de disponibilité des rapports de certification de première étape et de première génération. Il est toutefois important de souligner que la majorité des appareils certifiés de deuxième étape ont été évalués à l'aide des méthodes ASTM E3053 Alt-125 ou Alt-127. Ces méthodes ont été retirées par l'EPA en 2023, car elles étaient jugées trop indulgentes. Toutefois, ces appareils sont toujours considérés comme des appareils certifiés de

deuxième étape par l'EPA, tant que leur certificat de conformité n'a pas expiré. Nous n'avons pas pu obtenir de rapports de certification utilisant la méthode Alt-140, car cette méthode vient tout juste d'être adoptée. Nous n'avons également pas pu récupérer de rapports de tests pour plus de deux poêles hybrides ayant utilisé la méthode ASTM E3053. Par conséquent, nous avons inclus un troisième poêle hybride qui a été testé selon la méthode 28R. Concernant les poêles à granules, tous les rapports de certification que nous avons obtenus ont été réalisés selon la méthode ASTM E2779. Quant aux foyers qualifiés, nous avons obtenu deux rapports de tests de l'EPA ainsi qu'un résumé des émissions provenant du manuel d'utilisation d'un appareil. De plus, nous avons obtenu des facteurs et taux d'émission pour trois foyers qualifiés auprès de la Ville de Québec. Tous ces foyers qualifiés ont été testés selon la méthode ASTM E2558.

Les poêles et poêles encastrés testés selon les méthodes ASTM E3053 et ASTM E2779 doivent être évalués sous trois taux de combustion : élevé, moyen et faible. En revanche, les foyers testés selon la méthode ASTM E2558 ne sont soumis qu'à un seul taux de combustion, car celui-ci ne peut généralement pas être contrôlé dans ces appareils. Toutefois, ces foyers doivent être testés dans différentes conditions de fonctionnement, par exemple avec la porte du foyer ouverte ou fermée. Les facteurs d'émissions mesurés dans les pires conditions de fonctionnement sont utilisés pour déterminer si l'appareil peut être qualifié ou non.

La figure 5 présente les taux et facteurs d'émission moyens en g/h et en g/kg pour les différents types d'appareils, phases de combustion et conditions de fonctionnement (dans le cas des foyers qualifiés), tels qu'obtenus à partir des rapports de certification et de qualification de l'EPA. On a observé que les taux d'émission en g/h sont les plus élevés pour les conditions de taux de combustion élevé, tant pour les poêles que pour les poêles encastrés, ainsi que lorsque les portes des foyers sont ouvertes pour les foyers qualifiés. Des résultats similaires ont été observés pour les facteurs d'émission en g/kg, à l'exception des poêles et poêles encastrés non catalytiques, où les émissions étaient les plus élevées sous des conditions de faible taux de combustion. Ces résultats concordent avec ceux de Morin, et al., (2022b), qui ont montré que les émissions des appareils non catalytiques sont les plus élevées pendant les phases de maintenance (c'est-à-dire à faible taux de combustion), tandis que pour les appareils hybrides et catalytiques, les émissions sont les plus élevées lors de la phase de démarrage et les plus faibles pendant les phases de maintenance.

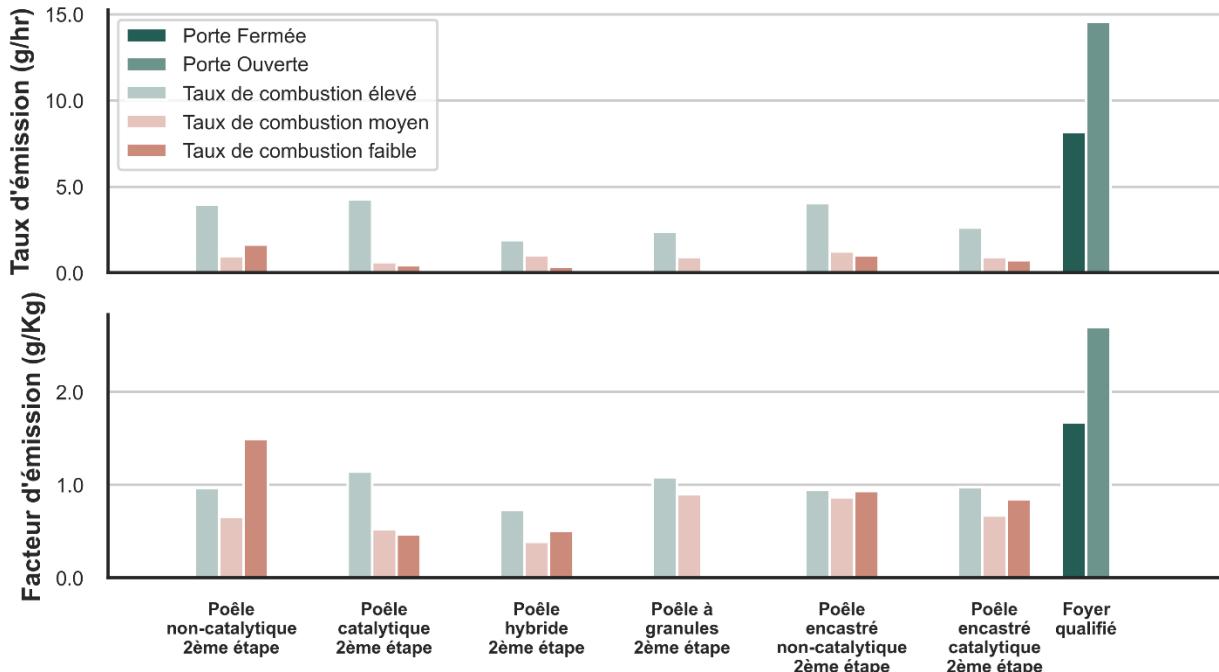


Figure 5. Taux (g/h) et facteurs d'émission moyens (g/kg) pour les différents appareils, basés sur les rapports de certification de l'EPA pour les différents taux de combustion (pour les poêles et les poèles encastrés) et conditions de fonctionnement (pour les foyers). Les poêles à granules n'ont que deux conditions de combustion, car les émissions en conditions de combustion basse et moyenne sont regroupées en un seul facteur d'émission dans les rapports.

La figure 6 illustre la compilation des taux et facteurs d'émissions (en g/h et en g/kg) obtenus des rapports de tests de certification et de qualification de l'EPA pour sept types d'appareils, dans diverses conditions de taux de combustion et de fonctionnement. Les poêles hybrides ont affiché les facteurs d'émissions moyens les plus bas parmi tous les appareils, avec 1,13 g/h et 0,54 g/kg, suivis des appareils catalytiques, qui enregistrent 1,56 g/h et 0,67 g/kg. En revanche, les appareils non catalytiques ont présenté les émissions les plus élevées, en g/h et en g/kg, parmi les poêles et poèles encastrés certifiés de deuxième étape. Les foyers qualifiés, quant à eux, ont présenté des facteurs d'émissions nettement supérieurs à ceux des appareils certifiés de deuxième étape, aussi bien en g/h qu'en g/kg. En moyenne, leurs facteurs d'émissions sont de 1,3 à 4,2 fois plus élevés que ceux des appareils certifiés de deuxième étape lorsqu'on examine les émissions en g/kg. Cette différence devient encore plus marquée, atteignant entre 5 et 10 fois plus lorsqu'on examine les émissions en g/h. Cette large disparité s'explique principalement par le taux de combustion élevé des foyers, qui dépasse généralement 4 kg/h, alors qu'il reste inférieur à 2 kg/h pour les poêles en conditions de combustion moyenne ou faible. Malgré cela, les facteurs et taux d'émissions des foyers qualifiés, même dans leurs meilleures conditions de fonctionnement (portes fermées), restent beaucoup plus élevés que ceux des six types d'appareils certifiés, y compris dans des conditions de taux de combustion élevé, que ce soit en g/h ou en g/kg (voir figure 5). Cela montre que les dispositifs de contrôle des émissions des foyers qualifiés ne sont pas aussi efficaces que ceux des poêles et poèles encastrés certifiés de deuxième étape. Il convient également de souligner

que les foyers qualifiés sont testés avec du « cribwood », tandis que les appareils certifiés de deuxième étape étudiés dans ce rapport sont évalués avec du bois de corde. Cela pourrait signifier que, dans des conditions réelles de fonctionnement (c'est-à-dire en utilisant du bois de corde), les émissions des foyers qualifiés seraient potentiellement plus élevées. De plus, il faut noter que les émissions des appareils certifiés et des foyers qualifiés pourraient être plus élevées dans des conditions réelles de fonctionnement. En effet, les méthodes de test analysées dans ce rapport ne comprennent pas les phases de démarrage comme phase distincte, qui sont pourtant reconnues d'avoir des niveaux d'émissions plus élevés que les autres phases de fonctionnement.

De plus, si nous comparons les émissions moyennes des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés, soit 11,5 g/h, aux limites d'émissions des différents niveaux de certification de l'EPA, nous constatons qu'elles sont supérieures de 53 % à la limite des appareils de 1^{re} génération (7,5 g/h), de 155 % à la limite des appareils de 1^{re} étape (4,5 g/h) et de 360 % à la limite des appareils de deuxième étape (2,5 g/h).

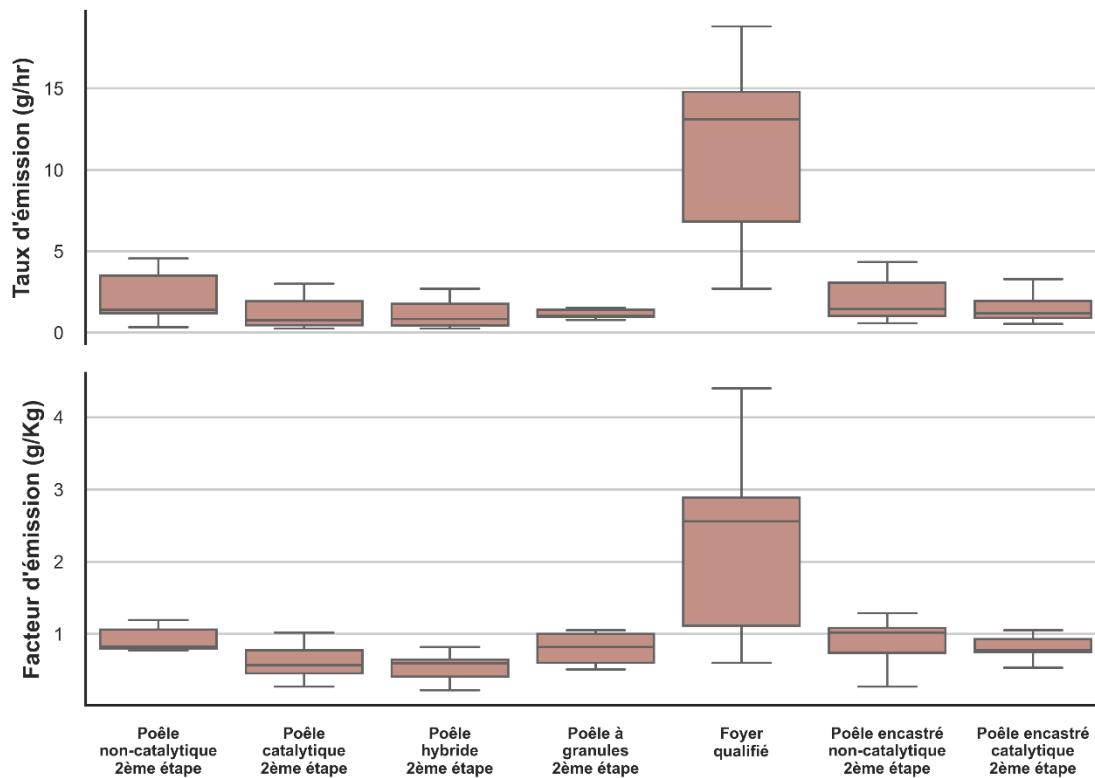


Figure 6. Compilation de tous les taux d'émission (g/h) et facteurs d'émission (g/kg) pour les différents appareils, basés sur les rapports de certification et de qualification de l'EPA

6 Résumé des conclusions tirées de la revue de la littérature et des rapports de l'EPA

La **figure 7** compare les taux et facteurs d'émission (en g/h et en g/kg) rapportés dans la littérature (présentés dans la **figure 4**) à ceux obtenus à partir des rapports de tests de certification et de

qualification de l'EPA (présentés dans la **figure 6**). Comme prévu, les facteurs et taux d'émission des appareils certifiés de deuxième étape rapportés dans la littérature sont plus élevés que ceux indiqués dans les rapports de certification de l'EPA. Cette différence s'explique principalement par le fait que les tests de certification sont très indulgents et offrent peu d'encadrement sur les conditions de fonctionnement et les configurations de chargement du combustible. De plus, ces tests ne prennent pas en compte les émissions dans des conditions réelles de fonctionnement, telles que les démarriages à froid ou l'utilisation de combustible humide, comme l'a récemment souligné l'évaluation de l'EPA sur les méthodes de test avec du bois de corde (EPA, 2023). Néanmoins, les taux et facteurs d'émission (en g/h et en g/kg) rapportés dans la littérature pour les poêles hybrides et les poêles à granules certifiés de deuxième étape respectent la norme d'émissions de l'EPA fixée à 2,5 g/h, y compris dans certaines situations, telles que des démarriages à froid ou l'utilisation de combustible humide. Cela met en évidence que ces deux types d'appareils sont les plus écologiques et respectueux de l'environnement, tout en étant capables de respecter les normes d'émissions même dans certaines conditions de fonctionnement défavorables. En revanche, les poêles non catalytiques se distinguent par leurs performances nettement inférieures par rapport aux autres appareils certifiés de deuxième étape, affichant des taux d'émissions bien au-delà de la norme d'émissions de l'EPA selon les données de la littérature. Cependant, les facteurs et taux d'émissions de tous les appareils certifiés de deuxième étape restent inférieurs à ceux des appareils certifiés de première étape, de première génération, ainsi qu'à ceux des appareils non certifiés. Ces observations confirment que le remplacement des anciens appareils par des modèles certifiés de deuxième étape permettrait de réduire considérablement les émissions associées au chauffage au bois. Les réductions les plus importantes et significatives seraient obtenues en remplaçant ces anciens appareils par des poêles hybrides ou des poêles à granules.

Cette analyse des facteurs et taux d'émission a également révélé que les foyers qualifiés émettent entre 1,3 et 4,2 fois plus de particules en g/kg et entre 5 et 10 fois plus en g/h comparativement aux appareils certifiés de deuxième étape. Ces résultats soulignent que, à l'échelle d'un seul appareil, les foyers qualifiés sont nettement plus polluants que les appareils certifiés de deuxième étape.

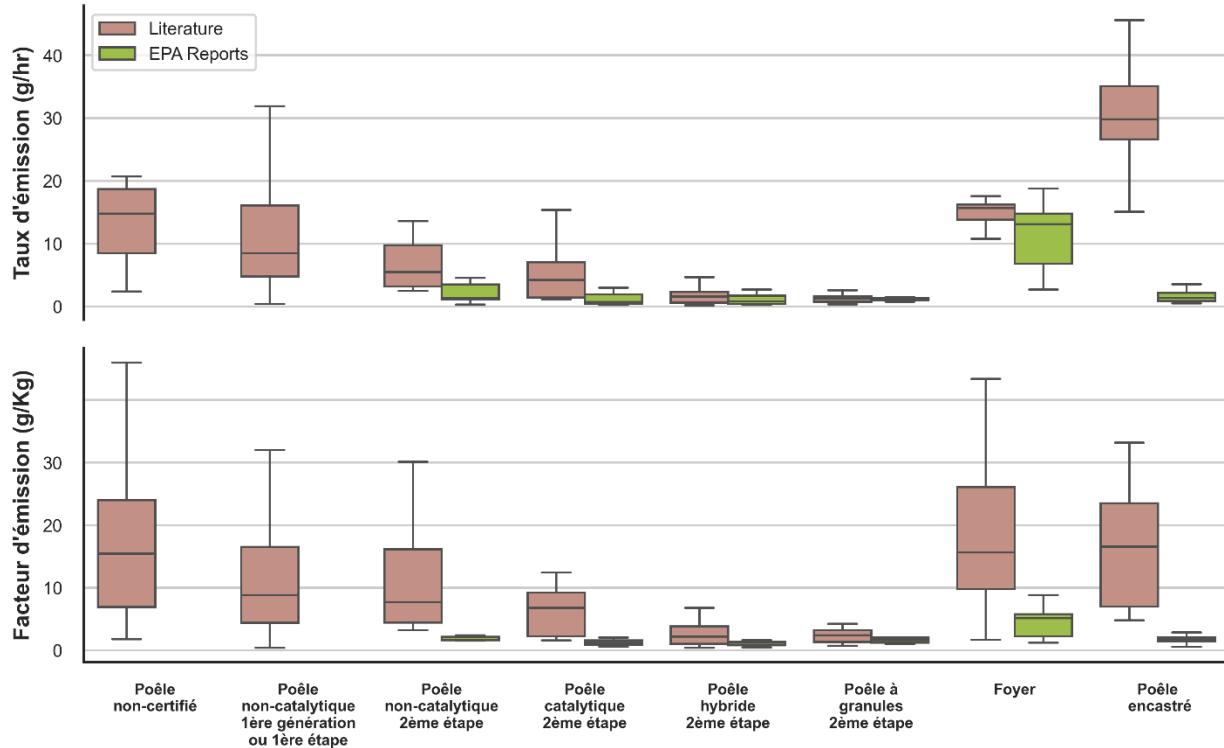


Figure 7. Comparaison des taux et facteurs d'émission en g/h et en g/kg obtenus à partir de la revue de littérature et des rapports de certification et de qualification de l'EPA. Les facteurs et taux d'émission des foyers et des poêles encastrés dans cette figure, issus de la revue de littérature, concernent des appareils non certifiés. Les facteurs et taux d'émission des foyers et des poêles encastrés dans cette figure, issus des rapports de l'EPA, concernent respectivement des appareils qualifiés et certifiés de 2ème étape.

Enfin, le **tableau 2** présente une synthèse des facteurs et des taux d'émission moyens (en g/h et en g/kg) pour différents types d'appareils, issus de la revue de la littérature et, lorsque disponibles, des rapports de tests de l'EPA. Il indique également le nombre d'études et d'appareils ayant servi au calcul de ces moyennes pour chaque catégorie d'appareil. Il convient de noter que chaque étude rapportait généralement plusieurs facteurs et taux d'émission pour chaque appareil testé. Les détails des facteurs et des taux d'émission tirés de la littérature et des rapports de l'EPA figurent respectivement dans les annexes A et B.

Tableau 2. Facteurs et taux d'émission moyens pour les appareils à combustible solide obtenus à partir de la littérature et des rapports de certification et de qualification de l'EPA

Type de l'appareil	Taux d'émission (g/h)			Facteurs d'émission (g/Kg)		
	Littérature	Nbr d'études	Rapports de l'EPA	Littérature	Nbr d'études	Rapports de l'EPA
Poêle non certifié	15.61	2 études 2 poêles testés	N/A	8.60	7 études 8 poêles testés	N/A
Foyer non certifié	15.35	1 étude 2 foyers testés	N/A	9.69	8 études 9 foyers testés	N/A
Poêle encastré non certifié	30.45	2 études 2 poêles testés	N/A	8.39	2 études 2 poêles testés	N/A
Poêle à bois certifié de 1 ^{ère} étape ou de 1 ^{ère} génération (non catalytique)	12.11	4 études 5 poêles testés	N/A	6.05	4 études 5 poêles testés	N/A
Poêle à bois certifié de 2 ^{ème} étape (non catalytique)	7.48	3 études 6 poêles testés	2.19	6.33	3 études 6 poêles testés	1.04
Poêle à bois certifié de 2 ^{ème} étape (catalytique)	5.59	2 études 2 poêles testés	1.56	3.73	2 études 2 poêles testés	0.67
Poêle à bois certifié de 2 ^{ème} étape (hybride)	1.91	2 études 3 poêles testés	1.13	1.38	2 études 3 poêles testés	0.54
Poêle encastré certifié de 2 ^{ème} étape (non catalytique)	N/A	N/A	2.00	N/A	N/A	0.91
Poêle encastré certifié de 2 ^{ème} étape (catalytique)	N/A	N/A	1.46	N/A	N/A	0.84
Poêle à granules certifié de 2 ^{ème} étape	1.41	3 études 5 poêles à granules testés	1.68	1.15	3 études 6 poêles à granules testés	1.08
Foyer qualifié	N/A	N/A	11.52	N/A	N/A	2.27

7 Estimation des émissions et scénarios

Jusqu'à présent, nous avons évalué les performances de chaque type d'appareil individuellement. Cependant, il est tout aussi essentiel d'analyser leur impact à l'échelle de l'ensemble de la ville, en prenant en compte à la fois le nombre total d'appareils et la répartition des différents types présents dans la ville.

Dans cette section, nous analysons les émissions des différents types d'appareils à deux niveaux : (1) à l'échelle de la ville de Québec sur une année entière et (2) à l'échelle de la ville de Québec sur une seule journée. L'analyse annuelle permet d'évaluer la contribution globale de chaque type d'appareil aux émissions de PM_{2,5} dans la ville. Ces émissions peuvent être estimées pour chaque type d'appareil en utilisant l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \text{Émissions annuelles} &= \text{nombre d'appareils} * \\ &\quad \text{quantité de bois sec brûlée par an (en kg)} * \\ &\quad \text{facteurs d'émission (in g/kg)} \end{aligned}$$

L'analyse sur une journée unique revêt une importance particulière, car les appareils sont utilisés différemment selon leur fonction. Par exemple, les poêles à bois sont majoritairement employés pour le chauffage, tandis que les foyers, utilisés de manière plus occasionnelle, remplissent principalement un rôle esthétique. Des études précédentes ont montré que la majorité du chauffage au bois a lieu pendant les nuits froides des week-ends d'hiver. Ainsi, cette analyse vise à estimer les émissions dans des conditions extrêmes, lorsque tous les appareils pourraient être en fonctionnement simultanément, comme lors d'une soirée typique de week-end hivernal. Les émissions journalières pour chaque type d'appareil peuvent être calculées en utilisant l'équation suivante :

$$\begin{aligned} \text{Émissions journalières} &= \text{nombre d'appareils} * \\ &\quad \text{heures moyennes de fonctionnement par jour} * \\ &\quad \text{taux d'émission (en g/h)} \end{aligned}$$

Pour mener ces deux analyses, il a été nécessaire de recueillir les informations suivantes : (1) le nombre total d'appareils présents dans la ville de Québec, (2) la quantité de bois consommée annuellement (3) la proportion de chaque type d'appareil et (4) la durée moyenne de fonctionnement des appareils par jour.

7.1 Nombre d'appareils

Le nombre de foyers et de poêles à bois dans la ville de Québec a été déterminé à partir d'une étude financée par le ministère de l'Environnement, de la Lutte contre les changements climatiques, de la Faune et des Parcs (MELCCFP) et réalisée en collaboration entre l'Université de Toronto et l'Université de Montréal. Cette étude s'appuie sur des données immobilières, des informations issues du recensement et des modèles d'apprentissage automatique pour estimer le

nombre de foyers et de poêles à bois dans l'ensemble de la province de Québec, au niveau des « Dissemination Area » (DA). Les DA représentent la plus petite unité géographique pour laquelle les données de recensement sont disponibles au Canada. Les résultats détaillés de cette étude sont présentés dans (Zalzal et al., 2024). La **Figure 8** illustre la répartition spatiale des foyers décoratifs ou d'ambiance et des poêles encastrés, et la répartition spatiale des poêles à bois, incluant les poêles à granules. En tout, on dénombre 23 600 foyers décoratifs ou d'ambiance et poêles encastrés et 11 200 poêles à bois et poêles à granules dans la ville de Québec.

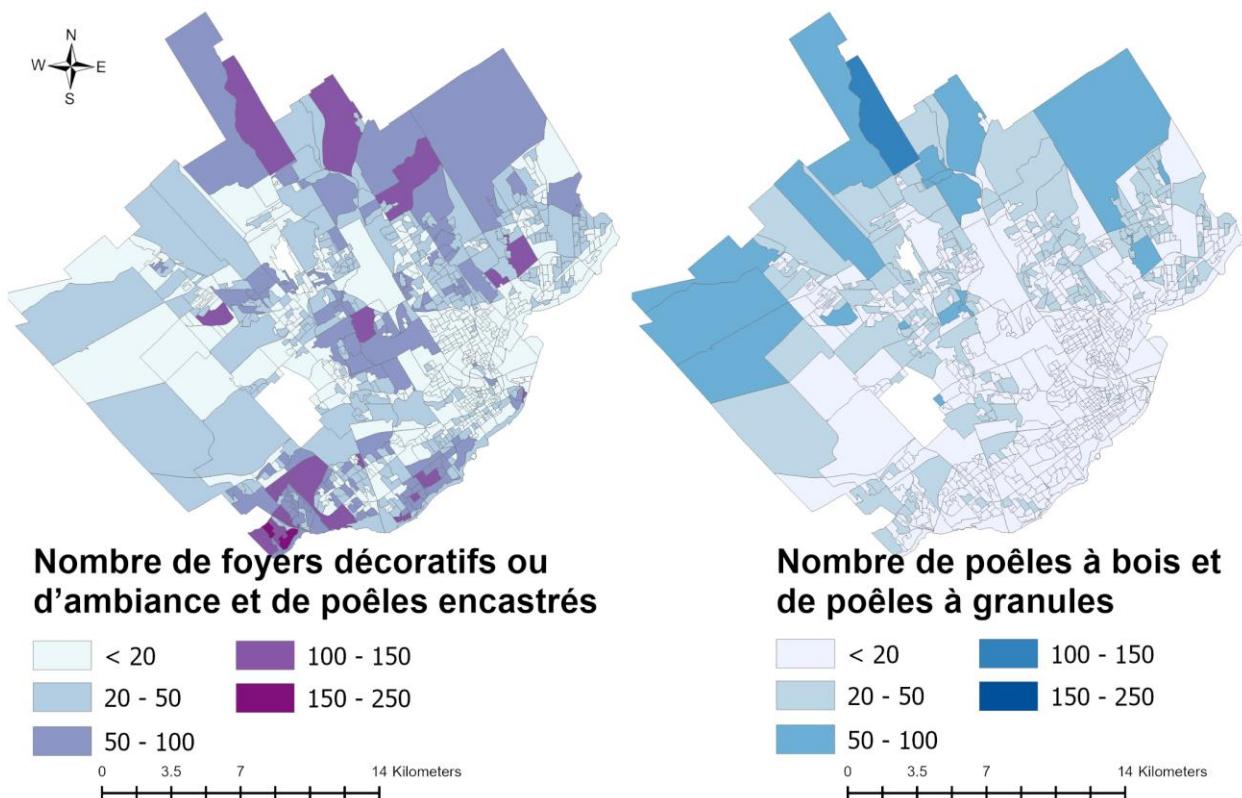


Figure 8. Répartition spatiale des foyers décoratifs ou d'ambiance + poêles encastrés et des poêles à bois et à granules au niveau des DAs dans la ville de Québec.

7.2 Quantité de bois brûlée par an

La quantité de bois brûlé par an et par type d'appareil a été obtenue à partir de l'étude réalisée par l'Université de Toronto et l'Université de Montréal. Cette étude s'appuie sur une enquête menée auprès d'environ 29 000 résidences de la province de Québec, où les résidents ont été interrogés sur leurs habitudes de chauffage au bois, incluant le type d'appareil utilisé, la quantité de bois brûlée annuellement et la fréquence d'utilisation de l'appareil. Parmi les réponses recueillies, environ 630 résidences de la ville de Québec possédaient des appareils de chauffage au bois. La **Figure 9** présente la répartition de la quantité de bois sec brûlée annuellement par les résidents de la ville, selon le type d'appareil. Les résidences équipées d'un poêle à bois brûlaient en moyenne

beaucoup plus de bois par an (3 400 kg) que celles disposant de foyers décoratifs ou d'ambiance (2 100 kg) et celles disposant de poêles encastrés (1 900 kg). Les résidences dotées de poêles à granules étaient celles qui brûlaient la moindre quantité de bois par an (900 kg).

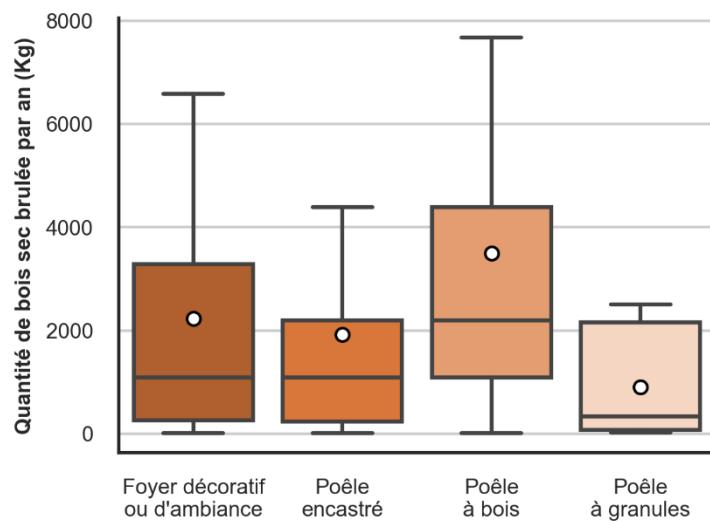


Figure 9. Quantité de bois sec brûlée par appareil, par an, dans la ville de Québec

Les différences de consommation de bois observées peuvent être principalement attribuées à la fréquence d'utilisation de ces appareils (**Figure 10**). Environ 50 % des résidences possédant un foyer décoratif ou d'ambiance ou un poêle encastré utilisaient leur appareil au moins une fois par semaine. Cette proportion passe à 75 % pour les poêles à bois et à 80 % pour les poêles à granules. De plus, environ 10 à 15 % des résidences avec un foyer décoratif ou d'ambiance ou un poêle encastré utilisaient leur appareil quotidiennement, contre 25 % pour les poêles à bois et 45 % pour les poêles à granules. Cela montre que les poêles à bois ou à granules sont utilisés beaucoup plus fréquemment que les foyers décoratifs ou d'ambiance. Cependant, les résidences équipées de poêles à granules brûlaient toujours la plus faible quantité de bois, malgré leur utilisation plus fréquente. Ce constat peut être attribué à l'efficacité et à la combustion plus lente des poêles à granules, comparativement aux appareils qui brûlent du bois de corde.

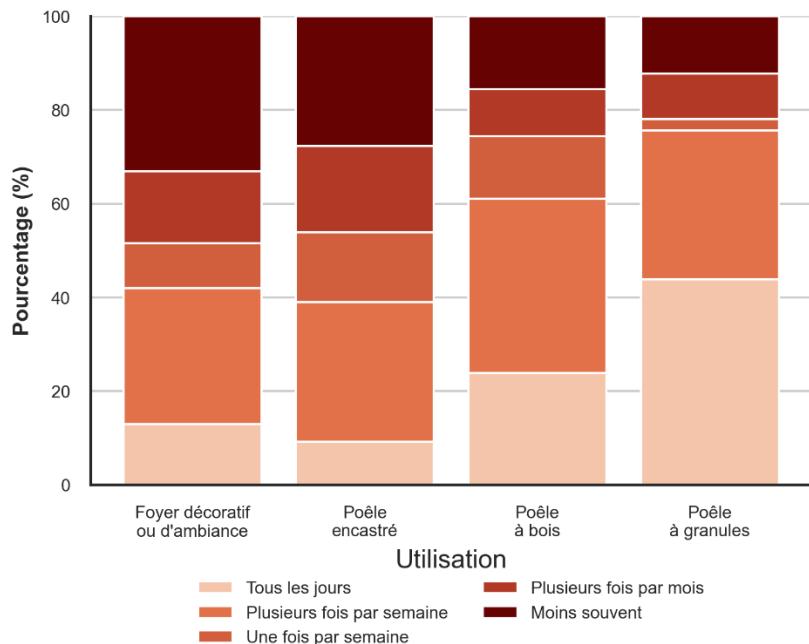


Figure 10. Fréquence d'utilisation des différents types d'appareils dans la ville de Québec

7.3 Répartition des appareils

Afin de déterminer la répartition et le statut de certification des différents types d'appareils dans la ville de Québec, nous avons obtenu les données les plus récentes concernant la déclaration des appareils à combustible solide, collectées dans le cadre des récentes réglementations. Bien que ces données n'aient pas encore été validées, elles constituent la source d'information la plus actuelle sur les types d'appareils et leur certification. Ces données comprennent des informations sur environ 13 000 appareils (données obtenues en septembre 2024). En combinant ces informations avec le nombre total d'appareils présenté dans la **Figure 8**, nous avons pu classifier les foyers décoratifs ou d'ambiance en foyers qualifiés, foyers non qualifiés et les poêles encastrés en certifiés et non certifiés. Les poêles à bois ont été classifiés en poêles certifiés, poêles non certifiés, poêles à granules certifiés et poêles à granules non certifiés. Les appareils dont la certification demeure inconnue ont été classifiés comme non certifiés. La **Figure 11** présente la répartition actuelle des appareils à combustible solide dans la ville de Québec. Il a été constaté que les foyers décoratifs ou d'ambiance étaient les appareils les plus répandus dans la ville, représentant environ 39 % des appareils, suivis des poêles (~30 %) et des poêles encastrés (~29 %). La majorité des foyers décoratifs ou d'ambiance n'étaient pas qualifiés, tandis qu'environ 50 % des poêles encastrés et 60 % des poêles à bois étaient certifiés. Ces chiffres de certification sont toutefois incertains et nécessitent une validation supplémentaire dans le cadre de l'initiative de déclaration des appareils de la ville. Néanmoins, ces données offrent les informations les plus récentes et complètes sur la certification des appareils. Il est également important de noter qu'aucune

information n'est disponible quant à savoir si les appareils certifiés sont de première génération, certifiés de première étape ou de deuxième étape, ou s'il s'agit d'appareils non catalytiques, catalytiques ou hybrides.

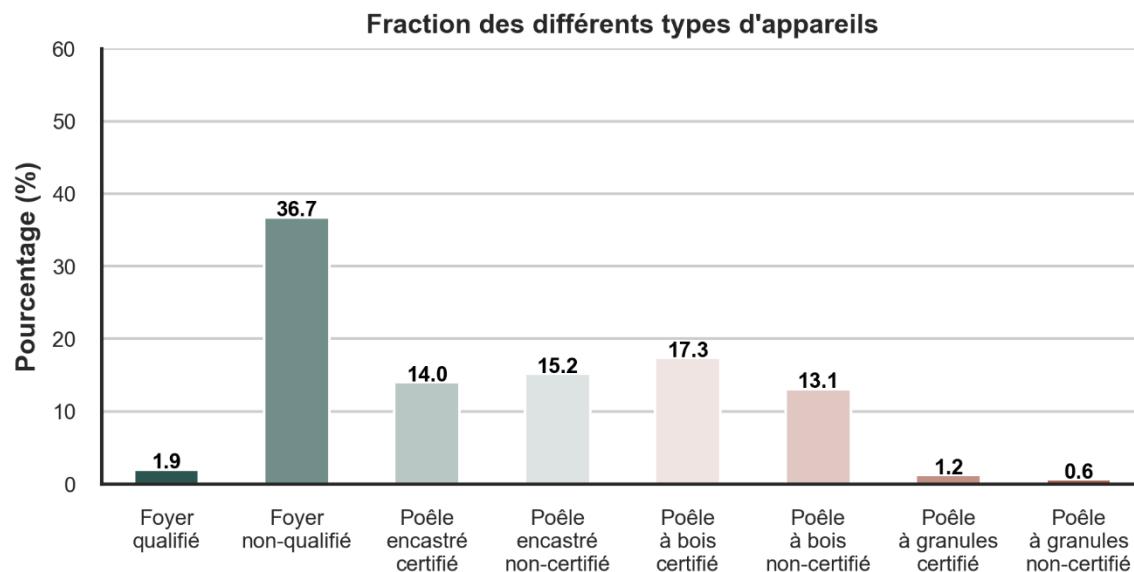


Figure 11. Répartition des appareils à combustible solide dans la ville de Québec

7.4 Heures moyennes d'utilisation

Les données sur la déclaration des appareils à combustible solide incluent également les heures d'utilisation quotidiennes auto-déclarées pour chaque type d'appareil. Bien que ces données présentent des chevauchements dans les catégories que les résidents pouvaient remplir, nous avons tout de même pu capturer les différences dans les heures moyennes d'utilisation par type d'appareil, comme le montre la **Figure 12**. Les résultats montrent que les foyers décoratifs ou d'ambiance sont utilisés en moyenne pendant environ 2 heures par jour, tandis que les poêles à bois sont utilisés environ 5 heures par jour et les poêles à granules sont utilisés pendant les plus longues périodes, soit 6,6 heures par jour.

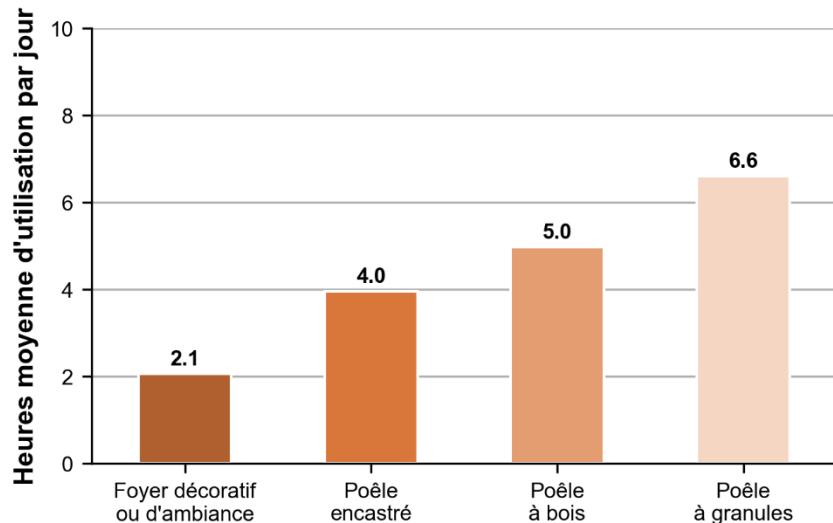


Figure 12. Heures moyennes d'utilisation par jour pour les différents types d'appareils à combustible solide dans la ville de Québec

7.5 Comparaison des émissions des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés et des appareils certifiés de deuxième étape à l'échelle de la ville de Québec

Dans cette section, nous comparons les émissions provenant des appareils certifiés de deuxième étape et des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés à l'échelle de la ville de Québec. Pour cette comparaison, nous supposons que tous les poêles à bois et poêles encastrés de la ville de Québec sont certifiés de deuxième étape et que tous les foyers décoratifs ou d'ambiance sont qualifiés. Pour être cohérents, nous utilisons les taux et facteurs d'émission obtenus à partir des rapports de certification de l'EPA, faute de données spécifiques sur les foyers décoratifs ou d'ambiance dans la littérature. Ce scénario correspond à une situation hypothétique dans laquelle tous les poêles sont remplacés par des poêles certifiés de deuxième étape, et tous les foyers décoratifs ou d'ambiance sont remplacés par des foyers qualifiés. Cependant, ce scénario ne reflète pas entièrement les règlements en vigueur dans la ville de Québec, qui n'exigent pas le remplacement des appareils certifiés de première étape.

Dans ce scénario, la répartition des appareils dans la ville est estimée comme suit : 38,6 % des appareils sont des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés, 29,2 % sont des poêles encastrés certifiés de deuxième étape, 30,4 % sont des poêles à bois certifiés de deuxième étape, et 1,8 % sont des poêles à granules certifiés de deuxième étape. Les émissions ont été calculées pour la ville de Québec à l'échelle annuelle (en utilisant les facteurs d'émission en g/kg) et à l'échelle d'une journée (en utilisant les taux d'émission en g/h).

Selon ces calculs, et en s'appuyant sur les facteurs d'émission des rapports de certification de l'EPA, les émissions totales annuelles dans la ville de Québec s'élèvent à 195 tonnes. Parmi celles-ci, les foyers décoratifs ou d'ambiance sont responsables de 60 % des émissions des appareils à combustible solide, bien qu'ils ne représentent que 38,6 % du nombre total d'appareils. Ce résultat

montre que les foyers décoratifs ou d'ambiance contribueraient de manière disproportionnée aux émissions de particules fines provenant de la combustion de bois résidentiel s'ils étaient autorisés à être utilisés et installés après 2030.

Pour les émissions durant une journée, nous avons supposé que tous les appareils de la ville sont utilisés simultanément, une situation pouvant survenir lors des week-ends froids d'hiver. Cette analyse permet d'évaluer l'impact des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés dans de telles conditions, en comparaison avec les appareils certifiés de deuxième étape. Étant donné l'incertitude entourant les heures moyennes d'utilisation quotidienne, comme décrit dans la section 7.4, nous avons fait varier cette valeur entre 0 et 13 heures par jour. La **Figure 13** illustre les résultats de cette analyse. Dans cette figure, les émissions des foyers décoratifs ou d'ambiance sont séparées de celles des autres appareils (poêles à bois, poêles encastrés et poêles à granules). Il apparaît que les foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés contribuent significativement aux émissions par rapport à tous les autres appareils combinés. En effet, deux heures de fonctionnement des foyers décoratifs ou d'ambiance équivalent à environ 8,5 heures de fonctionnement de tous les autres appareils présents dans la ville.

Cela démontre que, même lorsqu'ils sont utilisés pendant une courte période, les foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés génèrent une part importante des émissions de particules fines par rapport aux appareils certifiés de deuxième étape. Ces résultats sont particulièrement importants, car de tels cas peuvent entraîner des événements de pollution extrême et des dépassements des normes de PM_{2,5}. Par exemple, Lin et al. (2018) ont observé que les dépassements des normes de PM_{2,5} étaient surtout fréquents durant l'hiver à Dublin, en Irlande, et ont pu les attribuer au chauffage résidentiel. Ils ont également rapporté que ces systèmes de chauffage entraînaient des événements de pollution extrême, avec des concentrations de PM_{2,5} atteignant jusqu'à 300 µg/m³.

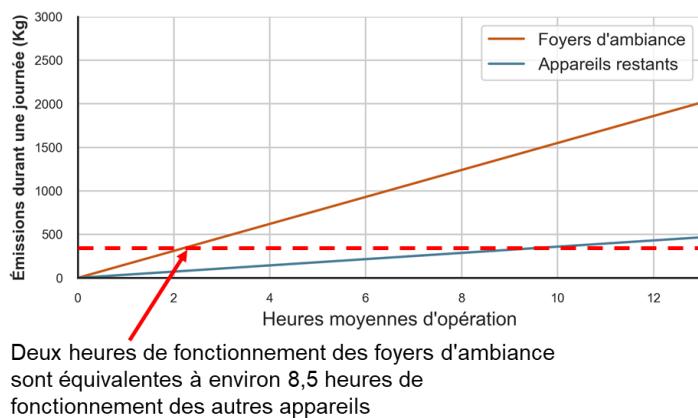


Figure 13. Les émissions de particules fines provenant des appareils à combustible solide dans la ville de Québec pendant une journée où tous les appareils sont utilisés. Cette analyse considère que tous les foyers décoratifs ou d'ambiance sont remplacés par des foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés, et que tous les poêles à bois et poêles encastrés sont remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape.

7.6 Comparaison des émissions d'un foyer décoratif ou d'ambiance qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape à l'échelle d'un appareil

Nous avons effectué le même calcul que dans la section 7.6, mais cette fois-ci à l'échelle d'un seul appareil, sans tenir compte du nombre total d'appareils dans la ville.

Pour estimer les émissions des foyers qualifiés, nous avons considéré trois scénarios : porte ouverte, porte fermée et une moyenne des émissions (c'est-à-dire, une combinaison des deux configurations). Concernant les appareils certifiés de deuxième étape, nous avons calculé les taux et facteurs d'émission selon deux approches :

1. La moyenne de tous les taux et facteurs d'émission issus des rapports de l'EPA.
2. La moyenne pondérée des émissions, calculée selon la méthodologie ASTM-E3053.

La pondération utilisée dans l'ASTM-E3053 attribue 20 % au taux de combustion élevé, et 40 % à chacun des taux de combustion moyen et faible. Cette répartition reflète les conditions réelles d'utilisation, où la phase de combustion élevée est généralement plus courte.

Les taux et facteurs d'émission utilisés dans cette analyse sont présentés dans le **Tableau 3**. Lorsque la porte du foyer est ouverte, la combustion est moins efficace en raison d'un apport d'air excessif et d'une moindre rétention de chaleur, ce qui entraîne des émissions plus élevées. Par ailleurs, les émissions moyennes non pondérées des appareils certifiés de deuxième étape sont plus élevées que les émissions moyennes pondérées, car la phase de combustion à haut taux de combustion génère les émissions les plus importantes. Dans la moyenne pondérée, cette phase reçoit un poids réduit (20 %), tandis que les phases de combustion moyenne et basse, qui produisent moins d'émissions, sont davantage prises en compte (40 % chacune), ce qui conduit à une estimation globale plus faible des émissions.

Tableau 3. Facteurs et taux d'émission utilisés pour comparer les émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape

Type de l'appareil	Taux d'émission (g/h)	Facteurs d'émission (g/Kg)
Foyer qualifié – porte fermée	8,2	1,7
Foyer qualifié – porte ouverte ou fermée	11,5	2,3
Foyer qualifié – porte ouverte	14,4	2,8
Poêle à bois certifié de 2 ^{ème} étape – moyenne pondérée	1,35	0,8
Poêle à bois certifié de 2 ^{ème} étape – moyenne non-pondérée	1,65	0,83

Les **Figures 14 et 15** comparent les émissions d'un foyer qualifié à celles d'un appareil certifié de deuxième étape sur une journée, en utilisant respectivement la moyenne pondérée et non pondérée des émissions de l'appareil certifié. Les résultats indiquent que deux heures de fonctionnement d'un foyer qualifié équivalent à entre 12 heures (porte fermée) et 21 heures (porte ouverte) de fonctionnement d'un appareil certifié de deuxième étape.

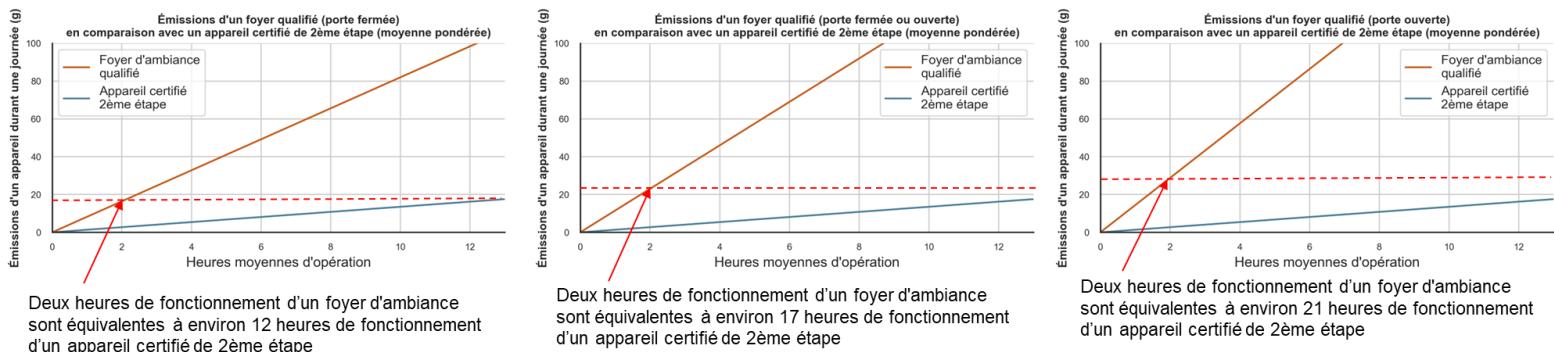


Figure 14. Comparaison des émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape sur une journée, en utilisant la moyenne pondérée des émissions de l'appareil certifié

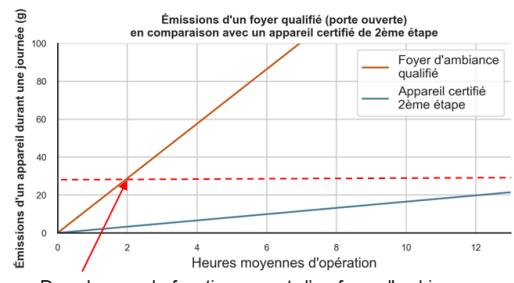
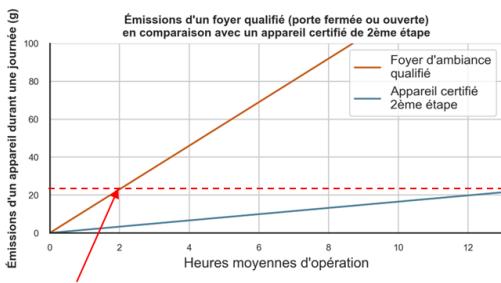
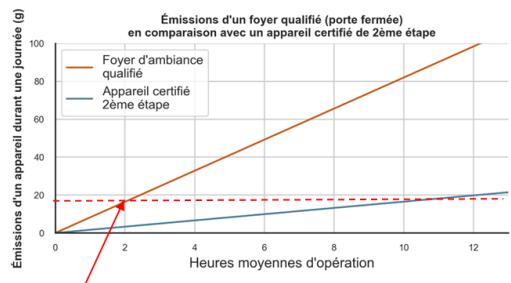


Figure 15. Comparaison des émissions d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape sur une journée, en utilisant la moyenne pondérée des émissions de l'appareil certifié

Les **Figures 16** et **17** illustrent la comparaison des émissions annuelles d'un foyer qualifié et d'un appareil certifié de deuxième étape, en utilisant respectivement les facteurs d'émission pondérés et non pondérés. Les résultats indiquent qu'un foyer qualifié émet entre 32 % de plus (avec la porte fermée) et 126 % de plus (avec la porte ouverte) qu'un appareil certifié de deuxième étape sur une année.

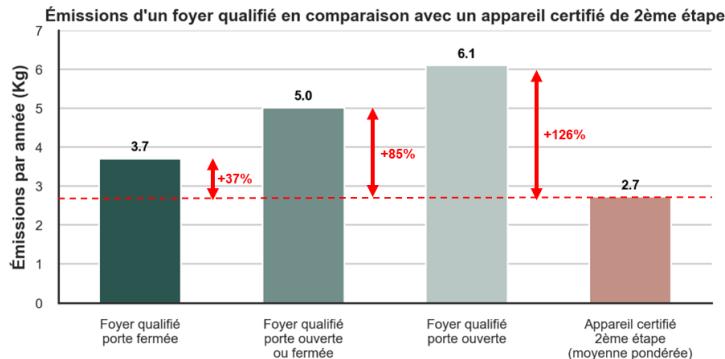


Figure 16. Émissions d'un foyer qualifié comparées aux émissions d'un appareil certifié de deuxième étape en utilisant la moyenne pondérée sur une année

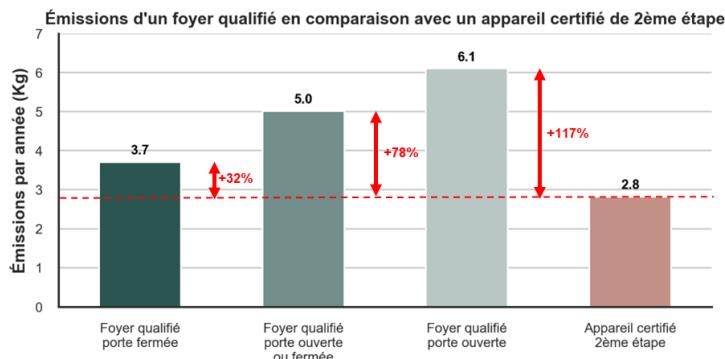


Figure 17. Émissions d'un foyer qualifié comparées aux émissions d'un appareil certifié de deuxième étape en utilisant la moyenne non pondérée sur une année

Ces résultats montrent que les foyers qualifiés émettent significativement plus que les appareils certifiés de deuxième étape même lorsqu'ils sont utilisés avec la porte fermée, et même s'ils sont utilisés moins souvent.

7.7 Estimation des émissions annuelles selon différents scénarios

Nous avons estimé les émissions annuelles de particules fines provenant des différents appareils en utilisant les facteurs et taux d'émission compilés à partir de la revue de littérature, qui reflètent mieux les émissions réelles par rapport à ceux rapportés par l'EPA. L'objectif principal de cette analyse est de quantifier les émissions de particules fines générées par les appareils à combustible solide dans la ville de Québec selon différents scénarios correspondant aux réglementations proposées par la municipalité.

Dans ces scénarios, les foyers décoratifs ou d'ambiance qualifiés ne sont pas pris en compte, car, comme démontré dans les sections 7.5 et 7.6, ces appareils sont significativement plus polluants que les appareils certifiés de deuxième étape.

Nous avons estimé les émissions dans le cadre des scénarios suivants :

1. **Scénario 2021:** Les émissions sont estimées en fonction de la situation en 2021 avant les règlements de la ville de Québec. Nous supposons que tous les poêles à bois et poêles encastrés certifiés, sont certifiés de première génération ou de première étape, étant donné que les appareils certifiés de deuxième étape n'ont été adoptés que récemment.
2. **Scénario 2026 :** Ce scénario reflète les émissions prévues en 2026, en supposant que les poêles à bois et poêles encastrés non certifiés seront remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape.
3. **Scénario 2030#1 :** Ce scénario reprend les hypothèses du scénario 2026 pour les poêles, mais inclut également le remplacement des foyers décoratifs ou d'ambiance par des appareils certifiés de deuxième génération.
4. **Scénario 2030#2 :** Ce scénario est identique au scénario 2026 pour les poêles, mais prévoit l'interdiction des foyers décoratifs ou d'ambiance au lieu de les remplacer par des appareils certifiés de deuxième génération.
5. **Scénario 2030#3 (le scénario optimal):** Dans ce scénario, tous les poêles à bois et poêles encastrés sont remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape, et tous les foyers décoratifs ou d'ambiance sont interdits.

La **Figure 18** présente les émissions annuelles totales de particules fines provenant des appareils à combustible solide dans la ville de Québec selon les cinq scénarios. Cette estimation montre que les émissions annuelles de particules fines provenant des appareils à combustible solide dans la ville de Québec sont de 653 tonnes dans le scénario 2021. Le remplacement des poêles à bois et

poêles encastrés non certifiés par des appareils certifiés de deuxième étape (scénario 2026) pourrait entraîner une réduction des émissions de cette source de 20 %. Dans ce scénario, les émissions pourraient même être encore plus basses, car le programme de subvention envisage de remplacer les appareils certifiés de première génération par des appareils certifiés de deuxième étape. Cependant, nous ne disposons pas de données sur le nombre d'appareils certifiés de première génération, ce qui nous empêche de réaliser ce calcul.

Les émissions de particules fines provenant des appareils à combustible solide pourraient être réduites de 44 % et 58 % si les foyers décoratifs ou d'ambiance sont remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape (scénario 2030#1) ou s'ils sont interdits (scénario 2030#2). Enfin, dans le meilleur scénario, les émissions de particules fines issues des appareils à combustible solide pourraient diminuer de 69 % si les foyers décoratifs ou d'ambiance sont interdits et si tous les autres appareils sont certifiés de deuxième étape (scénario 2030#3).

Pour mieux contextualiser ces chiffres, nous avons comparé ces émissions aux émissions totales de particules fines provenant des industries de la ville de Québec, obtenues auprès de l'INRP. Cette comparaison montre que, même dans la meilleure situation (c'est-à-dire le scénario 2030#3) les émissions du chauffage au bois résidentiel seraient environ neuf fois plus de celles du secteur industriel dans la ville. Cela montre que, même dans le meilleur des scénarios, le chauffage au bois résidentiel resterait une source importante de particules fines. Cependant, ces résultats montrent que le remplacement des appareils de chauffage au bois par des appareils certifiés de deuxième étape pourrait réduire considérablement les émissions de particules fines de ce secteur, jusqu'à 69%. Cela est particulièrement vrai si ces appareils certifiés sont des technologies avancées, telles que les poêles hybrides et les poêles à granules. Les facteurs d'émission de ces deux technologies se sont avérés plus cohérents entre les rapports de test de l'EPA et la littérature.

Il est également important de noter ici que la combustion de bois résidentielle n'est pas la seule source de particules fines dans la ville. Par conséquent, les réductions des émissions totales de particules fines seraient moins que celles observées pour ce secteur. De plus, la majorité de ces réductions serait observée pendant la saison hivernale, période durant laquelle la combustion de bois est prédominante. Enfin, pour mieux évaluer l'impact des différents scénarios, ces émissions doivent être utilisées comme données d'entrée dans des modèles de transport chimique. Cela permettrait de modéliser l'impact des différents scénarios sur l'exposition et de mieux déterminer l'ampleur des réductions nécessaires dans le secteur de la combustion de bois résidentielle.

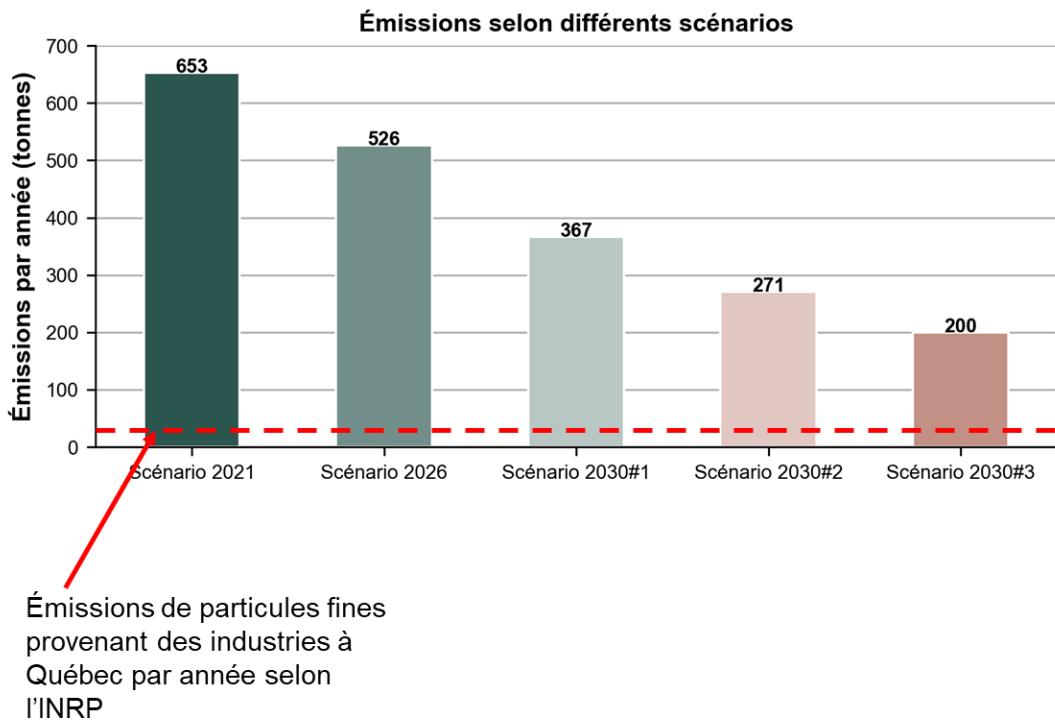


Figure 18. Émissions annuelles de particules fines provenant du chauffage au bois résidentiel dans la ville de Québec selon les différents scénarios

8 Recommandations

8.1 Recommandations concernant les types d'appareils

- ❖ **Le programme de subvention devrait être révisé pour inclure uniquement les appareils certifiés de deuxième étape**

Ce rapport a révélé que les appareils certifiés de deuxième étape génèrent des émissions nettement inférieures à celles des appareils certifiés de première étape ou des appareils de première génération de l'EPA, à l'exception de certains modèles non catalytiques certifiés de deuxième étape. Cette observation indique qu'il est essentiel d'inclure uniquement les appareils certifiés de deuxième étape dans le programme de subvention afin d'obtenir les plus grandes réductions possibles des niveaux de pollution de l'air. Ces appareils doivent émettre moins de 2,0 g/h lors des tests avec du « cribwood » et moins de 2,5 g/h lors des tests avec du bois de corde. Cette recommandation s'aligne avec les pratiques d'autres programmes de subvention et de régulation du chauffage au bois en Californie, au Vermont, au Colorado et dans l'État de Washington.

- ❖ **L'achat des foyers qualifiés ne devraient pas être subventionné**

Ce rapport a montré que les foyers qualifiés sont beaucoup plus polluants que les appareils certifiés de deuxième étape, selon les rapports de tests de certification de l'EPA. Ils émettent entre 1,3 et 4,2 fois plus que les appareils certifiés de deuxième étape en g/kg et entre 5 et 10 fois plus en g/h. De plus, les facteurs et taux d'émission pour les foyers qualifiés ne sont disponibles que dans les rapports de tests EPA utilisant du « cribwood », ce qui sous-estime les émissions réelles. Il est donc nécessaire de réaliser des tests indépendants supplémentaires pour vérifier si les normes ASTM E2558 reflètent correctement les conditions réelles d'utilisation. Par ailleurs, nous avons observé que, même si les foyers qualifiés sont utilisés moins fréquemment que les appareils certifiés de deuxième étape, ils contribuerait tout de même à la majorité des émissions annuelles et quotidiennes de particules fines liées aux appareils à combustible solide. Enfin, après avoir examiné plusieurs programmes de subvention aux États-Unis, nous avons observé qu'aucun autre programme de subvention n'inclut l'achat des foyers qualifiés, certains allant même jusqu'à interdire leur installation.

- ❖ **Prioriser les appareils à technologie avancée dans le programme de subvention, en particulier les poêles hybrides et les poêles à granules**

Les résultats de la revue de la littérature montrent que les poêles hybrides et les poêles à granules ont les facteurs et taux d'émission les plus faibles parmi tous les autres appareils, et qu'ils sont capables de respecter les normes de l'EPA de 2,5 g/h, même dans certaines conditions de fonctionnement défavorables. Les émissions des poêles hybrides ont légèrement dépassé la norme

de l'EPA lors de la phase de démarrage à froid avec du combustible humide. En revanche, les poêles à granules ont systématiquement présenté des taux d'émission inférieurs à la norme de l'EPA. De plus, ces deux types d'appareils ont montré une efficacité notable lorsqu'ils sont utilisés pendant de longues périodes (par exemple, lors de brûlages nocturnes). Toutefois, il est important de souligner que ces poêles sont généralement beaucoup plus chers que d'autres modèles disponibles sur le marché. De plus, les poêles à granules pourraient avoir des impacts environnementaux supplémentaires qui devraient être pris en compte, notamment pendant la phase de production ou d'emballage.

❖ **Aucune conclusion ne peut être tirée quant à l'exclusion des poêles à bois non catalytiques du programme de subventions**

Les poêles à bois non catalytiques ont montré les émissions les plus élevées parmi les appareils certifiés de deuxième étape et ont significativement dépassé les normes de l'EPA dans certaines conditions de fonctionnement, selon la littérature. Ces appareils se sont également révélés être les plus polluants lors de combustion prolongée. Cependant, certains poêles à bois non catalytiques ont respecté les normes dans des situations spécifiques, et leurs émissions étaient nettement inférieures à celles des poêles à bois non certifiés et des foyers. Ainsi, remplacer les appareils non certifiés par des poêles à bois non catalytiques certifiés de deuxième étape entraînerait probablement une réduction des émissions. Certains États américains, comme l'Alaska et la Californie, ont retiré les poêles non catalytiques de leurs listes d'appareils approuvés (California Air Resources Board, 2023). Cependant, ces agences gouvernementales ont mené leurs propres tests indépendants pour déterminer si ces appareils devaient être inclus ou retirés de leur liste d'appareils approuvés.

❖ **Prioriser le remplacement des appareils non certifiés avant celui des appareils certifiés de première étape ou de 1ère génération dans le cadre du programme de subvention**

La revue de la littérature a montré que les appareils certifiés de première étape et les modèles plus anciens émettent beaucoup plus que les appareils certifiés de deuxième étape. Toutefois, leurs émissions demeurent bien inférieures à celles des poêles à bois et des foyers non certifiés. Cela signifie qu'un remplacement des appareils non certifiés entraînerait probablement des réductions d'émissions plus importantes.

❖ **Inclure des options de chauffage alternatives dans le programme de subvention**

Les résultats de ce rapport montrent que, même dans le meilleur des scénarios (lorsque les foyers sont interdits et tous les poêles sont remplacés par des appareils certifiés de deuxième étape), la combustion du bois resterait un contributeur majeur aux émissions de particules fines dans la ville

de Québec (voir **Figure 13**). Par conséquent, le programme de subvention pourrait inclure des options électriques supplémentaires, telles que des pompes à chaleur électriques ou des chauffages électriques, conformément aux régulations de l'État de Californie (California Air Resources Board, 2023). Cela encouragerait la transition vers des appareils de chauffage plus propres et sans émissions dans la ville de Québec.

❖ **Révision régulière du programme de subvention et des réglementations en fonction des évolutions des exigences de certification de l'EPA**

L'EPA est actuellement en train de revoir ses méthodes de test suite à des découvertes récentes concernant les méthodes Alt-125 et Alt-127 qui sont largement utilisées. En conséquence, ces deux méthodes de test ont récemment été retirées de la liste des méthodes de test de certification approuvées (EPA, 2023). Par conséquent, la liste des appareils approuvés dans le programme de subventions devrait être révisée régulièrement afin de prendre en compte les éventuels changements à venir dans les procédures de test de l'EPA ou dans les critères définissant ce qui est considéré comme un appareil certifié par l'EPA.

8.2 Recommandations supplémentaires

❖ **Donner la priorité aux ménages à faible revenu et à ceux qui dépendent du chauffage au bois comme principale source de chaleur**

Le programme de subvention pourrait accorder la priorité aux ménages à faible revenu ainsi qu'à ceux qui utilisent le chauffage au bois comme source principale de chaleur. Cette mesure est essentielle, car il se peut que les ménages à faible revenu se tournent vers le chauffage au bois en raison de son coût relativement bas. Une interdiction du chauffage au bois pourrait donc imposer un fardeau économique supplémentaire à ces ménages.

Par ailleurs, ces ménages, particulièrement ceux qui dépendent majoritairement du chauffage au bois, utilisent leurs appareils plus fréquemment, contribuant ainsi de manière significative aux émissions de particules fines. Cette priorisation offrirait ainsi des avantages à la fois économiques et environnementaux. Cette recommandation s'aligne avec des programmes de subvention déjà mis en place dans des régions comme le Vermont (Vermont Public Service Department Clean Energy Development Fund, 2023) et la Californie (California Air Resources Board, 2023).

❖ **Mise à jour de l'inventaire des appareils via le programme de déclaration**

Il est essentiel de maintenir et de mettre à jour régulièrement un inventaire des appareils de chauffage au bois dans la ville de Québec à travers le programme de déclaration des appareils. Ces informations permettraient à la ville de suivre les tendances dans la composition des appareils

présents sur son territoire et de développer des inventaires d'émissions précis. Pour améliorer l'efficacité du programme de déclaration, les modifications suivantes pourraient être envisagées :

- Supprimer tout chevauchement dans les catégories d'heures moyennes d'utilisation afin de garantir la clarté pour les répondants.
- Aligner les options concernant la fréquence d'utilisation des appareils sur celles présentées dans la **Figure 10**, en remplaçant le format actuel basé sur le nombre de jours par an.
- Ajouter une question demandant une estimation de la quantité de bois brûlée pendant l'hiver précédent.

Ces ajustements contribueraient à améliorer la précision des données et à offrir une meilleure compréhension des habitudes de chauffage au bois dans la ville.

❖ **Suivre l'impact du programme de subventions et des réglementations sur les niveaux de pollution de l'air**

L'impact du programme de subventions et des réglementations sur les niveaux de pollution atmosphérique devrait être évalué annuellement. Cela pourrait être réalisé en utilisant les stations de référence fixes réglementaires existantes, en se concentrant sur les tendances des concentrations de particules fines dans la ville de Québec. Pour isoler l'impact spécifique du chauffage au bois, l'analyse pourrait cibler les tendances des niveaux de particules fines pendant l'hiver, en particulier lors des nuits de fin de semaine qui sont des périodes identifiées comme étant les plus propices aux émissions de chauffage au bois dans la province de Québec (Zalzal et al., 2024). De plus, cette analyse pourrait intégrer un suivi des concentrations de marqueurs spécifiques du chauffage au bois, tels que le levoglucosane, en menant des campagnes de surveillance ciblées, à l'instar de celles réalisées à Montréal (City of Montreal, 2021). Une telle approche permettrait de mieux comprendre l'efficacité des mesures en place et d'ajuster les stratégies si nécessaire.

❖ **Quantifier les bénéfices pour la santé du programme de subvention et des réglementations à travers la modélisation de la qualité de l'air**

Pour compléter les réglementations et le programme de subventions, une évaluation de l'impact du chauffage au bois sur la pollution de l'air et la santé pourrait être réalisée. Cela pourrait inclure des analyses utilisant des modèles de transport chimique pour estimer les impacts sur la santé liés au programme. De plus, une analyse de scénarios pourrait être utilisée pour évaluer les bénéfices potentiels pour la santé dans le cadre des différentes régulations proposées.

9 References

- Allen, G., Morin, B., & Rector, L. (2022). *ASTM E3053 Test Method Study*.
- Alves, C., Gonçalves, C., Fernandes, A. P., Tarelho, L., & Pio, C. (2011). Fireplace and woodstove fine particle emissions from combustion of western Mediterranean wood types. *Atmospheric Research*, 101(3), 692–700.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2011.04.015>
- ASTM International. (2017a). *ASTM E2779 – 10 Test Method for Determining Particulate Matter Emissions from Pellet Heaters*. <https://doi.org/10.1520/E2779-10R17>
- ASTM International. (2017b). *ASTM E2780 – 10 Test Method for Determining Particulate Matter Emissions from Wood Heaters*. <https://doi.org/10.1520/E2780-10R17>
- ASTM International. (2021). *ASTM E2558 - Standard Test Method for Determining Particulate Matter Emissions from Fires in Wood-Burning Fireplaces*.
- ASTM International. (2022). *ASTM E3053 – 18e2 Standard Test Method for Determining Particulate Matter Emissions from Wood Heaters Using Cordwood Test Fuel*.
<https://doi.org/10.1520/E3053-17>
- California Air Resources Board. (2023). *Woodsmoke Reduction Program Program Guidelines FISCAL YEARS 2021-2022 AND 2022-2023 APPROPRIATION* .
- Champion, W. M., Connors, L., & Montoya, L. D. (2017). Emission factors of fine particulate matter, organic and elemental carbon, carbon monoxide, and carbon dioxide for four solid fuels commonly used in residential heating by the U.S. Navajo Nation. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 67(9), 1020–1035.
<https://doi.org/10.1080/10962247.2017.1334717>
- City of Montreal. (2021). *The impact of the woodburning by-law*.
<https://montreal.ca/en/articles/heating-wood-law-to-improve-air-quality-14544>
- ECCC. (2024, March 15). *Air Pollutant Emissions Inventory: overview*.
<https://www.canada.ca/en/environment-climate-change/services/pollutants/air-emissions-inventory-overview.html>
- EPA. (1988). *40 CFR Ch. I*. <https://www.govinfo.gov/content/pkg/CFR-2013-title40-vol7/pdf/CFR-2013-title40-vol7-part60-subpartAAA.pdf>
- EPA. (2012). *EPA QUALIFIED WOOD-BURNING FIREPLACE PROGRAM*.
https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/fireplace_partnership_agreement.pdf

- EPA. (2015). *40 CFR Part 60: Standards of Performance for New Residential Wood Heaters, New Residential Hydronic Heaters and Forced-Air Furnaces*.
<https://www.govinfo.gov/content/pkg/FR-2015-03-16/pdf/2015-03733.pdf>
- EPA. (2019). *Test Method 28R for Certification and Auditing of Wood Heaters*.
- EPA. (2021). *ALT-140 Approval of Integrated Duty Cycle Test Method (IDC) for Subpart AAA Wood Heater Compliance Testing*.
- EPA. (2023). *The EPA's Residential Wood Heater Program Does Not Provide Reasonable Assurance that Heaters Are Properly Tested and Certified Before Reaching Consumers*. <https://www.epa.gov/compliance/residential-wood-heater-compliance-monitoring-program#updates>
- EPA. (2024a). *Choosing the Right Wood-Burning Stove*.
<https://www.epa.gov/burnwise/choosing-right-wood-burning-stove#non%20cat>
- EPA. (2024b). *Choosing Wood-Burning Appliances*.
<https://www.epa.gov/burnwise/choosing-wood-burning-appliances#types>
- Fernandes, A. P., Alves, C. A., Gonçalves, C., Tarelho, L., Pio, C., Schimdl, C., & Bauer, H. (2011). Emission factors from residential combustion appliances burning Portuguese biomass fuels. *Journal of Environmental Monitoring*, 13(11), 3196–3206. <https://doi.org/10.1039/C1EM10500K>
- Fine, P. M., Cass, G. R., & Simoneit, B. R. T. (2004). Chemical characterization of fine particle emissions from the wood stove combustion of prevalent United States tree species. *Environmental Engineering Science*, 21(6), 705–721.
- Gonçalves, C., Alves, C., Fernandes, A. P., Monteiro, C., Tarelho, L., Evtyugina, M., & Pio, C. (2011). Organic compounds in PM_{2.5} emitted from fireplace and woodstove combustion of typical Portuguese wood species. *Atmospheric Environment*, 45(27), 4533–4545.
- IEA Bioenergy. (2019). *Margin potential for a long-term sustainable wood pellet supply chain*. <https://task40.ieabioenergy.com/wp-content/uploads/sites/29/2019/05/Fritzsche-et-al-2019-IEA-Bio-T40-Margin-Pellet-Study.pdf>
- Kinsey, J. S., Kariher, P. H., & Dong, Y. (2009). Evaluation of methods for the physical characterization of the fine particle emissions from two residential wood combustion appliances. *Atmospheric Environment*, 43(32), 4959–4967.
- Lin, C., Huang, R.-J., Ceburnis, D., Buckley, P., Preissler, J., Wenger, J., Rinaldi, M., Facchini, M. C., O'Dowd, C., & Ovadnevaite, J. (2018). Extreme air pollution from residential solid fuel burning. *Nature Sustainability*, 1(9), 512–517.

- Marin, A., Rector, L., Morin, B., & Allen, G. (2022). Residential wood heating: An overview of US impacts and regulations. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 72(7), 619–628.
- Morin, B., Ahmadi, M., Rector, L., & Allen, G. (2022). Development of an integrated duty cycle test method to assess cordwood stove performance. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 72(7), 629–646.
- Morin, B., Allen, G., Marin, A., Rector, L., & Ahmadi, M. (2022). Impacts of wood species and moisture content on emissions from residential wood heaters. *Journal of the Air & Waste Management Association*, 72(7), 647–661.
<https://doi.org/10.1080/10962247.2022.2056660>
- Naehler, L. P., Brauer, M., Lipsett, M., Zelikoff, J. T., Simpson, C. D., Koenig, J. Q., & Smith, K. R. (2007). Woodsmoke health effects: a review. *Inhalation Toxicology*, 19(1), 67–106.
- Orozco-Levi, M., Garcia-Aymerich, J., Villar, J., Ramirez-Sarmiento, A., Anto, J. M., & Gea, J. (2006). Wood smoke exposure and risk of chronic obstructive pulmonary disease. *European Respiratory Journal*, 27(3), 542–546.
- Traviss, N., Allen, G., & Ahmadi, M. (2024). Criteria, Greenhouse Gas, and Hazardous Air Pollutant Emissions Factors from Residential Cordwood and Pellet Stoves Using an Integrated Duty Cycle Test Protocol. *ACS ES&T Air*, 1(9), 1190–1202.
- Trojanowski, R., Butcher, T., Wei, G., & Celebi, Y. (2018). Repeatability in Particulate and Gaseous Emissions from Pellet Stoves for Space Heating. *Energy & Fuels*, 32(3), 3543–3550. <https://doi.org/10.1021/acs.energyfuels.7b03977>
- Unoosson, J., Blomberg, A., Sandström, T., Muala, A., Boman, C., Nyström, R., Westerholm, R., Mills, N. L., Newby, D. E., & Langrish, J. P. (2013). Exposure to wood smoke increases arterial stiffness and decreases heart rate variability in humans. *Particle and Fibre Toxicology*, 10, 1–8.
- Vermont Public Service Department Clean Energy Development Fund. (2023). *The American Rescue Plan Act Small Scale Renewable Energy Incentive Program (SSREIP) Income-eligible Wood Stove Change-Out and Repair Incentive FY2023 Retailer Participation Agreement*. <https://www.rerc-vt.org/Media/Default/docs/ssreip-wood-2023-arpa-wsco-tcr-and-participation-agreement.pdf>
- Ville De Quebec. (2021a). *RÈGLEMENT R.V.Q. 2950 - RÈGLEMENT SUR LE PROGRAMME DE SUBVENTION FAVORISANT LE RETRAIT OU LE REMPLACEMENT D'APPAREILS À COMBUSTIBLE SOLIDE NON CERTIFIÉS OU CERTIFIÉS DE PREMIÈRE GÉNÉRATION*.
<https://reglements.ville.quebec.qc.ca/fr>ShowPdf/cr/R.V.Q.2950.pdf>

Ville De Quebec. (2021b). *RÈGLEMENT R.V.Q. 2954 - RÈGLEMENT SUR LES APPAREILS À COMBUSTIBLE SOLIDE.*
<https://reglements.ville.quebec.qc.ca/fr>ShowPdf/cr/R.V.Q.2954.pdf>

Welles, D., Dykman, L., Kellerhals, M., Freedman, R., Newdick, J., Boulet, D., Jessiman, B., & Saxton, J. (2012). Code of Practice for Residential Wood Burning Appliances. *Canadian Council of Ministers of the Environment. PN, 1479.*

Zalzal, J., Liu, Y., Smargiassi, A., & Hatzopoulou, M. (2024). Improving residential wood burning emission inventories with the integration of readily available data sources. *Science of The Total Environment, 946, 174226.*

Annexe A

Facteurs et taux d'émission obtenus à partir de la revue de littérature

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Traviss et al., 2024	Poêle	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Non certifié	10.6	NA	IDC	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acsestaair.4c00135
	Poêle	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Non certifié	14.6	NA	IDC	
	Poêle	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Non certifié	18.0	NA	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	1.79	NA	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	8.98	NA	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	15.07	NA	IDC	
	Poêle catalytique/hybride	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	1.41	NA	IDC	
	Poêle catalytique/hybride	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	3.38	NA	IDC	
	Poêle catalytique/hybride	Bois de corde	humidité: 16.14% (érable) 25.00% (bouleau)	Cycle complet	Etape 2	6.62	NA	IDC	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 6.11% (bois dur) 4.54% (bois tendre)	Cycle complet	Etape 2	0.46	NA	IDC	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 6.11% (bois dur) 4.54% (bois tendre)	Cycle complet	Etape 2	0.86	NA	IDC	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 6.11% (bois dur) 4.54% (bois tendre)	Cycle complet	Etape 2	1.27	NA	IDC	
Wang et al., 2019	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 1	1.91	4.32	Méthode EPA 28R	https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2019.114200
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 1	2.18	6.49	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (100% combustion)	Etape 1	5.29	10.7	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (90% combustion)	Etape 1	6.09	18.84	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	2.72	0.58	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	7.89	1.62	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen	Etape 1	3.8	8.5	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux faible	Etape 1	4.4	10.5	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	2	3.8	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	8.5	17.6	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	4.2	11.8	IDC	
	Poêle catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 2	0.99	1.28	Méthode EPA 28R	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Morin et al. 2022	Poêle catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 2	1.11	1.84	Méthode EPA 28R	
	Poêle catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 2	0.79	1.14	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 2	3.64	7.25	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	11.4	15.4	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	4.6	6.6	IDC	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 1	1.75	2.58	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 1	1.89	3.5	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	4.5	6.3	IDC	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 1	2.07	4.3	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 1	2.31	5.82	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	8.25	30.99	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	1.69	6.52	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	0.2	0.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	2.7	4.8	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	2.3	5.2	IDC	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 1	1.27	2.1	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 1	1.41	3.2	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (100% combustion)	Etape 1	4.02	4.72	ASTM3053	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2022.2057615
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (90% combustion)	Etape 1	4.65	8.33	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	0.29	1.28	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	1.04	5.35	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	7	5.5	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	9.2	7.3	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	3.6	4.8	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	4.4	4.6	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	5.8	6.7	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 1	8.7	9.7	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	8.1	16.1	IDC	
	Poêle hybride	Crib wood	NA	Cycle complet (100% combustion)	Etape 2	0.36	0.44	Méthode EPA 28R	
	Poêle hybride	Crib wood	NA	Cycle complet (90% combustion)	Etape 2	0.38	0.62	Méthode EPA 28R	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (100% combustion)	Etape 2	0.38	0.43	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (90% combustion)	Etape 2	0.43	0.71	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	0.3	0.3	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	0.5	0.5	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	1.1	1.6	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	2.1	7.7	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	17.7	19.9	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	22.3	24.9	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	0.7	1.2	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	0.8	0.9	ASTM3053	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	2	3.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	2.2	2.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (100% combustion)	Etape 2	6.34	6.68	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (90% combustion)	Etape 2	7.69	12.56	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	2.2	2.5	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	10.5	10.8	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	7.4	13.6	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (100% combustion)	Etape 2	0.24	0.22	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible (90% combustion)	Etape 2	0.27	0.33	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Taux moyen et faible	Etape 2	0.2	0.2	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	0.3	0.2	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 1	5.2	10.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 1	6.9	13.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 1	8.9	17.1	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	phase de démarrage	Etape 1	1.5	4.8	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Taux élevé	Etape 1	2	8.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Maintenance	Etape 1	9.5	15.6	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Maintenance	Etape 1	9.8	15.6	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 1	7	13.5	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Cycle complet	Etape 1	13.7	26.7	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Cycle complet	Etape 1	18	34.1	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Cycle complet	Etape 1	22.4	41.2	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	phase de démarrage	Etape 1	1.7	6.2	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Taux élevé	Etape 1	12.1	27.4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Maintenance	Etape 1	23.9	35.2	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Maintenance	Etape 1	18.3	37	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 28%	Cycle complet	Etape 1	15.8	31.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	9.7	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	4	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen	Etape 1	NA	6.7	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux faible	Etape 1	NA	9.8	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 1	8.1	16.1	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	2.4	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	14.6	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen	Etape 1	NA	4.8	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux faible	Etape 1	NA	4.6	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	3.3	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux élevé	Etape 1	NA	3	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux moyen	Etape 1	NA	5.5	ASTM3053	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Taux faible	Etape 1	NA	7.3	ASTM3053	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	0.9	1.4	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	1.4	2.2	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	2.1	3.3	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	phase de démarrage	Etape 2	2.4	4.5	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Taux élevé	Etape 2	1.2	2.3	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Maintenance	Etape 2	0.7	0.8	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Maintenance	Etape 2	0.7	1	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	1	1.6	IDC	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Morin et al. 2022	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Cycle complet	Etape 2	1.9	3.6	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Cycle complet	Etape 2	2.4	3.4	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Cycle complet	Etape 2	3.1	4.7	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	phase de démarrage	Etape 2	3.1	9.6	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Taux élevé	Etape 2	1.7	2.4	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Maintenance	Etape 2	1.5	1.8	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Maintenance	Etape 2	1.1	1.6	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	humidité: 29%	Cycle complet	Etape 2	1.6	2.3	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	1.1	1.6	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	0.7	1.1	IDC	
	Poêle hybride	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	2.1	2.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	2.2	2.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	2.3	2.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	NA	Cycle complet	Etape 2	3.1	4	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	2.7	4.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	8.2	7.6	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	13.6	11.4	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	1.7	2.7	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	2	4	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 21%	Cycle complet	Etape 2	3.5	6.1	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	1.6	2.9	IDC	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2022.2056660
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	3.1	4.9	IDC	
	Poêle non catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	4.3	6.4	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	1.9	3.5	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	4.4	5.5	IDC	
	Poêle catalytique	Bois de corde	humidité: 27%	Cycle complet	Etape 2	7.6	8.7	IDC	
	Poêle à granules	Pin	humidité: 3.3-4.2%	Cycle complet	Etape 2	1.6	1.3	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 5.6-6.2%	Cycle complet	Etape 2	1.3	1.1	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 2.3-3.1%	Cycle complet	Etape 2	0.6	0.7	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 6.8%	Cycle complet	Etape 2	0.9	0.8	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 5.0-5.9%	Cycle complet	Etape 2	1.7	1.4	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 4.8-5.8%	Cycle complet	Etape 2	1.7	1.6	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur et tendre	humidité: 4.2-5.0%	Cycle complet	Etape 2	1.6	1.4	IDC	
	Poêle à granules	Pin	humidité: 3.3-4.2%	Cycle complet	Etape 2	0.9	1	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 5.6-6.2%	Cycle complet	Etape 2	0.6	0.7	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 2.3-3.1%	Cycle complet	Etape 2	0.5	0.6	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 5.0-5.9%	Cycle complet	Etape 2	1.5	1.5	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 4.8-5.8%	Cycle complet	Etape 2	1.4	1.6	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur et tendre	humidité: 4.2-5.0%	Cycle complet	Etape 2	1.2	1.5	IDC	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Trojaniwski et al., 2018	Poêle à granules	Pin	humidité: 3.3-4.2%	Cycle complet	Etape 2	0.7	0.7	IDC	https://pubs.acs.org/doi/full/10.1021/acs.energyfuels.7b03977
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 5.6-6.2%	Cycle complet	Etape 2	0.5	0.5	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 2.3-3.1%	Cycle complet	Etape 2	0.4	0.5	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 6.8%	Cycle complet	Etape 2	0.6	0.6	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 5.0-5.9%	Cycle complet	Etape 2	1.1	1.1	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 4.8-5.8%	Cycle complet	Etape 2	1.7	2	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur et tendre	humidité: 4.2-5.0%	Cycle complet	Etape 2	1.2	1.3	IDC	
	Poêle à granules	Pin	humidité: 3.3-4.2%	Cycle complet	Etape 2	1.1	1.5	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 5.6-6.2%	Cycle complet	Etape 2	1.3	1.7	IDC	
	Poêle à granules	Sapin	humidité: 2.3-3.1%	Cycle complet	Etape 2	0.6	0.8	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 5.0-5.9%	Cycle complet	Etape 2	1.7	2.6	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur	humidité: 4.8-5.8%	Cycle complet	Etape 2	1.6	2.5	IDC	
	Poêle à granules	Bois dur et tendre	humidité: 4.2-5.0%	Cycle complet	Etape 2	1.5	2.2	IDC	
Champion, et al., 2017	Poêle à granules	Bois dur et tendre	humidité: 3.77%	Cycle complet	Etape 2	1.04	0.89	ASTM E2779-10	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2017.1334717
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux élevé	Etape 2	1.32	1.55	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux moyen	Etape 2	1	0.88	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux faible	Etape 2	1.1	0.81	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Cycle complet	Etape 2	1.69	2.5	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux élevé	Etape 2	1.8	4.43	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux moyen	Etape 2	2.11	3.07	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux faible	Etape 2	2.1	2.47	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux élevé	Etape 2	0.35	0.56	ASTM E2779-10	
	Poêle à granules	Granules (bois dur et tendre)	humidité: 3.77%	Taux faible	Etape 2	0.38	0.38	ASTM E2779-10	
	Poêle non catalytique	Bois tendre	humidité: 12%	Taux élevé	Non certifié	1.09	2.398	NA	https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10962247.2017.1334717
	Poêle non catalytique	Bois tendre	humidité: 5.7%	Taux élevé	Non certifié	1.68	3.696	NA	
	Poêle	Pin	humidité:	Cycle complet	Non certifié	16.3	NA	NA	
	Poêle	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	6.7	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité:	Cycle complet	Non certifié	15.1	NA	NA	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Alves et al., 2011	Poêle	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	11.7	NA	NA	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809511001268?via%3Dihub#s0035
	Poêle	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	6.2	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	9.8	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	10.2	NA	NA	
	Foyer	Pin	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	14.2	NA	NA	
	Foyer	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	20.2	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	13.4	NA	NA	
	Foyer	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	10	NA	NA	
	Foyer	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	9.1	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	19.1	NA	NA	
Fernandes et al., 2011	Poêle	Pin	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	5.17	NA	NA	https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2011/em/c1em10500k
	Poêle	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	10.18	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	8.25	NA	NA	
	Poêle	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	8.71	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	12.79	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	5.8	NA	NA	
	Poêle	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	7.93	NA	NA	
	Foyer	Pin	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	6.89	NA	NA	
	Foyer	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	11.83	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	17.85	NA	NA	
	Foyer	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	20.06	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	14.2	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	13.06	NA	NA	
	Foyer	Golden wattle	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	7.82	NA	NA	
	Poêle	Acacia doré	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	5.62	NA	NA	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
Gonçalves et al., 2011	Poêle	Acacia doré	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	1.66	NA	NA	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231011005887#appseca1
	Poêle	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	17.5	NA	NA	
	Poêle	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	10	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	17	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	12	NA	NA	
	Poêle	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	12	NA	NA	
	Poêle	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	9	NA	NA	
	Poêle	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	23	NA	NA	
	Poêle	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	7.5	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	25.8	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	16	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	14.7	NA	NA	
	Poêle	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	4.6	NA	NA	
	Foyer	Pin	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	7	NA	NA	
	Foyer	Pin	humidité: 9.10%	Cycle complet	Non certifié	5.6	NA	NA	
	Foyer	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	19	NA	NA	
	Foyer	Eucalyptus	humidité: 11.30%	Cycle complet	Non certifié	11	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	29	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 12.20%	Cycle complet	Non certifié	12	NA	NA	
	Foyer	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	10	NA	NA	
	Foyer	Acacia doré	humidité: 8.40%	Cycle complet	Non certifié	0.84	NA	NA	
	Foyer	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	26	NA	NA	
	Foyer	Olive	humidité: 15.50%	Cycle complet	Non certifié	20	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	27	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 14.10%	Cycle complet	Non certifié	8	NA	NA	
	Foyer	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	15	NA	NA	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
	Foyer	chêne	humidité: 8.70%	Cycle complet	Non certifié	21.7	NA	NA	
Kinsey et al., 2009	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 11%	Cycle complet	1ère génération	2.8	21.84	Méthode EPA 28R	https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231009005895
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 11%	Cycle complet	1ère génération	2.1	10.92	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 11%	Cycle complet	1ère génération	12	18	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 11%	Cycle complet	1ère génération	3.4	11	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 28%	Cycle complet	1ère génération	2.9	22.62	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 28%	Cycle complet	1ère génération	4.8	24.96	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 28%	Cycle complet	1ère génération	16	24	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 28%	Cycle complet	1ère génération	7.7	22	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 12%	Cycle complet	1ère génération	3.5	27.3	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 12%	Cycle complet	1ère génération	2.1	10.92	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 12%	Cycle complet	1ère génération	4.5	6.75	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 12%	Cycle complet	1ère génération	2.4	7	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 22%	Cycle complet	1ère génération	4.3	33.54	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 22%	Cycle complet	1ère génération	2.5	13	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 22%	Cycle complet	1ère génération	9.2	13.8	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	Sapin	humidité: 22%	Cycle complet	1ère génération	4.6	10	Méthode EPA 28R	
	Poêle encastré	chêne	humidité: 30%	Cycle complet	Non certifié	2.4	45.6	Méthode EPA 28R	
	Poêle encastré	chêne	humidité: 30%	Cycle complet	Non certifié	12	26.4	Méthode EPA 28R	
	Poêle encastré	chêne	humidité: 30%	Cycle complet	Non certifié	11	36	Méthode EPA 28R	
Fine et al., 2004	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 9%	Cycle complet	Non certifié	0.88	NA	NA	https://www.libertpub.com/doi/10.1089/ees.2004.21.705
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 14%	Cycle complet	Non certifié	3.4	NA	NA	
	Poêle catalytique	Bois dur	humidité: 14%	Cycle complet	Non certifié	2.2	NA	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 13%	Cycle complet	Non certifié	1.4	NA	NA	
	Poêle non catalytique	Bois tendre	humidité: 8%	Cycle complet	Non certifié	2	NA	NA	
	Poêle non catalytique	Bois tendre	humidité: 10%	Cycle complet	Non certifié	1.1	NA	NA	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
	Poêle catalytique	Bois tendre	humidité: 10%	Cycle complet	Non certifié	1.2	NA	NA	
Fine et al., 2004	Foyer	Bois dur	humidité: 31%	Cycle complet	Non certifié	6.8	NA	NA	https://www-liebertpub-com.myaccess.library.utoronto.ca/doi/abs/10.1089/109287504323067021
	Foyer	Bois dur	humidité: 23%	Cycle complet	Non certifié	4	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 52%	Cycle complet	Non certifié	7.2	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 13%	Cycle complet	Non certifié	9.3	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 13%	Cycle complet	Non certifié	2.8	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 54%	Cycle complet	Non certifié	8	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 18%	Cycle complet	Non certifié	5.6	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 19%	Cycle complet	Non certifié	4	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 15%	Cycle complet	Non certifié	6	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 9%	Cycle complet	Non certifié	8.1	NA	NA	
Gullett et al., 2003	Poêle encastré	chêne	humidité: 17.3%	Cycle complet	Non certifié	5.56	27.3	Méthode EPA 28R	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es026373c
	Poêle encastré	Pin	humidité: 8.8%	Cycle complet	Non certifié	2.8	15.1	Méthode EPA 28R	
	Poêle encastré	Bois artificiel	humidité: 1%	Cycle complet	Non certifié	16.6	32.3	Méthode EPA 28R	
	Poêle non catalytique	chêne	humidité: 17.3%	Cycle complet	1ère génération	9.58	20.7	Méthode EPA 28R	
Fine et al., 2002	Foyer	Bois dur	humidité: 33%	Cycle complet	Non certifié	6.8	NA	NA	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es0108988
	Foyer	Bois dur	humidité: 11%	Cycle complet	Non certifié	3.3	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 14%	Cycle complet	Non certifié	3.5	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 12%	Cycle complet	Non certifié	6.8	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 12%	Cycle complet	Non certifié	3.7	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 13%	Cycle complet	Non certifié	1.6	NA	NA	
Fine et al., 2001	Foyer	Bois dur	humidité: 11%	Cycle complet	Non certifié	3.3	NA	NA	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es01466k
	Foyer	Bois dur	humidité: 14%	Cycle complet	Non certifié	5.7	NA	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 9%	Cycle complet	Non certifié	2.7	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 13%	Cycle complet	Non certifié	11.4	NA	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 30%	Cycle complet	Non certifié	3.7	NA	NA	

Etude	Type de l'appareil	Bois utilisé	Caractéristiques du bois	Taux de combustion (kg/h)	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Méthode	Lien
	Foyer	Bois tendre	humidité: 9%	Cycle complet	Non certifié	4.8	NA	NA	
McDonald et al., 2000	Foyer	Bois tendre	humidité: 10%	Cycle complet	Non certifié	5.8	15.08	NA	https://pubs.acs.org/doi/10.1021/es9909632
	Foyer	Bois tendre	humidité: 8.9%	Cycle complet	Non certifié	4.9	15.68	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 9.7%	Cycle complet	Non certifié	4.7	13.16	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 11.4%	Cycle complet	Non certifié	2.9	9.28	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 13.3%	Cycle complet	Non certifié	5.5	16.5	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 18.1%	Cycle complet	Non certifié	8	17.6	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 14.9%	Cycle complet	Non certifié	6.6	14.52	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 18.2%	Cycle complet	Non certifié	6.4	16	NA	
	Foyer	Bois artificiel	N/A	Cycle complet	Non certifié	8.3	10.79	NA	
	Foyer	Bois tendre	humidité: 8.1%	Cycle complet	Non certifié	9	24.3	NA	
	Foyer	Bois dur	humidité: 13.1%	Cycle complet	Non certifié	4.2	15.96	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 9%	Cycle complet	Non certifié	6.1	20.74	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 14.1%	Cycle complet	Non certifié	2.5	15.5	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 7.6%	Cycle complet	Non certifié	2.3	10.12	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 6.5%	Cycle complet	Non certifié	3.6	14.04	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 6.5%	Cycle complet	Non certifié	4.4	18.04	NA	
	Poêle non catalytique	Bois dur	humidité: 15.2%	Cycle complet	Non certifié	7.2	40.32	NA	

Annexe B

**Facteurs et taux d'émission obtenus à partir
des rapports de tests de certification et de
qualification de l'EPA**

Numéro de l'appareil	Type	Condition	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Taux de combustion (Kg/hr)	Méthode	Lien
1	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	3.4	13.6	4.0	ASTM 2558	https://icc-rsf.com/wp-content/uploads/2020/06/RR1000B-OWAN-2020-04.pdf
1	Foyer	Porte fermée	Qualifié	1.0	4.2	4.0	ASTM 2558	https://icc-rsf.com/wp-content/uploads/2020/06/RR1000B-OWAN-2020-04.pdf
2	Foyer	Porte fermée	Qualifié	2.8	14.7	5.3	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
2	Foyer	Porte fermée	Qualifié	4.4	18.7	4.3	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
3	Foyer	Porte fermée	Qualifié	1.1	6.8	6.0	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
3	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	2.3	13.1	5.6	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
4	Foyer	Porte fermée	Qualifié	0.7	2.7	4.1	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
4	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	2.6	11.1	4.3	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
5	Foyer	Porte fermée	Qualifié	0.6	3.3	5.7	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
5	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	3.0	18.8	6.2	ASTM 2558	Tableau de la Ville de Quebec
6	Foyer	Porte fermée	Qualifié	1.1	6.8	6.0	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
6	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	2.3	13.1	5.6	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA

Numéro de l'appareil	Type	Condition	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Taux de combustion (Kg/hr)	Méthode	Lien
6	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	3.4	17.6	5.3	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
6	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	2.6	13.4	5.3	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
6	Foyer	Porte ouverte	Qualifié	2.8	14.9	5.4	ASTM 2558	Rapport obtenu de l'EPA
7	Poêle catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.02	5.37	4.99	ASTM E3053	https://sierraproductsinc.net/sierra-woodstoves/pdf/S8000II-TEC-Non-CBI-Test-Report-12-13-21.pdf
7	Poêle catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.57	0.85	1.49	ASTM E3053	https://sierraproductsinc.net/sierra-woodstoves/pdf/S8000II-TEC-Non-CBI-Test-Report-12-13-21.pdf
7	Poêle catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.55	0.75	1.35	ASTM E3053	https://sierraproductsinc.net/sierra-woodstoves/pdf/S8000II-TEC-Non-CBI-Test-Report-12-13-21.pdf
7	Poêle catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.45	0.64	1.41	ASTM E3053	https://sierraproductsinc.net/sierra-woodstoves/pdf/S8000II-TEC-Non-CBI-Test-Report-12-13-21.pdf
7	Poêle catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.72	0.77	1.06	ASTM E3053	https://sierraproductsinc.net/sierra-woodstoves/pdf/S8000II-TEC-Non-CBI-Test-Report-12-13-21.pdf
8	Poêle catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.57	4.37	2.88	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Catalytic_WebsiteReport.pdf
8	Poêle catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.57	0.55	0.97	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Catalytic_WebsiteReport.pdf
8	Poêle catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.27	0.27	1.01	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Catalytic_WebsiteReport.pdf
9	Poêle catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.83	2.99	3.45	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/204%20Keystone/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20225-NON-CBI.pdf
9	Poêle catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.46	0.37	0.81	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/204%20Keystone/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20225-NON-CBI.pdf
9	Poêle catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.4	0.26	0.65	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/204%20Keystone/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20225-NON-CBI.pdf

Numéro de l'appareil	Type	Condition	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Taux de combustion (Kg/hr)	Méthode	Lien
10	Poêle non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.83	3.81	4.57	ASTM E3053	https://www.travisindustries.com/Docs/EPA/EPA%20Report%20Liberty.pdf
10	Poêle non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.81	1.4	1.74	ASTM E3053	https://www.travisindustries.com/Docs/EPA/EPA%20Report%20Liberty.pdf
10	Poêle non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	2.48	2.94	1.18	ASTM E3053	https://www.travisindustries.com/Docs/EPA/EPA%20Report%20Liberty.pdf
11	Poêle non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.01	4.56	4.23	ASTM E3053	https://ihp.us.com/wp-content/uploads/2021/10/Combined_Montecito-B_EPA_Website_File_2.pdf
11	Poêle non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.77	1.17	1.51	ASTM E3053	https://ihp.us.com/wp-content/uploads/2021/10/Combined_Montecito-B_EPA_Website_File_2.pdf
11	Poêle non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	1.19	1.32	1.11	ASTM E3053	https://ihp.us.com/wp-content/uploads/2021/10/Combined_Montecito-B_EPA_Website_File_2.pdf
12	Poêle non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.06	3.5	3.31	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Non-Catalytic_WebsiteReport.pdf
12	Poêle non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.38	0.34	0.95	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Non-Catalytic_WebsiteReport.pdf
12	Poêle non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.8	0.65	0.82	ASTM E3053	https://downloads.hearthnhome.com/communications/EPA%20Test%20Report%20Summaries/Vermont%20Castings/Dauntless_Non-Catalytic_WebsiteReport.pdf
13	Poêle hybride	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.82	2.7	3.35	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/210-Ideal%20Steel%20Hybrid/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20234-NCBI.pdf
13	Poêle hybride	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.55	0.49	0.89	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/210-Ideal%20Steel%20Hybrid/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20234-NCBI.pdf
13	Poêle hybride	Taux de combustion faible	Etape 2	0.65	0.38	0.58	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/210-Ideal%20Steel%20Hybrid/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20234-NCBI.pdf
14	Poêle hybride	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.64	2.03	3.43	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/209%20Progress/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20226-NON-CBI.pdf
14	Poêle hybride	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.22	0.25	1.12	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/209%20Progress/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20226-NON-CBI.pdf
14	Poêle hybride	Taux de combustion faible	Etape 2	0.36	0.3	0.84	ASTM E3053	https://www.woodstove.com/image/catalog/209%20Progress/Documentation/Rap_EPA-wood-stove-ALT-125-PI-20226-NON-CBI.pdf
15	Poêle hybride	Catégorie 2	Etape 2	N/A	0.698	0.997	Méthode EPA 28R	https://www.woodstove.com/image/catalog/212%20Survival/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-PI-20154-rev1-NCBI.pdf#page=7.10

Numéro de l'appareil	Type	Condition	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Taux de combustion (Kg/hr)	Méthode	Lien
15	Poêle hybride	Catégorie 2	Etape 2	N/A	0.83	1.18	Méthode EPA 28R	https://www.woodstove.com/image/catalog/212%20Survival/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-PI-20154-rev1-NCBI.pdf#page=7.10
15	Poêle hybride	Catégorie 3	Etape 2	N/A	2.34	1.3	Méthode EPA 28R	https://www.woodstove.com/image/catalog/212%20Survival/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-PI-20154-rev1-NCBI.pdf#page=7.10
15	Poêle hybride	Catégorie 3	Etape 2	N/A	1.5	1.32	Méthode EPA 28R	https://www.woodstove.com/image/catalog/212%20Survival/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-PI-20154-rev1-NCBI.pdf#page=7.10
15	Poêle hybride	Catégorie 4	Etape 2	N/A	0.93	2	Méthode EPA 28R	https://www.woodstove.com/image/catalog/212%20Survival/Documentation/Rap-EPA-wood-stove-PI-20154-rev1-NCBI.pdf#page=7.10
16	Poêle à granules	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.54	1.53	2.86	ASTM E2779	https://cdn.shopify.com/s/files/1/0411/0670/2486/files/HP22_combined.pdf?v=1676482224
16	Poêle à granules	Cycle complet	Etape 2	0.78	1.01	1.3	ASTM E2779	https://cdn.shopify.com/s/files/1/0411/0670/2486/files/HP22_combined.pdf?v=1676482224
17	Poêle à granules	Taux de combustion élevé	Etape 2	2.2	4.6	2.1	ASTM E2779	https://www.drolet.ca/file/65R_Series-Non-CBI-Reports.pdf
17	Poêle à granules	Cycle complet	Etape 2	0.86	0.77	0.89	ASTM E2779	https://www.drolet.ca/file/65R_Series-Non-CBI-Reports.pdf
18	Poêle à granules	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.51	1.04	2.05	ASTM E2779	https://www.drolet.ca/file/55%20Series%20-%20nonCBI%20Report%20-%202022-04-12.pdf
18	Poêle à granules	Cycle complet	Etape 2	1.05	0.96	0.92	ASTM E2779	https://www.drolet.ca/file/55%20Series%20-%20nonCBI%20Report%20-%202022-04-12.pdf
19	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.1	4.21	3.72	ASTM E3053	https://www.spartherm-america.com/downloads/america/testreport-en/Rap_EPA_wood_stove_ALT-125_PI-20196-600_NON-CBI.pdf
19	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	1.14	1.41	1.24	ASTM E3053	https://www.spartherm-america.com/downloads/america/testreport-en/Rap_EPA_wood_stove_ALT-125_PI-20196-600_NON-CBI.pdf
19	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.85	0.66	0.78	ASTM E3053	https://www.spartherm-america.com/downloads/america/testreport-en/Rap_EPA_wood_stove_ALT-125_PI-20196-600_NON-CBI.pdf
20	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.7	3.57	4.63	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/9d959f1d-fe20-4397-a7db-1c169d097b33/products/T251
20	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.27	0.58	2.14	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/9d959f1d-fe20-4397-a7db-1c169d097b33/products/T251
20	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.66	0.89	1.35	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/9d959f1d-fe20-4397-a7db-1c169d097b33/products/T251
21	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.03	4.33	4.43	ASTM E3053	https://www.pacificenergy.net/wp-content/uploads/2024/02/NEO-2.5-LE-EPA-Test-Report-for-Upload.pdf
21	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	1.01	1.51	1.49	ASTM E3053	https://www.pacificenergy.net/wp-content/uploads/2024/02/NEO-2.5-LE-EPA-Test-Report-for-Upload.pdf

Numéro de l'appareil	Type	Condition	Certification	Emissions (g/Kg)	Emissions (g/hr)	Taux de combustion (Kg/hr)	Méthode	Lien
21	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	1.04	1.41	1.35	ASTM E3053	https://www.pacificenergy.net/wp-content/uploads/2024/02/NEO-2.5-LE-EPA-Test-Report-for-Upload.pdf
21	Poêle encastré non catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	1.29	1.48	1.15	ASTM E3053	https://www.pacificenergy.net/wp-content/uploads/2024/02/NEO-2.5-LE-EPA-Test-Report-for-Upload.pdf
22	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.75	2.49	3.29	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/865f22af-7b52-49c6-9fad-cef24d7df7e0/products/NZ3000H-1
22	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.78	1.02	1.31	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/865f22af-7b52-49c6-9fad-cef24d7df7e0/products/NZ3000H-1
22	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	1.05	1.18	1.12	ASTM E3053	https://app.salsify.com/catalogs/865f22af-7b52-49c6-9fad-cef24d7df7e0/products/NZ3000H-1
23	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	1.42	3.28	2.17	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/CI2700_EPA.aspx?page=1.00&gsr=0
23	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.89	1.17	1.31	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/CI2700_EPA.aspx?page=1.00&gsr=0
23	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.93	0.54	0.57	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/CI2700_EPA.aspx?page=1.00&gsr=0
24	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion élevé	Etape 2	0.53	1.94	3.01	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/i2500_EPA-(1).aspx?page=1.00&gsr=0
24	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion moyen	Etape 2	0.45	0.62	1.4	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/i2500_EPA-(1).aspx?page=1.00&gsr=0
24	Poêle encastré catalytique	Taux de combustion faible	Etape 2	0.76	0.9	1.18	ASTM E3053	https://www.regency-fire.com/en/Professionals/Resources/EPA-Data/EPA-Docs/i2500_EPA-(1).aspx?page=1.00&gsr=0