



RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE

*Liberté
Égalité
Fraternité*



*maîtriser le risque
pour un développement durable*

ÉMISSIONS PRIMAIRES DU CHAUFFAGE DOMESTIQUE AU BOIS

L'élaboration de facteurs d'émission de polluants

Comment refléter les conditions réelles d'utilisation des appareils par les particuliers?

Connaître les pratiques des utilisateurs : identifier les comportements des particuliers, les essences de bois consommées, etc. lors de l'utilisation des appareils

Disposer d'appareils qui représentent une part significative des ventes

Connaître les paramètres clés qui impactent les performances et les émissions des appareils

Établir des protocoles représentatifs : développer des protocoles de test qui reflètent les usages réels

Adopter une métrologie adaptée : mettre en place des méthodes de mesure appropriées

Les facteurs influant sur les émissions

Paramètres et pratiques influant sur les émissions de particules :

Allure : des émissions élevées si décrochage de la combustion secondaire

Essence de bois : forte contribution du chêne aux émissions

Vieillesse des appareils : un entretien insuffisant des appareils accentue les émissions avec le temps

Autres facteurs : l'humidité du bois, le mode d'allumage, le tirage, la présence d'écorce, l'utilisation d'une charge inadaptée, etc. jouent également un rôle significatif

Effet combiné des facteurs : le cumul de plusieurs paramètres peut amplifier les émissions de particules de manière notable

Les protocoles de tests des appareils

Essais in situ :

- **Avantages** : les plus représentatifs, car une pratique, un dimensionnement réel de l'appareil et du conduit, le vieillissement de l'appareil à long terme et l'utilisation de combustibles réels pris en compte
- **Inconvénients** : les facteurs environnementaux (tirage) ne sont pas contrôlables

Essais en laboratoire simulant les conditions réelles (environnement contrôlé, appareils neufs) :

- **Étude paramétrique** : prend en compte les facteurs les plus influents
- **Protocole de certification des appareils** : qui intègre des tests en allure réduite (utilisés dans des pays comme la Norvège et les États-Unis)
- **Simulation** d'une utilisation quotidienne typique (ex. protocole Be Real)

Des protocoles différents selon les pays qui reflètent, non seulement des approches historiques différentes, mais aussi des pratiques variées

Principaux écarts observés : poids de l'allure réduite, mode d'obtention de l'allure réduite (réduction de la charge ou réduction de l'apport d'air), essences utilisées, charge introduite, nombre d'allumage à froid pris en compte, etc.

Les méthodes de mesure

Mesure sur l'intégralité du cycle de combustion

Mesure en masse des particules totales (fractions solide et condensable)

Prise en compte de la fraction condensable des particules :
les composés, présents à l'état gazeux dans le conduit de fumées, qui condensent en formant des aérosols après leur rejet dans l'atmosphère, sont intégrés

Avec l'amélioration de la qualité de combustion, les mesurages en nombre, en taille, en composition chimique, deviennent de plus en plus pertinents pour caractériser les particules émises



Des émissions de particules primaires qui évoluent

du fait de l'amélioration de la qualité de la combustion :

- **En masse** : diminution significative des émissions totales (cf. présentation Citepa)
- **En nombre** : tendance à la baisse des particules émises (peu d'études)
- **En taille** : baisse notable de la taille des particules émises
- **En composition** : vers des particules moins nocives et une moindre formation d'aérosols organiques secondaires (SOA)

Composition des particules totales (à allure nominale)

Appareils	Poêles et foyers anciens	Poêles et foyers éco-concus	Poêles	Commentaires
Combustible	Bûches	Bûches	Granulés	
Facteur d'émission en particules (à allure nominale)	295 g/GJ	114 g/GJ	62 g/GJ	Données note Citepa Ineris 2022
MO produite à basse température (ex : lévoglucosan)	70-85 %	55-75 % (réduction forte en masse)	25-50 % (réduction forte en masse)	Dégradation thermique des polymères du bois
MO produite à haute température (HAP)	< 5 %	< 5 % (réduction faible)	< 1 % (réduction forte)	Formation à haute température
Carbone élémentaire (suie)	15-25 %	20-35 % (réduction faible)	5-20 % (réduction forte)	Formation à haute température
Composés inorganiques (sels de potassium, etc.)	2-4 %	5-10 % (augmentation faible)	30-50 % (augmentation forte)	Qualité du combustible, température
Métaux (oxydes de Zn, Mn, etc.)	< 1%	< 2 %	< 4 %	Qualité du combustible, température

MO : matière organique, facteurs d'émission en g/GJ d'énergie entrante

Des études menées sur cette source depuis l'an 2000

Quelques études récentes :

- **PerfPAG 2022 (poêles à granulés)**
- **Epochag 2023 (poêles et chaudières à granulés)**
- **Capcha, étude en cours menée avec Airparif (chaudières de puissance < 500 kW)**
- **Etudes disponibles en ligne : <https://librairie.ademe.fr/>**