



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

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