

Caractérisation technique et segmentation du parc des appareils de chauffage domestique au bois en maison individuelle

RAPPORT FINAL DEFINITIF

Juillet 2015

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : *Solagro et Enviroconsult*

N° de contrat : 1401C0050

Coordination technique : *PROHARAM Florence*

Direction Productions et Energies Durables

Service Bioressources



REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée par le groupement de bureaux d'études Solagro (Claire RUSCASSIE, Marthe L'Huillier) et Enviroconsult (Benoit BULLIOT, Claire TOPIN)

Nous remercions les différents organismes et personnes ressources ayant pris le temps d'échanger avec le groupement lors d'entretiens téléphoniques. Ces échanges ont permis de dresser un état des lieux des segmentations utilisées, des données statistiques produites et des ruptures technologiques avérées.

Tableau 1 : Liste des entretiens effectués dans le cadre de l'étude

N°	Organisme	Référent	Date d'entretien
1	EIFER, Ingénierie de recherche appareils de chauffage au bois individuels et petits collectifs	Marie-Laure RABOT-QUERCY	06/02/2015
2	INERIS, Direction des risques chroniques	Serge COLLET	06/02/2015
3	INVICTA	Serge POSTEL	10/02/2015
4	Ramoneur, expert fumisterie	Hervé GERENTE-PAQUET	11/02/2015
5	Syndicat des Energies Renouvelables	Alexis ERRARD	18/02/2015
6	SUPRA SA	Olivier GRELIER	18/02/2015
7	Air Rhône-Alpes	Hervé CHANUT	27/02/2015
8	CEREN	François LECOUBEY	23/02/2015
9	CETIAT	Alain MEYER	13/02/2015
10	OBSERV'ER	Frédéric TUILLE	18/02/2015
11	CITEPA	Sandra DULHOSTE	05/03/2015

En français :

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

En anglais:

Any representation or reproduction of the contents herein, in whole or in part, without the consent of the author(s) or their assignees or successors, is illicit under the French Intellectual Property Code (article L 122-4) and constitutes an infringement of copyright subject to penal sanctions. Authorised copying (article 122-5) is restricted to copies or reproductions for private use by the copier alone, excluding collective or group use, and to short citations and analyses integrated into works of a critical, pedagogical or informational nature, subject to compliance with the stipulations of articles L 122-10 – L 122-12 incl. of the Intellectual Property Code as regards reproduction by reprographic means.

TABLE DES MATIERES

Résumé.....	5
1 Introduction.....	8
1.1 Contexte.....	8
1.2 Objectifs.....	8
1.3 Méthodologie.....	8
2 Segmentations existantes.....	10
2.1 Les données existantes autour des utilisations de bois dans le secteur domestique.....	11
2.2 Comparaison des différentes données produites par les organismes nationaux.....	16
2.3 Définition d'un référentiel de suivi du parc des appareils de chauffage au bois.....	17
3 Deux segmentations étudiées : une segmentation simplifiée proposée.....	18
3.1 Segmentation technologique (appareils-conduits-combustible) et son déploiement sur le parc.....	18
3.2 Segmentation sur l'appareil et son environnement (logement, usage, utilisations).....	30
3.3 Segmentation simplifiée.....	32
4 Caractéristiques énergétiques et environnementales de la segmentation simplifiée.....	33
4.1 Niveau des émissions associées aux technologies.....	33
4.2 Performance énergétique (rendement) appliquée à la segmentation simplifiée.....	42
4.3 Conclusions.....	42
5 Indicateurs de suivi du parc des appareils de chauffage au bois.....	44
5.1 Définition des enjeux et cibles pour le suivi des performances globales d'utilisation.....	44
5.2 Proposition d'indicateurs de suivi associés au référentiel.....	47
6 Après cette étude.....	52
7 Annexes.....	53
7.1 Les approches de segmentation issues de la bibliographie étrangère.....	53
7.2 Evolution des normes pouvant conduire à des ruptures technologiques des systèmes de chauffage au bois installés – Comparaison européenne.....	57
7.4 Synthèse les labels et normes étudiées.....	72
7.5 Test du questionnaire type pour des enquêtes ménages.....	75
8 Bibliographie.....	79

Résumé

A travers une analyse bibliographique et une série d'entretiens d'acteurs, cette étude a permis de définir un référentiel chronologique des évolutions des installations de chauffage domestique au bois françaises d'un point de vue énergie et qualité de l'air. Les périodes de ruptures technologiques suivantes ont été retenues. Elles constituent une segmentation simplifiée issue de l'analyse croisée d'une segmentation technologique (appareil-fumisterie) et d'une segmentation élargie à l'appareil et son environnement (logement-usage-couplage d'énergie).

Evolutions technologiques du parc des appareils indépendants de chauffage au bois (inserts, foyers fermés, poêles)



Ces périodes intègrent :

- Les évolutions techniques des appareils et conduits ;
- Les évolutions thermiques et énergétiques des bâtiments (réglementation thermique et couplage d'énergie de chauffage dans l'habitat) ;
- Le déploiement des nouvelles technologies sur le parc grâce aux mesures réglementaires et incitatives en terme de performances des installations (crédit d'impôt, normes, label flamme verte...).

A partir des travaux scientifiques actuels sur les typologies d'appareils et les méthodes de mesures, il n'est pas possible, en l'état, de proposer des facteurs d'émissions quantifiés pour les différentes catégories de la segmentation simplifiée. En revanche en se basant sur les performances énergétiques des appareils (essentiellement le rendement), nous pouvons proposer une qualification des performances globales des appareils par segment. Les rendements présentés ci-dessous sont des rendements moyens d'utilisation par classe d'année d'installation des appareils. Ces rendements intègrent l'installation dans sa globalité ainsi qu'une inertie dans la diffusion sur le marché des appareils les plus performants. L'évolution des critères d'éligibilité des mesures incitatives est aussi prise en compte.

Rendements énergétiques moyens réels des appareils indépendants au bois du parc français

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

Afin de décrire au mieux le parc national de chauffage domestique au bois, la réalisation d'enquêtes ménages complémentaires semble nécessaire. Elle permet en effet de caractériser les installations, les utilisations et les pratiques. Un modèle de questionnaire d'enquête ménages a ainsi été établi, il est disponible en annexe de cette étude.

Abstract

Through a literature review and a series of stakeholder interviews, this study identified a chronological repository of changes in domestic heating installations, burning French wood, from the point of view of energy and air quality. The following periods of technological breakthrough were selected. They are a simplified segmentation, out of the analysis, cross referenced with a technological segmentation (device-flue installation) and an expanded segmentation to the device and its environment (energy coupling-usage - housing).

Simplified segmentation adopted: technological and contextual justification



These periods include:

- Technical developments of devices and flues ;
- Thermal and energy developments of buildings (thermal regulation and heating energy coupling in the dwelling) ;
- The deployment of new technologies on the entire inventory due to regulatory measures and incentives in terms of performance facilities (tax credit, standards, green flame label ...).

From inhomogeneous current scientific work on the types of devices and measurement methods, it is not possible, as is, to propose emission factors quantified for different categories of the simplified segmentation. However, based on the energy performance of appliances (mainly returns), we can offer a qualification of the overall performance of devices per segment. The returns presented below are the average yields of use per year class of installation of equipment. These returns include the installation as a whole and inertia in the market diffusion of the most efficient appliances. The evolution of the eligibility criteria for incentives is also taken into account. The purpose of this simplified segmentation is to be able to inform energy performance indicators for monitoring the inventory from data on the inventory composition (type of device and year of installation).

Real average energy yield for different segments of the overall range in France

	Before 1996	Between 1997-2004	From 2005-2011	After 2012
Open fires	10%	10%	10%	10%
Wood stoves	45%	65%	70%	75%
Closed fireplace/inserts	45%	60%	65%	70%
Pellet stove	/	80%	85%	85%
Wood boiler	65%	70%	75%	80%
Pellet boiler	/	85%	90%	90%

In order to best describe the national inventory of domestic wood heating, conducting complementary household surveys seems necessary. It makes it possible to characterize the facilities, uses and practices. A sample household survey questionnaire has been prepared and is available in the appendix of this study.

Table des illustrations

Tableau 1 : Liste des entretiens effectués dans le cadre de l'étude	2
Tableau 3 : Les différents combustibles disponibles sur le marché.....	19
Tableau 3 : Evolutions technologiques des appareils de chauffage au bois - détails	29
Tableau 5 : Facteurs d'émissions existants	35
Tableau 6 : Rendements énergétiques retenus pour les différents segments	42
Tableau 7 : Qualification des performances des appareils les différents segments.....	43
Tableau 8 : Qualification des utilisations et pratiques de chauffage au bois.....	47
Tableau 9 : Modèle de présentation des données sur le parc.....	49
Tableau 10 : Modèle de présentation des données croisées type d'appareils, type de logements.....	50
Tableau 11 : Qualification des pratiques d'allumage	51
Tableau 12 : Qualification de la conduite du feu	51
Tableau 13 : Qualification des pratiques d'entretiens	51
Tableau 6: Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Allemagne.....	54
Tableau 7 : Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Autriche	55
Tableau 8 : Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Autriche	55
Tableau 9 : Réglementation allemande sur les limites d'émissions pour les appareils de chauffage au bois (<500 kW).....	65
Tableau 10 : Limites d'émissions pour les appareils de chauffage au bois du label allemand	65
Tableau 11 : Exigences de qualité de l'air suisses pour les appareils de chauffage au bois domestiques	66
Tableau 14 : Réglementation autrichienne sur les futurs seuils d'émission des appareils de chauffage au bois domestiques	68
Tableau 15 : Réglementation autrichienne sur les seuils de rendement minimum des appareils de chauffage au bois domestiques.....	69
Tableau 16 : Seuils d'émissions fixés par le label autrichien.....	69
Tableau 17 : Seuils de rendement fixés par le label autrichien	69
Tableau 18: Réglementation danoise sur les émissions issues des appareils de chauffage au bois domestiques.....	70
Tableau 19: Réglementation finlandaise sur les émissions issues des appareils de chauffage au bois domestiques.....	70
Tableau 20: Réglementation finlandaise sur les émissions issues des cheminées selon leur fréquence d'utilisation (primaire ou secondaire).....	70
Tableau 21 : Réglementation suédoise sur les seuils d'émission issues des appareils de chauffage au bois	71
Tableau 22 : Seuils d'émissions et de rendement fixé par le label Nordic Swan	71
Tableau 23: Seuils d'émission spécifiques pour les chaudières fixés par le label Nordic Swan.....	71

1 Introduction

1.1 Contexte

La valorisation de la biomasse représente aujourd'hui un poids significatif dans les différents scénarios énergétiques en débat, ainsi que dans les objectifs fixés par les politiques énergétiques nationales et locales.

Les appareils de chauffage domestique au bois ont vu leurs performances évoluer de façon significative ces dernières années : meilleurs rendements, moins d'émissions de polluants (CO, particules). Or, le parc des appareils existants est constitué de 50% d'appareils avant 2000 ou foyers ouverts, qui sont polluants et énergivores. L'ADEME est donc en faveur du renouvellement de ce parc vétuste.

L'ADEME souhaite consolider sa vision du parc de chauffage domestique au bois, dans le sens où elle souhaiterait connaître les principales évolutions technologiques, tant d'un point de vue énergétique que concernant les émissions de polluants. Ces évolutions doivent s'analyser à la lumière des évolutions du parc de maisons individuelles, afin d'en tirer des enseignements sur la performance énergétique globale des habitations.

1.2 Objectifs

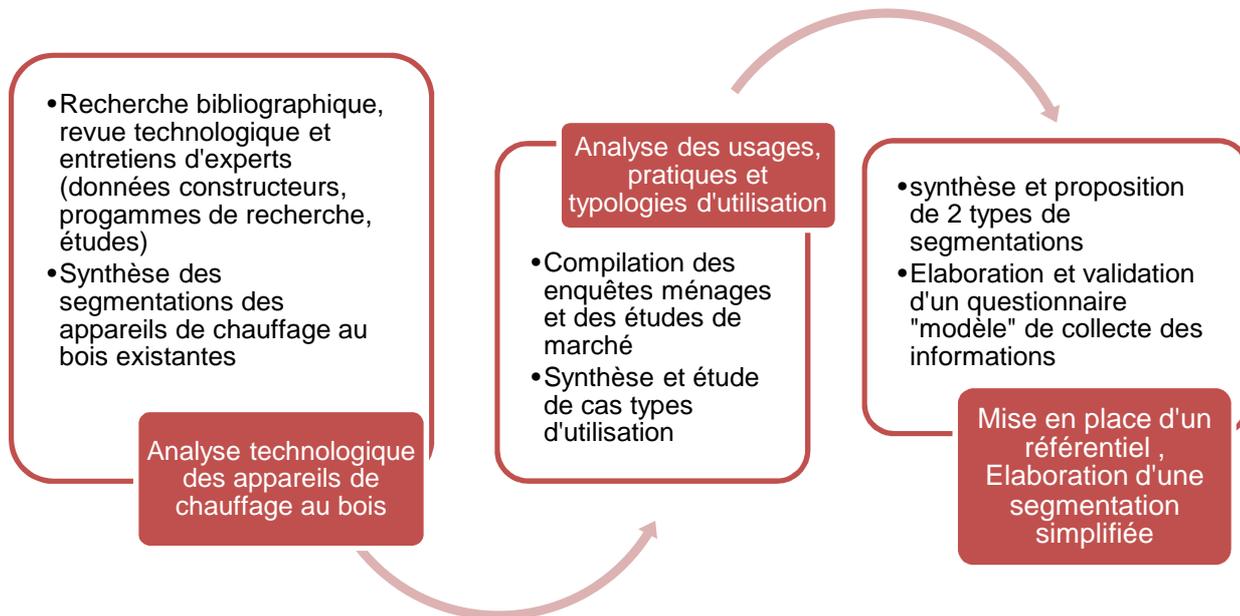
La présente étude vise donc à **définir un référentiel de caractérisation des appareils de chauffage**. Les objectifs de cette étude sont donc de caractériser le parc des appareils de chauffage au bois dans le secteur de domestique et de proposer des segmentations envisageables pour suivre le niveau de performance du parc. Il s'agit donc d'acquérir une bonne connaissance de l'évolution technique du parc de chauffage domestique au bois (ruptures technologiques ayant un impact sur les performances énergétiques et sur les émissions de polluants), pour mieux cibler les actions de modernisation du parc

Ces segmentations associées à **des indicateurs techniques** favoriseront en effet le suivi **des évolutions des performances du parc**, le parc pouvant être approché par des enquêtes ménages pour la collecte de données. La mise en place de ces indicateurs pourrait également servir à **évaluer les scénarios d'évolution** du recours au chauffage domestique au bois. **Dans le cadre de cette étude, il ne s'agit pas de renseigner l'ensemble des indicateurs envisagés, mais bien de poser les premiers jalons d'un référentiel basée sur une segmentation commune.**

Cette étude doit ainsi mettre en avant le besoin d'acquisition de connaissance sur les facteurs d'émissions et les rendements à associer aux différents segments du parc pour calculer les indicateurs liés au référentiel.

1.3 Méthodologie

La méthodologie proposée et suivie a été la suivante :



Une série d'entretiens avec des experts du domaine nous a permis d'approfondir les connaissances sur la segmentation des appareils, **les ruptures technologiques, les facteurs d'émissions et les usages**. Le choix des acteurs interrogés a été réalisé conjointement avec l'ADEME afin de recueillir le témoignage d'acteurs représentatifs sur la caractérisation des émissions et segmentation du parc d'appareils de chauffage au bois.

Nous avons donc étudié la faisabilité d'associer des ratios de performance (rendement, niveau de consommation et des facteurs d'émissions.) à deux types de segmentations : une segmentation technologique et une segmentation détaillée intégrant l'environnement de l'appareil (âge du logement, type d'usage du bois, type d'énergie associée).

A partir des segmentations définies et des données mobilisables à ce jour, le cadre d'un référentiel de collecte de données et production d'indicateurs de suivis du parc est alors proposé dans ce rapport.

L'étude s'est concentrée sur **la caractérisation technique du parc** (rendements, facteurs d'émission) **tout en intégrant dans la mesure du possible les impacts des pratiques** (définition des usages, type de combustible, type d'installation et lien avec le logement, type de gestion de la combustion,...). Ces éléments d'évaluation des pratiques apparaissent dans le questionnaire type enquêtes ménages et ont été testés.

2 Segmentations existantes

Afin d'éclaircir les évolutions possibles des segmentations existantes et les liens entre elles, nous avons établi un état des lieux. Celui-ci s'est basé sur des entretiens d'acteurs et l'analyse des données produites par les différents organismes traitant du chauffage domestique au bois sous différents angles.

Les segmentations utilisées en France et à l'étranger sont plus ou moins détaillées et en lien avec les technologies des appareils de chauffage au bois. Ces segmentations sont, la plupart du temps, mises en place pour décrire un parc d'appareils de chauffage mais surtout pour estimer un niveau de consommation de bois de chauffage dans le secteur domestique.

Récemment, le besoin d'estimer les performances du parc en terme d'émissions atmosphériques amène à détailler les segments en terme de technologies d'appareils, associées à un rendement et un facteur d'émission. Un nouvel enjeu est donc apparu sur la définition des segmentations utilisées.

A noter que la question de l'efficacité énergétique de l'usage bois n'est à ce jour pas traitée dans la définition des segments. Cette question sur l'efficacité énergétique pourrait se baser sur la notion de rendement et de taux de couverture des besoins. Pour être en mesure d'estimer la production de chaleur utile et le taux de couverture des besoins du logement, plusieurs paramètres interviennent comme le niveau d'isolation du logement, la température de consigne du chauffage, le lieu d'implantation de l'appareil dans le cas d'un appareil divisé. Ces éléments peuvent être collectés par des enquêtes ménages.

La production de chaleur (énergie utile) liée au bois énergie dans le secteur domestique n'est que rarement abordée dans l'approche du chauffage domestique au bois et dans les statistiques nationales qui raisonnent en énergie finale (consommation de bois).

Notre étude se focalise sur la possibilité de détailler des facteurs d'émissions et des rendements dans une segmentation plus précise afin de prendre en compte les ruptures technologiques et l'évolution des performances du parc en matière d'émissions. Il convient donc de faire un état des lieux sur l'articulation des données collectées et traitées sur cette thématique.

2.1 Les données existantes autour des utilisations de bois dans le secteur domestique

2.1.1 Les enquêtes logements INSEE

L'enquête logements est une des principales enquêtes de l'Insee par son ancienneté (1955) et la taille de son échantillon (43 000 logements en 2006). C'est la source statistique majeure pour décrire le parc de logements et les conditions d'occupation par les ménages de leur résidence principale.

L'enquête Logement est la source statistique majeure au niveau national pour décrire le parc de logements, les conditions d'occupation et les dépenses des ménages pour leur résidence principale.

Les thèmes abordés sont :

- les caractéristiques physiques du parc de logements (taille, confort sanitaire, chauffage, dépendances) ;
- la qualité de l'habitat : état du logement et de l'immeuble, bruit, exposition, localisation, environnement, voisinage, sécurité, qualité des équipements existants (installation de chauffage), utilisation d'énergies propres ;
- et bien d'autres...

Le questionnaire de l'enquêtes logement (165 pages) est disponible au lien suivant : <http://www.insee.fr/fr/methodes/default.asp?page=sources/sou-enq-logement.htm>

Les données des enquêtes logements de l'INSEE constituent les données sources de la segmentation existante dans le cadre du chauffage domestique au bois. Ces données décrivent les utilisations de bois de chauffage chez les ménages. Elles ont lieu tous les 4 ans environ. La dernière a eu lieu en 2006.

Dans l'enquête 2006, il n'y a pas de différenciation des combustibles bois. Le questionnaire pour la prochaine enquête a évolué afin de mieux appréhender les usages de bois et d'intégrer les nouveaux combustibles bois (granulés, plaquettes).

La dernière enquête a été réalisée en 2013/2014 et la publication est prévue début 2016.

La terminologie employée en 2006 sur le chauffage était la suivante, (les éléments ne sont pas disponibles sur l'enquête 2013/2014) :

Sur les usages :

- chauffage de base
- chauffage d'appoint périodique ou de demi-saison
- chauffage d'appoint exceptionnel

Sur le type d'appareils :

- radiateur(s) ou convecteur(s) fixe(s)
- radiateur(s) ou convecteur(s) mobiles(s)☒
- cuisinière chauffante 1☒
- cuisinière chauffante 2☒
- poêle 1☒

- **poêle 2²**
- **cheminée à foyer ouvert (cheminée classique)**
- **cheminée radiante, cheminée à foyer ouvert avec récupérateur de chaleur**
- **cheminée avec foyer fermé ou insert²**
- chauffage par le sol ou par le plafond²
- panneaux rayonnants non lumineux
- **appareils à accumulation²**
- autres (appareils de chauffage soufflant, panneaux lumineux ou à infrarouge, etc.)

Les enquêtes logements sont exploitées par le CEREN à chaque période (tous les 4 à 5 ans) et font l'objet d'une publication statistique sur la consommation de bois chez les ménages.

2.1.2 LE CEREN

Le CEREN assure le suivi des consommations d'énergie (électricité, gaz réseau, maison fioul) de 3 types de secteur : industriel, tertiaire, résidentiel à partir d'un panel de 2 000 ménages. Il produit des statistiques publiques annuelles.

A travers le suivi de ce panel et des énergies principales (électricité, gaz réseau, maison fioul) la consommation de bois en appoint régulier ou exceptionnel est estimée annuellement.

D'autre part le CEREN exploite les enquêtes logements INSEE depuis 1984 pour estimer la consommation de bois chez les ménages (usage principal bois compris). En effet, les données Insee permettent d'aborder le segment de l'usage du bois en énergie principale ce que ne permet pas l'enquête annuelle du CEREN sur le résidentiel (électricité, gaz réseau, maison fioul).

A travers les enquêtes annuelles sur panel, sont abordés les thèmes suivants :

- Part de la surface du logement chauffé par l'appareil au bois
- Type de combustible
- Date de l'installation de l'équipement

La segmentation utilisée par le CEREN pour l'exploitation des enquêtes logements INSEE est basée sur les usages et le type d'appareil:

- Base exclusive ou associée
- Appoint régulier ou exceptionnel
- Chaudière
- Cuisinière
- Poêle
- Foyer ouvert
- Foyers fermés/insert

Les données du CEREN sur les consommations unitaires de bois par segment et par Région sont publiées en général 2 à 3 ans après les enquêtes ménages de l'INSEE. Il y a donc une inertie dans le suivi des données de consommation de bois chez les ménages liée au rythme des enquêtes logements et à leur exploitation par le CEREN.

2.1.3 Observ'er

Observ'er réalise chaque année une étude de marché des ventes des appareils de chauffage domestiques au bois pour le compte de l'ADEME. Ils ont bâti un questionnaire administré annuellement auprès de 150 fabricants et 30 distributeurs constructeurs. Environ 50 installateurs sont également interrogés lors d'entretiens qualitatifs. La segmentation utilisée pour les descriptifs des ventes est présentée ci-dessous.

Tableau 2: Descriptif des ventes 2013 - source: Observ'er

Type	Nombre d'appareils vendus en 2013			
	Labellisés « Flamme Verte »	Non labellisés	Total 2013 dont nombre d'app. Importés
Foyers et inserts				
Foyers fermés et inserts ¹				
Foyers chaudières				
Poêles *				
Poêles classiques, poêles contemporains ou poêles cheminées ²				
Poêles à granulés				
Poêles de masse ³				
Poêles hydrauliques				
Poêles étanches **				
Chaudières individuelles (puissance < 50 kW)				
Chaudière bois ⁴				
Automatiques à granulés				
Bi-énergie				
Automatiques à plaquettes				
Automatiques à céréales				
Cuisinières				
Cuisinières simples				
Cuisinières chaudières				

* les volumes de ventes de chaque type de poêles doivent être distincts pour éviter tout double comptage. Ex. les poêles hydrauliques à granulés doivent uniquement être déclarés dans la ligne « poêles hydrauliques ».

** Poêles raccordés à un conduit respectant la norme NF DTU 24.1 ou ayant un DTA du Groupe Spécialisé n° 14 délivré par le CSTB

En 2014, les sous-segments « foyers fermés » et « inserts » autrefois distincts sont désormais comptabilisés de façon commune. Il en va de même pour les sous-segments « poêles classiques », « poêles contemporains » et « poêles cheminées » ainsi que pour les sous-segments « chaudières à tirage direct » et « chaudières turbo ». Ces modifications ont été faites sur proposition des fabricants interrogés.

En 2015, le questionnaire va être revu pour prendre en compte les remarques des fabricants dans la segmentation des appareils de chauffage domestique au bois.

Le travail réalisé par Observ'er permet de comptabiliser par segment, les appareils répondant au label flamme verte sans distinction de niveau de labellisation. En 2013, les appareils labellisés représentaient près de 95 % du marché.

2.1.4 LE CITEPA

Le CITEPA traite les données de parcs des appareils au bois fournit par le CEREN sur le rythme d'exploitation des enquêtes ménages INSEE. Pour produire les données d'émissions annuelles, ils appliquent un modèle intégrant les ventes annuelles d'appareils de chauffage au bois produites par Observ'ér et la durée de vie des appareils. A dire d'experts, cette durée de vie s'étale entre 9 et 15 ans.

Les facteurs d'émissions utilisés sont issus d'une étude bibliographique du CITEPA menée en 2003 auprès des fournisseurs qui ont indiqué les résultats de mesures sur leurs appareils mis sur le marché.

Les catégories utilisées pour l'application des facteurs d'émissions sont d'une part :

- Chaudière
- Poêles
- Foyers/inserts
- Cuisinière
- Foyer ouvert

Et d'autre part l'année d'installation :

- Avant 1996
- Après 1996
- Appareils performants

Les facteurs d'émission sont appliqués sur la consommation publiée par le CEREN et réaffectée à chaque segment défini par le type d'appareil et l'année d'installation.

Il n'y a pas de distinction directe des facteurs d'émissions selon le combustible utilisé, il est considéré que la catégorie d'appareils performants intègre l'utilisation des granulés de bois. L'intégration de l'usage des « granulés » dans la segmentation fait partie des améliorations en réflexion dans la méthode d'inventaire du CITEPA. Une autre réflexion serait à mener sur une meilleure intégration des évolutions technologiques.

Une étude CORTEA menée par l'INERIS et le CITEPA est en cours sur la mesure de performances sur des appareils labélisés 4 ou 5 étoiles par Flamme verte. Les résultats seront publiés fin 2015 et pourront compléter le travail mené par la présente étude.

2.1.5 Etudes/Enquêtes ménages ADEME : consommation et circuits d’approvisionnement

Les flux de bois de chauffage sont difficile à estimer par l’approche amont de la filière (statistiques forestières et/ou d’activité des entreprise de transformation du bois). En revanche, en questionnant les utilisateurs, un volume de bois consommé peut être estimé et des circuits d’approvisionnement décrits.

Les enquêtes ménages réalisées à l’échelle nationale ou régionale permettent en effet de disposer d’éléments descriptifs sur le niveau de consommation, les usages et les circuits d’approvisionnement en bois. Les enquêtes ménages de ce type abordent aussi des aspects comme les pratiques des ménages en terme de chauffage domestique au bois (ramonage, type d’utilisation, pratique d’allumage ou conduite du feu,...). Elles sont complémentaires aux approches statistiques.

La segmentation sur les appareils de chauffage est présentée sur ce graphique de comparaison des résultats 2012-1999 [31]

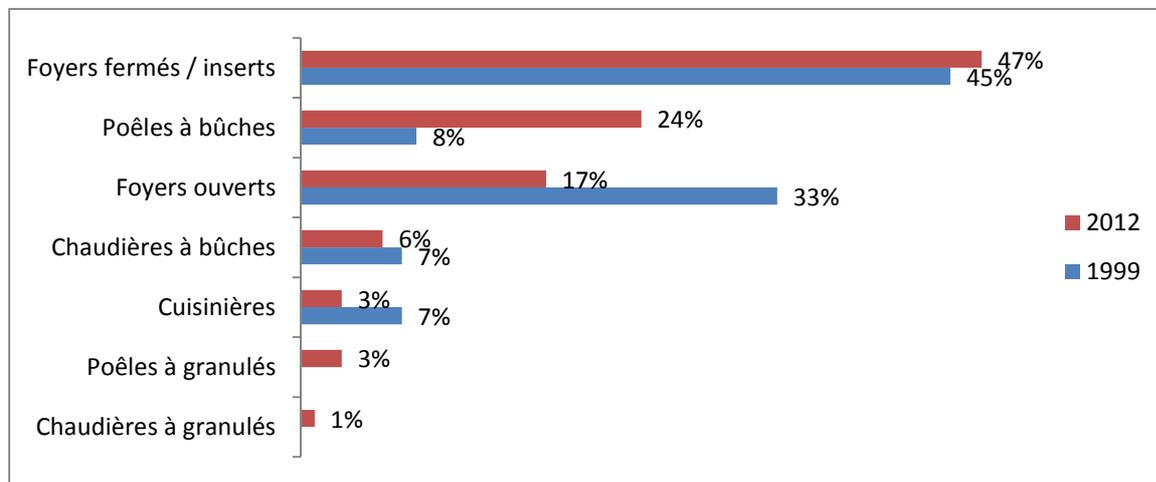


Figure 1 : Comparaison des segmentation du parc français de chauffage au bois individuel entre 2012 et 1999
 (Sources : données 1999 : étude ADEME/ANDERSEN/Biomasse Normandie, ; données 2012 étude ADEME/SOLAGRO/Biomasse Normandie/BVA.) [31]

Les usages sont définis en différentes catégories :

- Usage énergie principale (exclusif ou mixte)
- Usage appoint
- Usage loisirs

Les résultats de ces enquêtes pourraient permettre d’appliquer des facteurs d’émissions adaptés ou pondérés en fonction des pratiques recensées par type de segment défini. A ce jour dans ce type d’étude, une segmentation a été proposée et liée à une problématique de renouvellement du parc d’appareils, cette segmentation se définit avec les catégories suivantes :

- Foyer ouvert
- Equipement avant 2000
- Equipement entre 2000 et 2007
- Equipement après 2007

2.2 Comparaison des différentes données produites par les organismes nationaux

	INSEE	CEREN	Observer	CITEPA
Type d'usage	chauffage de base chauffage d'appoint périodique ou de demi-saison chauffage d'appoint exceptionnel	Base exclusive ou associée Appoint régulier ou exceptionnel	<i>Il s'agit de données de volumes de ventes.</i>	<i>Pas de distinction se base sur les consommations par segment retravaillé à partir des données CEREN pour appliquer le facteur d'émission</i>
Type d'appareils	Cuisinière chauffante poêle cheminée à foyer ouvert (cheminée classique) cheminée radiante, cheminée à foyer ouvert avec récupérateur de chaleur appareils à accumulation	Chaudière Cuisinière Poêle Foyer ouvert Foyers fermés/insert	Foyer et Insert: foyer chaudière, foyers fermés/insert Poêle: classique, hydraulique, étanches, de masse Chaudière Cuisinière	Chaudière Poêles Foyers/inserts Cuisinière Foyer ouvert
Rupture technologique Classe d'âge	<i>Des données sont disponibles sur les caractéristiques des logements</i>	<i>Il reconstitue des consommations unitaires par usage et appareil. La diminution des consommations unitaires reflète une amélioration des technologies et/ou du niveau d'isolation</i>	Label flamme verte Non labellisés	Avant 1996 Après 1996 Appareils performants

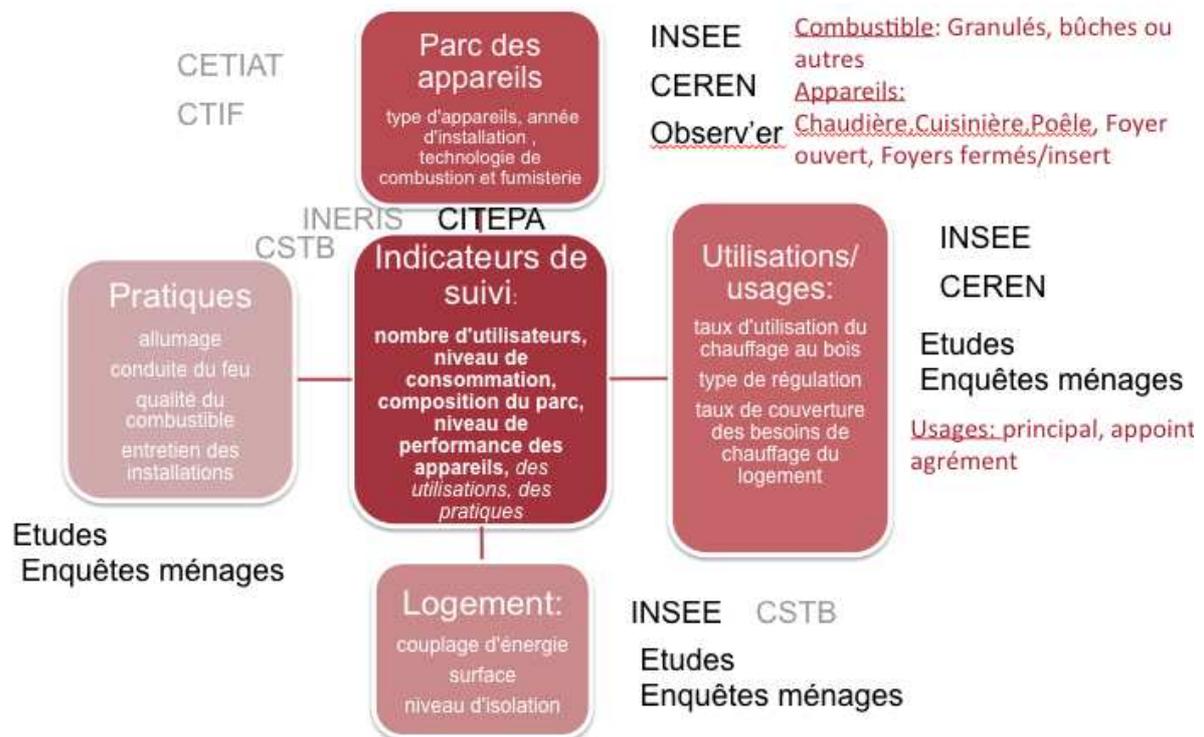
Les segments d'appareils sont plutôt détaillés dans les enquêtes logement de l'Insee et simplifiés dans les données publiées par le CEREN et le CITEPA. Observer différencie la catégorie des poêles.

Les usages sont définis par des terminologies différentes entre les enquêtes Insee et le CEREN mais les catégories semblent équivalentes.

Les ruptures technologiques ne sont pas sourcées dans les données publiques mais se basent plus sur une donnée temporelle que la donnée directe du type d'appareil (technologie de combustion, normes, label).

2.3 Définition d'un référentiel de suivi du parc des appareils de chauffage au bois

Au regard des besoins de suivi du chauffage domestique au bois, des données aujourd'hui produites par les différents organismes et des possibilités qu'offre la réalisation d'enquêtes ménages, il peut être envisagé la définition d'un référentiel basé sur le renseignement d'une série d'indicateurs à valider par les différents acteurs. Le schéma ci dessous présente d'une manière synthétique les thématiques pouvant être abordées autour d'indicateurs de suivi et le jeu d'acteurs présents autour des thématiques (parc des appareils, utilisation/usages, logement, pratiques).



Deux niveaux de détails sont proposés pour la définition d'un référentiel. Un niveau à minima pour le suivi du parc et de la performance des appareils et un second niveau ayant pour objectif d'établir des données sur la performance d'utilisation et des pratiques. Le premier niveau se réfère à la segmentation par rupture technologique sur les installations et le second niveau s'appuie sur la segmentation associant les données sur le logement et les typologies d'utilisation du bois énergie dans l'habitat. Ces 2 types de segmentations sont développées ci après.

3 Deux segmentations étudiées : une segmentation simplifiée proposée

Les segmentations existantes se basent soit sur l'année 1996 pour le CITEPA (date issue de l'étude ADEME publiée en 2000 sur le chauffage domestique au bois) et soit sur les périodes suivantes dans les enquêtes ménages menées localement pour évaluer l'enjeu du renouvellement du parc : Avant 2000, entre 2000 et 2007 et après 2007.

Dans le but de proposer des segmentations consolidées, deux approches ont été menées en parallèles :

- D'une part, une revue des évolutions technologiques a été dressée en s'appuyant sur des entretiens auprès d'experts du domaine.
- D'autre part, une synthèse des usages, couplages énergétiques et types d'appareils utilisés dans les logements a été réalisée en fonction de l'année de construction du logement et de la période d'installation ou rénovation du mode de chauffage au bois.

Ainsi 2 types de segmentations sont proposées pour être liées au référentiel de suivi du parc de chauffage domestiques au bois.

3.1.1 Segmentation technologique (appareils-conduits-combustible) et son déploiement sur le parc

Les évolutions technologiques touchent plusieurs composantes des appareils de chauffage au bois domestiques. Des évolutions ont eu lieu tant au niveau du combustible, que de la chambre de combustion, que du conduit de fumée. Nous détaillerons successivement les progrès apportés aux combustibles, aux différents types d'appareils et aux conduits de fumée.

3.1.2 Technologies existantes sur le parc français

➤ Les combustibles

Les différents combustibles ont chacun leurs caractéristiques propres adaptées à certains appareils et permettant d'obtenir des performances différentes. Les granulés offrent la performance énergétique et environnementale la plus élevée. Quant à la bûche, elle est utilisable dans tous les types d'appareil sauf chaudière automatique mais son influence sur le rendement et le niveau d'émission de l'appareil dépendra fortement de son pourcentage d'humidité.

Tableau 3 : Les différents combustibles disponibles sur le marché

Combustibles	Caractéristiques	Illustration
Bûches	<p><i>Utilisation</i> : poêles, foyers fermés et chaudières bûches</p> <p><i>Conditionnement</i> : rondin ou quartier de 25 cm à 1 m</p> <p><i>Unité de mesure</i> : stère ou la tonne</p> <p><i>Contenu énergétique</i> : entre 1500 et 2000 kWh/stère selon l'humidité et l'essence du bois</p> <p><i>Humidité</i> : 40 à 50% après coupe, <20% après séchage</p>	
Briquettes	<p><i>Utilisation</i> : poêles, foyers fermés voire chaudières bûches</p> <p><i>Constitution</i> : résidus de l'industrie de seconde transformation du bois (copeaux, sciure...) par séchage, broyage et compression.</p> <p><i>Unité</i> : kg ou tonne</p> <p><i>Contenu énergétique PCI</i> : 4,8 kWh/kg</p> <p><i>Humidité</i> : 6 à 8%</p> <p><i>Densité</i> : 700 à 750 kg/m³</p>	
Granulés	<p><i>Utilisation</i> : poêles et chaudières automatiques</p> <p><i>Constitution</i> : résidus de l'industrie de seconde transformation du bois par séchage, broyage et compression.</p> <p><i>Unité</i> : kg ou tonne</p> <p><i>Contenu énergétique PCI</i> : 4,8 kWh/kg</p> <p><i>Humidité</i> : 6 à 8%</p> <p><i>Densité</i> : 700 kg/m³</p>	
Plaquettes	<p><i>Utilisation</i> : chaudières automatiques</p> <p><i>Constitution</i> : déchets de l'exploitation forestière (branches, cimes, haies...) qui sont déchiquetés afin d'obtenir une granulométrie régulière.</p> <p><i>Unité</i> : mètre cube apparent de plaquette (MAP) ou tonne</p> <p><i>Contenu énergétique PCI</i> : 3000 à 3500 kWh/tonne</p> <p><i>Humidité</i> : 20 à 25%/MAP (Mètre cube Apparent de Plaquettes)</p>	

➤ **Types d'appareils existants et technologies associées**

Suite à la revue internationale des segmentations sur les appareils de chauffage au bois nous proposons de présenter les gammes d'appareils, représentatives de la situation française avec une définition précise pour chaque appareil tirée de trois documents des sources suivantes : Observ'ér, EIE Midi-Pyrénées et COSTIC.

Cheminée à foyer ouvert : foyer de combustion ouvert avec une seule entrée d'air. [10] [37]

- **Combustible** : bûches ou briquettes
- **Rendement** : moins de 15%
- **Utilisation d'agrément**, déconseillé comme moyen de chauffage principal



Figure 2 : Cheminée à foyer ouvert

Foyer fermé et inserts : foyer de combustion fermé par une vitre et dans lequel la régulation du débit d'air est possible contrairement à la cheminée ouverte qui n'a qu'une seule entrée d'air. [10] [37]

- **Combustible** : bûches, briquettes (granulés possibles)
- **Rendement** : entre 70 et 85% pour les appareils récents / 30 à 40% pour les appareils anciens
- **Puissance** : de 5 à 25 kW
- Appareil diffusant la **chaleur par rayonnement** (masse du foyer) et **par convection** (circulation d'air)



Figure 3 : Insert/Foyer fermé

Poêle à bûche : contrairement aux précédents appareils, le poêle a la chambre de combustion et le conduit apparents. C'est en ce sens qu'il se différencie des inserts. De plus il aura davantage un rôle de chauffage principal que d'appoint car de fait, il n'a pas forcément vocation à montrer les flammes comme c'est le cas pour les cheminées. [10] [37]

- **Combustible** : bûches et briquettes
- **Rendement** : 70 à 85%
- **Puissance** ; de 5 à 25 kW
- Appareil diffusant de la chaleur **par rayonnement**
- **Améliorations technologiques notables** : gestion de l'air primaire et secondaire, matériaux réfractaires, double arrivée d'air, chambre de postcombustion optionnelle, oxygénation directe (prise d'air par l'extérieur du logement, poêles dits « étanches »)



Figure 4: Poêle à bûche

Poêle à granulés : comme le poêle à bûche, sa chambre de combustion et son conduit sont apparents mais il n'utilise pas le même combustible. Cela a pour conséquence d'améliorer les performances obtenues sur les performances énergétiques et sur les émissions polluantes. [10] [37]

- **Combustible** : granulés de bois
- **Rendement** : 75 à 90%
- **Puissance** : 5 à 25 kW
- Alimentation **semi-automatique**
- Diffusion de chaleur **par convection**
- **Programmation** possible
- **Thermostat d'ambiance**



Figure 5 : Poêle à granulés

Chaudière à bois manuelle : appareil permettant le chauffage d'une habitation par un réseau de distribution (eau) et d'émetteurs (radiateurs, plancher chauffant). [10] [37]

- **Combustible** : bûches
- **Rendement** : dépend du mode de combustion (voir ci-dessous)
- **Puissance** : 20 à plus de 100 kW
- **Alimentation** : manuelle (1 à 3 fois/jr)
- **Autonomie** : 6 à 10 h
- **Décendrage** : manuel et journalier



Figure 6 : Chaudière à bûches

On peut distinguer plusieurs sous-types de chaudières selon leur mode de combustion qui influence sur le rendement et les émissions :

Les chaudières à combustion montante : 55% de rendement. Toute la charge de combustible s'enflamme simultanément sans distinction des phases de combustion, c'est pourquoi le rendement est assez faible. [27] [36]

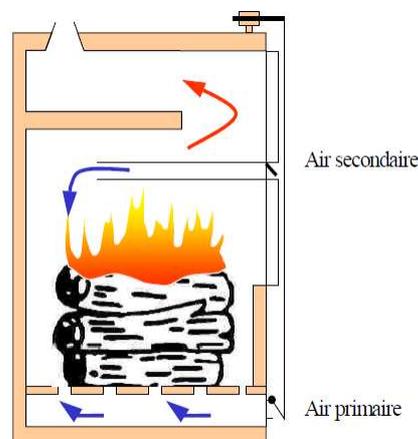


Figure 7 : Chaudière à combustion montante (Source: COSTIC)

Les chaudières à combustion horizontale et tirage naturel : 60% de rendement avec des émissions polluantes plus faibles. Développement des flammes au travers et au-dessous de la grille de support du bois, ce qui permet de distinguer les phases de séchage et de combustion du bois. [27] [36]

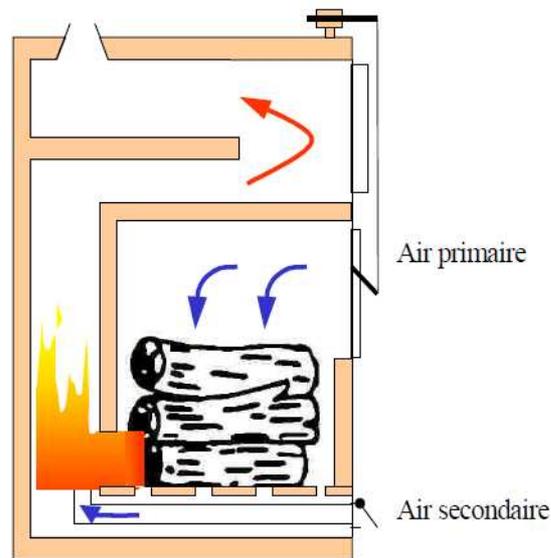


Figure 8 : Chaudière à combustion horizontale et tirage naturel (Source: COSTIC)

Les chaudières à combustion inversée et à tirage naturel : 65% de rendement. Développement des flammes au travers de la grille de support du combustible. Cela permet le séchage du bois au-dessus du foyer, hors de la zone de combustion. [27] [36]

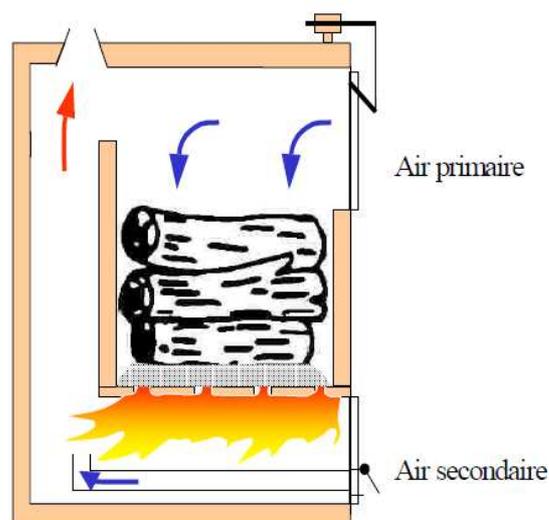
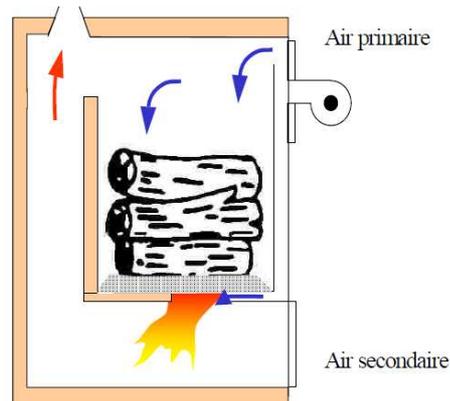


Figure 9 : Chaudière à combustion inversée et à tirage naturel (Source : COSTIC)

Chaudières turbo à combustion inversée et à tirage forcé : rendement supérieur ou égal à 70%. Ces chaudières fonctionnent selon le même principe que la technologie précédente mais la différence est l'ajout d'un ventilateur chargé de forcer le tirage en soufflant l'air de combustion, ou en aspirant les gaz de combustion. Les émissions de polluants sont alors réduites au minimum et la quantité de cendre est aussi considérablement réduite. [27] [36]

Figure 10 : Chaudière turbo à combustion inversée et tirage forcé (Source : COSTIC)



De manière générale, les chaudières émettent moins de polluants que tous les autres appareils de chauffage au bois domestiques. [3]

Chaudière automatique à granulés : ce sont des chaudières autonomes du fait de leur chargement automatique. De plus certaines chaudières ont également l'alimentation en air et le décendrage en gestion automatisée. Le mode de combustion est en général inversé à tirage forcé. [10] [37]

- **Combustible** : granulés
- **Rendement** : plus de 90%
- **Puissance** : 8 à plus de 50 kW
- **Alimentation** : automatique
- **Programmation** possible
- **Décendrage** : manuel et mensuel
- **Autonomie** : annuelle



Figure 11 : Chaudière à granulés

Chaudière à plaquettes : chauffage central utilisant des plaquettes comme combustible avec possibilité d'alimentation d'un réseau de chauffage haute ou basse température et d'un ballon d'eau chaude sanitaire. [37]

- **Combustible** : plaquettes
- **Rendement** : 70 à 85%
- **Puissance** : 20 à plus de 100 kW
- **Alimentation** : automatique
- **Décendrage** : manuel hebdomadaire
- **Autonomie** : quelques mois



Figure 12: Chaudière à plaquettes

3.1.3 Evolutions technologiques des appareils de chauffage au bois

De par la recherche bibliographique et les entretiens effectués pour cette étude, nous avons identifié 4 principales innovations technologiques pour les appareils indépendants :

- La double combustion (oxygénation secondaire)
- La triple combustion
- L'utilisation de matériaux réfractaires dans la chambre de combustion
- La conception étanche des appareils et l'entrée d'air par l'extérieur du logement (oxygénation directe). Au départ c'était dans l'idée de répondre à la RT2005 puis RT2012, mais cela a montré au passage les effets très bénéfiques sur la maîtrise de la combustion : maîtrise des débits et positions d'injection ; les performances sont accrues.

Ces innovations sont définies ci-après :

La double combustion : c'est l'ouverture d'une deuxième entrée d'air dans la partie supérieure de l'insert, du foyer fermé ou du poêle à bûche afin d'obtenir une combustion plus complète et ainsi émettre moins de polluants qu'avec une seule entrée d'air. Le rendement énergétique peut ainsi atteindre jusqu'à 85%.

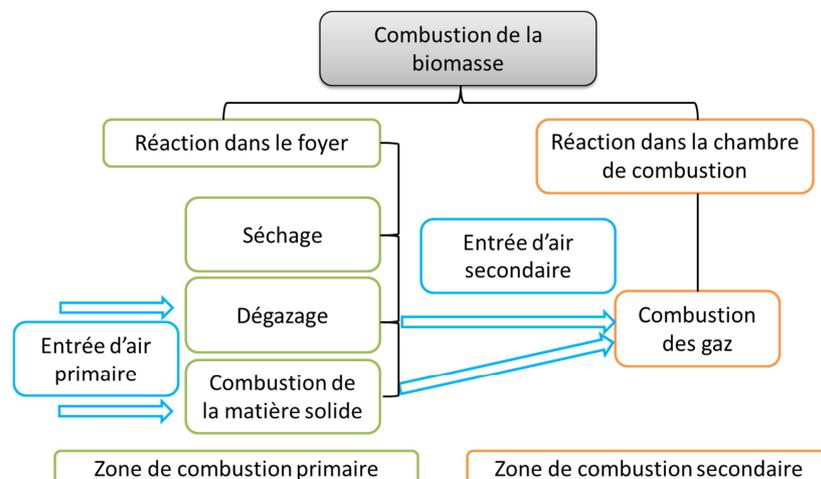


Figure 13 : Schéma des zones primaires et secondaires de combustion [27]

Dans la zone de combustion primaire, le bois est d'abord séché puis les gaz s'échappent du combustible solide pour ensuite être brûlés dans la zone secondaire de combustion grâce à l'entrée d'air secondaire. Le restant de combustible solide est brûlé dans le foyer.

Les différents niveaux de combustion sont des facteurs importants pour augmenter le rendement énergétique et réduire les émissions de polluants. En effet l'arrivée de la deuxième entrée d'air a permis le processus suivant : tout d'abord le combustible est séché par la chaleur dans la chambre de combustion, ensuite les substances volatiles se dégagent du combustible solide et montent vers la zone de la seconde combustion où elles seront brûlées, le combustible solide restant est brûlé dans le foyer. La deuxième combustion doit être aussi complète que possible pour éviter le maximum d'imbrûlés [27].

La triple combustion permet de brûler les derniers gaz restant après la seconde combustion dans le but de réduire au maximum les émissions de polluants et d'optimiser le rendement énergétique par une combustion la plus complète possible.

Le schéma ci-contre montre un exemple de poêle avec trois entrées d'air : la première en-dessous du foyer, la deuxième au-dessus et la troisième derrière le foyer.

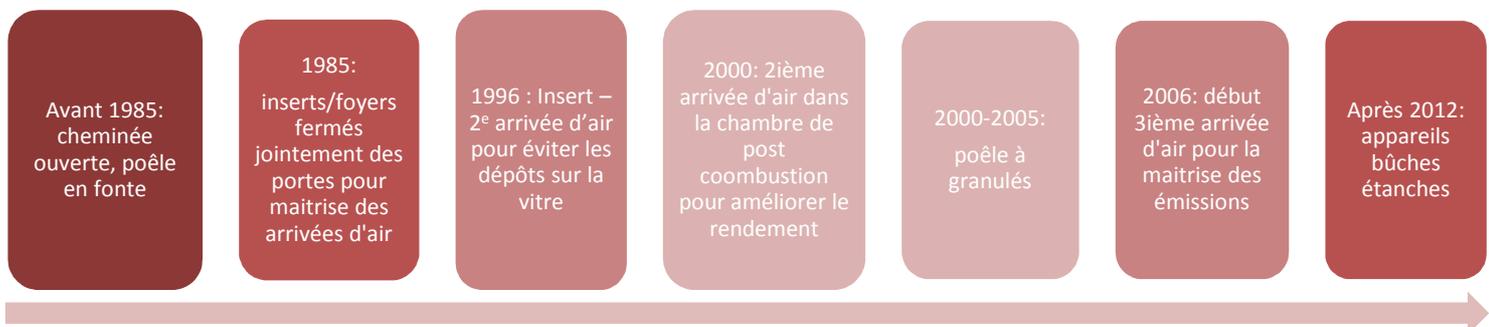


Figure 14 : Poêle avec 3 entrées d'air
(Source : <http://www.newbridgeheating.ie>)

Les matériaux réfractaires : l'ajout de briques réfractaires ou de vermiculite dans la chambre de combustion permet de contrebalancer le manque d'inertie de l'acier et permettra alors de diffuser la chaleur plus longtemps (environ une heure de plus par rapport à l'acier). L'autre avantage est de protéger la paroi intérieure de la chambre de combustion des agressions du feu.

La prise d'air extérieur : Les anciens appareils de chauffage au bois puisent l'air directement dans la pièce où ils se trouvent alors que les appareils modernes ont une entrée d'air spécifique Cette entrée d'air est obligatoire pour tout logement chauffé à l'électricité construit après 2005.

Figure 15 : Evolution et développement des technologies d'appareils de chauffage domestique au bois



3.1.4 Evolutions technologiques de la fumisterie

➤ Définition de la fumisterie

La fumisterie est définie comme tous les éléments ayant un lien avec l'évacuation des fumées produites lors de la combustion du bois. Ces éléments comprennent :

- Le conduit de raccordement
- Le conduit de fumée
- La souche (sortie de toit)

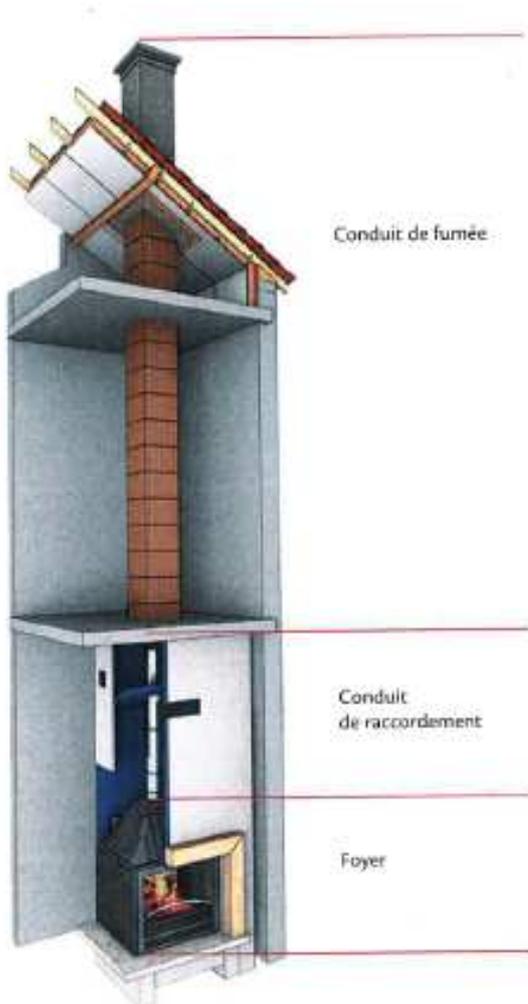


Figure 16 : Installation d'une cheminée
 (Source : brochure CSTB, Construction d'une cheminée)

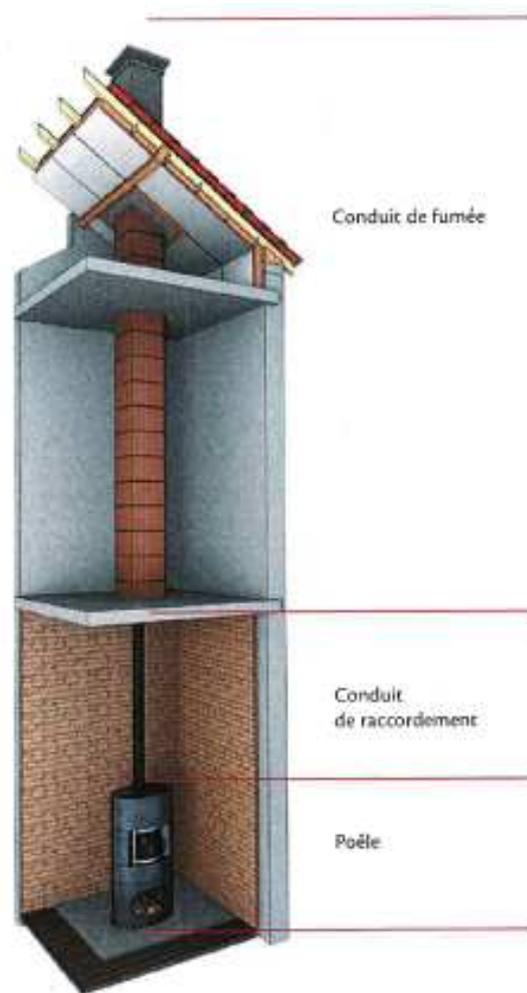


Figure 17 : Installation d'un poêle à combustible bois
 (Source : brochure CSTB, Construction d'une cheminée)

➤ **Les différents types de matériaux pour les conduits**

Le conduit de fumée peut être un ouvrage d'art bâti ou également mise en œuvre à travers des produits « conduit de fumée »

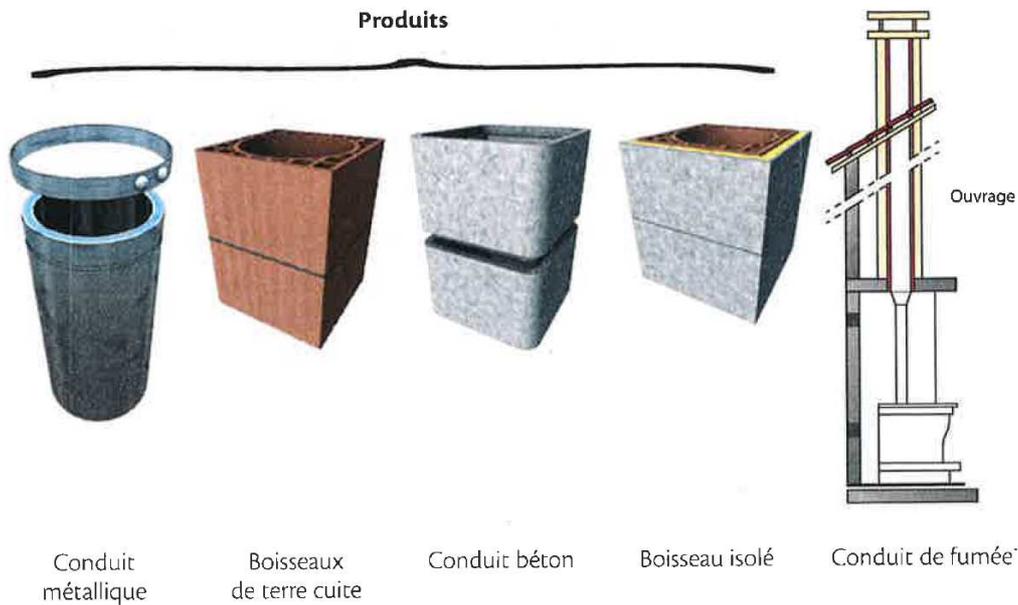


Figure 18 : Produits « conduit de fumée » et Ouvrage « conduit de fumée »
 (Source : brochure CSTB, Construction d'une cheminée)

➤ **Couplage conduit et appareils**

Le choix du conduit à mettre en oeuvre dépend avant tout de l'avis technique du constructeur de l'appareil et de la norme DTU associée. L'installation du conduit dépendra ensuite de plusieurs paramètres dont par exemple, l'altitude, la pression atmosphérique, les vents dominants, la situation géographique, etc. Si l'installation de l'appareil et du conduit ne respectent pas l'un de ces trois facteurs déterminants (avis technique, DTU et ensemble de paramètres techniques), les performances de l'appareil en pâtiront et ainsi, même un appareil moderne labellisé pourrait émettre plus de polluants que sa fiche technique ne l'indique.

➤ **Les innovations technologiques en fumisterie**

Les évolutions des dernières années encadrées par les réglementations sont les suivantes :

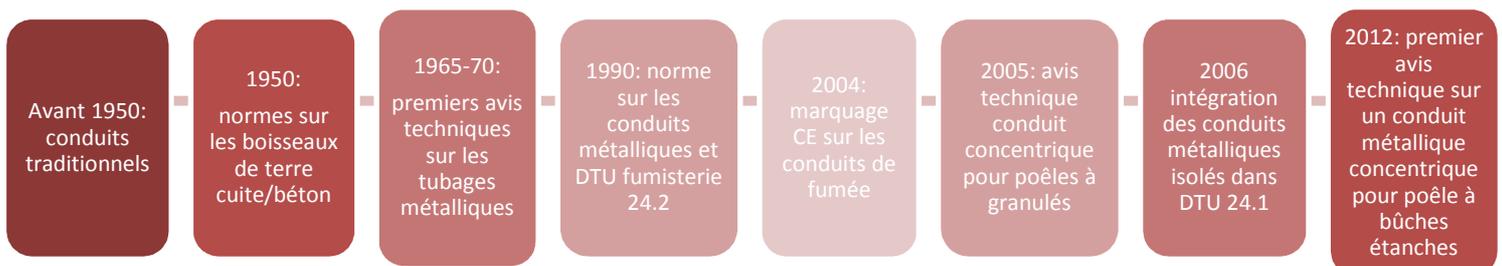
- avant 1950 : les conduits traditionnels
- après 1950 : normes sur les boisseaux de terre cuite / béton
- 1965 - 1970 : premiers avis techniques sur les tubages métalliques
- 1990 : norme NF D 35-3003 sur les conduits métalliques isolés et intégration dans les DTU de la série 24.2 (foyers ouverts, foyers fermés et inserts)
- 2004 : début du marquage CE sur les conduits de fumée
- 2005 : premier avis technique sur un conduit métallique concentrique pour poêle à granulés à circuit de combustion étanche
- 2006 : intégration des conduits métalliques isolés dans le DTU 24.1 Travaux de fumisterie
- 2012 : premier avis technique sur un conduit métallique concentrique pour poêle à bûches à circuit de combustion étanche

La principale innovation technologique survenue pour les conduits est l'ajout d'isolants dans les conduits de fumée bâti mais aussi le développement de conduits métalliques adaptés aux poêles à bois.

Les conduits à double parois inox, ou conduits de fumée concentriques sont particulièrement adaptés aux poêles à granulés. Ce système développé a été conçu pour optimiser le rendement des appareils (il peut faire gagner entre 10 et 15 % de rendement).

Sur le même principe, dans le conduit triple parois, l'entrée et l'évacuation de l'air peuvent se faire dans le même conduit. [30]

Figure 19 : Evolution et développement des technologies de fumisterie



3.1.5 Proposition d'une segmentation technologique consolidée

Suite aux entretiens menés, plusieurs dates clés correspondant à l'édition de nouvelles normes ou l'apparition de nouvelles technologies ont été retenues. Ci-dessous, une proposition de segmentation des appareils de chauffage au bois domestiques en fonction des évolutions technologiques des appareils et des conduits de fumée ainsi que de l'évolution des textes réglementaires.

Tableau 4 : Evolutions technologiques des appareils de chauffage au bois - détails

Années	Rupture technologique	Evolution des conduits de fumée	Evolution réglementaire
Avant 1995	Avant 1980 : Foyers ouverts et poêles en fonte. 1980 : inserts et foyers fermés 1985 : jointement des portes	1976 : DTU 24.1 conduit chauffage domestique Conduit bâti (béton, brique...).	1988 : en Allemagne, premières limites d'émission pour les appareils au bois.
1996-2004	1996 : Insert – 2 ^e arrivée d'air sur pour éviter les dépôts sur la vitre 2000 : Appareils à post-combustion (2 ^{ème} arrivée d'air dans la chambre de combustion Apparition des poêles et chaudières à granulés.	2000 : DTU : 24.2.1 foyer ouvert 24.2.2 Foyers fermés inserts Développement conduit inox pour poêles + conduit pour appareils granulés	2000 : Allemagne, révision des valeurs limites d'émission 2000 : création du label flamme verte. Mise en place étiquette énergie des logements
2005-2011	2005 : Ajout d'une 3 ^e entrée d'air sur l'arrière de la charge permettant de gagner en rendement et en émissions de polluants. 2010 : Ajout de produits isolants dans la chambre de combustion pour les produits haut de gamme.	2006 : Révision DTU 24.2	2005 : mise en place du crédit d'impôt avec les critères... Le marquage CE est mis en place et est obligatoire pour tous les types d'appareils 2011 : Le label Flamme Verte intègre un critère particules pour les appareils 5*
A partir de 2012	2012 : Appareils étanches avec maîtrise des débits de fuite et de arrivée d'air par l'extérieur Appareils à granulés (poêles et chaudières) Apparition d'appareils de traitement de fumée pour chauffage domestique au bois	2013 : Mise au point conduit triple paroi avec arrivée d'air pour appareil performant et logement étanche	2012 : Nouveaux seuils du crédit d'impôt avec 70 % de rendement et 0,3 % d'émissions de CO dans les fumées. 2017 : Etiquette énergie pour les chaudières au bois 2018 : Etiquette énergie pour les appareils indépendants au bois 2020 : Niveau minimum de 7 étoiles pour les appareils labellisés Flamme Verte 2022 : Directive Ecodesign pour tous les appareils au bois

Figure 20 : Synthèse de la segmentation technologique des appareils indépendants



3.2 Segmentation sur l'appareil et son environnement (logement, usage, utilisations)

Cette deuxième segmentation se réfère aux typologies d'utilisation et usages du bois de chauffage dans l'habitat : couplage installations bois et logement..

Les caractéristiques techniques des installations de chauffage au bois définissent la performance technique de combustion. En revanche, pour évaluer la performance énergétique et environnementale de l'utilisation du bois énergie dans le secteur domestique, il est important de disposer d'éléments descriptifs du logement en terme de surface chauffée, niveau d'isolation et couplage énergétique. La bonne connaissance des typologies d'utilisation passe par une identification des usages qui permet d'évaluer la contribution du bois énergie au chauffage du logement et la part d'énergie substituée. Ces éléments sont à prendre en compte dans le périmètre souhaité pour le référentiel de suivi.

3.2.1 Evolution des caractéristiques thermique et énergétique des logements

La mise en place et l'évolution d'une réglementation thermique dans l'habitat a eu des impacts sur le type d'installation et les usages de l'énergie bois dans le secteur domestique depuis les années 80.

La superposition des évolutions des appareils au bois et des standards en terme d'isolation des logements amène à définir des typologies d'utilisation bois en fonction du type de logement (âge et niveau d'isolation).

Par exemple, ces 10 dernières années en France, il y a eu une évolution du couplage d'énergie avec notamment un usage électricité/bois vers un usage bois/électricité. Par le développement des poêles à bois performants, le CEREN (grâce à son enquête annuelle sur les maisons gaz, et électricité) a également pu constater une augmentation du nombre de logements qui couplent un chauffage central au gaz avec un chauffage au bois sur une surface conséquente du logement.

Ainsi, une segmentation avec une approche « âge du logement » est proposée.

Les deux premières colonnes ont été définies et renseignées en première approche à partir des éléments de la réglementation thermique des bâtiments appliquée aux maisons individuelles. La troisième colonne a été remplie à partir des données présentées dans ADEME 2013 (Energies demain/Scout stratégique) 41]. Les typologies d'utilisation bois "première installation" décrivent les types les plus répandus de couplage et d'installation à la date de construction du logement. La dernière colonne précise, lorsque le logement et le système de chauffage ont été rénovés, le type d'installation bois alors envisagé et mis en place.

3.2.2 Synthèse

Date de construction du logement	Consommation Energie Finale MWh/logt	Energie principale (de la plus répandue à la moins répandue)	Typologie d'utilisation bois première installation (Usage/appareils)	Typologie d'utilisation bois (rénovation du système de chauffage)
Avant 1949	22,8	CCI gaz, CCI fioul, bois, élec	Chauffage principal : Poêles fontes, chaudière bûches, cuisinière, Chauffage appoint : foyer ouvert, Poêle fonte	Insert/ chaudière à granulés/ poêles modernes couplés à du gaz
De 1949 à 1974	25,8	CCI Gaz, CCI fioul	Chauffage appoint : foyer ouvert, poêle	Insert gaine de répartition de chaleur/ poêles modernes couplés à du gaz
De 1975 à 1989	13,9	Elec, CCI gaz CCI fioul	Chauffage appoint couplé à l'électricité : foyer ouvert/insert gaine de répartition de chaleur	Insert / poêles modernes inversion énergie principale et appoint (le bois devient énergie principale)
De 1990 à 2005	10,1	Electricité, CCI gaz	2000 : Chauffage appoint : insert, apparition des poêles « modernes »	Après 2000 inversion énergie principale et appoint (le bois devient énergie principale)
De 2006 à 2012	8	Pas de statistiques publiées à ce jour	Chauffage en base : Développement des poêles modernes associés à l'élec., Apparition des Poêles à granulés et chaudière à granulés en chauffage exclusif bois ;	/
2012-2015	6	Pas de statistiques publiées à ce jour	Développement Chaudières à granulés et poêle à granulés Usage exclusif bois se développe	/
Après 2015 (aujourd'hui)	2020 : maison à énergie positive (BEPOS)	?	Poêle hydraulique ? Granulés ?	/

CCI : chauffage central individuel

3.3 Segmentation simplifiée

A travers le travail réalisé sur les deux segmentations décrites précédemment (une focalisée sur la technologie de l'appareil, l'autre sur l'appareil et son environnement), nous retenons les périodes de ruptures technologiques suivantes :

- Avant 1996 : appareils et usages qualifiés d'ancienne génération.
- De 1997-2005 : développement de la 2^{ième} arrivée d'air et des poêles 2^{ième} génération + conduit métallique isolé
- De 2006-2011 : mise en place du crédit d'impôt et du marquage CE, diffusion sur le marché d'appareils performants
- Après 2012 : nouveaux seuils de crédits d'impôts et critère particules dans le label flamme verte, diffusion des appareils à granulés et des appareils étanches

- **Figure 21 : Synthèse de la segmentation simplifiée**



Ces périodes intègrent :

- Les évolutions techniques des appareils et conduits : mise en place de la 2^{ième} arrivée d'air, développement des poêles de seconde génération, développement des appareils étanches
- Les évolutions thermiques et énergétiques des bâtiments (réglementation thermique et couplage d'énergie de chauffage dans l'habitat) : amélioration de la thermique des bâtiments, réduction du poste chauffage.
- Le déploiement des nouvelles technologies sur le parc grâce aux mesures réglementaires et incitatives en terme de performances des installations (crédit d'impôt, normes, label flamme verte...).

Dans quelle mesure cette segmentation simplifiée peut elle être utilisée pour évaluer les performances d'un parc et de son utilisation ? Une synthèse bibliographique a donc été dressée sur les différents facteurs d'émission afin d'étudier la possibilité d'associer ces segments à un facteur d'émission et un rendement.

4 Caractéristiques énergétiques et environnementales de la segmentation simplifiée

4.1 Niveau des émissions associées aux technologies

Les facteurs d'émission de référence associés aux ruptures technologiques décrites ne sont pas disponibles tels quels dans la littérature. Les rapports de mesures disponibles ne font en effet pas systématiquement références à la technologie des appareils utilisés, ni même à la norme à laquelle l'appareil répond. La segmentation des appareils en fonction des principales dates d'évolutions technologiques nécessite de mener une étude complémentaire pour définir les facteurs d'émissions liés à cette segmentation pour caractériser les performances des différentes gammes de matériels. Concernant les rendements, des données de références peuvent être proposées en s'appuyant sur les évolutions des rendements affichées dans les normes. Les données sont détaillées en partie 4.2 du rapport.

4.1.1 Etat des connaissances et données de références

Actuellement, l'inventaire national annuel réalisé par le CITEPA se base sur des facteurs d'émissions issus d'un rapport de 2009. Ce rapport définit les paramètres à prendre en compte pour le calcul des facteurs d'émission. Ces paramètres sont également utilisés par les associations agréées de surveillance de qualité de l'air (AASQA) pour réaliser leur inventaire des émissions régionales via le guide méthodologique du PCIT. Ainsi, la répartition en classes d'âge des différents types d'appareils de chauffage au bois se base sur les enquêtes logements du CEREN, sur les ventes d'appareils et sur leur durée de vie :

- Appareils anciens : vendus avant 1996
- Appareils récents : vendus entre 1996 et 2005 [11]
- Appareils performants : rendement énergétique plus élevé et des émissions atmosphériques plus faibles

La définition de ces classes d'âge (avant 1996 et après 1996) est issue d'une étude de 2003 du CITEPA en collaboration avec des fabricants d'appareils. La segmentation tient également compte des types d'appareils : chaudière, cuisinière, poêle, foyer fermé et foyer ouvert ; cependant les données d'entrée pour obtenir les facteurs d'émission ne comprennent pas le type de combustible. Toutefois il est à noter que le rapport 2009 du CITEPA considère que les appareils à granulés font partie des appareils performants (information recueillie auprès de Sandra Dulhoste du CITEPA).

Dans le tableau ci dessous, nous avons regroupé les études françaises et quelques études étrangères pour lesquelles il y avait le plus de données et le plus de variables prises en compte, d'après le rapport d'étude sur l'évaluation des impacts de la qualité de l'air des actions de modernisation du parc d'appareils de chauffage au bois à Lanslebourg, réalisée pour le compte de l'ADEME en 2014 [12].

Par ailleurs, certaines études prennent en compte l'essence du bois comme paramètre influençant les émissions, cependant l'impact de ce paramètre est souvent masqué par les autres lors des différents mesurages [3].

Enfin, les phases de combustion peuvent également être prises en compte pour la mesure des facteurs d'émission. En effet, les émissions sont plus importantes au moment du démarrage de l'appareil et de l'arrêt de l'appareil qu'en régime établi. Toutefois, cela ne concerne pas les appareils automatiques (chaudières et poêles à granulés). Ainsi les émissions de CO, COVT, TSP et CH₄ seront plus importantes au moment de l'amorçage et de l'arrêt de l'appareil. [3]

Tableau 5 : Facteurs d'émissions existants

Type Chauffage	Technologie associée	Année de mise sur le marché	Type Combustible Bûche / Plaquettes Granulés	Condition de fonctionnement	Rendement	Puissance (kW)	Facteurs d'émission						Références	Remarques
							CO (g/MJ)	TSP (g/MJ)	PM10 (g/MJ)	PM2,5 (g/MJ)	NOX (g/MJ)	COVT (g/MJ) en eq. CH4		
Foyers ouverts				Labo			4,15			0,772	0,388	2,878	Rogaume et al 2009	Manque d'information de CO pour les FO aussi bien en laboratoire qu'en conditions réelles.
Foyers ouverts				Réelles			3,07	0,07	0,071	0,04	0,119	1,405	INERIS 2008	
Foyers ouverts				Réelles			7	0,75	0,713	0,697	0,17	1,85	CITEPA 2009	
Foyers ouverts							3	0,1	0,09	0,08	0,08	0,18	Nussbaumer & Hälg 2013 (Suisse) [40]	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
Foyers ouverts							2,9	0,126			0,066	0,266	E-Faktoren 2007, Haushalte (Allemagne)	
Insert et FF				Labo			3,595	0,051			0,1	0,07	Peren?Bois 2011	
Insert et FF		1983		Réelles	79%	13 kW	1,29	0,0235	0,012	0,011	0,056	0,349	INERIS 2008	
Foyer fermé et poêles			Bûches				2,58		0,09	0,08	0,08	0,15	Nussbaumer & Hälg 2013 (Suisse)	
Insert							4,1		0,18	0,16	0,07	0,25	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
Insert	Conventionnel				< 83%		0,842	0,031			0,124	0,071	Alexander Storch, 2013 (Autriche)	
Insert	Performant				> 83%		0,785	0,027			0,124	0,071	Alexander Storch, 2013 (Autriche)	
Poêle, insert et FF		Avant 1996		Réelles			7	0,7	0,665	0,651	0,06	1,6	CITEPA 2009	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
		Après 1996		Réelles			4	0,26	0,247	0,241	0,06	0,4		
		Performant		Réelles			2,5	0,14	0,133	0,13	0,06	0,25		
Poêle	Conventionnel		Bûche		<83%		0,828	0,03			0,091	0,703	Alexander Storch, 2013 (Autriche)	
Poêle	Performant		Bûche		> 83%		0,865	0,032			0,087	0,05	Alexander Storch, 2013 (Autriche)	
Poêle			Granulés		> 92%		0,1	0,014			0,094	0,005	Alexander Storch, 2013 (Autriche)	
Poêle			Bûche			< 15 kW	2,3	0,1			0,065	0,281	Struschuka, 2008 (Allemagne)	
Poêle			Granulés			< 15 kW	0,648	0,057			0,185	0,007	Struschuka, 2008	

Type Chauffage	Technologie associée	Année de mise sur le marché	Type Combustible Bûche / Plaquettes Granulés	Condition de fonctionnement	Rendement	Puissance (kW)	Facteurs d'émission						Références	Remarques
							CO (g/MJ)	TSP (g/MJ)	PM10 (g/MJ)	PM2,5 (g/MJ)	NOX (g/MJ)	COVT (g/MJ) en eq. CH4		
													(Allemagne)	
Poêle		1993-2004	Bois	Réelles	68-69%		3,07	0,0665	0,062	0,0585	0,0585	0,7785	INERIS 2008	Test sur un appareil ancien (1993) et sur un récent (2004) avec un rendement de 69% mais le poêle ancien reste le moins émissif.
Poêle	système d'épuration des fumées		Bois	Labo		7-9 kW	3	0,09	0,053	0,053	0,070 (eq NO2)	1,19	Peren ² Bois 2011	
Poêle			Granulés	Labo			0,3	0,08			0,051 (eq NO2)	0,48	Peren ² Bois 2011	Informations sur les appareils à granulés encore peu disponibles dans la littérature.
Poêle			Granulés				0,3		0,054	0,048	0,06	0,01	Nussbaumer and Hälg 2015 (Suisse)	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
Chaudière		"ancienne "	Bois	Allure intermédiaire		14,5 kW	3	0,3			0,070 (eq NO2)	1,42	Peren ² Bois 2011	
Chaudière			Bois	Réelles		12,9 kW	2,152	0,119			0,11	0,039	Spitzer et al 1998	
Chaudière			Plaquettes				0,641	0,045			0,115	0,039	E-Faktoren 2007, Haushalte (Allemagne)	
Chaudière	Manuelle					4-25 kW	4,5	0,09			0,124	0,019	Struschuka, 2008 (Allemagne)	
Chaudière	Manuelle					> 25-50 kW	1,4	0,052			0,081	0,049	Struschuka, 2008 (Allemagne)	
Chaudière	Automatique		Granulés			4-25 kW	0,216	0,023			0,081	0,003	Struschuka, 2008 (Allemagne)	
Chaudière	Automatique		Granulés			> 25-50 kW	0,138	0,013			0,084	0,003	Struschuka, 2008 (Allemagne)	
Chaudière			Bûches				1,2		0,18	0,16	0,08	0,07	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
Chaudière	Automatique		Granulés			< 50 kW	0,2		0,04	0,04	0,06	0,004	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	
Chaudière	Automatique		Granulés			50-500 kW	0,15		0,038	0,033	0,06	0,003	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	
Chaudière	Automatique		Plaquettes			< 50 kW	0,6		0,09	0,08	0,12	0,012	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	
Chaudière	Automatique		Plaquettes			50-500 kW	0,5		0,075	0,067	0,12	0,01	Nussbaumer and Hälg 2013 (Suisse)	
Chaudière			Plaquette et		74-89%	320-750	2,752	0,048			0,08		ADEME LECES 2008	

Type Chauffage	Technologie associée	Année de mise sur le marché	Type Combustible Bûche / Plaquettes Granulés	Condition de fonctionnement	Rendement	Puissance (kW)	Facteurs d'émission						Références	Remarques
							CO (g/MJ)	TSP (g/MJ)	PM10 (g/MJ)	PM2,5 (g/MJ)	NOX (g/MJ)	COVT (g/MJ) en eq. CH4		
Chaudière		Après 1996	palettes	Réelles		kW	3,2	0,1	0,095	0,093	0,06	0,33	CITEPA 2009	Les facteurs d'émission de COV sont exprimés en COVNM
		Avant 1996		Réelles			6	0,25	0,237	0,232	0,06	1		
	Performant			Réelles			1	0,05	0,047	0,046	0,09	0,05		

Les encadrements en rouge montrent les valeurs du CITEPA. Ces valeurs sont généralement plus élevées que les autres facteurs d'émissions fixés par d'autres études. Ces facteurs d'émission du CITEPA sont issus d'une étude bibliographique menée en 2003 auprès des fournisseurs qui ont indiqué des résultats de mesure de leurs appareils mis sur le marché. Ces facteurs d'émission sont appliqués sur la consommation réaffectée à chaque segment défini par le type d'appareil et l'année d'installation. Les conditions réelles de fonctionnement des appareils n'ont pas été prises en compte à proprement parlé mais simulées dans certaines études de la revue bibliographique effectuée en 2003. Il n'est pas possible d'expliquer de manière exhaustive la cause de ces facteurs d'émission plus élevés que les autres études relevés dans tableau, car, pour cela, il serait nécessaire d'étudier en détail chaque étude de référence utilisée pour la revue bibliographique de 2003 (cf. entretien avec Sandra Dulhoste du CITEPA).

Les facteurs d'émission allemands seraient également calculés à partir d'une revue bibliographique des informations fournies par les fabricants d'appareils (mesures en laboratoire) auxquels aurait été appliqué un facteur de transfert afin de prendre en compte les conditions réelles d'utilisation. Les mesures réalisées par une étude datant de 2003 (Struschka et al) prennent en compte les émissions au démarrage et à l'arrêt de l'appareil. [22]

Les graphiques ci-dessous reprennent les valeurs représentant les pays comparés (France, Allemagne, Suisse et Autriche) et les principaux polluants soit, tout ceux représentés sur le tableau 27 excepté le monoxyde de carbone qui concerne davantage la pollution intérieure, ce qui n'est pas l'objet de notre étude.

Concernant les foyers ouverts, les valeurs du CITEPA sont supérieures à toutes les autres valeurs étrangères, comme indiqué précédemment. Les valeurs suisses et allemandes sont relativement proches et démontrent une homogénéité des techniques de mesures entre les deux pays.

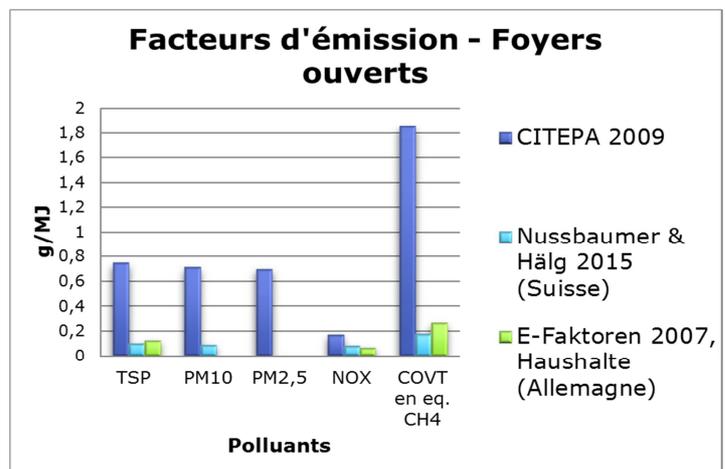


Figure 22 : Comparaison des facteurs d'émission pour les foyers ouverts

L'étude Peren²Bois de 2011 a également permis d'avoir des facteurs d'émission sur les foyers fermés avec un test en laboratoire dont les valeurs sont similaires aux valeurs autrichiennes. Les facteurs d'émission autrichiens différencient les appareils « conventionnels » des appareils « performants », néanmoins les valeurs sont assez similaires. Quant aux résultats suisses, ils sont plus élevés au niveau des PM₁₀ et PM_{2,5}, valeurs pour lesquelles nous n'avons pas de précisions quant aux conditions de test.

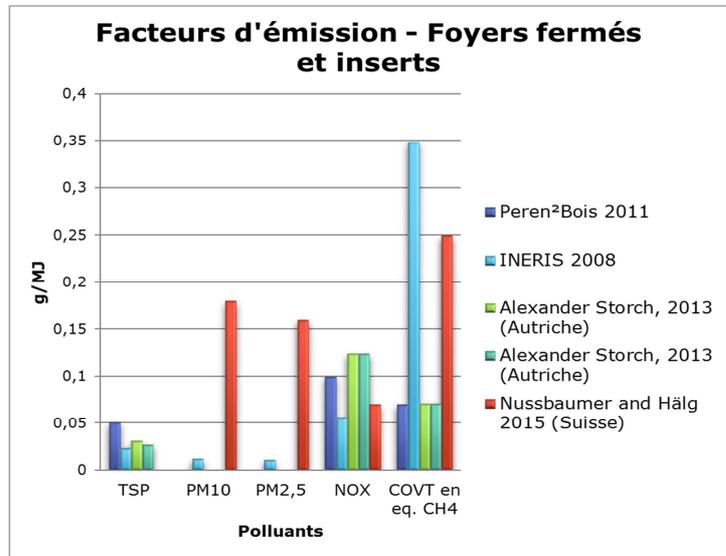


Figure 23 : Comparaison des facteurs d'émission pour les foyers fermés et inserts

Pour les poêles nous distinguons les poêles à bûches des poêles à granulés, afin d'avoir une comparaison plus fine des facteurs d'émission. Nous observons encore une fois une supériorité des facteurs d'émission du CITEPA que ce soit pour les appareils avant 1996 ou après 1996. Quant aux facteurs d'émission autrichiens et allemands, ils sont plutôt similaires sauf en ce qui concerne les COV pour lesquels on dénote une grande différence entre les appareils de moins de 83% de rendement et ceux supérieurs à ce taux (les moins performants sont 14 fois plus émissifs). Les facteurs d'émission des oxydes d'azote sont en revanche, assez similaires entre les 5 études y compris pour les appareils d'avant 1996 du CITEPA.

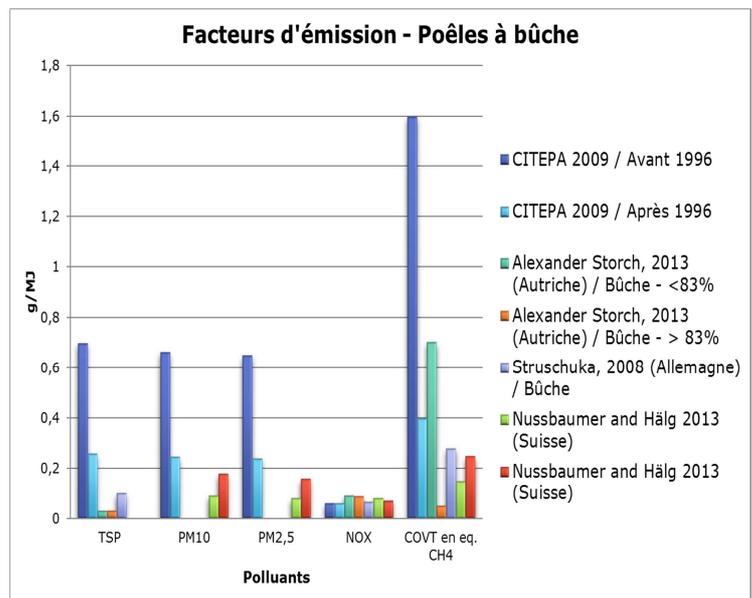


Figure 24 : Comparaison des facteurs d'émission pour les poêles à bûches

Pour les poêles à granulés, nous remarquons que les facteurs d'émission sont inférieurs à ceux des poêles à bûches et ce, grâce à la qualité du combustible et à celle de l'appareil qui en découle. Les valeurs allemandes, suisses et autrichiennes sont très similaires, ce qui dénote encore une fois, de l'homogénéité des techniques de mesures entre ces 3 pays. Il est aussi intéressant de noter que pour l'Allemagne et l'Autriche, les facteurs d'émission de NOx sont en revanche supérieurs à ceux relevés par l'étude suisse et le CITEPA alors que celui-ci surestime ses facteurs d'émission.

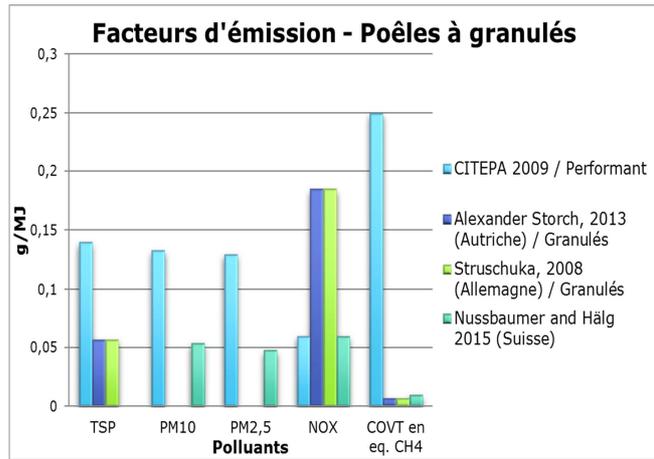


Figure 25 : Comparaison des facteurs d'émission pour les poêles à granulés

Les facteurs d'émission des chaudières à bûches (sous-entendu à bûche puisque « manuelle ») sont plus homogènes que les facteurs d'émission pour les autres types d'appareil. Cela nous permet de constater une évolution entre les appareils anciens (avant 1996) et les appareils plus récents. On en déduit donc, que les appareils utilisés pour les études suisses et allemandes sont des appareils récents étant donné la proximité des valeurs avec celles du CITEPA sur les appareils après 1996.

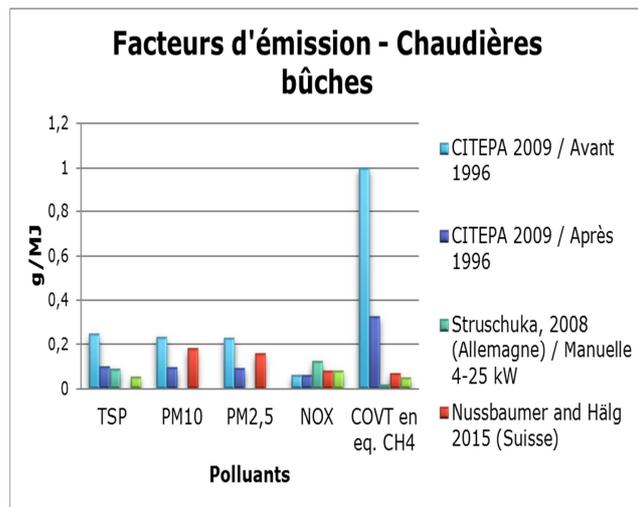


Figure 26 : Comparaison des facteurs d'émission pour les chaudières à bûche

Nous constatons aussi que les chaudières à granulés sont encore moins émissives que les poêles à granulés puisque les facteurs d'émission ne dépassent pas les 0,05 g/MJ (sauf pour les NOx) alors que les poêles à granulés sont au-dessus de cette valeur (excepté pour les COV). En revanche, les valeurs sont ici moins homogènes que pour le graphique précédent.

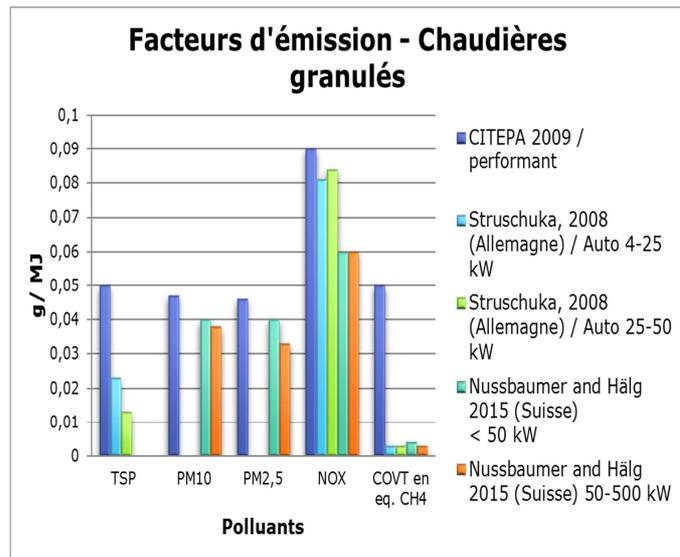


Figure 27 : Comparaison des facteurs d'émission pour les chaudières à granulés

4.1.2 Analyse des limites de l'exercice

De manière générale, suite à la comparaison de tous les facteurs d'émission sur tous les types d'appareil de chauffage au bois nous dénotons plusieurs paramètres influençant les émissions :

- Le rendement énergétique : plus il est élevé moins les émissions sont importantes ;
- Les tests en conditions réelles révèlent toujours des valeurs supérieures à celles obtenues après un test en laboratoire ;
- Les combustibles : les granulés offrent des performances à la fois énergétiques et environnementales plus élevées dans toutes les comparaisons effectuées.
- L'ancienneté des appareils n'est pas toujours prise en compte dans les tests effectués par les différentes études, cependant, au regard des résultats du CITEPA nous constatons toujours une amélioration des émissions pour les appareils « après 1996 » par rapport aux appareils « avant 1996 ».

Toutefois, cette analyse comporte des limites à trois niveaux :

- Les méthodes de mesure : pour chaque étude il est difficile de déterminer si les mesures de test ont été effectuées en laboratoire ou en conditions réelles, notamment lorsqu'il s'agit d'une revue bibliographique des tests effectués par les fabricants d'appareils. De plus, les méthodes de mesure, que ce soit en laboratoire ou en conditions réelles, sont différentes d'un pays à l'autre et ne permettent donc pas une comparaison fiable entre ces derniers. Enfin, les facteurs d'émissions pour les composés organiques volatils (COV) ne sont pas exprimés de la même manière par chaque étude : le CITEPA les exprime en COV Non Méthanique (COVNM) alors que les autres en COVT équivalent CH₄ (méthane).
- La segmentation : chaque pays, voire chaque étude, utilise une segmentation d'appareils différente. On retrouve, cependant, des critères communs comme le type de combustible et la puissance énergétique de l'appareil. Par ailleurs, les critères technologiques peuvent aussi

manquer de précision lorsque seuls les mots « conventionnels » ou « performant » sont utilisés pour distinguer des appareils d'une même catégorie (ex : poêle conventionnel, poêle performant).

- L'année de mise en service de l'appareil : cette information, qui est pourtant un indicateur utile pour déterminer le niveau technologique de l'appareil, est très peu renseignée par les études sur les facteurs d'émission. Seul le CITEPA considère cette donnée comme un critère mais demeure peu précise : « avant 1996, après 1996 ». Par conséquent, il serait pertinent de préciser les technologies de références prises pour les appareils avant 1996 et après 1996 (type d'appareil, simple double au triple arrivée d'air, arrivée d'air extérieur ou intérieur...).

En conclusion, les limites à l'analyse comparative des facteurs d'émission sont nombreuses et cela ne nous permet pas de déterminer une évolution des facteurs d'émission en fonction de l'évolution technologique des appareils.

4.2 Performance énergétique (rendement) appliquée à la segmentation simplifiée

Les rendements présentés ci dessous sont des rendements moyens d'utilisation par classe d'année d'installation des appareils. Ces rendements intègrent une inertie dans la diffusion sur le marché des appareils les plus performants. L'évolution des critères d'éligibilité des mesures incitatives est aussi prise en compte. Le but de cette segmentation simplifiée est d'être en mesure de renseigner les indicateurs de performances énergétiques de suivi du parc à partir de données sur la composition du parc (type d'appareil et année d'installation).

Tableau 6 : Rendements énergétiques moyens réels pour les différents segments du parc français

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

Avertissement : il s'agit bien de rendements globaux d'utilisation élaborés à dire d'experts avec une logique d'usage des appareils et de type de combustibles utilisés. Les poêles à bois sont plus souvent d'une moindre puissance que les foyers fermés et acceptent des bois de plus petite taille (bûches de 33 ou 25 cm) plutôt que des bûches de 50cm ce qui favorise la combustion performante.

4.3 Conclusions

En l'état des travaux scientifiques actuels, il n'est pas possible de proposer d'associer des facteurs d'émissions détaillés par segment. En revanche sur les performances énergétiques des appareils, les données présentées ci dessus peuvent servir à l'étude du parc. Si la performance en terme d'émission atmosphérique ne peut être quantifiée, nous pouvons néanmoins proposer une qualification en fonction du type d'appareil et de son niveau de performance énergétique.

Cette qualification pourra être utilisée pour décrire les enjeux environnementaux de renouvellement du parc des appareils. Elle pourra aussi être croisée au niveau des performances des utilisations et usages évaluée lors d'enquêtes ménages.

Tableau 7 : Qualification des performances des appareils les différents segments

	Avant 1996	Entre 1997-2005	De 2006-2011	Après 2012
Foyers ouverts	A remplacer par un appareil performant			
Poêle à bois	A remplacer par un appareil performant	Appareil moyennement performant	Appareil performant	Appareil performant
Foyers fermés/inserts	A remplacer par un appareil performant	Appareil moyennement performant	Appareil performant	Appareil performant
Poêle à granulés	/	Appareil performant	Appareil performant	Appareil performant
Chaudières à bois	A remplacer par un appareil performant	Appareil moyennement performant	Appareil performant	Appareil performant
Chaudière à granulés	/	Appareil performant	Appareil performant	Appareil performant

Le tableau ci dessus offre donc une qualification du niveau de performance du parc sur les segments réduits au type d'appareils et à la période d'installation. Ceci constitue un premier élément du référentiel de suivi du parc qui peut être proposé et enrichi par une approche d'enquêtes ménages, ces enquêtes ménages permettant en outre une qualification des pratiques et utilisations qui sont détaillées dans la suite du rapport.

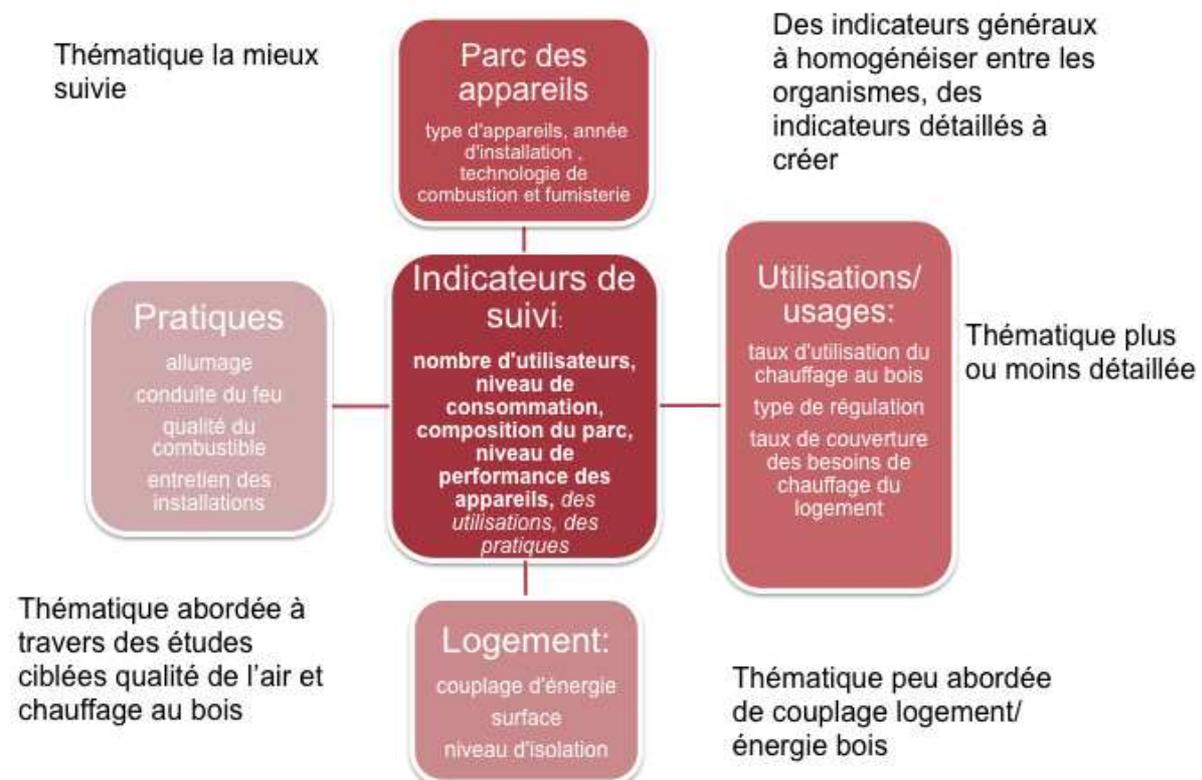
5 Indicateurs de suivi du parc des appareils de chauffage au bois

L'état des lieux des segmentations utilisées par les organismes nationaux tels que l'INSEE, le CITEPA, le CEREN ou Observ'er a montré que la question de l'évaluation des performances énergétiques et environnementales du parc n'est pas traitée dans son entier (voir partie 2 : segmentations existantes). En effet aujourd'hui nous disposons des indicateurs suivants qui ne sont pas homogènes dans le traitements des données sources (terminologies employées pour les usages, les appareils, segmentations utilisées, ...) :

- Niveau de consommation (CEREN, études ADEME)
- Consommation moyenne unitaire par usage (CEREN, études ADEME)
- Volumes des ventes des appareils de chauffage (Observ'er)
- Niveau total d'émission du chauffage domestique au bois (CITEPA dans le cadre de l'inventaire national des émissions)

L'enjeu sur la définition d'un référentiel de production et de traitement de données pour le secteur du chauffage domestique au bois est donc de permettre une homogénéité dans la production des données et d'élargir le champs des indicateurs disponibles en lien avec la problématique qualité de l'air.

5.1 Définition des enjeux et cibles pour le suivi des performances globales d'utilisation



La thématique aujourd'hui la mieux suivie est celle portant sur le parc des appareils avec une description de premier niveau. La thématique des utilisations et usages aborde à minima le taux d'utilisation du bois chez les ménages c'est à dire le nombre de ménages utilisant du bois en énergie principale ou secondaire.

5.1.1 Analyse de la performance d'un parc d'appareils

La démarche suivie au travers de l'étude ADEME [31] a été enrichie par la présente étude. Les périodes décrivant les segments de performances ont été consolidées. **La segmentation redéfinie dans le cadre de cette étude propose une nouvelle grille d'analyse du parc présentée dans la partie 4.3 du présent rapport.**

Dans la précédente étude ADEME [31], les segments à enjeux (équipements à modifier : foyer ouvert et équipement avant 2000) avaient été caractérisés par des données descriptives sur les ménages utilisateurs et l'âge du logement. La répartition du parc en fonction de la performance des appareils avait été présentée comme suit :

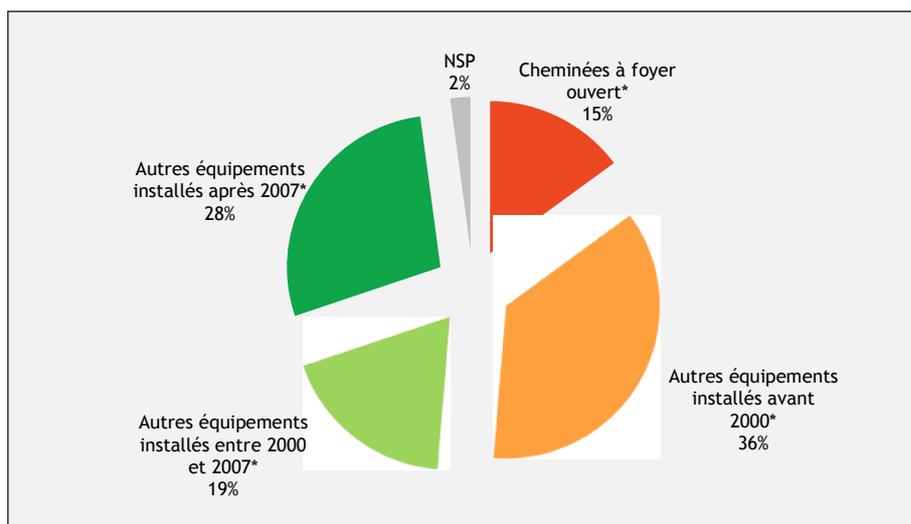


Figure 28: Répartition du parc d'appareils de chauffage au bois en fonction de la performance des appareils

Cette approche peut être complétée par une analyse plus détaillée de l'adéquation appareil et besoin en chauffage du logement, mais aussi par une qualification des pratiques des usagers autour de l'installation.

5.1.2 Performance globales d'utilisation : poids des appareils, des pratiques et usages

Il est perceptible que les seules performances intrinsèques des appareils en conditions normalisées ne caractérisent pas le niveau d'émissions réelles ni les performances énergétiques liées à l'utilisation du bois énergie dans le secteur domestique.

Les éléments qui influencent le niveau d'émissions réelles sont essentiellement :

- Le dimensionnement des installations (puissance liée à la surface ou au volume de chauffe) : un surdimensionnement des installations a été courant ces dernières années du fait d'un faible nombre d'appareil inférieur ou égal à 5 kW sur le marché. Ce surdimensionnement entraîne soit une utilisation des appareils en sous charge soit une surchauffe des habitations et une surconsommation. Dans les 2 cas les émissions sont supérieures aux conditions normales d'utilisation.
- Les pratiques d'allumage : il y a des différences avérées du niveau d'émission entre un allumage par le haut ou par le bas.
- La conduite du feu doit être menée pour limiter le phénomène de feu ralenti ou couvé et ainsi maintenir un niveau de température suffisant dans le foyer. Les phénomènes de feu couvé augmentent le niveau réel des émissions.
- Le taux d'humidité du bois utilisé
- La conception et la mise en œuvre du conduit de fumée (difficile à estimer, cela demande une expertise professionnelle. Un particulier peut difficilement juger de la bonne conception de son installation. Il peut par contre signaler des dysfonctionnements qui peuvent alerter)

5.1.3 Proposition et test d'un questionnaire d'enquêtes ménages type : typologies d'utilisation

Au regard des enjeux posés sur l'élargissement des indicateurs de suivi du parc sur les problématiques de qualité de l'air, nous avons construit un questionnaire sur 4 thématiques à aborder. Nous avons également testé la bonne compréhension des intitulés des questions auprès d'un échantillon d'utilisateurs.

La réflexion autour des enjeux à traiter et de l'exploitation des données d'une enquête ménages (couplage bois et type de logement, caractérisation des pratiques réelles...) peut être rapportée à la segmentation simplifiée. La terminologie employée doit être la même sur la description du parc d'appareils que celle présentée dans l'étude.

Le questionnaire présenté en annexes a pour but, par son administration, de pouvoir alimenter un tableau de bord de suivi de chauffage domestique au bois (côté aval). La thématique « marché et approvisionnement en combustible bois chez les ménages » peut selon les besoins être accolée au questionnaire proposé, mais elle n'est pas traitée dans cette étude car elle n'a pas de lien direct avec l'évaluation des performances énergétiques et environnementales des utilisations.

Le questionnaire-type a ainsi été bâti sur 4 thématiques :

- Type de logement : il est décrit par son année de construction, son niveau d'isolation, sa surface et l'énergie principale au associée au bois. Un jeu de questions est ainsi posé pour évaluer la performance énergétique du logement en 4 catégories. Les objectifs pour cette partie sont de :

1. Déterminer la consommation moyenne en kWh du logement pour le chauffage et la part couverte par le bois énergie = indicateur : énergie substituée

2. Préciser l'adéquation type de logement (année de construction/surface/couplage énergie) et type d'utilisation bois énergie (appareil/usage/ performance)= indicateur performance d'utilisation (bon dimensionnement kW bois/m2)
 - Type d'appareil et installation : il est décrit par le couplage technologique appareil - conduit, le combustible utilisé, sa puissance, son année d'installation et son niveau de performance (année de rupture technologique). A partir des données collectées sur cette thématique l'indicateur performance qualitative du parc peut être renseigné en s'appuyant sur le travail réalisé dans cette étude
 - Type d'usage bois : il est décrit par le nombre de jours de fonctionnement, puis requalifié en chauffage exclusif, chauffage principal, appoint régulier, appoint exceptionnel, agrément. Les éléments ainsi collectés permettent de renseigner un indicateur sur la consommation moyenne par usage en complément à l'approche INSEE/CEREN.
 - Type de pratiques : il est décrit par le type d'allumage, le type de gestion du feu, le type d'entretien réalisé. Ces pratiques sont ensuite requalifiées en niveau de performances :

• **Tableau 8 : Qualification des utilisations et pratiques de chauffage au bois**

Pratique d'allumage	Peu performante	Moyennement performante	Performante
Conduite du feu	Peu performante	Moyennement performante	Performante
Entretien des installations	Peu performante	Moyennement performante	Performante
Utilisation/usages	Peu adaptée	Adaptée	Optimisée

Les enquêtes ménages peuvent ainsi compléter les approches des différents organismes de collecte ou traitement de la donnée sur le chauffage au bois domestique.

Les résultats du test auprès d'un échantillon sont disponibles en ANNEXES

5.2 Proposition d'indicateurs de suivi associés au référentiel

5.2.1 Points de vigilances sur les indicateurs : continuité, homogénéité, fiabilité

Les indicateurs doivent être renseignés d'une manière homogène. La terminologie des différents organismes de production de données doit être partagée aux différents niveaux de calculs des indicateurs.

Il est important de veiller à la continuité des indicateurs pour assurer un suivi pertinent des usages.

La classification de l'usage chauffage principal, appoint, agrément peut ne pas toujours refléter la réalité du niveau de consommation en bois ou du taux de couverture de l'énergie bois sur les besoins en chauffage. D'ailleurs cette classification a évolué en intégrant deux classes d'appoint, l'appoint régulier et l'appoint exceptionnel.

Dans l'enquête ménages réalisée en 2012 lors de l'étude nationale ADEME sur le chauffage domestique au bois, les consommations moyennes par usage étaient les suivantes :

- Bois bûches en chauffage principal : 10,7 stères par an
- Bois bûche en chauffage d'appoint : 5 stères par an
- Bois bûches en chauffage plaisir : 3,7 stères par an
- Granulés en chaudière en chauffage principal : 5,5 tonnes de granulés par an
- Granulés en poêle en chauffage principal : 2 tonnes de granulés par an
- Granulés en poêle en chauffage d'appoint : 1 tonne de granulés par an

La production et le suivi d'indicateurs de performances sur les utilisations et les pratiques ne pourront se faire que par des enquêtes utilisateurs régulières.

La production d'indicateurs sur les performances du parc des appareils pourra être grandement facilitée à terme par l'étiquetage environnemental des appareils.

5.2.2 Définition des indicateurs

En cohérence avec la segmentation simplifiée proposée dans cette étude, les indicateurs généraux sont :

Dans une approche de premier niveau :

- **Le nombre de ménages utilisateurs de bois de chauffage et la répartition du parc selon le type d'appareils et le type de combustible**
- **Le niveau de consommation par ménage, par usage** (répondant à une terminologie homogène entre les organismes).
- **La part du parc d'appareils performants** . La performance est définie selon les années de ruptures technologiques (rendement, émission) indiquées dans ce rapport.

Dans une approche de second niveau (qui reste à approfondir et qui n'était pas inscrite au cahier des charges de cette étude):

- La part du parc avec une utilisation performante. L'utilisation performante est définie comme un bon dimensionnement kW installé/m² chauffé bois et une bonne adéquation entre le type d'appareil, l'usage et le logement. Cette notion d'utilisation performante est indépendante à la notion de performance intrinsèque de l'appareil. Par type de logement on peut définir 4 classes de logements: très performant, performant, moyennement performant, peu performant). *Le fait de croiser le niveau de consommation par type de logement et usage constitue une nouvelle approche. Jusqu'à présent le niveau de consommation n'est disponible que par usage.*
- La part des ménages avec des pratiques performantes (conduite du feu, ramonage, allumage, nature du combustible). Ces pratiques performantes sont les bonnes pratiques du chauffage

au bois telles que définies dans les documents de sensibilisation et les notices d'utilisation des appareils.

- L'efficacité du chauffage domestique au bois en terme de substitution d'énergie fossile. Cet indicateur a pour but d'évaluer les impacts en terme de facture énergétique locale et nationale mais aussi d'évaluer les émissions de CO2 évitées au regard du bilan quasi neutre en carbone du bois.

5.2.3 Renseignement des indicateurs : données sources à produire

Le renseignement des indicateurs se réalise à partir de données sources sur différentes thématiques. Des modèles de présentation des données sont proposés ci-après pour chacune des thématiques.

- Les données sur le parc : Elles sont issues d'une part des études du CEREN, d'Observ'er et de l'ADEME (enquêtes ménages). Il est proposé que les données sur le parc reprennent les catégories d'appareils suivantes et intègrent la donnée d'année d'installation.

Tableau 9 : Modèle de présentation des données sur le parc

	Avant 1996	De 1997-2005	De 2006-2011	Après 2012
Foyers ouverts	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Poêle à bois	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Foyers fermés/inserts	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Poêle à granulés	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Chaudières à bois	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Chaudière à granulés	Nombre d'appareils Niveau de consommation			

- Les données logements :

Les données sources sur le parc de logements équipés d'appareils au bois sont issues de l'exploitation des enquêtes logements de l'INSEE. Les enquêtes ménages permettent aussi de collecter des données spécifiques à la thématique logement et chauffage au bois comme par exemple : la surface du logement, la part du logement chauffé au bois, la performance énergétique du logement (le croisement entre le niveau d'isolation du logement et l'année de construction du

logement peut amener à estimer le niveau des besoins en chauffage de ce dernier, en lien avec la segmentation logement qui a été abordée dans cette étude).

Tableau 10 : Modèle de présentation des données croisées type d'appareils, type de logements

	Logement très performant	Logement performant	Logement peu performant	Logement très peu performant
Foyers ouverts	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Poêle à bois	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Foyers fermés/inserts	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Poêle à granulés	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Chaudières à bois	Nombre d'appareils Niveau de consommation			
Chaudière à granulés	Nombre d'appareils Niveau de consommation			

Selon le périmètre géographique d'études, l'approche enquêtes ménages pourra être privilégiée sur l'approche INSEE/CEREN qui est plutôt adaptée à une échelle nationale qui a une périodicité longue.

- Les données usages/utilisations :

Ces données sont issues du travail du CEREN sur le traitement des enquêtes logements de l'Insee et sur les résultats de leurs propres enquêtes menées annuellement. Les enquêtes utilisateurs de bois de chauffage fournissent également des données qui permettent de construire des indicateurs sur les usages et utilisations. Notamment à partir des données sur le nombre de jours d'utilisation de l'appareil par an. La terminologie proposée pour les usages est la suivante :

- Chauffage exclusif au bois
- Chauffage principal au bois non exclusif
- Chauffage d'appoint bois régulier
- Chauffage d'appoint bois exceptionnel
- Agrément (la notion de chauffage n'est pas privilégiée)

- Les données sur les pratiques.

La seule source de données qui permette de définir des pratiques est l'enquête utilisateurs de bois de chauffage. A partir des données d'enquêtes ménages nous définissons les performances des pratiques sur 3 axes. Un quatrième axe, qui n'est pas détaillé ici, consisterait à évaluer le bon dimensionnement et la bonne utilisation de l'appareil en fonction des caractéristiques du logement et de l'usage.

- L'allumage : croisement des questions Q10 et Q11 du questionnaire

Tableau 11 : Qualification des pratiques d'allumage

Q10/Q11	Allumage par le haut	Allumage par le bas	Ça dépend
De manière croisée, les plus petits bois au dessus	Performante	Moyennement performante	Moyennement performante
Comme un feu de camp	Peu performante	Performante	Moyennement performante
De manière croisée, sans petit bois	Peu performante	Peu performante	Peu performante
Avec des petits morceaux de bois en-dessous, et des bûches au-dessus	Peu performante	Moyennement performante	Peu performante
Ca dépend	Moyennement performante	Peu performante	Peu performante

- La conduite du feu : questions Q13/Q14

Tableau 12 : Qualification de la conduite du feu

Q13/Q14	Réglage arrivée d'air :oui	Réglage arrivée d'air :non
Vous allumez et laissez le feu s'éteindre (type flambée)	Moyennement performante	Peu performante
Vous allumez et rechargez votre appareil pour qu'il fonctionne longtemps sans que vous ayez à vous en occuper (feu au ralenti)	Peu performante	Peu performante
Vous allumez et rechargez régulièrement votre appareil pour maintenir un feu avec des flammes vives en continu	Moyennement performante	Peu performante
Vous allumez et rechargez régulièrement votre appareil pour maintenir un feu avec des petites flammes en continu	Peu performante	Peu performante
Vous allumez et rechargez une fois les braises formée	Performante	Peu performante
Vous allumez votre appareil plusieurs fois par jour	Moyennement performante	Peu performante

- Entretien/ ramonage : Q22/Q23

Tableau 13 : Qualification des pratiques d'entretiens

Q22/Q23	Un professionnel	Autres
une fois par an ou plus	Performante	Moyennement performante
Moins d'une fois par an	Peu performante	Peu performante

6 Après cette étude...

Dans cette étude, nous avons évalué le degré de précision envisageable pour une segmentation des utilisations bois énergie dans le secteur domestique. Cette faisabilité dépend du type de données disponibles périodiquement à travers les méthodes de production de données existantes et la compatibilité du traitement des données fournies par les différents organismes (CEREN, Observ'ER, CITEPA, ADEME, INSEE).

La suite à donner à cette étude consiste à déterminer les facteurs d'émissions de différents polluants pour chaque évolution technologique définie dans ce rapport.

Cette étude met en avant les données à consolider pour les différents segments définis par les ruptures technologiques.

Dans l'objectif d'évaluer les performances d'utilisation (adéquation installation de chauffage au bois/logement) et des pratiques, un questionnaire type d'enquêtes ménages est proposé en annexes.

7 Annexes

7.1 Les approches de segmentation issues de la bibliographie étrangère

Les principales sources bibliographiques recensées sur le sujet à l'étranger ont été exploitées. Le travail a consisté à relever les segmentations utilisées dans les différentes études et pays.

7.1.1 En Allemagne

Une étude sur les facteurs d'émission et la caractérisation des émissions de particules [21] distingue les différents appareils de chauffage au bois domestique à partir de trois caractéristiques différentes :

- Alimentation : automatique / manuelle
- Ventilation : forcée / naturelle
- Combustible : granulés, copeaux de bois, bûches de bois

Les appareils sont ainsi segmentés en 7 catégories :

- Chaudière à granulés moderne
- Chaudière à copeaux de bois moderne
- Chaudière à bûches moderne
- Chaudière à bûches ancienne
- Poêle ou cheminée moderne
- Poêle ou cheminée (produit pas cher / technologie dépassée)
- Poêle en faïence

La segmentation présentée dans un rapport du ministère de l'environnement [22] fait état des classes d'âge suivantes au niveau des catégories d'appareils :

- Avant 1988-89
- Entre 1990 et 2004
- Après 2005

Les catégories d'appareils citées sont :

- Heizkessel hand beschickt : chaudières à chargement manuel
- Heizkessel für granulés : chaudière à granulés
- Dauerbrandöfen : poêle de masse ou à inertie
- Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundofen)
- Kaminöfen : poêle cheminée
- Granulésöfen : poêle à granulés
- Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum) : cheminée foyer ouvert ou fermé
- Badeöfen
- Herde (und Heizungsherde) : cuisinière

Voir ci dessous un extrait du rapport [22] faisant état de la segmentation globale utilisée qui intègre également la gamme de puissance des appareils sur un parc de près de 14 millions d'appareils en 2005.

Tableau 14: Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Allemagne

Feuerstätten für feste Brennstoffe in Haushalten in Deutschland (2005) Gesamtbestand in 1.000 Stück: 13.973,5	Leistungsbereich in kW (mittlere Leistung ¹)	Alterstufe	Anzahl insgesamt (1.000 Stück)	davon in Alterstufe		
				Anteil [%]	Anzahl (1.000 Stück)	
Heizkessel - handbeschriftet	4 - 25 (20 kW)	bis 1988/89	285,1	26	73,7	
		1990 - 2004		67	191,7	
		ab 2005		7	19,7	
	25 - 50 (35 kW)	bis 1988/89	190,2	19	37,1	
		1990 - 2004		85	123,5	
		ab 2005		16	29,6	
gesamt: 516,3	> 50 (91 kW)	bis 1988/89	41,0	11	4,6	
		1990 - 2004		67	27,3	
		ab 2005		22	9,1	
Heizkessel für Pellets	4 - 25 (18 kW)	1990 - 2004	32,1	53	16,9	
		ab 2005		47	15,2	
		1990 - 2004		4,2	71	3,0
	gesamt: 38,4	> 50 (80 kW)	1990 - 2004	2,1	29	1,2
			ab 2005		61	1,3
			ab 2005		39	0,8
Dauerbrandöfen	< 15 kW (6,2 kW)	bis 1988/89	1.719,4	59	1.011,4	
		ab 1990		41	708,0	
Kachelöfen (mit Heizeinsatz oder als Grundöfen)	< 15 kW (7,6 kW)	bis 1988/89	3.768,0	52	1.950,3	
		1990 - 2004		46	1.748,5	
		ab 2005		2	67,3	
Kaminöfen	< 15 kW (7,4 kW)	bis 1988/89	3.452,4	4	139,5	
		1990 - 2004		79	2.720,1	
		ab 2005		17	592,8	
Pelletöfen	< 15 kW (12,9 kW)	1990 - 2004	39,5	55	21,7	
		ab 2005		45	17,8	
Kamine (mit offenem oder geschlossenem Feuerraum)	< 15 kW (5,9 kW)	bis 1988/89	3.111,4	40	1.531,0	
		1990 - 2004		40	1.234,7	
		ab 2005		11	345,7	
Badeöfen	< 15 kW (7,0 kW)	bis 1988/89	112,1	50	56,1	
		ab 1990		50	56,1	
Herde (und Heizungsherde)	< 15 kW (6,4 kW)	bis 1988/89	1.218,0	67	812,0	
		1990 - 2004		30	360,9	
		ab 2005		4	45,1	

¹ die mittlere Leistung wurde aus den Nennwärmeleistungen der installierten Anlagen berechnet und wird deshalb auch als mittlere Nennwärmeleistung bezeichnet

7.1.2 Au Canada

Dans une étude [26] qui décrit les appareils de chauffage au bois domestique et leurs usages, les résultats des enquêtes sont présentés en comparant 4 catégories d'appareils :

- Cheminée et insert
- Poêle
- Chaudière pour un chauffage central
- Poêle à granulé

7.1.3 En Autriche

L'Autriche utilise une segmentation en partie définie par une nomenclature associée à un type de technologie [33]. Cette segmentation fait référence à 13 types de système de chauffage au bois (T1 à T11b). Ces technologies sont reprises dans les données statistiques du parc des appareils et dans la banque de données servant à élaborer les facteurs d'émissions.

Tableau 15 : Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Autriche

Kategorie	Norm	Technologie	Wirkungsgrad
Herde für feste Brennstoffe	ÖNORM EN 12815 mit Pellets	T1	≤ 75
		T2	> 75
		T2/P	> 75
Raumheizer für feste Brennstoffe	ÖNORM EN 13240	T3	≤ 83
		T4	> 83
Raumheizer für Holzpellets	ÖNORM EN 14785 ÖNORM B 8303	T5	≤ 92
		T6	> 92
Kamineinsätze einschließlich offene Kamine für feste Brennstoffe	ÖNORM EN 13229	T7	≤ 83
		T8	> 83
Offene Feuerstelle		T9	alle
Geschlossene Feuerstelle		T10	alle
Ortsfest gesetzte Kachelgrundöfen und Putzgrundöfen	ÖNORM EN 15544	T11a	alle
Speicherfeuerstätten für feste Brennstoffe	ÖNORM EN 15250	T11b	alle

Tableau 16 : Segmentation des appareils de chauffage au bois individuels en Autriche

Technologie	Beschreibung	Wirkungsgrad	Markt 2009	Bestand
T1	Conventional cooker	≤ 75	3.100	160.000
T2	Advanced combustion cooker	> 75	8.400	50.000
T2/P	Advanced combustion cooker	> 75	500	1.700
T3	Conventional stove	≤ 83	18.000	500.000
T4	Advanced combustion stove	> 83	5.900	80.000
T5	Conventional pellet stove	≤ 92	1.000	10.000
T6	Advanced combustion pellet stove	> 92	2.000	15.000
T7	Conventional fireplace inserts	≤ 83	300	7.000
T8	Advanced fireplace inserts	> 83	1.700	24.000
T9	Open Fireplaces	alle	600	20.000
T10	Closed Fireplaces	alle	1.500	20.000
T11a	Masonry (heat accumulating) stoves	alle	11.000	510.000
T11b	Masonry (heat accumulating) stoves	alle	1.600	11.000
<i>Gesamt</i>			<i>55.600</i>	<i>1.408.700</i>

La mise en place d'une nomenclature permet à l'ensemble des organismes de capitaliser les données sur les mêmes bases de segmentation.

7.1.4 En Suisse

Dans le document d'obtention du label de qualité suisse pour les chauffages à bois destinés aux pièces d'habitation et les chaudières à bois [25], les appareils sont segmentés de la façon suivante :

- Chaudières
 - o Chaudières à bûches
 - o Chauffages à plaquettes
 - o Chauffages à granulés de bois
- Foyers
 - o Cuisinières (avec et sans surface de chauffage supplémentaire)
 - o Cuisinières de chauffage central
 - o Poêles avec / sans chauffage central
 - o Cheminées et foyers de cheminée
 - o Éléments de chauffage pour poêles en catelles
 - o Poêles à granulés de bois
 - o Poêles à accumulation

7.1.5 En République Tchèque

Dans une étude [32], les principaux modes de chauffage central à bois en République Tchèque ont été classés en 6 groupes :

- Chaudière avec le feu au-dessus du combustible
- Chaudière avec le feu sous le combustible
- Chaudière à alimentation automatique
- Chaudière à gazéification (avec deux phases de combustion)
- Cheminée
- Poêle classique

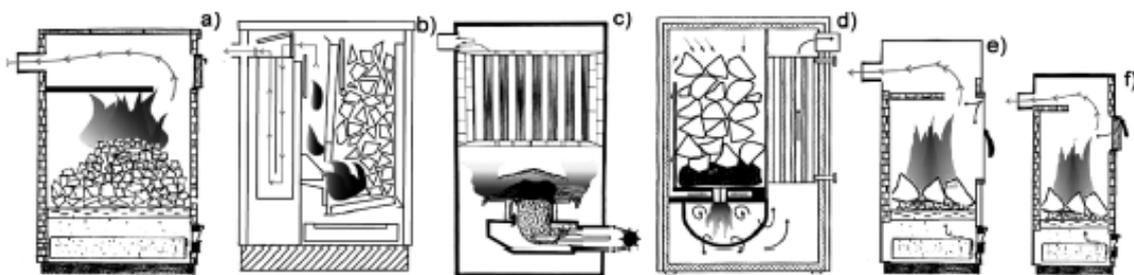


Figure 29 : Allumage par au-dessus a), allumage par en-dessous b), automatique c), gazéification d), chaudière et poêle e) et poêle classique f)

7.2 Evolution des normes pouvant conduire à des ruptures technologiques des systèmes de chauffage au bois installés – Comparaison européenne

Les réglementations et les normes techniques nationales et européennes ont souvent été citées comme facteurs d'évolution technologique par les constructeurs d'appareils de chauffage au bois domestique, lors des entretiens effectués dans le cadre de cette étude. Dans cette partie, nous avons eu pour objectif de rappeler toutes ces différentes réglementations et normes en comparaison avec celles de la France afin de répondre aux questions suivantes :

- Quelle est la segmentation utilisée ?
- Quels sont les paramètres pris en compte (type de combustible, mode de chargement, puissance de l'appareil, rendement énergétique) ?
- Quels sont les critères utilisés par les labels développés dans les pays européens étudiés ?

Le choix des pays étudiés s'est fait en fonction de leur utilisation des appareils de chauffage au bois et de leurs connaissances techniques sur le sujet au regard de leur réglementation. C'est pourquoi les pays sélectionnés sont l'Allemagne, la Suisse, l'Autriche et les pays Nordiques (Danemark, Finlande et Suède) qui sont connus pour leurs normes et réglementations strictes ainsi que pour leur utilisation importante de la ressource bois-énergie.

Il est à noter cependant, que les détails techniques des normes ne sont pas toujours disponibles étant donné qu'elles sont payantes mais un maximum de données sur ces normes a été rassemblé via des sources alternatives telles que l'organisme COSTIC pour les normes européennes et françaises ou le rapport de recherche de Bioenergy2020+, un institut de recherche autrichien sur l'énergie de la biomasse qui nous a permis de recenser les réglementations utilisées dans les autres pays européens.

7.2.1 Normes et réglementations européennes

Tout d'abord, l'Union Européenne exige des pays membres de respecter un certain nombre de seuils de concentrations (dans l'air ambiant) pour plusieurs polluants atmosphériques via la directive 2008/50/CE relative à un air pur pour l'Europe. Cette directive fixe les seuils de valeurs limites pour les polluants tels que les particules fines (PM_{10} , $PM_{2,5}$), les oxydes d'azote (NO_x , NO_2), de monoxyde de carbone (CO) ou les composés organiques volatils (COV). Ce sont notamment des polluants émis par les appareils de chauffage au bois. La France est actuellement en contentieux avec la Commission Européenne pour non-respect de cette directive au regard des limites à respecter pour les particules fines PM_{10} . Les sources d'émission de ces particules sont notamment le trafic routier et le chauffage au bois. D'où la nécessité d'améliorer les performances des appareils de chauffage au bois et de renouveler ces appareils dans les ménages. Par conséquent, de part cette contrainte réglementaire, les pays membres sont incités à encourager la fabrication de nouveaux appareils moins émetteurs de polluants.

Le marquage CE, mise en place en 2005, est obligatoire pour les poêles, chaudières, inserts, foyers fermés et les cuisinières vendus dans l'espace économique européen. L'étiquette CE doit indiquer la puissance en kW, le rendement, le taux d'émission de CO et les normes de sécurité.

De plus, le règlement européen portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil impose des exigences d'écoconception pour les chaudières à combustibles solides dont la puissance thermique nominale est inférieure ou égale à 500 kW.

A partir du 1^{er} janvier 2020 les chaudières à combustibles solides devront satisfaire les exigences suivantes :

- l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux des chaudières dont la puissance thermique nominale est inférieure ou égale à 20 kW n'est pas inférieure à 75 % ;
- l'efficacité énergétique saisonnière pour le chauffage des locaux des chaudières dont la puissance thermique nominale est supérieure à 20 kW n'est pas inférieure à 77 % ;
- les émissions saisonnières de particules dues au chauffage des locaux ne sont pas supérieures à 40 mg/m³ pour les chaudières à alimentation automatique et à 60 mg/m³ pour les chaudières à alimentation manuelle ;
- les émissions saisonnières de composés organiques gazeux dues au chauffage des locaux ne sont pas supérieures à 20 mg/m³ pour les chaudières à alimentation automatique et à 30 mg/m³ pour les chaudières à alimentation manuelle ;
- les émissions saisonnières de monoxyde de carbone dues au chauffage des locaux ne sont pas supérieures à 500 mg/m³ pour les chaudières à alimentation automatique et à 700 mg/m³ pour les chaudières à alimentation manuelle ;
- les émissions saisonnières d'oxydes d'azote dues au chauffage des locaux, exprimées en dioxyde d'azote, ne sont pas supérieures à 200 mg/m³ pour les chaudières à biomasse et à 350 mg/m³ pour les chaudières à combustibles.

De plus, le règlement imposera que des informations soient fournies lors de la vente de chaudières à combustibles solides à destination des installateurs et des utilisateurs finaux :

Référence(s) du modèle							
Mode d'alimentation: [manuel: la chaudière devrait être utilisée avec un ballon d'eau chaude d'un volume minimal de x* litres / automatique: la chaudière devrait être utilisée avec un ballon d'eau chaude d'un volume minimal de x** litres]							
Chaudière à condensation: [oui/non]							
Chaudière cogénération à combustibles solides: [oui/non]				Chaudière mixte: [oui/non]			
Combustible	Combustible privilégié (un seul):	Autre(s) combustible(s) admissible(s):	η_s [x %]:	Emissions saisonnières dues au chauffage des locaux****			
				P	COG	CO	NO _x
[x] mg/m ³							
Bûches, taux d'humidité ≤ 25 %	[oui/non]	[oui/non]					
Copeaux de bois, taux d'humidité 15-35 %	[oui/non]	[oui/non]					
Copeaux de bois, taux d'humidité > 35 %	[oui/non]	[oui/non]					
Bois comprimé sous la forme de granulés (pellets) ou de briquettes	[oui/non]	[oui/non]					
Sciure de bois, taux d'humidité ≤ 50 %	[oui/non]	[oui/non]					
Autre biomasse ligneuse	[oui/non]	[oui/non]					
Biomasse non ligneuse	[oui/non]	[oui/non]					
Charbon bitumeux	[oui/non]	[oui/non]					
Lignite (y compris les briquettes)	[oui/non]	[oui/non]					
Coke	[oui/non]	[oui/non]					
Anthracite	[oui/non]	[oui/non]					
Briquettes constituées d'un mélange de combustibles fossiles	[oui/non]	[oui/non]					
Autre combustible fossile	[oui/non]	[oui/non]					
Briquettes constituées d'un mélange de biomasse (30-70 %) et de combustible fossile	[oui/non]	[oui/non]					
Autre mélange de biomasse et de combustible fossile	[oui/non]	[oui/non]					
Caractéristiques pour une utilisation avec le combustible privilégié uniquement:							
Caractéristique	Symbole	Valeur	Unité	Caractéristique	Symbole	Valeur	Unité
Puissance thermique utile				Efficacité utile			
À la puissance thermique nominale	P_n^{***}	x,x	kW	À la puissance thermique nominale	η_n	x,x	%
À [30%/50%] de la puissance thermique nominale, le cas échéant	P_p	[x,x/ n.d.]	kW	À [30%/50%] de la puissance thermique nominale, le cas échéant	η_p	[x,x/ n.d.]	%
Pour les chaudières cogénération à combustibles solides: Rendement électrique				Consommation d'électricité auxiliaire			
À la puissance thermique nominale	$\eta_{el,n}$	x,x	%	À la puissance thermique nominale	el_{max}	x,xxx	kW
				À [30%/50%] de la puissance thermique nominale, le cas échéant	el_{min}	[x,xxx/ n.d.]	kW
				Du système secondaire intégré de réduction des émissions, le cas échéant		[x,xxx/ n.d.]	kW
				En mode veille	P_{SB}	x,xxx	kW

Figure 30 : Exigences d'informations applicables aux chaudières à combustibles solides issues de l'annexe II du règlement d'application de la directive 2009/125/CE

En conséquence, à partir de 2020, les informations sur les performances des chaudières de puissance inférieure ou égale à 500 kW devront être visibles pour les utilisateurs renforçant ainsi l'encouragement à la fabrication d'appareils de plus en plus performants, autant en termes d'efficacité énergétique que d'émissions de polluants. C'est la première fois que ces deux critères sont pris en compte ensemble par une réglementation européenne. Jusqu'à maintenant seules les normes techniques traitaient de ces deux aspects de manière conjointe.

Les normes européennes sont les suivantes [29] :

- **EN 303-5 (1999, révisée en 2012) : chaudières spéciales pour combustibles solides**, à chargement manuel et automatique, puissance utile inférieure ou égale à 300 kW. Définitions, exigences, essais et marquage. Cette norme impose, en fonction du type de chaudière, du type de combustible et de la catégorie de puissance des valeurs de rendement et des limites d'émissions de polluants tels que CO et poussières à respecter. Les exigences de rendement et d'émissions sont divisées en 5 classes : plus la classe augmente plus les exigences de résultats sont sévères. La 5^e classe (depuis 2012) pose les exigences suivantes en matière d'émissions pour des chaudières à chargement manuel dont la puissance utile nominale est inférieure ou égale à 500 kW :
 - CO : 700 mg/Nm³
 - COV : 30 mg/Nm³
 - Particules : 60 mg/Nm³
- Pour une chaudière à chargement automatique les émissions sont encore plus basses :
 - CO : 500 mg/Nm³
 - COV : 20 mg/Nm³
 - Particules : 40 mg/Nm³
- **EN 12809/A1 (2005) : chaudières domestiques à combustible solide** destinées à être implantées dans le volume habitable. Puissance calorifique inférieure ou égale à 50 kW. Exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'assemblage, à la sécurité, aux performances (rendement et émissions), aux instructions et au marquage, ainsi qu'aux méthodes d'essai et combustibles d'essai correspondants pour les essais de chaudières à combustible solide destinées à être installées dans le volume habitable. Chaque appareil doit être marqué et le marquage doit comporter les éléments suivants : numéro de la norme, nom du fabricant/marque déposée, la classe de CO, le modèle, la puissance calorifique nominale en kW du bouilleur et la puissance émise dans la pièce, le rendement de l'appareil, la pression maximale de service de l'eau, et une inscription de sécurité.
- **EN 13229/A1 et A2 (2005) : foyers ouverts et inserts à combustibles solides**. Exigences et méthodes d'essais. Exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'assemblage, à la sécurité, aux performances (rendement et émissions), aux instructions et au marquage, ainsi qu'aux méthodes d'essai correspondantes pour les essais types de foyers ouverts et inserts à combustible solide. Les essais pour les foyers ouverts ne sont pas soumis à des exigences de résultat limite pour le rendement, l'autonomie ou les émissions de CO. Par contre les inserts sont soumis à des essais pour le rendement, l'autonomie ou les émissions de CO.
- **EN 13240 (2002) /A1 (2003) et A2 (2005) : Poêles à combustibles solides**. Exigences et méthodes d'essais. Exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'assemblage, à la

sécurité, aux performances (rendement et émissions), aux instructions et au marquage, ainsi qu'aux méthodes d'essai correspondantes pour les essais de poêles à combustible solide. Cette norme ne s'applique pas aux appareils équipés d'un ventilateur pour l'alimentation en air de combustion. Les essais permettront de définir des niveaux de performances minimales en matière d'émissions de CO, de rendement, d'autonomie à la puissance nominale et d'autonomie à la puissance réduite. Chaque appareil doit être marqué (comme indiqué par la EN norme 12809 ainsi que les inscriptions suivantes : « suivre les instructions d'utilisation » et « utiliser uniquement les combustibles recommandés » et précisant si l'appareil est susceptible de fonctionner en continu ou de façon intermittente).

- **EN 14785 (2006) : poêles à granulés.** Exigences et méthodes d'essais. Exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'assemblage, à la sécurité, aux performances (rendement et émissions), aux instructions et au marquage, ainsi qu'aux méthodes d'essai correspondantes pour les essais des appareils de chauffage domestiques à granulés de bois et à l'alimentation mécanique d'une puissance calorifique nominale allant jusqu'à 50 W.

Projet de norme EN 16510-1 : cette nouvelle norme couvre, comme les précédentes, des exigences relatives à la conception, à la fabrication, à l'assemblage, à la sécurité, aux performances (rendement et émissions), aux instructions et au marquage, ainsi qu'aux méthodes d'essai pour tous les appareils de chauffage domestiques à combustible solide. Le projet de norme propose également des méthodes de test sur les émissions de CO, NOx, COV et PM, cependant elle n'impose aucune limite pour ces émissions.

7.2.2 Normes et réglementations françaises

La réglementation française n'impose aucune limite au niveau des émissions de polluants issus des petites installations de combustion dont la puissance est inférieure à 400 kW, au-delà, ce sont des systèmes de chauffage au bois collectifs qui ne concernent pas notre étude. Seul le label Flamme Verte (FV) donne des seuils d'émissions pour le monoxyde de carbone (CO) et les particules fines depuis peu.

- **Arrêté du 22 octobre 1969** : conduits de fumée desservant des logements. Cet arrêté définit les conditions de construction et de raccordement du conduit de fumée que ce soit pour relier un appareil de chauffage au bois ou un appareil utilisant un autre combustible. Cet arrêté ne contient aucune disposition relative aux émissions de polluants.
- **Les articles 31 et 53 du Règlement sanitaire Départemental** Type fixent les règles d'entretien des installations et notamment de **ramonage**. Le règlement rappelle que l'installateur doit délivrer un certificat d'étanchéité du conduit dans ses conditions normales d'utilisation. Le ramonage est obligatoire une fois par an, voire 2 fois par an pour les conduits de fumée habituellement en fonctionnement et desservant des locaux d'habitation et des locaux professionnels annexes. On entend par ramonage le nettoyage par action mécanique directe de la paroi intérieure du conduit de fumée afin d'en éliminer les suies et dépôts et d'assurer la vacuité du conduit sur toute sa hauteur. Ainsi, comme l'a rappelé, M. Gérente-Paquet, ramoneur et expert technique, interrogé dans le cadre de cette étude, le ramonage par « bûche de ramonage » (ramonage chimique) n'est pas suffisant dans la mesure où cela permet juste d'assécher le goudron sur les parois mais il est toujours nécessaire qu'un ramoneur vienne effectuer un ramonage mécanique, c'est-à-dire récupérer le goudron et nettoyer le conduit.

Décret 2007-1378 du 21 septembre 2007 relatif à la sécurité des consommateurs en ce qui concerne les **foyers fermés de cheminée et les inserts** utilisant les combustibles solides. Ce décret dispose que les appareils visés doivent être accompagnés d'un texte de mise en garde, d'une notice précisant les conditions d'installation et d'utilisation de l'appareil. Les exigences minimales de sécurité sont définies dans l'annexe du décret ou dans la NF D 35-376.

Concernant la réglementation française relative à la **qualité de l'air**, elle répond à la directive européenne 2008/50/CE et afin de la respecter, le gouvernement français a mis en œuvre plusieurs programmes : le plan d'urgence pour la qualité de l'air (PUQA) et les plans de protection de l'atmosphère (PPA) qui sont obligatoires pour les agglomérations de plus de 250 000 habitants ou les zones ayant des dépassements réguliers des seuils réglementaires. Dans plusieurs de ces PPA des actions ont pour objectif le renouvellement des anciens appareils de chauffage au bois, très polluants, par des appareils plus performants. Cette réglementation encourage donc l'abandon des anciens appareils non-performant et polluants. Toutefois, les textes ne précisent pas quel appareil est considéré comme « ancien » et « polluant » mais un consensus certain existe en ce qui concerne les foyers ouverts.

Les normes françaises regroupent différents types de documents : les documents techniques unifiés DTU qui sont des recommandations professionnelles (considérés aujourd'hui comme des normes), et les normes NF, c'est-à-dire celles diffusées par l'association française de normalisation, l'AFNOR.

Normes DTU :

- **DTU 24.1 (1976 révisée en 2006) :** travaux de **fumisterie**. Conditions de construction des conduits de fumée et des carnaux destinés à évacuer les produits de combustion des appareils générateurs de chaleur utilisant les combustibles usuels et destinés au chauffage domestique.
- **DTU 24.2.1 (2000) :** **Cheminées à foyer ouvert**, équipées ou non d'un récupérateur de chaleur, utilisant exclusivement le bois comme combustible. Il concerne les travaux exécutés dans les constructions neuves ou anciennes, et fixe les prescriptions relatives au conduit de fumée associé.

FTU 24.2.2 (2000) : **cheminées à foyer fermé ou insert**, utilisant exclusivement du bois comme combustible. Il concerne les travaux exécutés dans les constructions neuves ou anciennes et fixe les prescriptions relatives au conduit de fumée associé.

Normes AFNOR :

FD D 35-001 (1995) : Choix d'un appareil de chauffage indépendant (combustibles solides, liquides ou gazeux) en fonction du volume à chauffer (fascicule de documentation). Cette norme indique le critère permettant à un utilisateur de choisir un appareil de chauffage indépendant en fonction des locaux à chauffer est le volume dit corrigé.

NF D 35-376 (1992) : Chauffage – appareils de chauffage continu ou intermittent, appareils d'agrément, fonctionnant au bois, mixte ou transformables – terminologie – caractéristiques – essais. Cette norme définit les règles de sécurité qui s'imposent à tous les appareils et fixe les conditions d'essais à mettre en œuvre pour étayer ou vérifier les valeurs caractérisant le fonctionnement. Cette norme exclue les poêles de masse et concerne principalement les appareils en matériau métallique. 5 critères de classement des appareils :

- Fonction prédominante ;
- Mode de combustion ;
- Combustibles utilisés ;
- Type de chambre de combustion ;
- Mode d'installation.

La règle n'indique pas les valeurs maximales de rendement relatives aux différents types d'appareils.

Concernant les normes suivantes : NF EN 303-5, NF EN 12809/A1, NF EN 13229/A1 et A2, PR EN 13240/A1 et A2, PR NF EN 14785, il s'agit des normes européennes reprise par le système français, mais elles sont en tout point identiques (Cf. normes européennes).

Suite à l'entretien avec EIFER, institut de recherche franco-allemand sur l'énergie, **les normes européennes et françaises sont largement en retard par rapport aux normes allemandes** qui fixent des seuils plus bas et plus contraignants pour les constructeurs. Cela est d'ailleurs confirmé par l'entretien avec un constructeur, INVICTA, qui précise que la principale rupture technologique pour les appareils de chauffage au bois s'est faite suite à la norme allemande datant d'une dizaine d'années.

Mesures non réglementaires impactant les appareils de chauffage au bois domestique

Par ailleurs la **réglementation thermique** (RT) a également joué un rôle important sur le marché des appareils de chauffage au bois. En effet, suite à la labélisation BBC et la RT 2005, 13 % des maisons BBC étaient équipées en chauffage bois-bûche en complément d'un chauffage électrique. Cette réglementation était alors favorable aux appareils de chauffage au bois-bûche marché majoritaire en France par rapport aux autres types combustibles biomasse. Cependant la RT 2012 a écarté le chauffage bois-bûche à cause du fait qu'il n'a pas de gestion automatique contrairement au granulé. C'est une réglementation qui a fortement impacté le marché des appareils fonctionnant à la bûche, soit 80% des appareils vendus en France. Toutefois cette contrainte pourrait se révéler être à l'origine d'une révolution technologique pour ces appareils afin de les rendre compétitifs avec les appareils à granulés.

Autre mesure française non réglementaire mais incitative et facteur d'évolution des appareils de chauffage au bois sur le marché français, le **label Flamme Verte**. Ce label créé en 2000, a pour objectif d'encourager le renouvellement des appareils de chauffage au bois par des appareils plus performants au niveau du rendement énergétique et des émissions de CO et récemment au niveau des émissions de PM10 et de COV. Ainsi le seuil de pourcentage d'émissions de CO dans les fumées est passé de 1 % (2000) à 0,3 % en 2013. Depuis 2011 un critère d'émissions de poussières est exigé : l'achat d'un appareil labellisé Flamme Verte 4 ou 5 étoiles garanti un rendement supérieur ou égal à 70 % et des émissions de particules inférieures à 125 mg/Nm³, sachant qu'un appareil labellisé Flamme Verte 5 étoiles émet moins de 90 mg/Nm³ avec une moyenne proche de 60 mg/Nm³. En 2015, seuls les appareils indépendants pouvant répondre aux critères exigés pour la classe 5 étoiles, pourront bénéficier du label Flamme Verte. Cette condition s'applique déjà aux chaudières depuis le 1^{er} janvier 2014 [35]. A partir du 1^{er} janvier 2015 deux nouvelles classes Flamme Verte vont être créées : 6* et 7* auxquelles vont être rajoutés des seuils d'émissions de COV et de NOx pour les appareils indépendants et de NOx pour les chaudières.

Le **crédit d'impôt** est également un facteur influençant le renouvellement du parc d'appareils de chauffage au bois.

7.2.3 Normes et réglementations allemandes

La réglementation fédérale (BImSchV) impose des limites d'émissions pour les appareils de chauffage au bois domestiques depuis 1988. Cette réglementation a été révisée plusieurs fois : 1997, 2003 et 2010. [27]

Tableau 17 : Réglementation allemande sur les limites d'émissions pour les appareils de chauffage au bois (<500 kW)

Application	Combustibles	Puissance en kW	PM (mg/m ³)	CO (mg/m ³)
Après 22/03/2010	Bûches	≥ 4 ≤ 500	90	1000
	Plaquettes, granulés		100	1000
A partir du 01/01/2015	Bûches et granulés	≥ 4	20	400

L'agence fédérale de l'environnement a créé un label environnemental « the Blue Angel » qui fournit des exigences supplémentaires en termes d'émissions et de rendement pour les poêles et chaudières à granulés.

Tableau 18 : Limites d'émissions pour les appareils de chauffage au bois du label allemand

Appareil	Combustible	Puissance	Rendement	Limites d'émissions en mg/Nm ³ pour allure nominale/allure intermittente			
				CO	NO _x	PM	COV
Poêle	Granulés		> 90%	160/350	150/-	25/55	8/13
Chaudière	Granulés	<50 kW		80/180	150/-	20/40	5/5
		50-500 kW		70/150			
	Plaquettes	<50 kW		80/180	190	30/40	
		50-500 kW		70/150			

Les exigences demandées par le label rajoutent un critère NO_x et sont beaucoup plus contraignantes que la réglementation fédérale mais ne concerne que les appareils fonctionnant aux granulés, alors que le label Flamme Verte vise plusieurs types d'appareils.

7.2.4 Normes et réglementations suisses

En vertu de l'article 20 de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair), les appareils de chauffage au bois d'une puissance maximale de 350 kW pourront être commercialisés uniquement si le fabricant est en mesure de prouver leur conformité avec les valeurs limites indiquées dans l'annexe 4 de l'OPair. [39] Cela concerne les appareils fabriqués en série suivants :

- Chaudières à bûches, à plaquettes et à granulés ;
- Chauffage des locaux à bûche ou granulés ;
- Cheminées à foyer ouvert, foyer fermé et inserts.

Pour les installations fabriquées en petite série, ces appareils doivent être soit :

- Fabriqués conformément à une méthode de calcul agréée, soit
- Pourvus d'un système de captage des poussières qui réduit la concentration des matières solides dans les effluents gazeux d'au moins 60% en régime normal.

Les appareils de chauffage au bois doivent remplir les exigences de qualité de l'air des normes européennes déterminantes et respecter les valeurs limites d'émission à partir du 1^{er} janvier 2011 comme indiqué ci-dessous [38] :

Tableau 19 : Exigences de qualité de l'air suisses pour les appareils de chauffage au bois domestiques

Type d'appareil	Norme Euro	VL PM
Chaudière à bûches	EN 303-5 ou EN 12809	50 mg/m ³
Chaudière à plaquettes	EN 303-5 ou EN 12809	60 mg/m ³
Chaudière à granulés	EN 303-5 ou EN 12809	40 mg/m ³
Chauffage de locaux pour combustibles solides	EN 13240	75 mg/m ³
Chauffage de locaux à granulés	EN 14785	40 mg/m ³
Insert	EN 13229	75 mg/m ³

De plus, au regard de l'annexe 4 chapitre 23 de l'OPair, le fabricant doit apposer de manière visible sur chaque installation de combustion une plaquette d'identité lisible et durable où figurent les indications conformes aux normes européennes déterminantes avec les informations suivantes :

- Nom du fabricant ou marque de fabrique de l'installation ;
- Appellation, désignation du type ou numéro du modèle ;
- Désignation de la norme européenne selon laquelle l'appareil a été soumis aux vérifications prévues dans le tableau 9 ;
- Puissance calorifique, puissance calorifique nominale ou puissance calorifique émise dans la pièce ou plage de puissance correspondante en W ou kW ;
- Indication des valeurs d'émissions de CO et de poussières en mg/m³ rapportées à une teneur de référence en oxygène dans les effluents gazeux.

Tableau 20 : Exemples de plaquettes d'identité demandées aux constructeurs
Exemple 1

Plaquette d'identité standardisée selon la norme européenne déterminante avec informations complémentaires selon l'OPair (émissions de poussières):

	
Exemple Cheminée SA, CH-NPA Exempleville	
EN 13240: 2001 + A2: 2004	
Chauffage de locaux Confort CF5497	
Distance de composants inflammables: min. 140 cm	
Émissions dans les produits de combustion:	
CO	790 mg/m ³
Poussières ⁶	68 mg/m ³
Pression d'utilisation max.	1,9 bar
Température des effl. gazeux	300 °C
Puissance calorifique	6 kW
Efficacité énergétique	73 %
Combustibles	bûches

Exemple 2

Appareil fabriqué en Suisse, exigences minimales selon l'OPair:

Exemple Cheminée SA, CH-NPA Exempleville	
EN 13240: 2001 + A2: 2004	
Chauffage de locaux Confort CF5497	
Valeurs d'émission:	
CO	790 mg/m ³
Poussières	68 mg/m ³
Puissance calorifique	6 kW

Cette réglementation impose donc au constructeur d'être transparent quant aux performances énergétiques et environnementales de l'appareil, obligeant ainsi ce dernier à se conformer aux normes européennes.

Label énergie-bois Suisse fixe des seuils sur les émissions de CO, d'hydrocarbures, de poussières et de rendement au regard des normes européennes [27] :

Tableau 21 : Réglementation suisse sur les émissions d'appareils de chauffage au bois domestiques

Appareil	Niveau de puissance	Monoxyde de carbone	Hydrocarbures	Poussières	Rendement*	Norme concernée
	[kW]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[mg/m ³]	[%]	
Chaudières						
Chaudières à bûches	jusqu'à 300	400	20	35	83	EN 303-5
Chauffages à plaquettes	jusqu'à 300	200 ¹⁾	15 ¹⁾	40	85	EN 303-5
Chauffages à granulés de bois (pellets)	jusqu'à 300	150 ¹⁾	10 ¹⁾	25	85	EN 303-5
Foyers dans les pièces d'habitation						
Cuisinières sans SCS	-	1500	-	40	60	EN 12815
Cuisinières avec SCS	-	1500	-	40	75	EN 12815
Cuisinières de chauffage central	-	1500	-	40	75	EN 12815
Poêles avec/sans chauffage central	-	1250	-	40	78	EN 13240
Poêles-cheminées	-	1250	-	40	78	EN 13240
Cheminées et foyers de cheminée	-	1250	-	40	78	EN 13229
Éléments de chauffage pour poêles en catelles	-	1250	-	40	83	EN 13229
Poêles à granulés de bois (pellets)	-	250	-	40	83	EN 14785
Poêles à accumulation, série et industrie locale	-	1250	-	40	83	prEN 15250
	-	-	-	-	-	EN 15544

mg/m³ avec 13% O₂

SCS surface de chauffage supplémentaire

1) pour les chauffages automatiques, cette exigence s'applique également à charge partielle

7.2.5 Normes et réglementations autrichiennes

Deux réglementations existent pour les limites d'émissions et le rendement énergétique pour les appareils de chauffage au bois domestiques [27] :

- Vereinbarung gemaeß Art. 15a B-VG ueber Schutzmaßnahmen betreffend Kleinf Feuerungen : seuils d'émissions de polluants à respecter pour les appareils dont la puissance est inférieure à 400 kW.
- Vereinbarung gemaeß Art. 15a B-VG ueber die Einsparung von Energie : exigence de rendement énergétique pour les appareils dont la puissance est inférieure à 400 kW.

Tableau 22 : Réglementation autrichienne sur les futurs seuils d'émission des appareils de chauffage au bois domestiques

Types de combustible et d'appareils	Limites d'émissions en mg/m ³ 12% O ₂			
	CO	NOx	COV	PM
Poêle à bûche	1100	150	50	35
Chaudière à granulés	500	100	30	25
Appareil de chauffage à granulés <50 kW	1100	300	50	35
Appareil de chauffage à granulés >50 kW	500	300	30	35

La réglementation autrichienne prévoit également des seuils de rendement minimums pour deux types d'appareil :

Tableau 23 : Réglementation autrichienne sur les seuils de rendement minimum des appareils de chauffage au bois domestiques

Mode de chargement	Puissance nominale en kW	Rendement en %
Manuel (bûche)	< 10	79%
	10 - 200	$(71,3 + 7.7 \log P_n) \%$
	> 200	89%
Automatique (granulés)	< 10	80%
	10 - 200	$(72,3 + 7.7 \log P_n) \%$
	> 200	90%

Le gouvernement autrichien a également introduit un label environnemental n°37 sur les émissions et le rendement énergétique des appareils de chauffage au bois domestiques.

Le tableau ci-dessous montre les seuils d'émissions fixés par le label :

Tableau 24 : Seuils d'émissions fixés par le label autrichien

Appareil	Combustible	Limites d'émission en mg/m ³ à 12% d'O ₂			
		CO/COV (allure nominale)	CO/COV (allure intermédiaire)	NOx	PM
Chaudière	Granulés	100/5	230/5	170	25
	Plaquettes	250/10	495/15	200	50
	Bûches	420/50	1250	200	50
Autres appareils de chauffage	Granulés	205/10	450/20	170	35
	Bûches	1170/85	-/-	200	50

Le tableau ci-dessous montre les seuils de rendement fixés par le label :

Tableau 25 : Seuils de rendement fixés par le label autrichien

Chargement	Rendement en %	
	Chaudière	Autres chauffages au bois
Manuel (bûche)	$62 + 7.1 \log P_n$	70
Automatique (granulés)	85	85

7.2.6 Danemark

Le décret régissant la pollution atmosphérique émise par les appareils de chauffage au bois s'applique à toute installation de combustion d'une puissance inférieure à 300 kW conformément à la norme EN 303-5, classe 3. [27]

Tableau 26: Réglementation danoise sur les émissions issues des appareils de chauffage au bois domestiques

Type de chargement et de combustible		Puissance en kW	Limites d'émissions en mg/m ³ à 12% d'O ₂		
			CO	COV	PM
Manuel	Bois	< 50	4090	125	125
		50 - 150	2045	80	125
		150 - 300	980	80	125
Automatique	Bois	< 50	2455	80	125
		50 - 150	2045	65	125
		150 - 300	980	65	125

7.2.7 Finlande

La réglementation sur les installations de combustion de biomasse s'applique à toutes les installations domestiques produisant de l'eau chaude ou d'autres services énergétiques avec une puissance maximale de 300 kW. Cette réglementation différencie l'installation de chauffage principal et l'installation de chauffage secondaire. [27]

Tableau 27: Réglementation finlandaise sur les émissions issues des appareils de chauffage au bois domestiques

Système de chauffage	Puissance (kW)	Rendement (%)	Limites d'émissions en mg/m ³ à 12 % O ₂	
			CO	COV
Primaire	50	59 + 5.5 log P _n	2455	80
	50 – 150		2045	65
	> 150		980	65
Secondaire	50	59 + 5.5 log P _n	4090	125
	50 – 150		2045	80
	> 150		980	80

La réglementation finlandaise donne aussi des exigences pour les cheminées. Si ces exigences ne sont pas respectées, l'installation ne doit plus être utilisée comme appareil de chauffage mais comme objet de décoration.

Tableau 28: Réglementation finlandaise sur les émissions issues des cheminées selon leur fréquence d'utilisation (primaire ou secondaire)

Système de chauffage	Puissance (kW)	Rendement (%)	Limites d'émissions CO en mg/m ³ à 12 % O ₂
Primaire	50	60	2455
Secondaire			4220

7.2.8 Suède

La réglementation sur les appareils de chauffage au bois domestiques est incluse dans la réglementation sur la construction : BFS 2006 :12. Les limites d'émissions de CO ne s'appliquent pas aux cheminées ouvertes ni aux poêles en faïence.

Tableau 29 : Réglementation suédoise sur les seuils d'émission issues des appareils de chauffage au bois

Chargement	Puissance (kW)	COV en mg/m ³ à 12% d'O ₂
Manuel	≤ 50	125
	50 – 300	80
Automatique	≤ 50	80
	50 – 300	65

Pour les systèmes de chauffage d'appoint des limites d'émissions en CO sont imposées :

- Pour les poêles à bois, foyers fermés, et inserts : 3 300 mg/m³ à 12 % d'O₂
- Pour les poêles à granulés : 4 400 mg/m³ à 12 % d'O₂

Recommandations pour le rendement énergétique minimum des appareils :

- Poêles à bois : 53 %
- Inserts : 44 %
- Poêles à granulés : 65 %

7.2.9 Label « Nordic Swan »

Le label Nordic Swan est commun aux quatre pays nordiques (Danemark, Norvège, Finlande et Suède) et donne des critères relatifs au rendement énergétique et aux émissions de CO et de COV [27] :

Tableau 30 : Seuils d'émissions et de rendement fixé par le label Nordic Swan

Appareil	Rendement (%)	Limite d'émission mg/m ³ à 12% d'O ₂	
		CO	COG
Appareil à combustion lente	70	170	2250
Insert	65	170	2815
Poêle (manuel)		170	2815
Poêle (automatique)	70	55	1125

Critères d'éligibilité pour les chaudières :

Tableau 31: Seuils d'émission spécifiques pour les chaudières fixés par le label Nordic Swan

Chargement	Puissance (kW)	Limite d'émission mg/m ³ à 12% d'O ₂			
		CO	NO ₂	COG	PM
Automatique	300	330	280	20	35
Manuel	≤ 100	1640	280	60	35
	100-300	820	280	40	820

7.3 Synthèse les labels et normes étudiées

Tableau 32 : Synthèse des réglementations et label des pays européens étudiés

Pays	Appareil	Chargement	Puissance	Combustible	Rendement	Limites d'émissions mg/m ³				
						CO	NOx	COV	PM	Hydrocarbures
Union Européenne	Chaudière	Manuel	≤ 500			700		30	60	
	Chaudière	Automatique	≤ 500			500		20	40	
France / Label FV5*	Poêles et inserts				70%	0,3% des fumées			90	
	Poêles et inserts			Granulés	85%	0,04% des fumées			90	
France / Label FV6*	Poêles et inserts				75%	0,15% des fumées			50	
	Poêles et inserts			Granulés	87%	0,03% des fumées			40	
Allemagne	Appareil indépendants après 2010		≥ 4 ≤ 500	Bûches		1000			90	
				Granulés		1000			100	
	Appareils indépendants à partir du 1/1/2015		≥ 4 kW	Bûches et granulés		400			20	
Allemagne / Label Blue Angel	Poêle			Granulés	> 90%	160	150	8	25	
	Chaudière		<50	Granulés		80	150	5	20	
			50 - 500	Granulés		70	150	5	20	
			<50	Plaquettes		80	190	5	30	
		50 - 500	Plaquettes		70	190	5	30		
Suisse / Label	Chaudières		≤ 300	Bûches	83%	400			35	20
	Chaudière		≤ 300	Plaquettes	85%	200			40	15
	Chaudières		≤ 300	Granulés	85%	150			25	10
	Poêle avec/sans chauffage central				78%	1250			40	
	Poêles-cheminées				78%	1250			40	
	Cheminées et foyers de cheminée				78%	1250			40	
	Poêle			Granulés	83%	250			40	
	Poêle à accumulation				83%	1250			40	
Autriche	Poêle			Bûches		1100	150	50	35	
	Chaudière			Granulés		500	100	30	25	
	Tout appareil		<50	Granulés		1100	300	50	35	
	Tout appareil		>50	Granulés		500	300	30	35	

Danemark	Tous	Manuel	< 50			4090		125	125		
			50 - 150			2045		80	125		
			150 - 300			980		80	125		
		Automatique	< 50			2455		80	125		
			50 - 150			2045		65	125		
			150 - 300			980		65	125		
Finlande	Système de chauffage primaire		< 50			2455		80			
			50 - 150			2045		65			
			> 150			980		65			
	Système de chauffage secondaire		< 50			4090		125			
			50 - 150			2045		80			
			> 150			980		80			
Suède	Tous sauf foyers ouverts et poêles en faïence	Manuel	≤ 50					125			
			50 -300					80			
		Automatique	≤ 50					80			
			50 -300					65			
		Poêles, foyers fermés et inserts d'appoint				3300					
		Poêles à granulés				4400					
Pays nordiques / Label Nordic Swan	Appareil à combustion lente				70%	170		2250			
	Insert				65%	170		2815			
	Poêle (manuel)					170		2815			
	Poêle (automatique)				70%	55		1125			
	Chaudières	Manuel	≤ 100				1640	280	60	35	
			100 -300				820	280	40	35	
	Automatique	300				330	280	20	35		

Nous constatons tout d'abord, une variété de paramètres pris en compte pour chaque réglementation ou labellisation. Certaines prennent en compte la puissance en kW (Allemagne, Suisse, Autriche, Danemark, Finlande et Suède) alors que d'autre pas du tout, comme le label Flamme Verte qui prend en compte le combustible et le rendement. Quant au type d'appareil, sa considération n'est pas systématique non plus dans l'attribution des limites d'émission. Au Danemark par exemple, tous les types d'appareils sont concernés, il n'y a que le type de chargement et la puissance qui comptent. Le type de chargement permet néanmoins de déterminer s'il s'agit d'une chaudière ou d'un poêle à granulés car il n'y a que ces deux types d'appareils qui puissent être automatiques. Ainsi, il est difficile de réaliser une comparaison pertinente entre les pays sur les différentes limites d'émission. Par ailleurs, ces limites sont également déterminées par les facteurs d'émission attribués à chaque type d'appareil, eux-mêmes dépendant des techniques de mesure utilisées par chaque organisme de recherche. Toutefois, nous constatons une certaine convergence des limites d'émission de particules fines, notamment en ce qui concerne les valeurs imposées par l'Allemagne, l'Autriche et la Suisse : les valeurs limites se situent entre 20 et 40 mg/m³. Seul le label Flamme Verte 6* pour les poêles à granulés s'aligne sur cette exigence.

Il est aussi important de rappeler, que parmi tous les pays étudiés, il n'y a qu'en France qu'aucune valeur limite n'est imposée au niveau réglementaire pour les appareils de chauffage au bois domestiques.

7.4 Test du questionnaire type pour des enquêtes ménages

7.4.1 Résultats du test auprès d'un échantillon

Ce test avait pour but de vérifier la bonne compréhension et appropriation des questions par les personnes interrogées et les enquêteurs

- Le test s'est déroulé sur la base du questionnaire disponible en annexe et qui a été annoté selon les formulations à améliorer:

Date de début	11/05/2015
Date de fin	13/05/2015
Cas réalisés	46 enquêtes : - 15 en zone péri-urbaine - 20 en zone urbaine - 10 en zone rurale
Durée du questionnaire	14,14 minutes

- Le bilan dressé par l'institut de sondage BVA est le suivant:

Les questions posées sont dans la majorité des cas compréhensibles par tous et permettent de bien appréhender l'équipement et les pratiques et usages des ménages concernant le chauffage au bois.

La diversité des questions posées permet de faire de nombreux contrôles de cohérence (comme par exemple entre le nombre de jours de chauffe en Q7, le volume de bois consommé en Q8 et le type d'appareil utilisé en Q2).

Le questionnaire répond bien aux objectifs posés et dans une durée acceptable d'environ 14 minutes (à réduire un peu éventuellement selon les questions complémentaires qui pourraient être insérées en plus selon la spécificité du sujet étudié).

- Les principales remarques et difficultés rencontrées et pistes d'améliorations sont :

(cf. questionnaire joint ci après avec en rouge les remontées suite au pilote)

- RS7bis : à poser en 2 temps (une question pour les travaux et une pour la date de réalisation)
- RS11 : à poser peut-être avec des tranches en m² plutôt qu'en %
- Q7 et Q7 bis ne posent pas de problèmes particuliers telles qu'elles ont été posées
- Q8 : autoriser une décimale (certaines personnes se positionnent entre 1 et 2 stères par exemple)
- D'après l'analyse des résultats, les réponses données aux questions Q7 et Q8 semblent être cohérentes. Plus de difficultés à estimer le volume consommé chez les gros consommateurs
- Pas de difficultés rencontrées pour se positionner sur les questions de pratiques (Q10 à Q15)
- Q12 : trop de tranches proposées, celles supérieures à la moitié du foyer ne semblent pas utiles
- Q22 : la fréquence demandée sur la base mensuelle pour le nettoyage de la vitre ne semble pas toujours en adéquation, plutôt privilégier une fréquence hebdomadaire

7.4.2 Le questionnaire V0

ADEME

Questionnaire TYPE chauffage domestique au bois

Stratification préalable: codes AUER INSEE :

Urbain : codes 111, 211, 221

Péri-urbain : codes 112, 120

Rural : codes 212, 222, 300, 400

Introduction

Bonjour, je suis _____ de l'institut d'étude BVA. Nous réalisons pour le compte de l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie) une étude sur les modes de chauffage domestique.

Pourrais-je parler à la personne qui s'occupe des choix en matière de chauffage au sein de votre foyer ?

Je vous la passe..... 1 → **REPRENDRE INTRO**
La personne n'est pas disponible 2 → **NOM + RDV**
Oui, c'est moi, allez-y..... 3 → **ALLER EN RS1**
Oui, c'est moi, mais je n'ai pas le temps..... 4 → **RDV**
Refus..... 5 → **STOP INTERVIEW**

Informations géographiques :

- CP : /_/_/_/_/_/_/_/_/

- Code INSEE : à ajouter ensuite

- Ville : variable

- Recode en taille d'agglomération : **(QUOTAS)**
 1. Communes rurales
 2. Communes péri-urbaines
 3. Communes urbaines

I. Screening et question des quotas

Note BVA : nous devons partir d'un échantillon représentatif des ménages (sexe, âge, CSP chef de famille, stratifié par région et taille d'agglomération) utilisateurs de bois de chauffage en mode principal ou d'appoint au cours des 12 derniers mois.

Je vais dans un premier temps vérifier que vous correspondez au profil des personnes que nous recherchons.

RS0. Le logement situé à « insérer ville du fichier » pour lequel je vous appelle est-il... ?
(Enquêteur : Une seule réponse possible)

- Votre résidence principale 1
- Votre résidence secondaire 2 => fin d'interview

RS1. Vous-êtes : (Enquêteur : Une seule réponse possible) **(QUOTAS)**

- Un homme 1
- Une femme 2

RS2. Quel est votre âge ? (Enquêteur : Noter en clair et coder) **(QUOTAS)**

- / ____ /
- 18-24** 1
- 7.4.2.1.1 25-34** 2
- 35-49** 3
- 50-64** 4
- 65 et +** 5

RS3. Quelle est la profession du chef de famille (à savoir la personne qui a le revenu le plus important au sein du foyer) ? (QUOTAS)
(Enquêteur : Ne rien suggérer, noter en clair et coder)

- Agriculteur, exploitant 1
- Artisan 2
- Commerçant 3
- Chef d'entreprise 4
- Profession libérale 5
- Cadre ou profession intellectuelle supérieure 6
- Contremaître, agent de maîtrise 7
- Technicien 8
- Autre profession intermédiaire 9
- Employé 10
- Ouvrier..... 11
- Etudiant, écolier 12
- Retraité, préretraité 13
- Autre inactif 14
- A la recherche d'un emploi..... 15

RS4 Etes-vous... (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Propriétaire 1
- Locataire 2
- Autre (logé à titre gratuit)..... 3

RS5-FILTRE Au cours des 12 derniers mois (période de chauffe de l'hiver 2014/2015), avez-vous utilisé du bois de chauffage que cela soit pour alimenter une cheminée à foyer ouvert, un insert, un poêle, une chaudière ou une cuisinière ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Oui..... 1
- Non 2=> fin d'interview
- NSP 3=> fin d'interview

II. Caractéristiques du logement

Objectifs :

- Déterminer la consommation moyenne en kWh du logement pour le chauffage et la part couverte par le bois énergie = indicateur : énergie substituée
- Préciser l'adéquation type de logement (année de construction/surface/couplage énergie) et type d'utilisation bois énergie (appareil/usage/ performance)= indicateur performance d'utilisation (bon dimensionnement kW bois/m2)

RS6. Quelle est approximativement la date de construction de votre résidence principale ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Avant 1949 1
- De 1949 et 1974 2
- De 1975 à 1981 3
- De 1982 à 1988 4
- De 1989 à 1999 5
- De 2000 à 2004 6
- De 2005 à 2011 7
- Depuis 2012 8
- Je ne sais pas 9 (nb :1)

RS7. Depuis sa construction, ce logement a-t-il bénéficié de travaux d'isolation ?

- Oui..... 1
- Non 2
- (NSP) 3 (nb :0)

Si oui (code 1 en RS7)

RS7bis. De quels types de travaux parmi les suivants s'agissait-il ?

Enumérer les différentes possibilités, plusieurs réponses possibles (si code 1 ne pas proposer code 2, si code 3 ne pas proposer code 4, si code 5 ne pas proposer code 6, si code 7 ne pas proposer code 8)

- Remplacement des fenêtres réalisé avant 2000 1
- Remplacement des fenêtres réalisé après 2000 2
- Isolation de la toiture (comble, rampants) réalisée avant 2005..... 3
- Isolation de la toiture (comble, rampants) réalisée après 2005..... 4
- Isolation de la façade réalisée avant 2005 5
- Isolation de la façade réalisée après 2005..... 6
- Isolation des murs intérieurs réalisée avant 2005 7
- Isolation des murs intérieurs réalisée après 2005 8
- Autres (précisez) 9
- (Ne sait pas)..... 10

⇒ Quelques incohérences : nécessité de poser la question en 2 temps : d'abord les travaux réalisés, puis la date de réalisation.

RS8) Parmi les suivants, quel a été le mode de chauffage principal de votre logement lors de l'hiver dernier (2014/2015) ? (une seule réponse)

- Electricité 1
- Gaz de ville 2
- Propane 3
- Fioul 4
- Bois 5
- Pompe à chaleur..... 6
- Autres (précisez) 7

RS9) Quel autre mode de chauffage avez-vous utilisé lors de l'hiver dernier (2014/2015) ? (afficher en enlevant la réponse de RS8) (une seule réponse)

- Electricité 1
- Gaz de ville 2
- Propane 3
- Fioul 4
- Bois 5
- Pompe à chaleur..... 6
- Autres (précisez) 7
- Aucun autre mode de chauffage utilisé (bois exclusif) 8

RS10. Quelle est la surface habitable chauffée de votre logement ? (Enquêteur : noter la surface en clair)

- / _____ / m² (nb : 1 « ne sait pas » sur la question ouverte ; pas de problème pour se positionner sur les tranches proposées)

Si NSP proposer les tranches suivantes : moins de 80m² ; 80 à 100m² ; 100 à 120m² ; plus de 120m² ; (NSP)

RS11. Durant la saison d'hiver, à combien estimez-vous la part de votre logement chauffée au bois ? Noter en clair en % + NSP

/ _____ /

Si NSP proposer les tranches suivantes : moins de 20% ; 20 à 49% ; 50 à 99% ; 100% ; (NSP)

- ⇒ Certains ont des difficultés à se positionner en termes de pourcentages (nb : 5 « ne sait pas » sur la question ouverte)
- ⇒ Peut-être qu'il faudrait proposer des tranches en m² plutôt qu'en pourcentage (pour rester dans la lignée de la question précédente)

Objectifs :

Renseigner l'indicateur sur la performance du parc à partir de la segmentation ADEME proposée intégrant les valeurs de performances (rendement, niveau d'émission des appareils)

Q1) Lequel ou lesquels de ces types de bois avez-vous utilisé comme combustible pour vos équipements au cours de la période de chauffe de l'hiver dernier? (Enquêteur : énumérer - plusieurs réponses possibles)

- Des bûches ou morceaux de bois..... 1
- Des bûches compactées ou buchettes reconstituées..... 2
- Du bois de récupération ou de recyclage/rebut (chute de scierie, emballages, palettes, charpente)..... 3
- Des granulés ou pellets..... 4
- Des plaquettes ou bois déchiqueté 5
- Du bois d'entretien (entretien de vergers, espaces verts ou haies (y compris les bords de route...))..... 6

Si plusieurs réponses en Q1 :

Q1bis) Quel combustible avez-vous utilisé principalement? Reprendre la liste des réponses en Q1 (Enquêteur : énumérer - une seule réponse)

Q1ter) En termes d'essence, avez-vous utilisé plutôt.... (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Du résineux (pin, sapin...) 1
- Du feuillu dur (Chêne, châtaigner, charme, hêtre, orme...) 2
- Du feuillu tendre (Peuplier, saule, frêne...) 3
- NSP 4 (nb :1)

Q2) Quel équipement de chauffage au bois parmi les suivants avez-vous principalement utilisé dans votre logement au cours de l'hiver dernier (2014/2015) ? Enumérer, une seule réponse

- Foyer ouvert/cheminée 1
- Foyer fermé/ insert avec gaine de répartition de chaleur 2
- Foyer fermé/ insert sans gaine de répartition de chaleur 3
- Chaudière à bois bûches..... 4
- Chaudière à granulés 5
- Poêle à bois bûches 6
- Poêle à granulés 7

- Poêle bouilleur/hydraulique 8
- Cuisinière à bois 9
- Autre (précisez) 10

Q3) En quelle année a été installé cet équipement ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Avant 1995 1
- Entre 1996-2004 2
- Entre 2005-2011 3
- Depuis 2012 4
- (Ne sait pas)..... 6 (nb :0)

Si code 4 à 9 en Q2

Q4) Quelle est la puissance de votre appareil en Kilowatts ? Une seule réponse possible

- Moins de 5 KW 1
- 5 à 7 KW 2
- 8 à 11 KW..... 3
- Plus de 11 KW..... 4
- (Ne sait pas)..... 5 (nb :4)

Si codes 1 à 4 ; 6 ou 8 à 10 en Q2 (hors granulés/plaquettes)

Q5) Quelle est la taille de la chambre de combustion / du foyer de votre équipement principal de chauffage au bois ? Une seule réponse possible

- Petite (pour des bûches 25 cm) 1
- Moyenne (pour des bûches de 33 cm) 2
- Grosse (pour des bûches de 50 cm ou plus) 3
- (Ne sait pas)..... 4 (nb :0)

Q6) Le conduit de votre équipement est ... ? Une seule réponse

- Un Conduit bâti..... 1
- Un Conduit inox..... 2
- Autre (précisez) 3
- (NSP) 4 (nb :3)

IV. Les usages

Objectifs :

Indicateurs consommation moyenne par usage

Adéquation appareils/usage/logement : bon dimensionnement

Q7) Sachant que la période de chauffe est comprise entre le 15 octobre et le 15 avril, soit environ 30 semaines ou 200 jours, combien de jours environ avez-vous utilisé votre équipement de chauffage au bois l'hiver dernier (2014/2015) ?

/ _____ / jours (+ NSP)

Q7bis) Et quand cet équipement fonctionne, combien d'heures par jour, en moyenne, est-il allumé ?

/ _____ / heures par jour (+ NSP)

Q8) Pouvez-vous me dire quelle quantité de bois vous avez approximativement UTILISÉ l'hiver dernier (2014/2015) y compris les buches reconstituées et le bois de récupération ou recyclé ? (Enquêteur : Noter en clair - coder 99 si NSP)

/ __ / __ / (borner de 0 à 20 stères) ⇒ **Autoriser une décimale**

Q8bis) Quelle est l'unité de volume utilisée ? (Enquêteur : une seule réponse)

- Le stère 1
- La corde (3 stères) 2
- La pile (4 stères) 3
- Le mètre cube 4
- La tonne 5
- Le sac 6
- Le carton (précisez la taille) 7
- La palette (précisez la taille) 8
- Autre (précisez) 9

- NSP 10 (nb :6)
 ⇒ Les « ne sait pas » ont été cités par des gros consommateurs (plus de 150 jours sur la période de chauffe)

IV. Les Pratiques

Objectifs :

Evaluer qualitativement les pratiques autour du chauffage au bois, suivre l'évolution :

Allumage : 1 2 3 (mauvaise, moyen, bonne)

Gestion du feu : 1 2 3 (mauvaise, moyen, bonne)

Entretien : 1 2 3 (mauvaise, moyen, bonne)

Type de bois : 1 2 3 (mauvaise, moyen, bonne)

Q10) Parmi les propositions suivantes, laquelle se rapproche le plus de ce que vous faites le plus souvent concernant la préparation du tas de bois pour l'allumage ? Une seule réponse possible (fournir les photos aux enquêteurs pour une meilleure compréhension de la question et pour leur laisser la possibilité de préciser aux interviewés)

- De manière croisée, les plus petits bois au-dessus 1
- Comme un feu de camp (bois à la verticale) 2
- De manière croisée, sans petit bois 3
- Avec des petits morceaux de bois en-dessous, et des bûches au-dessus 4
- (Ca dépend) 5 (nb :4)

Q11) Pour allumer votre feu, où placez-vous le papier et/ou les allume-feu ?

Une seule réponse possible

- Au-dessus du tas de bois 1
- En-dessous du tas de bois 2
- (Ca dépend) 3 (nb :1)

Q12) A l'allumage, environ quelle volume de votre foyer occupe le tas de bois ?

Une seule réponse possible

- Moins d'un quart 1

- Un quart du foyer	2
- La moitié du foyer.....	3
- Les $\frac{3}{4}$ du foyer	4
- Plus des $\frac{3}{4}$ du foyer	5
- Autres (précisez)	6
- (NSP ou ça dépend)	7

Commentaire évolution du questionnaire: Faire un seul item « plus de la moitié du foyer » (1 seul répondant s'est positionné ici)

Q13) Quelle proposition parmi les suivantes CORRESPOND LE PLUS à vos pratiques habituelles d'utilisation de votre équipement de chauffage au bois ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Vous allumez et laissez le feu s'éteindre (type flambée) 1
- Vous allumez et rechargez votre appareil pour qu'il fonctionne longtemps sans que vous ayez à vous en occuper (feu au ralenti) 2
- Vous allumez et rechargez régulièrement votre appareil pour maintenir un feu avec des flammes vives en continu 3
- Vous allumez et rechargez régulièrement votre appareil pour maintenir un feu avec des petites flammes en continu 4
- Vous allumez et rechargez une fois les braises formées..... 5
- Vous allumez votre appareil plusieurs fois par jour : combien de fois par jour ? 6

Q14) Votre appareil dispose-t-il d'un réglage d'arrivée d'air (tirette, molette ou autre) ? Une seule réponse possible

- Oui 1
- Non 2
- (NSP) 3 (nb :0)

Q15) Lorsque vous rechargez le bois après allumage, mettez-vous le même volume (la même quantité) de bois dans le foyer qu'à l'allumage ? Une seule réponse possible

- Oui 1
- Non, vous en mettez plus (au moins la moitié du foyer) 2
- Non, vous en mettez moins (un à 2 morceaux de bois maximum) 3
- (Ca dépend) 4 (nb :3)

Q16) Pour vous, quelle est la température que vous cherchez à avoir dans la pièce où est installé l'appareil au bois ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse)

- Supérieure à 22°C 1
- Comprise entre 20°C et 22°C 2
- Inférieure à 20°C 3

Q17) Lorsque votre chauffage au bois fonctionne, la température de la pièce est de...

(Enquêteur : énumérer - une seule réponse)

- Supérieure à 22°C 1
- Comprise entre 20°C et 22°C 2
- Inférieure à 20°C 3
- (NSP) 4 (nb :1)

Si chauffage au bois en mode principal (réponse 5 en RS8)

Q9) Quelle est environ la température des autres pièces chauffées au bois dans votre logement ?

|__|__| degrés (noter en clair, NSP) (pas de « ne sait pas »)

Si Bûches en Q1 (code 1)

Q18) Où stockez-vous votre bois ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- A l'intérieur de votre logement 1
- A l'extérieur sous une bâche 2
- A l'extérieur sous un abri 3
- A l'extérieur sans abri 4
- (NSP) 5 (nb :0)

Si Bûches en Q1 (code 1)

Q19) Quelle dimension de bûches utilisez-vous principalement dans votre appareil ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Des bûches de 25 cm..... 1
- Des bûches de 33 cm..... 2
- Des bûches de 50 cm..... 3
- Des bûches de 1 m 4
- Autres 5
- (NSP) 6 (nb :0)

Si Bûches en Q1 (code 1)

Q20) Quelle avait été la durée moyenne de séchage du bois que vous avez utilisé l'hiver dernier ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Moins de 6 mois..... 1
- Entre 6 mois et 1 an 2
- Entre 1 et 2 ans..... 3
- Plus de 2 ans 4
- (NSP) 5 (nb :1)

Si Bûches en Q1 (code 1)

Q21) A votre avis, le bois que vous utilisez est-il ? Une seule réponse

- Bien sec..... 1
- Plutôt sec..... 2
- Plutôt humide..... 3
- Très humide..... 4
- (NSP) 5 (nb :0)

A TOUS

Q22) A quelle fréquence effectuez-vous les opérations d’entretien/ de maintenance suivantes ? (Enquêteur : noter en clair le nombre de fois selon l’unité : an/mois/semaine) + ajouter une possibilité de répondre Ne sait pas

- A. Ramonage des tuyaux et conduits.. / ___/ fois par an + Tous les 2 ans ou moins souvent
- B. Nettoyage de la vitre (le cas échéant)/ ___/ fois par mois + Tous les 2 mois ou moins souvent
- + (ajouter une possibilité de répondre « non concerné »)

⇒ Plus pertinent de poser la question en nombre de fois par semaine que par mois

- C. Enlèvement des cendres/ nettoyage du foyer/ ___/ fois par semaine + Toutes les 2 semaines ou moins

A TOUS

Q23) Qui s’occupe des opérations de ramonage ? (Enquêteur : énumérer - une seule réponse possible)

- Vous-même ou quelqu’un de votre foyer 1
- Un ami, une connaissance 2
- Un professionnel..... 3
- Autres (précisez) 4
- (NSP) 5 (nb :0)

FIN DU QUESTIONNAIRE

8 Bibliographie

- [1] AGEDEN - 2012 : *"Analyse comparative des émissions de particules évitées entre la mise en œuvre d'un système de filtration pour une chaudière automatique au bois et le remplacement d'un appareil indépendant vétuste par un poêle performant"*
- [2] INERIS - 2008 : *"Evaluation de l'impact des appareils de chauffage domestique à bois sur la qualité de l'air intérieur et extérieur"*, Rapport Final
- [3] ADEME - 2012 : *"PEREN2BOIS : évaluation technico-économique des performances énergétiques et environnementales des meilleures techniques disponibles de réduction des émissions de poussières fines et de composés organiques pour les appareils de combustion domestique utilisant la biomasse"*
- [4] QM Chauffage au bois - 2008 : *"Manuel de planification"* (Suisse)
- [5] Séminaire QABE - 2013 : *"Prospective Bois Energie et Qualité de l'Air de la région Rhône-Alpes à l'horizon 2030"*
- [6] ADEME 2013: *"Etude sur le chauffage domestique au bois : marchés et approvisionnement"*, synthèse de l'étude.
- [7] ABIBOIS - 2010 : *"La filière bois bûche en Bretagne"*, présentation ppt
- [8] FIBRA - 2010 : *"Etude filière bois buche en Rhône-Alpes"*, synthèse.
- [9] SER - 2011 : *"Annuaire des acteurs industriels français du chauffage au bois domestique"*
- [10] OBSERV'ER - 2012 : *"Suivi du marché 2011 d'appareils domestiques de chauffage au bois en France"*
- [11] ADEME - 2009 : *"Evaluation prospective 2020-2050 de la contribution du secteur biomasse énergie aux émissions nationales de polluants atmosphériques"*, synthèse.
- [12] ADEME - 2014 : *"Evaluation des impacts sur la qualité de l'air des actions de modernisation du parc d'appareils de chauffage au bois à Lanslebourg"*, Rapport final.
- [13] ADEME - 2011 : *"Etat des lieux de la qualité de l'air et impact du brulage du bois sur la commune de Lanslebourg Mont-Cenis"*
- [17] Laurence ROBERT - 2006 : *"Caractérisation des émissions issues de la combustion du bois dans deux appareils indépendants"*, Pollution Atmosphérique n°189
- [18] Environment Protection Engineering - 2011 : *"Emissions from combustion of wood and lignite in small furnaces"* (République Tchèque)
- [19] Anja Behnke - 2007 : *"Die Nebenwirkungen der Behaglichkeit : Feinstaub aus Kamin und Holzofen"* (Allemagne)

- [20] BIOENERGY 2020+ GmbH - 2010 : *"Proposal of a Product-Label for small scale Biomass Furnaces"*
- [21] 1BIOENERGY 2020+ GmbH - 2012 : *"Emissionsfaktoren und chemische Charakterisierung von Feinstaubemissionen moderner und alter Biomasse-Kleinfeuerungen über typische Tageslastverläufe"* (Allemagne)
- [22] Umweltbundesamt – 2008 : *"Effiziente Bereitstellung aktueller Emissionsdaten für die Luftreinhaltung"* (Allemagne)
- [23] LWF aktuell - 2010 : *"Feinstaubemissionen aus Holzheizungen"* (Allemagne)
- [24] Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Verbraucherschutz aufgrund - 2013 : *"Handbuch bioenergie-Kleinanlagen"* (Allemagne)
- [25] Energie bois Suisse - 2011 : *« Obtention du label de Qualité Suisse pour les chauffages à bois destinés aux pièces d'habitation et les chaudières à bois »* (Suisse), Brochure d'information.
- [26] BC Ministry of Environment - 2012 : *"Wood Stove Inventory and Behaviour Analysis"* (Colombie Britannique, Canada)
- [27] NYSEDA - 2010 : *« European Wood-Heating Technology Survey : An overview of combustion principles and the energy and emissions performance characteristics of commercially available systems in Austria, Germany, Denmark, Norway and Sweden »*, rapport final.
- [28] SBIO – 2014 : *« Synthèse Flamme Verte »*
- [29] COSTIC - 2006 : *« La réglementation en matière de chauffage domestique au bois »*
- [30] ALE Lyon - 2012 : *« Fumisterie pour les poêles à granulés »*
- [31] ADEME - 2013 : *« Etude sur le chauffage domestique au bois: marchés et approvisionnement »*, Rapport final.
- [32] M. BRANC, 2011 : *« Emissions from combustion of wood and lignite in small furnaces »*.
- [33] UMWELT BUNDES AMT Publikation- Projektleitung Alexander Storch, 2013 : *« Luftschadstoffausstoß von Festbrennstoff-Einzelöfen : Untersuchung des Einflusses von Festbrennstoff-Einzelöfen auf den Ausstoß von Luftschadstoffen »*
- [34] Bundesverband des Schornsteinfegerhandwerks – Zentralinnungsverband (ZIV) –, 2013 : *« Erhebungen des Schornsteinfegerhandwerks für 2013 »*
- [35] ADEME et SER – 2014 : *« Le chauffage au bois labellisé Flamme Verte dans l'habitat individuel »*
- [36] COSTIC : *« Les chaudières à bûches »*
- [37] EIE Midi-Pyrénées : *« Le bois énergie dans l'habitat individuel »*
- [38] Ordonnance sur la protection de la qualité de l'air (Suisse) du 16 décembre 1985

[39] OFEV – 2009 : « *Information sur la mise dans le commerce d'installations de combustion alimentées au charbon et au bois selon l'article 20 de l'ordonnance sur la protection de l'air (OPair)* »

[40] FOEN – 2015 : “*Switzerland's Informative Inventory Report 2015*”

[41] ADEME – 2013 : “*Evolution des systèmes de chauffage et d'ECS : nouvelles pistes de recherche dans l'habitat existant* » (énergies demain/scout stratégique).

”