



Gros plan

Le bois
séduit les ménages

p.4

Synthèse

Optimiser l'utilisation
des appareils de combustion

p.13

Bois bûche

L'exemple
de Bois Factory 36

p.16



Le chauffage domestique au bois : stabilité des consommations et renouvellement du parc ?



Chauffage domestique au bois : des réponses, mais encore de nombreuses interrogations

Sommaire

- Edito, par Serge DEFAYE
- Le chauffage au bois séduit de plus en plus de ménages p.4
- Les ventes d'appareils de chauffage domestique au bois se portent bien p.8
- Optimisation des rendements de production de chaleur et minimisation des émissions polluantes p.13
- Production industrielle de bûches par Bois Factory 36 (Indre) p.16

Les Cahiers du bois-énergie, co-édités par Biomasse Normandie et le Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE), sont publiés avec le soutien de l'Ademe (direction productions et énergies durables - service bioressources) et du Bois International, sous la responsabilité éditoriale de Biomasse Normandie.

Ce cahier a été préparé par Stéphane COUSIN et Mathieu FLEURY (Biomasse Normandie) et Serge DEFAYE (CIBE). Nous remercions Marc MAINDRAULT (Debat / Best Energie) et Hugues de CHERISEY (SNPGB) pour leur contribution. Mise en page par la rédaction du Bois International.

Au chapitre des confirmations : le poids prépondérant des appareils indépendants, le chauffage central à eau chaude demeurant très minoritaire. Parallèlement s'est affirmée la montée en puissance des poêles au détriment des foyers fermés, ce qui tend à laisser supposer que l'aspect chauffage prend le pas sur l'agrément. Par contre, qu'en est-il de l'évolution des consommations globales dans un passé récent et surtout dans le futur ?

Le Grenelle de l'environnement a fixé, à l'horizon 2020, des objectifs très ambitieux au chauffage domestique au bois : forte augmentation du nombre d'utilisateurs avec quasi stabilisation des consommations, au regard de l'augmentation attendue du rendement des appareils et de la rénovation énergétique des logements. Les évolutions en cours sont difficiles à cerner parce qu'elles sont déterminées par des facteurs multiples qui peuvent jouer dans des sens opposés :

- une diminution de la population rurale, donc d'un usage traditionnel, caractérisé par des consommations unitaires fortes ;
- une forte augmentation du prix des énergies fossiles et de l'électricité qui pousse à un recours accru au bois, combustible bon marché ; d'où l'augmentation des ventes d'appareils indépendants (multipliées par deux par rapport aux années 90) et donc du parc en fonctionnement ; subsistent de grandes incertitudes sur la mixité combustible bois / autres énergies : le bois est-il toujours majoritairement une énergie d'appoint ou au contraire devient-il, de plus en plus, un mode de chauffage principal voire exclusif ?
- une augmentation des performances des appareils constatées sur banc d'essai, mais avec peut-être des comportements d'usagers de nature à contrarier en partie l'efficacité énergétique et environnementale des produits ; on est face à des inconnues quant à la conduite des installations : fonctionnent-elles de façon plutôt intermittentes "à flamme vive", comme les foyers fermés de première génération, ou bien "en feu continu et au ralenti", avec des conséquences négatives aux plans énergétique et environnemental ?
- une diminution des consommations unitaires résultant de l'amélioration de l'isolation des logements et des performances accrues des appareils, contrebalancées peut-être par une utilisation plus fréquente et sur des durées plus longues, en raison du prix élevé des énergies concurrentes, le bois devenant un mode de chauffage unique chez nombre de familles, notamment dans les régions à forte rigueur climatique.

L'affichage du Grenelle "plus de consommateurs sans accroissement des consommations" soulève les questions suivantes :

- les performances des logements et des appareils de nouvelle génération permettront-elles de compenser la croissance du parc constatée depuis une décennie et qui pourrait se poursuivre ?
- ou bien s'orienté-t-on à terme vers un développement des consommations de bois de feu, avec des conséquences à bien maîtriser vis-à-vis des usages concurrents des ressources ligneuses, de même qu'en matière d'émissions particulières et gazeuses, notamment dans certaines zones du territoire (péri-urbain dense, vallées montagnardes encaissées...)?

L'évaluation des consommations, à deux dates distantes de douze années selon une méthodologie identique, semble démontrer une relative stabilité en volume et donc une situation "sous contrôle". Mais il faudrait disposer d'un observatoire permanent, ne serait-ce que pour comprendre la réactivité des marchés des appareils et donc des biocombustibles, face à des événements de type chocs pétroliers ou gaziers, qu'on ne peut écarter des scénarii du futur.

Serge DEFAYE, Debat, vice-président du CIBE



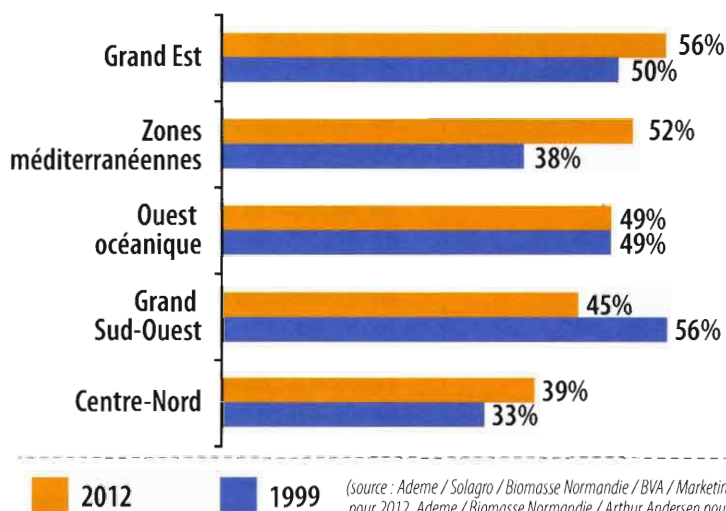
Le chauffage au bois séduit de plus en plus de ménages

En matière de chauffage domestique (individuel) au bois, les objectifs nationaux visent à atteindre, à l'horizon 2020, 9 millions de logements chauffés avec une consommation de combustible associée de l'ordre de celle constatée en 2006. Pour y parvenir, il est nécessaire qu'il y ait un accroissement du nombre de ménages en maisons individuelles optant pour ce mode de chauffage et une amélioration importante des performances énergétiques moyennes des parcs d'équipements et de logements.

Les dernières données descriptives des marchés et des circuits d'approvisionnement en bois de chauffage à l'échelle nationale dataient de 2000 (étude Ademe / Biomasse Normandie / Arthur Andersen). Afin de mettre à jour les chiffres clés du bois-énergie chez les ménages, l'Ademe a confié une mission au groupement Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance avec pour objectifs de :

- caractériser les produits bois consommés et les modes d'approvisionnement ;
- repérer les évolutions significatives en termes de profils d'utilisation et leurs impacts sur les marchés et circuits d'approvisionnement ;
- formuler des recommandations sur l'offre des professionnels, sur la communication en faveur du chauffage au bois au regard des enjeux de développement.

Basée sur une analyse bibliographique, des entretiens avec des professionnels et



(source : Ademe / Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance pour 2012, Ademe / Biomasse Normandie / Arthur Andersen pour 1999)

des enquêtes auprès de ménages et de fournisseurs de bûches, l'étude a ainsi croisé données quantitatives et qualitatives.

Ce sont les principales conclusions de cette étude qui sont présentées dans cet article.

Consommateurs de bois de feu et équipements de chauffage

Le nombre de ménages utilisateurs a fortement augmenté : de 5,9 millions en 1999, il est passé à 7,4 millions en 2012. Le taux de pénétration du bois dans les résidences principales de type maison individuelle a ainsi évolué de 45 à 48% en 13 ans. D'une manière générale, le chauffage au bois est privilégié parce qu'il

Part des résidences principales de type maison individuelle chauffées au bois par grande zone géographique.

fournit une chaleur agréable, confortable (pour 63% des utilisateurs) et qu'il représente une solution peu onéreuse (52%). Pour 40% des personnes interrogées, il s'agit en outre d'un mode de chauffage écologique.

Le bois devient une énergie à part entière : de 1999 à 2012, l'utilisation du bois en énergie principale a crû de 30 à 50% chez les ménages consommant du bois (le bois est utilisé seul dans 45% des cas et avec l'appoint d'une autre énergie dans 55%). Trois facteurs peuvent expliquer cette évolution :

- l'apparition d'appareils de chauffage efficaces et vertueux (poêles modernes, chaudières et poêles à granulés) ;

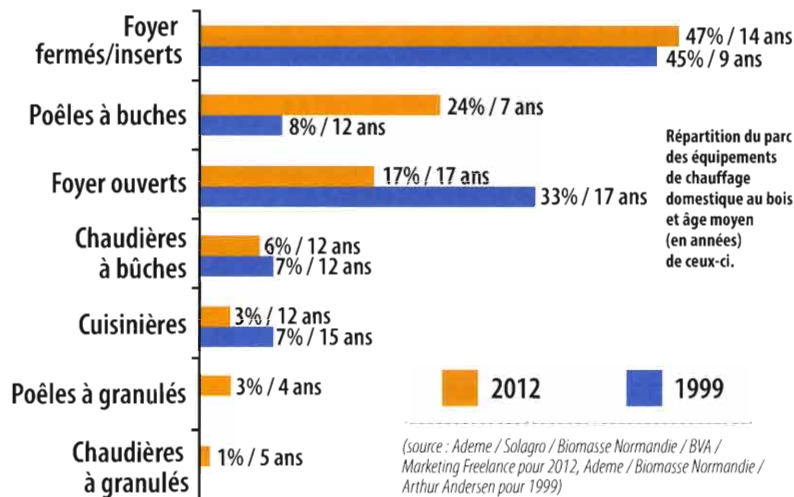
- la compatibilité des appareils avec la performance énergétique des logements (il est possible de satisfaire la majorité des besoins thermiques des maisons neuves – ou rénovées – avec un équipement indépendant de chauffage au bois) ;
- l'augmentation du prix des énergies qui amène le particulier à revoir ses choix en matière de chauffage.

Les utilisateurs sont des ménages plutôt âgés (une majorité à plus de 50 ans), de catégorie socioprofessionnelle supérieure à la moyenne, propriétaires de leur logement (78%) et résidant en zone rurale ou péri-urbaine. Les profils sociodémographiques varient toutefois en fonction des choix :

- en chauffage principal, il s'agit plutôt de familles jeunes aux revenus inférieurs à la moyenne et vivant en milieu rural ;
- en chauffage d'appoint, le bois est privilégié par des personnes plus âgées, d'un niveau de vie plus élevé ;
- l'utilisation d'agrément séduit plutôt les urbains, en majorité retraités, aux revenus élevés et dotés d'un patrimoine immobilier.

Concernant le parc d'équipements, deux évolutions majeures sont constatées : **une baisse significative du nombre de cheminées à foyer ouvert et une augmentation importante de celui des poêles**. Il est également à noter que, pour la première fois dans le cadre d'une enquête auprès des ménages, **l'utilisation de poêles ou chaudières à granulés est identifiée** (les résultats liés à ces équipements sont toutefois entachés d'une forte incertitude).

La répartition des équipements de chauffage montre une dynamique d'équipement récente qui concerne les poêles (à bûches ou à granulés). Toutefois, **la majorité des appareils utilisés sont des inserts ou des cheminées à foyer fermé**



(source : Ademe / Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance pour 2012, Ademe / Biomasse Normandie / Arthur Andersen pour 1999)

relativement anciens (15 ans d'âge moyen).

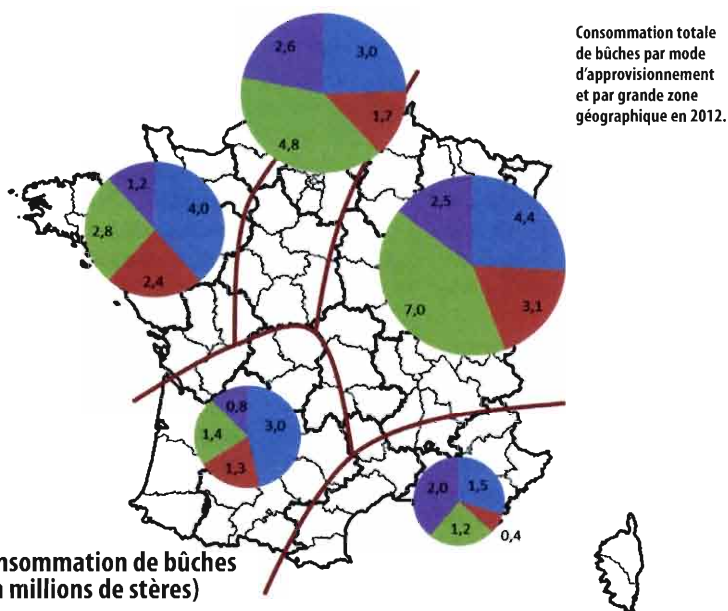
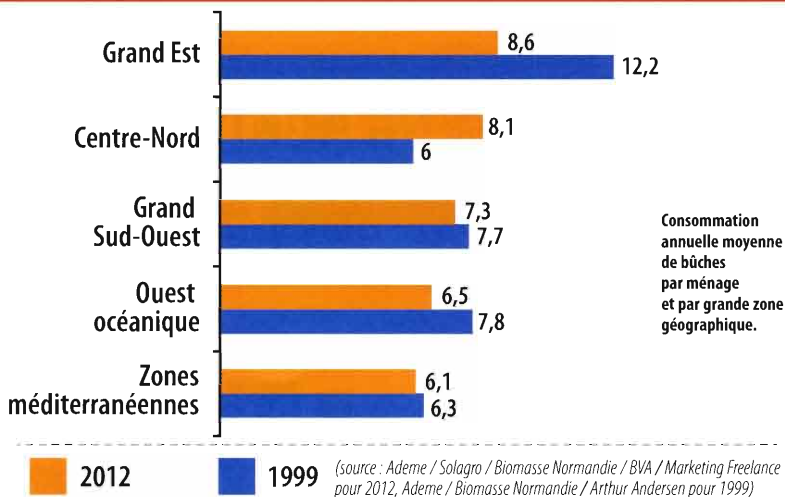
Circuits d'approvisionnement en bûches

En 2012, la consommation de bûches s'est élevée à 51 millions de stères, volume quasi identique à celui observé en 1999. Cette stabilité résulte de la conjonction de deux tendances opposées :

- une croissance du parc des appareils à bois ;
- une réduction des consommations unitaires, due à une amélioration de l'isolation des logements (habitat neuf ou rénové) et des performances des appareils les plus récemment installés : la consommation annuelle moyenne de bûches est en effet passée de 8,6 à 7,5 stères par ménage, avec des disparités régionales toutefois.

Quatre principaux modes d'approvisionnement sont identifiés en fonction de critères tels que le propriétaire du bois sur pied, l'acteur réalisant les opérations de coupe / façonnage ou encore les transactions commerciales portant sur le bois, sa transformation ou le combustible :

- **l'autoconsommation (31% du volume de bûches)** : l'utilisateur réalise lui-même la coupe du bois, qui provient de sa propriété ou de celle d'une connaissance (ami / voisin) ; cette pratique concerne des personnes vivant pour la plupart en zone rurale, plutôt âgées, dans des logements non rénovés ;
- **l'auto-approvisionnement partiel (17%)** : l'utilisateur ne paie pas le bois (il provient de sa propriété ou de celle d'une connaissance) mais le fait exploiter par un tiers moyennant rémunération ;
- **le circuit court (34%)** : le bois provient du patrimoine arboré (forêt, haie...) d'un particulier, d'un agriculteur ou d'une commune (affouage notamment) ; selon les cas, l'achat concerne le bois (et le façonnage est alors réalisé par l'utilisateur) ou le combustible ; ce sont plutôt des ruraux ou péri-urbains de plus de 50 ans qui optent pour ce mode d'approvisionnement ;
- **le circuit professionnel (18%)** : l'utilisateur fait appel à un marchand de bois de chauffage spécialisé ; ce choix est principalement effectué par des urbains de moins de 50 ans.



Consommation de bûches (en millions de stères)

Ouest océanique	10,3
Grand Est	17
Sud-Ouest	6,5
Zones méditerranéennes	5,1
Centre-Nord	12,1
Total	51

	Autoconsommation : 15,9
	Auto-approvisionnement partiel : 8,8
	Circuit court : 17,2
	Circuit pro-bûches : 9,1

(source : Ademe / Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance)

En 2012, 31% des bûches consommées n'ont fait l'objet d'aucune transaction, que ce soit pour la matière première ou le façonnage, contre 43% en 1999. On assiste ainsi à l'érosion de la pratique qui consiste à "faire son bois". L'achat de bois ou de bûches concerne quant à lui 52% des consommations et la rémunération d'un prestataire pour le bûcheronnage les 17% restants.

La livraison de bois a souvent lieu en vrac avec une vidange par bennage ou grappin. Néanmoins, en complément d'une offre en filets de petits volumes déjà présente dans les années 2000, de nouveaux conditionnements sont apparus ces dernières années : ballots, palettes, big-bags pour des quantités livrées supérieures au stère, afin de limiter la contrainte de rangement du bois. On commence également à voir apparaître le séchage forcé des bûches, qui apporte aux professionnels producteurs une plus grande réactivité face aux demandes de bois sec et leur permet de supporter une moindre avance de trésorerie. L'enquête ménages de 2012 fait ressortir un prix moyen des bûches en circuit professionnel de 56 €TTC/stère, la fourchette s'étendant, selon la région, de 41 à 64 €TTC/stère (respectivement Grand Est et zones méditerranéennes).

Pour un approvisionnement en circuit court, le prix se situe aux environs de 45 €/stère. D'après cette même enquête, 68% des volumes consommés sont issus de la forêt, 19% proviennent de l'entretien de haies, vergers ou espaces verts, 7% sont des bois de récupération et les 7% restants sont d'origine inconnue.

Recommandations pour l'accompagnement du chauffage au bois

Quatre enjeux majeurs ont été retenus pour la poursuite de l'accompagnement du chauffage domestique au bois.

Professionaliser les filières de mobilisation de la ressource et de production de combustible bois bûches

La professionnalisation permet de répondre à un triple objectif :

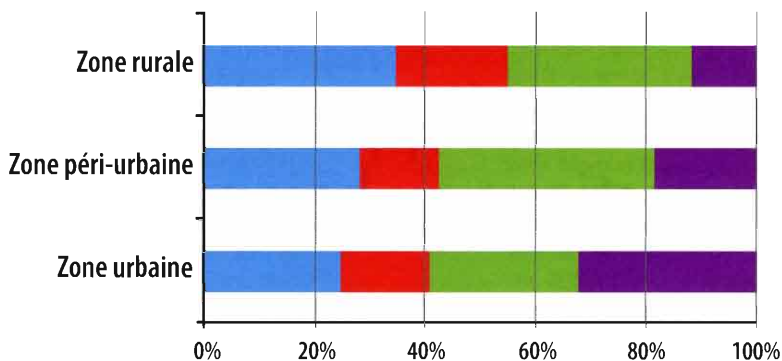
- le maintien et le développement économique forestier en assurant la compétitivité des activités professionnelles face aux pratiques informelles ou illégales ;
- l'information des propriétaires forestiers et des particuliers producteurs de bûches (dans le cadre de l'autoconsommation, de l'auto-approvisionnement et des circuits courts) sur les législations et réglementations en vigueur ainsi que sur les bonnes pratiques ;
- la lutte contre les pratiques illégales ;

Conforter l'adéquation offre / demande sur le prix, le service, la qualité (combustible et équipement)

La connaissance sur le chauffage au bois progresse auprès des particuliers possédant des équipements récents et de nouvelles attentes se font jour (développement de l'usage des granulés de bois, nouvelle image du bois-énergie, usage en chauffage principal). Cette situation est susceptible de renforcer le choix du chauffage au bois et d'inciter à l'amélioration des pratiques d'approvisionnement.

Maîtriser les impacts du chauffage au bois sur la qualité de l'air par la performance des installations et des pratiques

Le chauffage au bois est responsable d'une dégradation de la qualité de l'air, conduisant des communes à adopter des plans de surveillance et de restriction de l'utilisation. Or, cet impact est inconnu des utilisateurs, qui manquent d'informations ou ont des représentations inexactes à ce sujet. Certains demeurent attachés au foyer ouvert (plus polluant), rejettent la responsabilité de la pollution vers d'autres sources et éprouvent un sentiment d'injustice face à de possibles interdictions.



(source : Ademe / Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance)

La recherche d'appareils plus performants, le développement de prestations de services et de bonnes pratiques pourraient contribuer à améliorer la situation malgré la croissance du nombre d'utilisateurs.

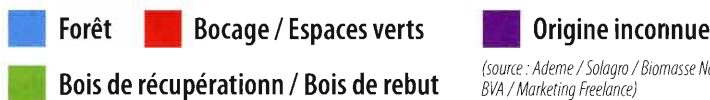
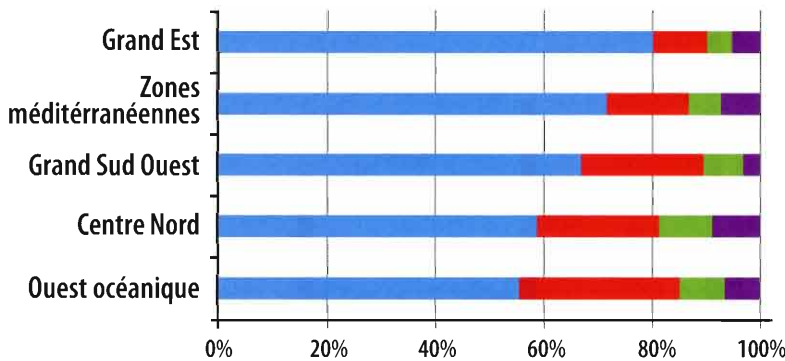
Mettre en place un outil de suivi du chauffage domestique au bois (approvisionnements, marchés, consommations)

Les modifications structurelles de la consommation de bois de chauffage avec le développement d'une consommation en

Modes d'approvisionnement en bûches selon la zone d'habitat en 2012.

Répartition des consommations de bûches par origine du bois et par grande zone géographique en 2012.

mode principal en péri-urbain et la croissance d'utilisation de nouveaux équipements militent en faveur de la mise en place d'outils performants pour appréhender et suivre les évolutions des marchés et des consommations. Pour garantir la fiabilité et la pertinence des indicateurs, un référentiel pourrait être conçu et diffusé largement auprès des acteurs de la chaîne : producteurs, distributeurs, consommateurs, et des instances concernées. ♦



(source : Ademe / Solagro / Biomasse Normandie / BVA / Marketing Freelance)



Les ventes d'appareils de chauffage domestique au bois se portent bien

Afin de suivre l'évolution des ventes d'équipements de chauffage domestique au bois, l'Ademe fait réaliser, chaque année depuis 2001, une étude de marché. Des informations existent également pour les années 1985, 1990, 1996 et 1999, permettant ainsi de dresser un panorama de l'évolution des ventes sur près de trente ans. Ce sont les données issues de l'ensemble des études menées qui sont ici exploitées.

Des périodes d'évolution des ventes bien identifiées

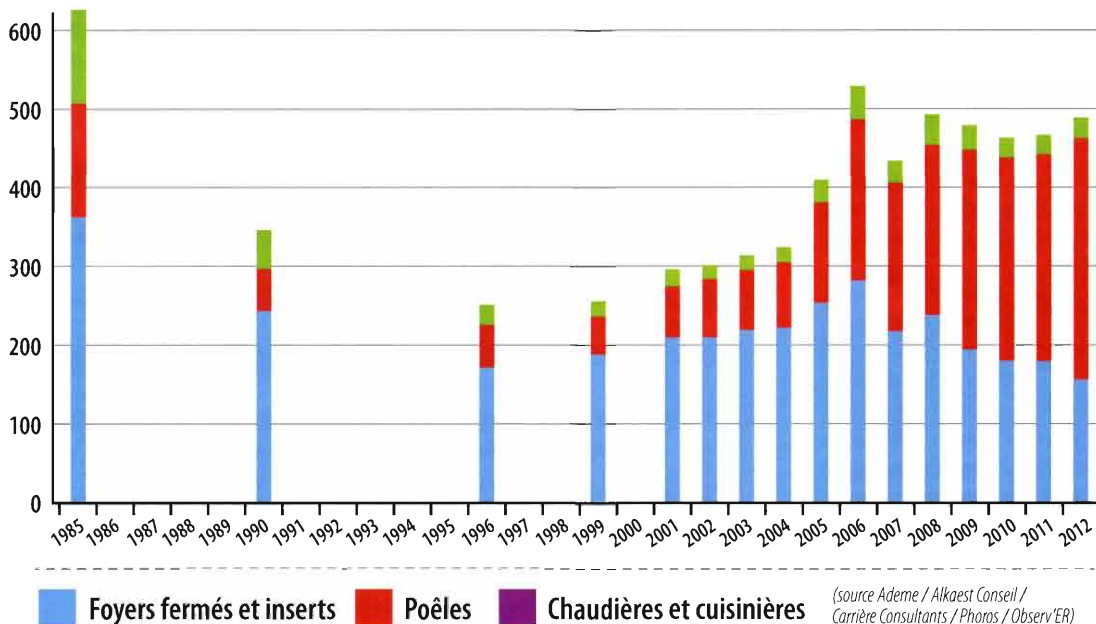
Au cours des trois dernières décennies, l'évolution des ventes n'a pas été linéaire, loin s'en faut. On distingue six périodes majeures :

- 1985-1996 : forte diminution (en moyenne - 8% par an) due au contre-choc pétrolier (effondrement du prix du fioul et du gaz) ;

- 1996-1999 : stagnation ;
- 1999-2004 : reprise assez lente mais régulière (+ 5% par an), liée à la remontée du prix du baril de pétrole (et donc du fioul, du propane et du gaz naturel) ;
- 2004-2006 : très forte augmentation (+ 28% par an) liée à la mise en place du crédit d'impôt et de la TVA à taux réduit sur le matériel et la main d'œuvre ; ce sont principalement les ventes de poêles et de chaudières qui ont été dynamisées

Evolution des ventes d'appareils de chauffage au bois (quantités).

Nombre d'appareils (en milliers)



(source Ademe / Alkaest Conseil / Carrière Consultants / Phoros / Observ'ER)

(respectivement + 58% et + 80% par an, alors que les ventes de foyers fermés / inserts ne se sont accrues que de 13% par an) ;

- **2006-2010** : léger repli (- 3% par an, si l'on exclut 2007), masquant toutefois des tendances moyennes variables selon les appareils : baisse de 11 à 12% par an pour les chaudières / cuisinières et les foyers fermés / inserts, hausse de 6% par an pour les poêles ;

- **depuis 2010** : reprise légère (+ 0,8% de 2010 à 2011) puis plus marquée (+ 4,7% de 2011 à 2012) ; cette évolution à la hausse, principalement liée à l'augmentation des ventes de poêles qui compense largement la baisse des ventes de foyers fermés, devrait en théorie

s'accroître avec, notamment, l'essor des installations de poêles dans les maisons neuves sous l'impulsion de la RT 2012.

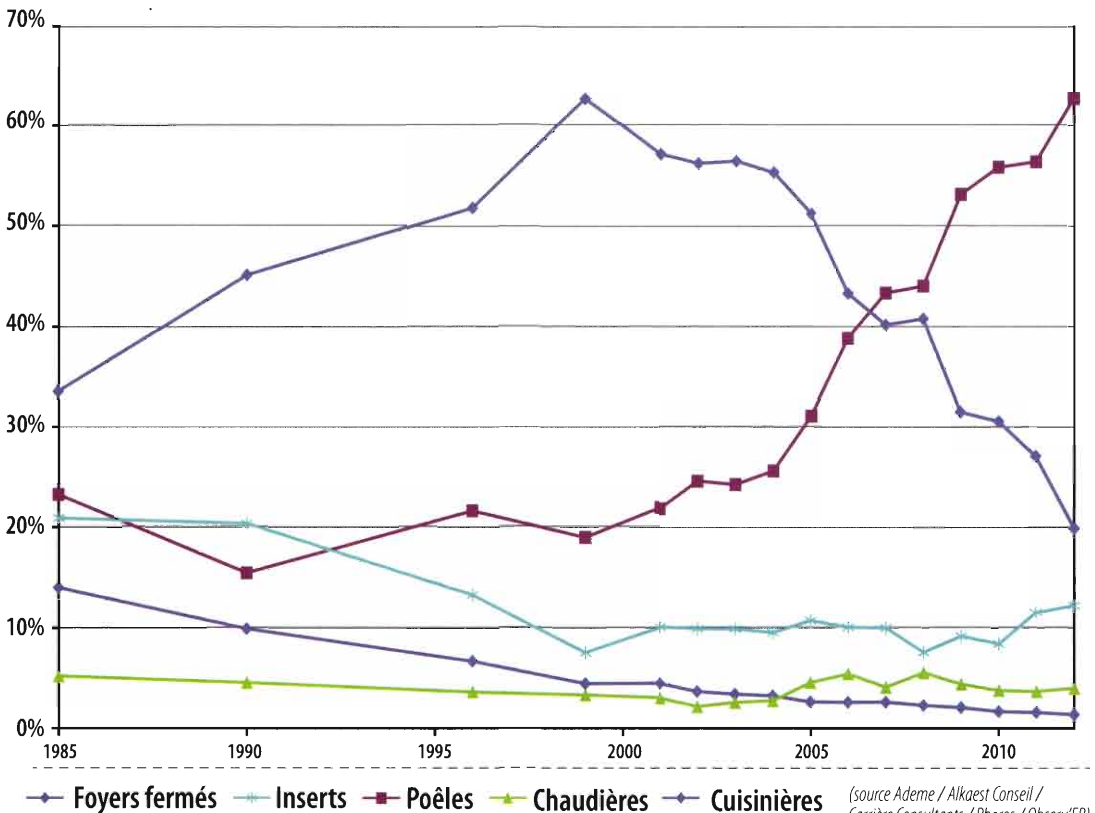
Une forte modification des comportements d'achat

En douze ans, de 2001 à 2012, il s'est vendu environ 5 millions d'équipements de chauffage domestique au bois dont 51% de foyers fermés et inserts, 42,5% de poêles et 6,5% de chaudières et cuisinières. Toutefois, cette approche globale ne permet pas de remarquer une **forte modification des comportements d'achat** : si l'on scinde la période en deux, la répartition passe respectivement de 64% / 29% / 7% sur 2001-2006 (pour un total de 2,2 millions d'appareils

vendus) à 41% / 53% / 6% sur 2007-2012 (2,8 millions d'appareils).

En fait, on assiste, depuis la fin des années 90, à une inversion quasi symétrique des parts de marché des foyers fermés et des poêles, celle des premiers passant de 63% en 1999 à 20% en 2012 alors que dans le même temps celle des seconds évoluait de 19 à 63%. Si la tendance se poursuit, on assistera d'ici 2015-2016 à l'épuisement du marché des foyers fermés (à l'exception de quelques unités vendues en remplacement d'équipements existants). Ceci mettrait fin, au moins pour les ventes car le parc continuera à fonctionner encore quelques années, à l'exception française puisque aucun autre pays n'a développé à

Evolution des ventes d'appareils de chauffage au bois (parts de marché).



(source Ademe / Alkaest Conseil / Carrière Consultants / Phoros / Observ'ER)



ce point l'usage de ces matériels. Bien que souvent comptabilisés avec les foyers fermés, **les inserts ont une dynamique de marché qui leur est propre** : en chute de 21 à 7% entre 1985 et 1996, leur part de marché s'est stabilisée aux alentours de 10% avant de tomber à 7% en 2008 pour ensuite croître régulièrement jusqu'à 12% en 2012. Il est fort probable que la remontée du prix du pétrole depuis 1999 a incité les ménages utilisant des foyers ouverts à passer à un mode de chauffage plus performant tout en gardant l'esthétique de leurs cheminées.

En baisse régulière de 1985 à 2002, la part de marché des **chaudières** est ensuite remontée pour se stabiliser aujourd'hui autour de 4%, notamment grâce à l'essor des équipements aux granulés.

Enfin, les cuisinières ne représentent plus que 1% du marché, en baisse régulière depuis 1985 où leur part était de 14%. On peut supposer que **d'ici quelques années, il ne se vendra presque plus de cuisinières**.

Si l'on examine plus en détail les ventes de poêles, on remarque une diversification. **Depuis 2009, les ventes de poêles classiques sont inférieures à celles des poêles contemporains et, d'ici 2014-2015, elles seront probablement dépassées par celles des poêles à granulés**. L'observation de l'évolution des parts de marché rend la tendance encore plus flagrante :

- les poêles classiques perdent 69 points en 27 ans, passant de 98 à 29% des appareils vendus annuellement ;
- commençant leur ascension en 1990, les

poêles contemporains représentent désormais 43% du marché ;

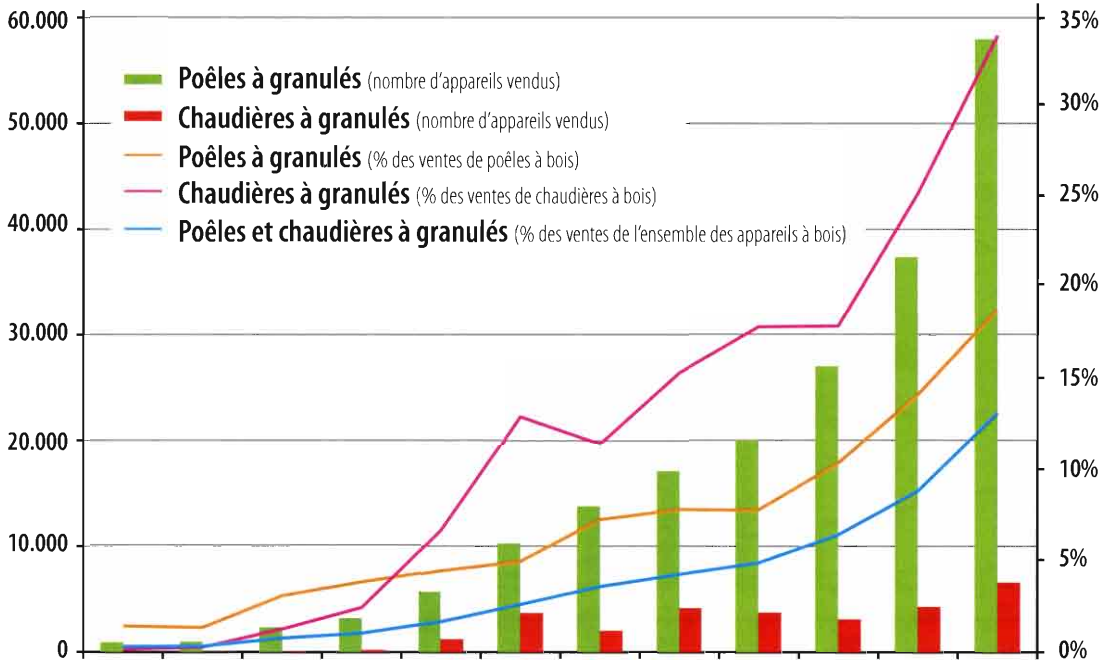
- la croissance de la part des poêles à granulés semble exponentielle, passant de 1% en 2002 à 19% en 2012 ;
- le poids des poêles cheminées a augmenté de 2 à 16% entre 1996 et 2009 mais est désormais à la baisse (8% en 2012) ;
- enfin, les poêles de masse, après avoir connu un léger regain d'intérêt de 2005 à 2010, voient désormais leur part de marché en baisse (1% en 2012).

La percée des appareils à granulés

Les premières ventes de **poêles à granulés** enregistrées dans les études de marché l'ont été en 1996 : ces équipements ont donc fait leur apparition dans la première

Ventes d'appareils à granulés de bois pour le chauffage domestique.

Nombre d'appareils vendus



(source Ademe / Alkaest Conseil / Carrière Consultants / Phoros / Observ'ER)

moitié des années 90. Néanmoins, le nombre d'unités commercialisées est resté inférieur au millier jusqu'en 2003, avec un poids dans l'ensemble des ventes de poêles très faible (1%). Depuis, la croissance des ventes est importante et s'accélère même depuis 2009. Ainsi, en 2012, 58.000 poêles à granulés ont été installés, ce qui représente 19% des ventes de poêles et 12% de celles des équipements de chauffage domestique au bois.

Pour les chaudières, l'évolution est encore plus impressionnante bien que les quantités concernées soient moindres. Faisant leur apparition au début des années 2000, elles ont véritablement pris leur place dans le marché des chaudières en 2005, dépassant alors le millier d'unités vendues et étant, pour la première

fois, identifiées en tant que telles dans les études de marché lancées par l'Ademe. En 10 ans, les chaudières à granulés se sont ainsi imposées dans le panorama des chaudières domestiques au bois : en 2012, avec 6.600 unités vendues, elles ont représenté 34% du marché. Ce succès des appareils à granulés s'explique par leur confort d'utilisation et leur très bon rendement.

En effet, les poêles sont équipés d'un réservoir intégré qui permet, selon sa taille et les besoins de chaleur, une autonomie de fonctionnement de un à plusieurs jours. Le combustible est acheminé vers le foyer par gravité si le réservoir est au-dessus du foyer ou par l'intermédiaire d'une vis sans fin. L'alimentation en granulés et l'arrivée d'air comburant sont régulées automatiquement afin d'optimiser les

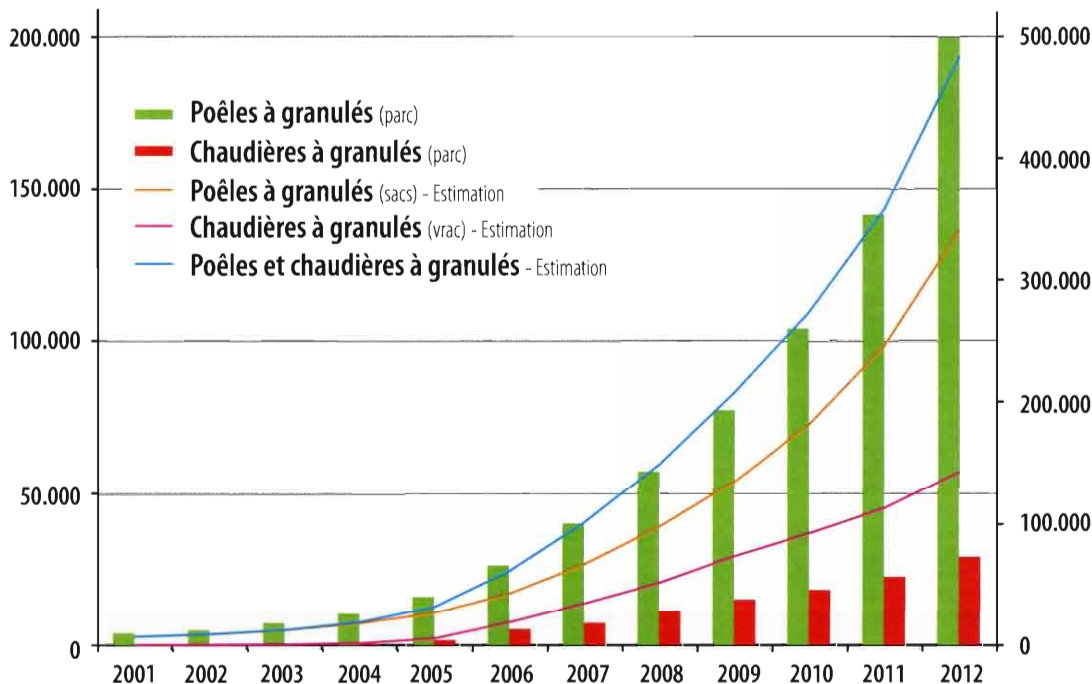
paramètres de combustion et la chaleur est transmise à l'air ambiant par convection forcée. Les poêles atteignent des performances énergétiques excellentes avec des rendements de l'ordre de 85%.

Les chaudières fournissent quant à elles le confort du chauffage central. Les granulés sont stockés dans un silo situé à proximité de la chaudière, dont le volume dépend de l'autonomie désirée et du mode de livraison du combustible. On distingue deux types de stockage : d'une part les silos "en dur" (béton, bois...) avec pans inclinés dirigeant le combustible vers une vis sans fin et d'autre part les systèmes "souples" (bâches en toile synthétique) montés sur armatures. Le remplissage du silo s'effectue généralement par un camion équipé d'une soufflerie (les granulés sont directement projetés à

Parcs d'appareils à granulés de bois pour le chauffage domestique et consommations de combustible associées.

Nombre d'appareils

Tonnes de granulés



(source Biomasse Normandie, d'après Ademe / Alkaest Conseil / Carrière Consultants / Phoros / Observ'ER)



l'intérieur du silo via un tuyau souple raccordé au bâtiment par une gaine pompier), garantissant ainsi un service équivalent à celui offert par les combustibles liquides ou gazeux. L'alimentation de la chaudière est assurée par vis sans fin de façon entièrement automatisée, ce qui permet de fournir les quantités de combustibles strictement nécessaires à un fonctionnement optimisé de l'installation (le rendement

peut dépasser 90%). De même, les cendres s'évacuent automatiquement vers un container adapté.

En 2012, le parc d'équipements à granulés était composé de 200.000 poêles et près de 30.000 chaudières et les consommations de combustible associées étaient respectivement de l'ordre de 340.000 tonnes en sacs (sur la base d'une hypothèse de consommation

unitaire de 2t/an de granulés pour un poêle, étant entendu que les équipements n'ont, en moyenne sur l'année de leur acquisition, consommé que la moitié de la quantité de combustible nécessaire pour une année pleine) et 145.000 tonnes en vrac (pour une consommation moyenne de 5,5 t/an de granulés pour une chaudière), soit une consommation totale de l'ordre de 485.000 tonnes. ◆

✓ ZOOM

Production de granulés de bois en France : la ressource en matières premières, clé des développements futurs

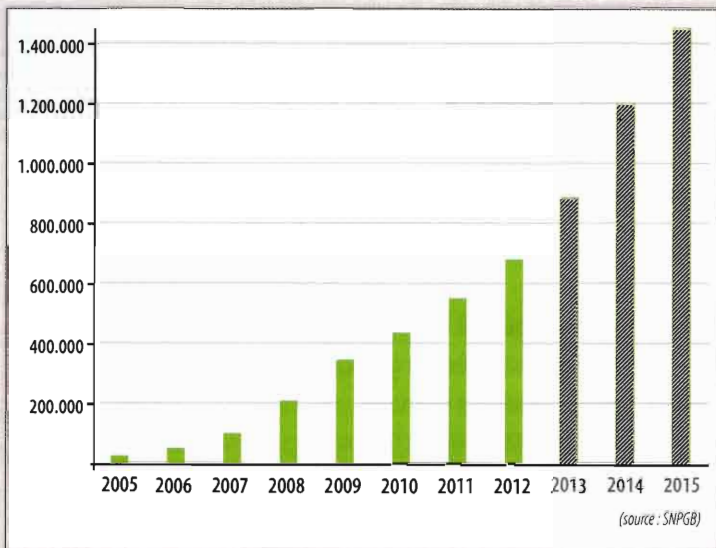
D'après Hugues de Cherisey,
Secrétaire général du Syndicat national
des producteurs de granulés de bois (SNPGB)

La production de granulés de bois a vu le jour en France dans les années 1980 mais sa progression rapide s'est affirmée à partir de 2005.

Les 500.000 tonnes ont été dépassées en 2011 et le million de tonnes sera atteint dès cette année. Au-delà de 2016, la prospective est plus incertaine, le principal facteur limitant étant la disponibilité des matières premières à des coûts compétitifs. Jusqu'à maintenant, la production nationale a progressé au rythme de la demande et permet à la France de rester légèrement exportatrice, principalement vers l'Italie et d'autres pays limitrophes.

Le granulé de qualité dite "premium", dont le consommateur a besoin pour son poêle ou sa chaudière, est fabriqué à partir de sciures et de chutes de bois broyées (connexes de scieries).

Ces matières ont été historiquement des déchets, parfois coûteux pour ceux qui les produisaient (il fallait les éliminer). Les industries du panneau de particules et de la pâte à papier ont accru leur consommation de cette ressource, lui conférant une valeur qui est longtemps restée modeste. Plus récemment, les utilisations par les chaufferies bois et celles liées à la production de granulés sont venues accroître les concurrences d'usage sur ces connexes, devenus des matières premières recherchées. Leur gisement est par définition limité car ce sont les sous-produits d'une industrie et non leur produit principal. La production de sciages en France a souffert de la crise :



Production de granulés de bois en France (estimations pour 2013-2015).

elle progresse lentement pour les bois de résineux et baisse encore pour les bois de feuillus dans l'attente des résultats de projets de relance de la filière.

Les volumes de produits connexes évoluent au même rythme, quelles que soient les demandes des secteurs consommateurs. Même en considérant des baisses possibles des usages par les secteurs du panneau et du papier, la ressource disponible pour produire du granulé atteindra ses limites d'ici quelques années. Il existe toutefois une alternative aux connexes de scieries :

l'usage de certains bois forestiers, surtout feuillus, à ce jour sans débouché mais dont l'exploitation est pourtant nécessaire à une bonne croissance puis valorisation des arbres de qualité. Des projets de production de granulés valorisant cette nouvelle source de matière première sont engagés. Si le résultat économique est satisfaisant, ils ouvriront l'exploitation d'un important gisement de ressources permettant à la France de conserver son autonomie en matière de granulés, tout en améliorant la gestion durable des forêts.

Optimisation des rendements de production de chaleur et minimisation des émissions polluantes

Les appareils de combustion utilisés par les ménages vont de la cheminée ouverte à la chaudière automatique en passant par les inserts et les poêles. Le rendement de ces appareils s'étend de 5-10% à 85-90% suivant le genre, le dimensionnement, les conditions d'utilisation et la qualité du bois brûlé. Pour une bonne combustion, il faut à la fois un fonctionnement proche de la puissance nominale, une maîtrise de la quantité d'air introduite, une température dépassant les 800 °C sur une partie importante du trajet des gaz, un cycle de marche / arrêt optimisé et un bois propre, sec et bien préparé dans sa forme et sa taille. Néanmoins, dans les conditions réelles d'une utilisation individuelle, il n'y a jamais combustion complète et la production de polluants peut varier de 1 à 100 selon le type d'appareils.

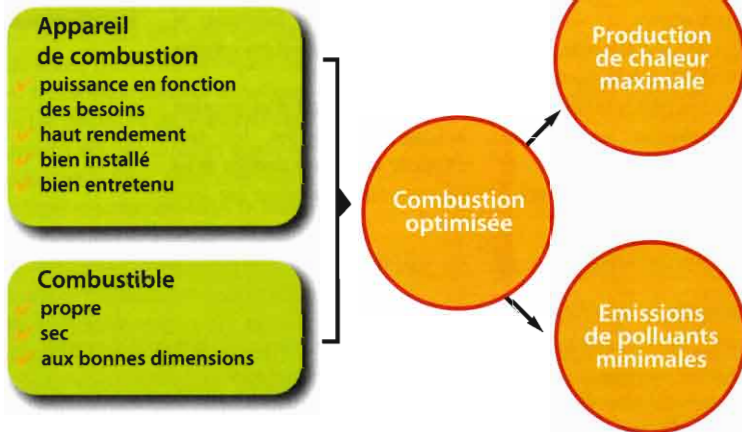
Bonnes pratiques pour une combustion optimisée

Certaines règles simples permettent d'optimiser la combustion : elles concernent le dimensionnement, le choix, l'installation et l'entretien de l'appareil ainsi que les caractéristiques du combustible.

Bien dimensionner l'installation de production d'énergie en fonction des besoins, choisir un appareil à haut rendement et le faire installer par un professionnel

La première règle à suivre est de bien dimensionner la puissance de l'installation

(Source Biomasse normandie)



en fonction des besoins de chauffage de l'habitation, en tenant compte de ses déperditions thermiques et des conditions climatiques. Si elle est sous-estimée, l'apport de chaleur se révélera insuffisant pendant les périodes les plus froides. Si elle est surestimée, l'appareil fonctionnera systématiquement au ralenti, ce qui en diminuera le rendement et augmentera la production de polluants.

Il faut ensuite veiller à ce que l'équipement choisi ait un haut rendement, tant en fonctionnement à pleine puissance (c'est le rendement nominal affiché par les constructeurs) qu'au ralenti qui est le régime d'utilisation le plus fréquent (même lorsque l'installation est bien dimensionnée). Si un appareil à bûches est envisagé, il est indispensable de s'assurer

Bonnes pratiques pour une combustion optimisée.

après du fabricant / fournisseur que sa conception permet un rendement moyen annuel élevé (c'est notamment le cas pour un poêle de masse ou une chaudière couplée à un ballon d'hydro-accumulation). Un poêle ou une chaudière à granulés garde un bon rendement même en fonctionnement à bas régime (jusqu'à 30% de la puissance nominale sur les appareils les plus performants) grâce à une régulation fine de l'arrivée en combustible et en air.

En outre, il convient de privilégier des équipements étanches pour une bonne maîtrise de l'apport de l'air comburant, avec prise d'air extérieure afin d'éviter les courants d'air froids et la perturbation de la ventilation du logement. Cet aspect est également fondamental pour envisager



une compatibilité avec le label rénovation BBC (test d'étanchéité à l'air).

Enfin, pour l'installation des appareils, la réglementation française s'appuie sur des documents techniques qui définissent les bonnes pratiques pour les professionnels.

Utiliser un combustible adapté

Qu'il soit livré par un fournisseur ou autoproduit, le bois doit respecter trois principales caractéristiques pour permettre d'optimiser le rendement de l'appareil de chauffage et limiter les rejets atmosphériques polluants : être propre, sec et de taille adaptée.

Seul le bois brut peut être brûlé dans un appareil de chauffage domestique au bois, ce qui exclut bien entendu les panneaux de particules, les bois traités, peints ou vernis. Le bois humide cumule plusieurs défauts du fait d'une combustion incomplète :

émission de gaz polluants (goudrons, oxydes, acides), encrassement de l'appareil et du conduit de fumée. Le taux d'humidité fait aussi beaucoup varier le pouvoir calorifique du bois, et donc la quantité de bois brûlée. Ainsi, il est impératif d'utiliser des bûches sèches et, pour cela, de les stocker sous abri aéré (pendant 18 mois au minimum sauf à acheter un combustible déjà sec).

Les bûches mesurent généralement 33 ou 50 cm de longueur ; la taille idéale permettra de remplir le foyer au maximum pour faire fonctionner le générateur à plein régime et donc optimiser la combustion.

Les granulés résultant d'un processus industriel de fabrication, leur taux d'humidité varie peu (à condition de les stocker à l'abri), de même que leurs

✓ ZOOM

Espaces Info Energie

Les Espaces Info Energie proposent des informations neutres et gratuites sur les énergies renouvelables et la maîtrise de l'énergie. Ils apportent notamment des conseils relatifs au chauffage au bois. Ils sont aussi en mesure d'indiquer les différents moyens d'économiser l'énergie, puisque l'énergie la moins polluante (et la moins chère) est bien celle que l'on ne consomme pas !

Les Espaces Info Energie sont membres du réseau Rénovation Info-Service.

Pour plus d'information :



dimensions. Ils ne doivent toutefois pas être poussiéreux car les éléments trop fins brûlent difficilement et se retrouvent dans l'atmosphère, emportés par les gaz de combustion.

Certifications, labels et chartes de qualité

■ Appareils de chauffage

La charte qualité **Flamme Verte** a pour objectif de promouvoir la mise sur le marché d'appareils modernes et performants sur un plan énergétique et environnemental.

Elle prend notamment en compte le rendement, les émissions de monoxyde de carbone (CO) et de particules fines. Ce label est géré par le Syndicat des énergies renouvelables (SER).

Pour plus d'information : <http://www.flammeverte.org>.

La mention "**RGE – Reconnu garant de l'environnement**" permet d'identifier des professionnels compétents pour l'installation des équipements de chauffage et qui, en outre, remplissent les critères d'éligibilité à l'éco-conditionnalité des aides publiques (à partir du 1^{er} juillet 2014, ces dernières ne seront attribuées que sur la base de l'intervention d'un professionnel qualifié RGE).

Pour plus d'information : <http://www.qualit-enr.org/qualibois>.

■ Bûches

La marque **NF Biocombustibles solides**, développée par l'institut technologique FCBA sous mandat de l'Afnor, est une marque générique englobant quatre produits différents : le bois de chauffage (bûches), les granulés, les briquettes et le charbon de bois. La certification garantit la conformité de ces derniers à un référentiel précis, intégrant les exigences normatives et les contraintes liées à la logistique de façon à préserver les caractéristiques certifiées du produit jusqu'au client final. Pour plus d'information : <http://nf-biocombustibles-solides.fr>.

France Bois Bûche est une charte qualité créée à l'initiative des interprofessions régionales de la filière forêt / bois regroupées au sein de France Bois Région et du Syndicat national du bois de chauffage (SNBC). Elle est déclinée dans certaines régions avec la création de marques régionales validées par France Bois Bûche. Pour plus d'information : <http://www.franceboisbuche.com>.



Bien entretenir l'appareil de chauffage

Pour tout système de chauffage au bois, un entretien annuel de l'installation est obligatoire. Il garantit un fonctionnement optimal, une durée de vie plus longue de l'appareil et des économies de combustibles. Deux ramonages par an sont imposés par la législation pour les systèmes de chauffage au bois.

Une nécessaire modernisation du parc d'appareils individuels pour améliorer la qualité de l'air

La combustion complète du bois produit du gaz carbonique et de l'eau mais aussi des oxydes d'azote (NOx) et des particules (PM 10 et PM 2,5) résultant des minéraux contenus dans le bois. Une combustion incomplète va en outre émettre du monoxyde de carbone (CO), des imbrûlés solides (suies, goudrons, charbon...), des composés organiques volatils (COV), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)...

Ainsi, comme toute combustion, le chauffage au bois est à l'origine d'émissions :

- de polluants de l'air, c'est-à-dire de substances contribuant à dégrader directement la qualité de l'air ; on parle de polluants primaires ;
- de précurseurs de polluants, c'est-à-dire de substances qui, une fois émises dans l'air, vont subir des transformations physico-chimiques et former des polluants secondaires.

En 2011, le chauffage au bois (usages domestique, collectif et industriel) a contribué pour une très faible part (de l'ordre de 2%) aux émissions nationales d'oxydes d'azote et pour environ 10% à celles de poussières totales. En revanche, le poids de ses émissions de particules PM 2,5 et de HAP dans les émissions nationales est plus significatif : respectivement 29 et 58% dont 27 et 57% du fait des appareils domestiques et foyers ouverts.

Le développement de la biomasse comme source d'énergie n'est aujourd'hui soutenable que s'il s'accompagne d'un objectif environnemental ambitieux de réduction des émissions atmosphériques. Au préalable, **il est absolument nécessaire de résorber la pollution due au parc des appareils anciens et foyers ouverts utilisés dans l'habitat individuel.**

A ce titre, l'Ademe soutient actuellement une **opération expérimentale** dans la vallée de l'Arve (Haute-Savoie), en lien avec le Plan de protection de l'atmosphère (cf. encadré). Dans cette vallée savoyarde qui compte 150.000 habitants répartis sur 41 communes, le chauffage domestique au bois (bûches) est très répandu mais les appareils sont pour la plupart anciens et présentent de faibles performances énergétiques et environnementales. Le fonds "Air Bois", lancé en juin 2013 et financé à parts égales par l'Ademe, les cinq communautés de communes, le Conseil général de Haute-Savoie et le Conseil régional Rhône-Alpes (enveloppe globale de 3,2 millions d'euros sur quatre ans (soit 800.000 euros par an), est destiné à soutenir le **financement d'appareils de nouvelle génération** grâce à une prime de 1.000 euros accordée uniquement pour les équipements **labellisés Flamme Verte 5 étoiles** ou équivalent et dont les émissions de poussières sont inférieures à 50 mg/Nm³. L'objectif est de **remplacer 3.200 foyers ouverts ou appareils anciens afin de réduire de 25% les émissions de particules fines du chauffage au bois individuel sur ce territoire alpin d'ici 2016.** Au-delà de l'incitation financière, il s'agit **d'engager un cercle vertueux avec la population et les professionnels**, de la prise de conscience du **caractère polluant du brûlage des déchets verts à l'air libre** (qui est donc à bannir) jusqu'à la diffusion des **bonnes pratiques en matière de chauffage domestique** (utilisation d'un bois propre

✓ ZOOM

Des Plans de protection de l'atmosphère pour agir contre la pollution

La pollution de l'air extérieur est un problème majeur de santé publique. C'est pourquoi les directives européennes de qualité de l'air fixent des niveaux maximum (valeurs limites) de particules admissibles dans l'air ambiant, ainsi que des objectifs pour les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés organiques toxiques et persistants dans l'environnement.

La France fait actuellement l'objet d'un contentieux européen pour non-respect des valeurs limites de qualité de l'air pour les particules (PM 10) dans quinzaine zones, dont douze agglomérations de plus de 100.000 habitants.

Un Plan particules a donc été lancé en 2010 avec l'objectif de réduire de 30% les émissions de particules fines (PM 2,5 qui sont les plus nocives) d'ici 2015. Ce Plan a été renforcé en 2013 par le Plan d'urgence pour la qualité de l'air. Au niveau local, des actions sont lancées dans le cadre des 36 Plans de protection de l'atmosphère (PPA) en cours de révision ou d'élaboration depuis 2011.

Les actions sur le chauffage domestique au bois sont parmi les leviers préconisés pour améliorer la qualité de l'air. En effet, en période hivernale anticyclonique (inversions de température matin / soir), la combustion de biomasse peut contribuer de façon importante aux épisodes de pollution particulaire. Par ailleurs, en cas de mauvaises conditions de dispersion atmosphérique, les polluants peuvent s'accumuler plusieurs jours à proximité des lieux d'émission et les concentrations dans l'air ambiant de particules fines et de HAP peuvent alors dépasser les valeurs seuils définies par la réglementation européenne. Ainsi, en fond de vallée, la combustion de biomasse peut être à l'origine, en hiver, de plus de la moitié des particules présentes dans l'air ; les connaissances actuelles ne permettent toutefois pas de distinguer les contributions respectives du chauffage domestique au bois et du brûlage de déchets verts à l'air libre.

et bien sec, entretien de l'appareil...). Cette expérience permettra de quantifier l'impact d'une telle opération sur la qualité de l'air en vue d'une transposition éventuelle à d'autres territoires.

Pour en savoir plus sur le fonds "Air Bois", voir le site <http://www.riviere-arve.org/projets/fonds-chaaleur-air-bois.htm>.

Par ailleurs, à travers l'appel à projets AACT-AIR, l'Ademe accompagne les collectivités qui souhaitent mettre en place des actions d'amélioration de la qualité de l'air, notamment au travers du renouvellement du parc d'appareils au bois ou par l'information des usagers. ♦



Bois Factory 36 (Indre)

Production industrielle de bûches

Bois Factory 36 est une filiale d'Euro énergies appartenant au groupe Poujoulat, spécialisé dans la fabrication et la commercialisation de systèmes d'évacuation de fumées. L'entreprise, implantée à Buzançais (Indre) sur le site de l'usine Beirens (du groupe Poujoulat également), emploie 28 salariés en 3x8 et produit 150.000 stères de bûches sèches par an.

Approvisionnement en matières premières et production des bûches

Les bois nécessaires à la production des bûches proviennent des forêts de l'Indre et du nord du Limousin, distantes de moins de 100 km de Buzançais. Cet

approvisionnement fait l'objet de contrats pluriannuels avec des exploitants forestiers et des entreprises de travaux forestiers dont les exigences portent notamment sur :

- **l'essence** : afin de respecter le cahier des charges de la norme NF bois de chauffage, Bois Factory 36 ne transforme que du hêtre, du chêne et du charme ;
- **les dimensions des billons** : pour répondre à des contraintes de productivité, leur diamètre fin bout doit être d'au moins 18 cm.

Le processus de fabrication des bûches comporte sept étapes majeures :

- **stockage des billons** sur le parc à bois pendant plusieurs mois afin que leur taux d'humidité descende en deçà de 50% ;

- **découpage / fendage** : les billons sont repris à l'aide d'un chargeur à grappin et orientés vers l'une des trois lignes équipées de machines combinées ; les bûches produites ont une longueur variant de 20 à 40 cm selon les marchés visés et une petite section (inférieure à 12 cm) ;

- **nettoyage des bûches** : passage dans un roto-tamis pour éliminer les indésirables (écorces, mousses...) ;

- **séchage en cellule** ; à l'issue de cette étape, les bûches ont un taux d'humidité inférieur à 18% ;

- **écorage des bûches** par passage dans un tambour écorceur ;

- **conditionnement** en sacs, fagots cerclés ou ballots filmés en vrac sur palette ;

Cellule de séchage des bûches en cours de délestage.

(crédit Debat / Best Energies).



- **stockage des produits finis** ; la salle prévue à cet effet dispose d'une capacité de 40.000 stères.

Deux chaudières bois pour sécher les bûches

Bois Factory 36 dispose de **sept cellules de séchage**. Chacune dispose d'une capacité de 450 stères et est équipée de quatre aérothermes, six ventilateurs et de sondes d'humidité réparties en six points stratégiques.

Pour faire passer le taux d'humidité des bûches d'environ 50% à moins de 18%, sept jours de séchage en cellule sont nécessaires :

- les bûches sont déposées dans des bacs, répartis de manière alternée par rapport aux parois des cellules afin d'avoir une circulation d'air optimale et un séchage homogène ;
- l'air chaud émis par les aérothermes est propulsé verticalement par les ventilateurs ;

• la phase de séchage proprement dite se répartit en deux étapes :

- une première dite de "dégel", à environ 30 °C, pour agrandir les pores des bûches et évacuer l'humidité ; on évite ainsi le phénomène de "cémentation", caractérisé par un durcissement de la surface du bois lorsque celui-ci est soumis à un séchage trop intense ;
- la seconde s'effectue à des températures plus élevées (de 60 à 80 °C) ; un relargage de l'air ambiant saturé en humidité est nécessaire à différents moments.

La chaleur diffusée par les aérothermes des cellules de séchage est produite par deux chaudières bois de 3 MW chacune (marque Compte R.).

Cette installation, réalisée dans le cadre de l'appel à projets BCIAT 2011, permet également le chauffage des locaux de Beirens situés à proximité de l'usine et dispose d'un électrofiltre pour

garantir des émissions de particules très faibles.

Le combustible est constitué de sous-produits du process de fabrication des bûches :

- des éclats de bois et écorces humides récupérés après fendage et passage dans le roto-tamis ;
- des écorces sèches issues du tambour écorceur.

Après déchetage, ces sous-produits sont transférés dans le silo par un chargeur. Leurs taux d'humidité étant très différents (45 à 50% pour les premiers et 15% pour les seconds), un mélange est réalisé afin d'homogénéiser les caractéristiques du combustible avant son introduction dans la chaudière.

Par contre, les sciures ne sont pas utilisées dans la chaufferie centrale mais sont aspirées, mises de côté puis vendues à une entreprise voisine qui produit des briques réfractaires à partir d'argile et de sciures.

Augmentation de capacité de production en perspective

L'unité de Bois Factory 36 a le double avantage d'être située :

- à proximité des massifs forestiers du centre de la France, où la concurrence avec les autres utilisateurs de bois est moins forte qu'en Aquitaine ou dans le grand Est (présence de nombreuses industries de la trituration) ;
- en position favorable dans l'optique d'une distribution de bois de chauffage en direction des grandes agglomérations de la région et au-delà.

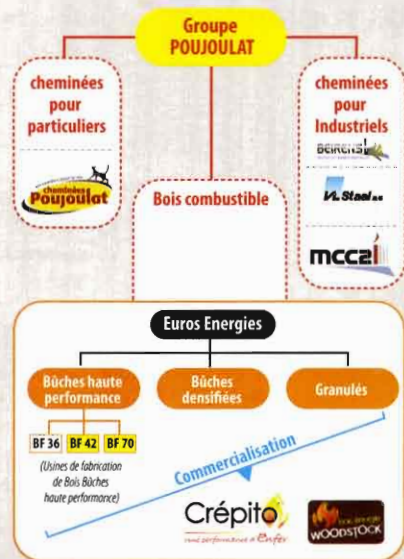
Aussi le développement de l'entreprise va-t-il continuer dans un futur proche avec l'installation d'une quatrième ligne de fendage et en parallèle deux nouvelles cellules de stockage, ce qui permettra d'atteindre une production annuelle de 200.000 stères de bûches. ◆

✓ ZOOM

Quelques chiffres clés

Groupe Poujoulat

- 1.500 personnes.
- Trois grandes activités :
 - cheminées pour les particuliers (Poujoulat) ;
 - cheminées industrielles (Beirens...) ;
 - bois combustible (Euro énergies – bûches sèches, bûches densifiées, granulés...) commercialisé sous les marques Woodstock (via généralistes) et Crépito (réseau des professionnels du chauffage).



Synoptique du groupe Poujoulat et de ses filiales.

(crédit Debat / Best Energies d'après Poujoulat).

Bois Factory 36 (Buzançais, Indre)

- Site de 8 hectares.
- Parc à bois de 15.000 stères de bois rond.
- Production de 150.000 stères de bûches sèches par an.
- Séchage assuré par une chaufferie bois à partir de sous-produits issus du fendage / écorçage.
- 11 millions d'euros d'investissement.
- Chiffre d'affaire : 1,9 million d'euros en 2012.
- 28 employés sur site (20 au démarrage de l'activité).

Il est à noter qu'Euro énergies a trois unités de production similaires : celle de Buzançais et deux autres dans la Loire et la Haute-Saône.