



Le BOIS

INTERNATIONAL

Le cahier du bois-énergie n°51



Documents de référence
sur le bois-énergie

DÉCOUVREZ

Les Rendez-Vous de la Méca du Bois International.

Téléchargeable sur le site



www.leboisinternational.com



CAHIER N° 51

Documents de référence
sur le bois-énergie

Sommaire

- Edito, par Serge Defaye p.71
- Une banque de données du bois-énergie,
en mille mots-clés ! p.72
- Politiques de développement
du bois-énergie p.73
- Ressource en bois p.74
- Approvisionnement des chaufferies
collectives et industrielles p.75
- Technologie, conception et réalisation
des installations à alimentation
automatique p.76
- Aspects économiques et financiers
des chaufferies collectives p.77
- Bois-énergie et émissions gazeuses
et particulières p.78
- Encart : Chauffage domestique au bois ... p.79

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 des énergies renouvelables, des réseaux et des marchés énergétiques - département 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). Mise en page par la rédaction du Bois International.

Édito
Un large spectre
de connaissances

La filière bois-énergie fait appel à des professionnels d'origine très différente. Elle met en jeu de nombreuses disciplines scientifiques et technologiques : de la biologie végétale à la thermique et à l'électromécanique / gestion des automates, de l'économie financière au droit public...

Les intervenants qui mettent en œuvre un projet, pour la plupart spécialisés, ne se connaissent pas et souvent ne connaissent pas les métiers et savoir-faire des autres maillons de la chaîne : le forestier n'a pas de relation avec le chaudronnier ou l'électricien, le logisticien ne s'intéresse pas à la régulation d'une installation, le fabricant d'équipements n'est pas au fait des détails de l'ingénierie éconómico-financière de l'opération.

Une approche cohérente et rigoureuse nécessite une coordination des intervenants, tout au long de la chaîne de production / distribution du combustible, de conception / construction des ouvrages et équipements, d'exploitation des installations... jusqu'au service rendu à l'utilisateur de la chaleur.

Aborder toutes les questions qui se posent (et surtout celles qui ne se posent pas d'évidence) et dans le bon ordre est indispensable et il faut (faudrait) que chacun s'intéresse plus aux pratiques des autres intervenants, à minima de ceux qui les précèdent ou qui vont les suivre. L'assistant à maîtrise d'ouvrage pour sa part doit donner de la visibilité au projet, (re)mettre en perspective la

démarche engagée... de même que le maître d'œuvre sur les aspects plus strictement techniques. Ainsi un bon projet est-il un projet bien coordonné, où chaque professionnel comprend sa tâche, mais aussi le rôle des autres.

Dans la banque de données "les 1.000 mots-clés du bois-énergie" (et dans le résumé des références bibliographiques présentées ci-après), Biomasse Normandie, avec l'appui du réseau des experts du CIBE et le concours de l'Ademe, balaie les différents aspects du bois-énergie "de la pépinière à la cendre". Cet exercice ambitieux n'a pas prétention à l'exhaustivité. Cependant ce corpus de connaissances synthétisées devrait permettre aux professionnels de l'amont et de l'aval de la filière et à leurs partenaires de toucher du doigt l'ensemble des problématiques en cause (ainsi que les questions très pratiques qui surgissent) lorsque l'on met en place un projet bois-énergie, y compris de taille modeste, lequel est quand même assez compliqué, même si une fois livré il apparaît peut-être relativement simple.

En espérant que ces fiches techniques et publications permettront aux uns et aux autres de mieux comprendre la filière bois-énergie dans la globalité et dans sa relative complexité et donc de mieux se comprendre entre eux. Question récurrente qui demeure notre talon d'Achille.

Serge DEFAYE
Président du CIBE

Une banque de données du bois-énergie, en mille mots-clés !

Les "1.000 mots-clés du bois-énergie" sont une banque de données élaborée par Biomasse Normandie en 1999 et mise à jour en 2010 avec le concours du Comité Interprofessionnel du Bois-Energie (CIBE) et le soutien financier de l'Ademe. Elle est consultable sur le site internet de Biomasse Normandie (www.biomasse-normandie.org) et également accessible depuis celui de l'Ademe (www.ademe.fr, en sélectionnant les onglets traitant de la biomasse et plus particulièrement des combustibles bois).

Elle s'adresse en priorité **aux professionnels du bois-énergie** qui souhaitent vérifier rapidement une information technique ou rechercher une publication spécialisée détaillée, mais aussi **aux collectivités territoriales, aux gestionnaires de patrimoine, aux industriels, aux bailleurs sociaux** qui ont un projet bois-énergie dans leurs cartons, ainsi qu'à tout public (universitaires, journalistes, associations...) qui souhaite disposer de connaissances de base, pas nécessairement très approfondies mais de bonne qualité. Elle n'a pas la prétention d'être exhaustive et est perfectible et évolutive.

250 fiches pour un aperçu global de la filière bois-énergie

La base comporte 250 fiches descriptives d'une page environ, illustrées par une photo, un graphique, un schéma... et complétées par des références bibliographiques et l'identification des organismes ressources qui pourront être interrogés au besoin. Elles sont distribuées en quatre chapitres, organisés selon une arborescence thématique.

Le bois-énergie, une filière transversale

Cette rubrique regroupe les notions générales concernant la filière bois-énergie :

- présentation de la biomasse, du cycle du carbone et des usages énergétiques du bois ;
- place du bois-énergie dans le panorama énergétique français et européen, politiques de développement et outils associés ;
- impacts environnementaux et sociaux du bois-énergie ;
- acteurs de la filière : politique et financement, filière forêt-bois, secteur de l'énergie... ;
- publications du bois-énergie.

Ressources et biocombustibles

Ce chapitre donne les éléments nécessaires pour bien appréhender l'intégralité de l'amont de la filière.

Tout d'abord, il présente les matières premières ligneuses, le classement réglementaire des bois et la méthodologie pour l'évaluation de la ressource disponible pour l'énergie :

- ressource primaire sur pied : forêt en massif, forêt paysanne, arbres urbains et de bords de routes, cultures énergétiques ;
- produits connexes des industries du bois ;
- bois en fin de vie.

Ensuite, il précise les opérations nécessaires pour transformer les matières premières en combustibles : exploitation forestière, production de bûches et de plaquettes, conditionnement des bois sur plate-forme et livraison des combustibles.

Enfin, il dresse la typologie des combustibles bois (bûches, écorces, sciures, plaquettes, broyat, granulés...) et détaille leurs caractéristiques physico-chimiques (granulométrie, taux d'humidité, pouvoir calorifique, taux de cendres...).

Production et distribution de l'énergie

Après avoir explicité les notions générales concernant la combustion du bois et les rendements des installations

de chauffage, cette troisième partie présente la technologie des équipements :

- matériels à alimentation manuelle : poêles, foyers fermés, chaudières bûches... ;
- chaudières à alimentation automatique : silo, système de convoyage, foyer, équipements de décendrage et de dépoussiérage des fumées, régulation ;
- distribution de la chaleur.

Le dimensionnement d'une installation de chauffage (domestique ou collective) et la conception d'un réseau de chaleur sont ensuite abordés : détermination des besoins de chauffage, estimation de la puissance nécessaire et des consommations énergétiques, principe de la biénergie, adéquation entre technologie et combustible bois...

Pour les chaufferies à alimentation automatique, sont également précisées les tâches d'exploitation et la réglementation concernant le bâti, les équipements, l'exploitation et le recyclage des cendres.

Montage des projets de chaufferies collectives et industrielles au bois

Cette dernière rubrique rassemble les aspects économiques, juridiques et fiscaux des projets de chaufferies bois. En premier lieu, ce sont les étapes spécifiques d'un projet qui sont rappelées : note d'opportunité, étude de faisabilité, analyse de l'approvisionnement en combustible bois et assistance à maîtrise d'ouvrage. Est ensuite détaillée l'analyse économique des projets qui fait intervenir des paramètres clés (investissements, subventions, prix des combustibles bois, charges et produits d'exploitation) et un concept essentiel : le raisonnement en coût global.

Pour les deux types de projets collectifs (chaufferie dédiée et réseau de chaleur), les modes de gestion envisageables (régie, affermage, concession) sont

explicités, les différents contrats d'exploitation possibles précisés et le contrat de fourniture de combustible bois évoqué. Un point sur la fiscalité (notamment la TVA) complète l'ensemble.

Une utilisation intuitive et "à la carte"

L'entrée dans les **"1.000 mots-clés"** se fait par la page d'accueil de la base de données sur laquelle figurent des liens vers les quatre parties détaillées ci-dessus. Pour accéder aux fiches, il suffit ensuite à l'internaute de parcourir l'arborescence selon le sujet qu'il choisit d'explorer. Il peut aussi taper un **mot-clé** dans l'espace "recherche" et être dirigé vers une ou plusieurs **fiches thématiques**.

Par exemple, pour obtenir des informations sur les émissions atmosphériques, il faudra choisir la rubrique "le bois-énergie, une filière transversale" puis la sous rubrique "impacts environ-

nementaux et sociaux du bois-énergie" et enfin la fiche "émissions atmosphériques liées à la combustion du bois". Sur cette dernière figurent :

- un **texte** détaillant d'une part les polluants susceptibles d'être émis en raison d'un mauvais réglage des appareils ou d'un combustible de médiocre qualité et d'autre part les mesures à prendre pour en limiter les émissions ;
- une liste de **mots-clés** en lien avec le contenu de la fiche ;
- une **illustration** zoomable ;
- des **références bibliographiques**, certaines disposant d'un lien pour télécharger la publication au format pdf ou redirigeant vers une page internet présentant l'ouvrage et permettant sa commande ;
- des liens vers les **sites internet d'organismes ressources** à contacter pour plus d'informations (Ademe, CIBE, INERIS, CITEPA) ;

- des liens vers des **fiches de la base associées** afin de poursuivre la recherche au fil de la curiosité suscitée par la lecture de la fiche initiale : "combustion du bois", "dépoussiérage des fumées", "surveillance de la qualité de l'air", "fumées".

En tête de fiche apparaît également la localisation de celle-ci dans l'arborescence de la base. Il est donc possible d'accéder, à tout moment, aux autres rubriques pour réorienter la recherche.

Chaque fiche est réalisée selon le même modèle, ce qui permet une **utilisation "à la carte"**, au gré des besoins ou envies de l'internaute : parcourir les fiches de la base pour obtenir une vision globale à l'aide de descriptions succinctes des thèmes abordés ou bien approfondir le sujet choisi en compulsant les documents de référence ou en contactant les organismes ressources. ●

Documents de référence sur le bois-énergie

Politiques de développement du bois-énergie

En France, les **programmations pluriannuelles des investissements de production de chaleur et d'électricité** réalisées en 2009 détaillent la trajectoire à mettre en œuvre pour atteindre 23% d'énergies renouvelables dans la consommation totale d'énergie finale en 2020, objectif imposé par la directive européenne 2009/28/CE. Cette feuille de route est reprise pour chaque filière dans le **"plan d'action national en faveur des énergies renouvelables"** remis à la Commission européenne en août 2010, qui détaille également les principales mesures de soutien.

En 2020, la consommation annuelle de biomasse, principale énergie concernée, est envisagée à hauteur de **16,46 Mtep pour la chaleur** (soit une augmentation de 7,2 Mtep par rapport à 2006, année de référence) et **1,44 Mtep pour l'électricité** (1,2 Mtep supplémentaires).

Concernant la chaleur, plusieurs formes de soutien financier ou d'incitation

Objectifs de production de chaleur et d'électricité d'origine renouvelable
(source ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire)

	Situation 2006	Point de passage fin 2012	Objectif 2020
Chaleur			
Bois individuel	7.400 ktep (5,75 Mlogts)	7.400 ktep (7,3 Mlogts)	7.400 ktep (9 Mlogts)
Biomasse (+ part chaleur de cogénération)	1.400 ktep	2.500 (+540) ktep	5.200 (+2400) ktep
Géothermie profonde et intermédiaire	130 + 50 ktep	195 + 100 ktep	500 + 250 ktep
Solaire thermique individuel	17 ktep (0,085 Mlogts)	150 ktep (0,730 Mlogts)	817 ktep (4,285 Mlogts)
Pompe à chaleur individuelle	200 ktep (0,075 Mlogts)	1.200 ktep (1,245 Mlogts)	1.600 ktep (2,0 Mlogts)
Solaire collectif	10 ktep	35 ktep	110 ktep
Part EnR des UIOM et bois DIB	400 ktep	470 ktep	900 ktep
Biogaz	55 ktep	60 ktep	555 ktep
Accroissement de la production EnR chaleur par rapport à 2006		+ 3 Mtep	+ 10 Mtep
Électricité			
Hydroélectricité	67 TWh/an		70 TWh/an
Éolien (terrestre + en mer)	1.600 + 0 MW	10.500 + 1.000 MW	19.000 + 6.000 MW
Solaire photovoltaïque	0	1.100 MW	5.400 MW
Biomasse yc biogaz et part EnR UIOM	240 ktep (460MW)	510 ktep (980MW)	1.400 ktep (2.760 MW)
Accroissement de la production EnR électricité par rapport à 2006		+ 2,5 Mtep	+ 6,8 Mtep



L'Europe impose d'atteindre 23% d'énergie renouvelable dans la consommation totale en 2020.

fiscale permettent aux projets collectifs et industriels au bois de se développer :

- **Fonds chaleur** et aides à l'investissement des contrats de plan Etat / Région ;
- **TVA à taux réduit** ;
- **quotas d'émissions de CO₂** ;
- **certificats d'économie d'énergie**.

Les équipements de chauffage domestique au bois peuvent quant à eux être éligibles à un **crédit d'impôt**.

Bibliographie

- **Programmation pluriannuelle des investissements de production de chaleur**
Période 2009-2020 - Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, Direction générale de l'énergie et du climat, 114 pages.
- **Programmation pluriannuelle des investissements de production d'électricité**
Période 2009-2020 - Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, Direction générale de l'énergie et du climat, 132 pages.
- **Plan d'action national en faveur des énergies renouvelables**
Période 2009-2020 - Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de l'aménagement du territoire, 120 pages.
- **Entreprises, collectivités, passez aux énergies renouvelables avec le Fonds Chaleur**
Ministère de l'écologie, de l'énergie, du développement durable et de la mer / Ademe, 12 pages.
- **Fonds Chaleur renouvelable : méthode de calcul du niveau d'aide 2010**
Ademe, 58 pages (disponible sur www.ademe.fr/fondschaleur).

Pour la production d'électricité, deux dispositifs d'aide sont à la disposition des opérateurs énergétiques et des industriels :

- **des appels d'offres**, lancés périodiquement par le ministère en charge de l'Énergie et instruits par la Commission

de régulation de l'énergie (CRE) ; ils sont basés sur un principe d'enchères, le moins-disant ayant la priorité sur celui qui a soumissionné plus haut ;

- **l'obligation d'achat** qui consiste à garantir un tarif d'achat bonifié sur 20 ans.

Documents de référence sur le bois-énergie

Ressource en bois

L'objectif de l'étude **IFN / Solagro / FCBA / Ademe** est de quantifier la biomasse ligneuse effectivement disponible pour l'énergie en France métropolitaine à l'horizon 2020, dans les forêts en massif, les forêts agricoles (bosquets, peupleraies, haies et alignements) et les ressources ligneuses annexes (vergers, vigne, arbres urbains, souches forestières). L'approche retenue comporte trois estimations successives :

- **la disponibilité brute**, qui est la récolte potentielle totale permise par la structure des peuplements arborés et les règles de sylviculture / gestion (ressource physique) ;
- **la disponibilité technico-économique nette**, qui correspond à ce qui est effectivement mobilisable en tenant

compte des contraintes techniques, environnementales et économiques auxquelles est soumise la récolte de bois ;

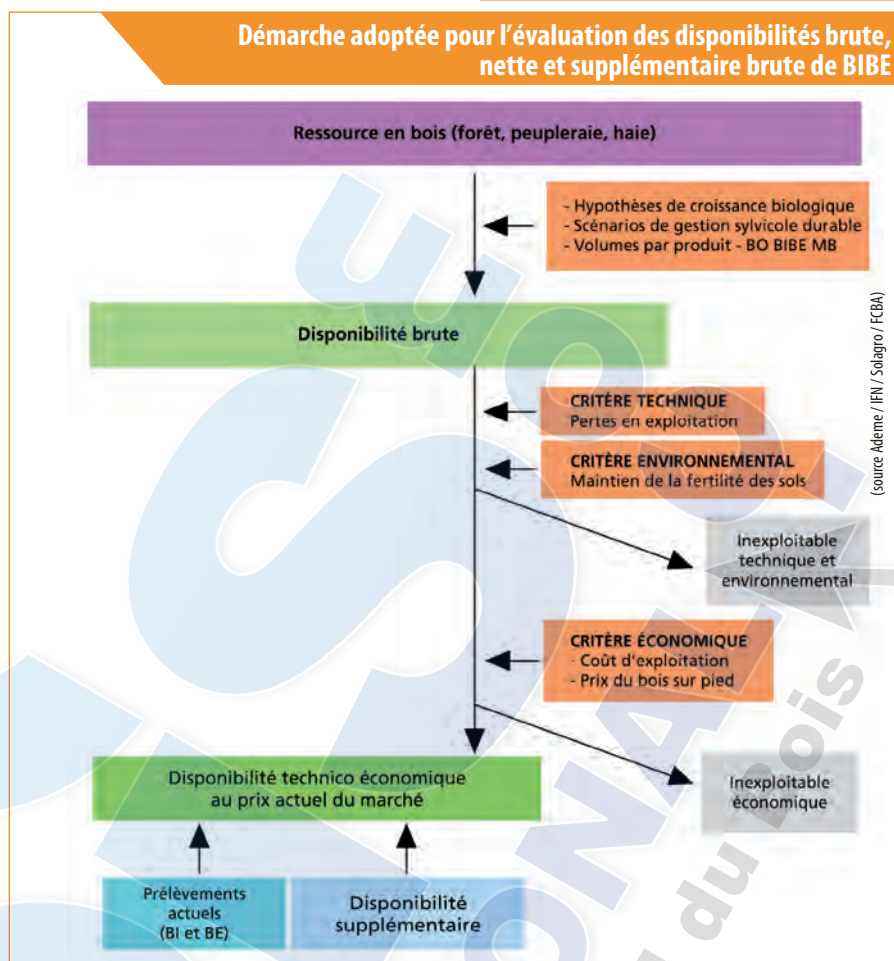
- **la disponibilité nette supplémentaire**, qui est la récolte potentielle réalisable en plus de la récolte actuelle.

Bibliographie

- **IFN / Solagro / FCBA / Ademe, Biomasse forestière, populicole et bocagère disponible pour l'énergie à l'horizon 2020 (2009)**
Ademe, 105 pages (voir également le site www.dispo-boisenergie.fr).
- **Cemagref / IFN / DGFAR (2009), Evaluation des volumes de bois mobilisables à partir des données de l'IFN "nouvelle méthode"**
Actualisation 2009 de l'étude "biomasse disponible" de 2007 – DGFAR, 60 pages.
- **Afocel / IDF / UCFF / Ademe / Inra (2006), La récolte raisonnée des rémanents en forêt**
Ademe, 36 pages.

Cette étude a été conduite en étroite collaboration avec celle réalisée par le groupement Cemagref / IFN pour le compte du Ministère de l'agriculture, si bien que les résultats en disponibilités brutes forestières sont identiques. En revanche, l'approche de cette dernière étude est strictement technique (et non technico-économique), impliquant des résultats différents en disponibilités nettes.

Dans la perspective d'une diversification des sources d'énergie, les résidus d'exploitation (branches et feuillages) couramment appelés rémanents constituent une ressource intéressante jusqu'alors peu valorisée. La récolte répétée de ces produits peut toutefois représenter une exportation d'éléments minéraux non négligeable et entraîner, sur certains types de sols, une baisse de la fertilité à long terme. **Le guide sur la récolte raisonnée des rémanents** apporte un éclairage en faisant la synthèse des recherches de l'Inra sur les cycles biogéochimiques et en s'appuyant sur l'évaluation de chantiers de récolte suivis par l'UCFF et l'Afocel.



■ Documents de référence sur le bois-énergie

Approvisionnement des chaufferies collectives et industrielles

Référentiels de combustibles

L'Institut technologique **FCBA** a réalisé, pour le compte de **l'Ademe**, des **référentiels de combustibles bois** dont l'objectif est de donner des outils aux professionnels de la filière bois-énergie pour améliorer les pratiques commerciales (ces documents ont en effet pour but d'être intégrés dans les contrats d'approvisionnement afin que clients et fournisseurs puissent avoir un langage commun). S'appuyant sur les spécifications techniques de la future norme européenne CEN 335, cet ensemble de référentiels considère **trois catégories de combustibles (plaquettes forestières, produits connexes des industries du bois, produits bois en fin de vie)** et définit les

modalités de prélèvement d'échantillons et d'analyse de quelques caractéristiques (granulométrie, taux d'humidité, quantité d'énergie disponible par unité de

masse, taux de cendres, taux de chlore). Il expose également un système de traçabilité des produits utilisés (nature précise, provenance géographique,

Bibliographie

• FCBA / Ademe (2008)

Référentiels combustibles bois-énergie – Ademe :

- Les plaquettes forestières – Définition et exigences, 45 pages ;
- Les connexes des industries du bois – Définition et exigences, 62 pages ;
- Les produits en fin de vie – Définition et exigence, 59 pages.

• Union régionale des associations de communes forestières de Rhône-Alpes (2009)

Guide technique de mise en œuvre des plates-formes et hangars de stockage de bois énergie – Uracofor Rhône-Alpes, 32 pages.

passage sur plateforme...) et donne un exemple de fiche "produit" avec les différentes caractéristiques à renseigner. Des enquêtes menées par le Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE) ont toutefois montré qu'il était nécessaire de simplifier l'utilisation de ces référentiels (et des normes européennes en cours de promulgation) tout en respectant les classes normatives énoncées, ce qui a conduit à **l'élaboration d'une classification professionnelle simplifiée.**

Conception de plateformes

Les plateformes et hangars de stockage permettent de conditionner le bois, de le sécher si nécessaire et de préparer les divers combustibles demandés par les clients, assurant également une fonction tampon souvent indispensable entre les étapes de production et consommation des produits. **Le guide réalisé par les Communes forestières de Rhône-Alpes** veut tirer parti du savoir-faire régional en établissant un retour d'expérience des bonnes pratiques et points de vigilance à



Les plateformes et hangars permettent de conditionner le bois.

considérer lors de la création d'infrastructures de stockage. Conçu pour les maîtres d'ouvrage publics, les architectes, les maîtres d'œuvre... le guide est destiné à être utilisé dès l'origine d'un projet de plateforme bois énergie pour aider à faire les choix nécessaires : site d'implantation, superficie, taille et architecture des hangars...

Production de plaquettes forestières

L'Ademe a engagé l'actualisation du guide "Bois-énergie : le déchetage en forêt", dont elle avait financé la réalisation par Biomasse Normandie et l'Afocel (désormais FCBA) en 1998.

■ Documents de référence sur le bois-énergie

Technologie, conception et réalisation des installations à alimentation automatique

Mettre en œuvre une chaufferie bois, éventuellement associée à un réseau de chaleur, suppose des connaissances variées, une méthodologie adaptée ainsi qu'un savoir pragmatique indispensable. S'adressant aux prescripteurs, aux maîtres d'ouvrage, aux maîtres d'œuvre ainsi qu'aux opérateurs et utilisateurs, **l'ouvrage "Mise en place d'une chaufferie bois", réalisé pour le compte de l'Ademe et coordonné par Biomasse Normandie**, aborde les points suivants :

- production, transformation et livraison des combustibles bois ;
- technologie des chaufferies bois ;



La livraison des combustibles doit être prise en compte.

- conception et dimensionnement des projets de chaufferies bois et de réseaux de chaleur ;
- montage des projets : typologie, étapes, structuration de l'approvisionnement, création de la chaufferie.

Des experts suisses, allemands et autrichiens ont élaboré des standards de qualité communs pour le chauffage au bois et les mettent à disposition sous l'appellation "QM Chauffages au bois". Leur objectif est d'obtenir des installations avec de bons rendements énergétiques, un faible impact sur l'environnement et une exploitation économique. Parmi les documents réalisés, on retiendra tout particulièrement le **manuel de planification** qui décrit le déroulement du projet de chaufferie bois / réseau de chaleur et montre comment atteindre les objectifs de qualité au moyen d'une conception et d'une mise en œuvre appropriées. Cet ouvrage évoque aussi les combustibles bois, les technologies impliquées dans une chaufferie bois et un réseau de chaleur ainsi que la rentabilité d'un projet.

Notons également que deux chapitres d'un ouvrage envisagé par

Bibliographie

- **Biomasse Normandie / Ademe (2007)**
Mise en place d'une chaufferie au bois, Etude et installation d'une unité à alimentation automatique – EDP Sciences, 169 pages.
- **Manuel de planification**
Définition et description de l'état de la technique des chauffages au bois – QM chauffages au bois, 2010, 245 pages.
- **NUSSBAUMER T. & GOOD J.**
Technique de combustion – ITEBE, 105 pages (non publié, consultable à Biomasse Normandie).
- **L'hydraulique des réseaux, de la chaufferie aux sous-stations**
ITEBE, 72 pages (non publié, consultable à Biomasse Normandie).
- **ROGAUME Y. (2005)**
Production de chaleur à partir de bois : installations industrielles - Techniques de l'ingénieur.
- **CRITT Bois d'Epinal / ENSTIB/LERMAB / Ademe (2010)**
Etat de l'art de la technologie générateur d'air chaud à partir de biomasse – Ademe, 60 pages.

l'ITEBE, respectivement consacrés à la technique de combustion (théorie de la combustion, formation des polluants, technologies de combustion, régulation du process, épuration des fumées...) et

à l'hydraulique des réseaux (de la chaufferie aux sous-stations), ont été en grande partie rédigés par les mêmes experts mais n'ont malheureusement pas été publiés. ●

Documents de référence sur le bois-énergie

Aspects économiques et financiers des chaufferies collectives

L'approche adoptée par les professionnels de la filière pour appréhender l'économie des chaufferies collectives au bois est **une analyse en coût global**, somme de l'ensemble des éléments constitutifs du prix de vente de la chaleur utile, se décomposant en trois grandes familles de charges :

- l'amortissement des investissements initiaux ;
- les coûts d'exploitation ;
- l'achat de combustibles : bois en base et fossile (fioul ou gaz) en appoint.

Les études menées par Perdurance pour le compte de l'Ademe donnent un éclairage sur les deux premiers aspects :
- identification et analyse de l'**évolution des coûts d'investissement** des chaufferies, par poste et par gamme de puissance bois, entre le début et la fin du programme bois énergie 2000-2006 : l'étude a permis de confirmer une

Les coûts d'investissement des chaufferies sont à la hausse.



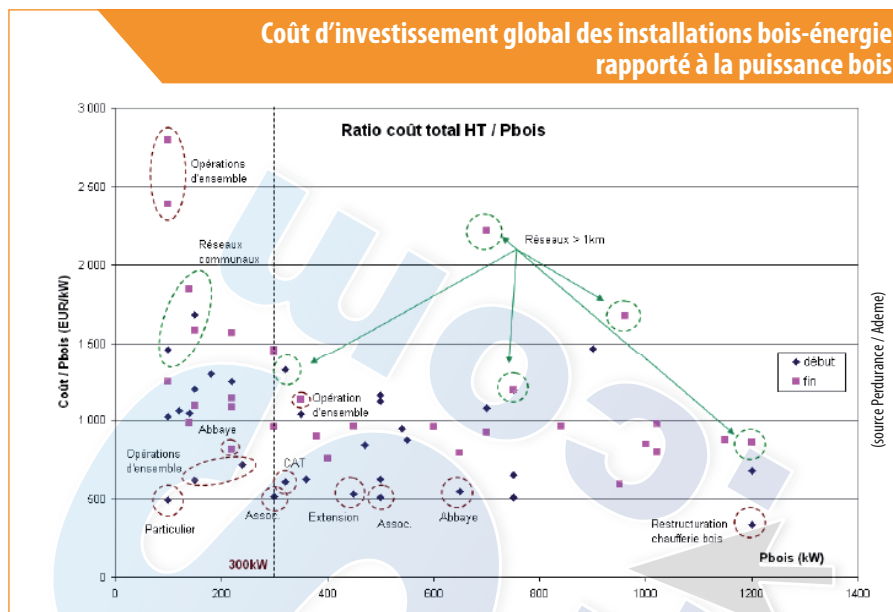
hausse des coûts d'investissement des projets, de manière comparable pour l'ensemble des classes de puissance ;

- **analyse des coûts d'exploitation** des projets relevant du "Fonds chaleur" : l'étude confirme qu'il est certes important de bien concevoir et

Bibliographie

- **Perdurance / Ademe (2009)**
Evolution des coûts d'investissements relatifs aux installations collectives bois-énergie – Ademe.
- **Perdurance / Ademe (2010)**
Evaluation des coûts d'exploitation associés aux chaufferies biomasse – Ademe, 59 pages.
- **CIBE (2009)**
Chaufferies collectives et réseaux de chaleur au bois – Sensibilité de la rentabilité d'un projet aux paramètres technico-économiques CIBE, 47 pages.
- **Basic / Ademe (2010)**
Enquête sur le prix des combustibles bois en 2008 et 2009 – Ademe, 18 pages.

construire les installations, ainsi que de bien choisir le combustible bois, mais aussi que l'exploitation appelle une attention toute particulière et dans la durée, puisque ce poste de



charges représente typiquement près d'un tiers du coût global de la chaleur. Par ailleurs, le Comité Interprofessionnel du Bois-Energie (CIBE) a conçu un **simulateur autour de six cas types : chaufferie dédiée ou réseau de chaleur, dans trois gammes de puissance bois (petite, moyenne et forte)**. L'objectif

des simulations est d'analyser la sensibilité de la rentabilité des projets bois-énergie à la variation de paramètres technico-économiques afin d'évaluer **les niveaux d'aides publiques nécessaires pour atteindre simultanément une économie en coût global et une rentabilité pour l'exploitant** (ou un excédent pour la régie).

Documents de référence sur le bois-énergie

Bois-énergie et émissions gazeuses et particulaires

Si le bois-énergie présente des atouts indéniables en termes d'émissions de gaz à effet de serre, il peut en revanche conduire à des émissions de polluants de l'air qu'il convient de prendre en compte : poussières fines, composés organiques volatils, monoxyde de carbone, hydrocarbures aromatiques polycycliques, majoritairement dues à l'utilisation du bois en maison individuelle dans de mauvaises conditions. Le développement de la biomasse comme source d'énergie (chaleur, électricité) n'est aujourd'hui soutenable que s'il s'accompagne d'un objectif environnemental ambitieux de réduction des émissions atmosphériques. **Les revues Le Bois International et Pollution Atmosphérique ont publié des numéros spéciaux consacrés aux émissions gazeuses et particulaires issues de la combustion du bois.** Après un rappel sur la biomasse, le cycle du carbone et la combustion du bois,



ces deux publications s'attachent à développer des aspects plus spécifiques, principalement liés au chauffage collectif et industriel pour la première et au chauffage domestique pour la seconde. L'Ademe a confié à Leces et IRH Ingénieur Conseil la réalisation d'études avec pour objectif l'évaluation des performances énergétiques et environnementales de chaufferies biomasse en fonctionnement, en particulier au regard des valeurs limites réglementaires et exigées par l'Ademe d'émissions de particules. Les campagnes de mesures ont concerné 23 installations, équipées de dépoussiéreurs de type cyclonique, de filtres à manches ou d'électrofiltres. Dans l'ensemble, les sites étudiés présentent de bonnes performances, avec en particulier de faibles émissions de particules.

Par ailleurs, Solagro et Aquasol ont réalisé, pour le compte de l'Ademe, une série de fiches présentant les possibilités de valorisation des cendres issues de la combustion du bois : contexte réglementaire, composition moyenne des cendres, épandage sur terres agricoles, exemples de cas concrets.

Bibliographie

- **Chauffage au bois : du progrès dans l'air !** – Ademe, 4 pages.
- **Biomasse Normandie / CIBE / Ademe (2008)**
Cahier du bois-énergie n° 38 – Combustion du bois et émissions gazeuses et particulaires en 17 questions-réponses – Le Bois International, 44 pages.
- **Pollution Atmosphérique (mars 2009)**
Le bois-énergie : enjeux écologiques et de santé environnementale – Lavoisier, 228 pages.
- **Leces / Ademe (2008)**
Evaluation des performances énergétiques et environnementales des chaufferies biomasse (campagne de mesure sur 9 sites) – Ademe.
- **IRH / Ademe (2009)**
Campagne de mesures de particules à l'émission de 14 chaufferies biomasse Ademe, 24 pages.
- **CITEPA / Energies Demain / Ademe (2009)**
Evaluation prospective 2020-2050 de la contribution du secteur biomasse énergie aux émissions nationales de polluants atmosphériques – Ademe, 54 pages.
- **Solagro / Aquasol / Ademe (2005),
Gestion et valorisation des cendres de chaufferies bois**
Campagne de mesures de particules à l'émission de 14 chaufferies biomasse – Ademe, 57 pages.

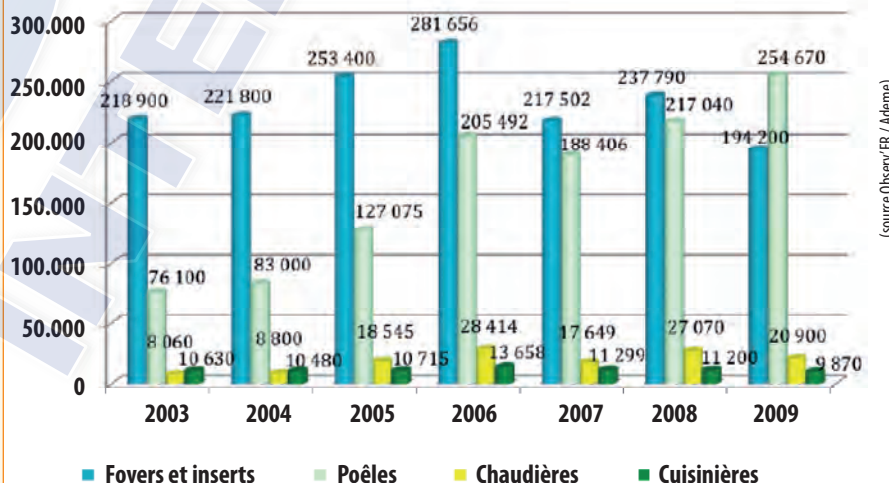
Documents de référence sur le bois-énergie

Chauffage domestique au bois

Le chauffage domestique est, de loin, l'utilisation énergétique la plus consommatrice de bois en France. Il est donc nécessaire de disposer d'états des lieux réguliers de la situation et d'appréhender le plus précisément possible les évolutions de ce secteur. Plusieurs études sont menées dans cet objectif :

- tous les quatre à cinq ans par le CEREN : estimation du parc national de résidences principales concernées par le chauffage au bois et des consommations de bois associées ;
- annuellement pour le compte de l'Ademe : ventes d'appareils de chauffage domestique au bois ;
- ponctuellement, notamment l'évaluation prospective du marché à l'horizon 2020 réalisée pour le compte de l'Ademe.

Ventes des appareils de chauffage domestique au bois



Le chauffage domestique au bois est majoritairement assuré par des appareils indépendants (poêles, foyers fermés...) qui ne couvrent qu'une part des besoins de l'habitation, l'appoint étant apporté par des convecteurs électriques ou des chaudières au fioul ou au gaz. Dans le cas d'un chauffage central à eau chaude, la chaudière bois fournit l'énergie thermique nécessaire à l'ensemble de l'habitation en période hivernale (y compris l'eau chaude sanitaire) ; en période estivale, une production solaire ou électrique est préconisée pour éviter le fonctionnement à charge réduite de l'installation bois (facteur de vieillissement précoce). Un chauffage au bois doit toujours être dimensionné au plus juste : il faut impérativement éviter tout surdimensionnement, à l'origine de surconsommations importantes de combustible et d'émissions polluantes. L'ouvrage de Robert Novembre et Joachim Meinicke constitue une synthèse intéressante des différents types de matériels et des points à considérer pour bien concevoir et réaliser une installation.

On citera également :

- le hors-série de **Habitat Naturel consacré au chauffage au bois et réalisé en collaboration avec l'Ademe** ;
- le site internet **www.biohousing.eu.com** qui permet d'accéder à un catalogue européen d'appareils de chauffage domestique.

On distingue trois grands modes d'approvisionnement en bois :

- l'autoconsommation : le bois est récupéré dans la propriété familiale ou chez un proche ;
- l'auto-provisionnement : le bois est acheté sur pied en forêt privée, prélevé en forêt publique dans le cadre de l'affouage ou récupéré comme rebut dans une entreprise ;
- l'achat de bois en bûches.

L'étude menée par Biomasse Normandie et Arthur Andersen pour le compte de l'Ademe afin de mieux appréhender les approvisionnements et marchés du bois de feu est la seule de ce genre à l'échelle nationale.

Par ailleurs, face à l'augmentation de la demande en bûches et à la nécessité d'utiliser un combustible sec pour un bon fonctionnement des installations domestiques, l'Ademe a sollicité l'Institut technologique FCBA (ex CTBA) pour la réalisation **d'une étude sur le séchage artificiel du bois de chauffage**.

Bibliographie

- **CEREN (2008)**
Bilan national du bois de chauffage en 2006 – CEREN, 118 pages.
- **Observ'ER / Ademe (2010)**
Enquête sur les ventes d'appareils domestiques de chauffage au bois en 2009
Ademe, 34 pages.
- **Basic 2000 / Ademe (2009)**
Evaluation prospective du marché du chauffage domestique au bois et autres biomasses en 2020 – Ademe, 34 pages.
- **Robert NOVEMBRE & Joachim MEINICKE (2008)**
Le chauffage individuel au bois, comprendre, choisir et installer un chauffage écologique et performant – Observ'ER, 186 pages.
- **Habitat Naturel (2009)**
Guide du chauffage au bois – Habitat Naturel, hors-série n°7, 100 pages.
- **Site www.biohousing.eu.com**
- **Biomasse Normandie / Arthur Andersen / Ademe (2000)**
Le chauffage domestique au bois - Approvisionnements et marchés – Ademe, 96 pages.
- **FCBA / Ademe(2005)**
Le séchage du bois de chauffage.
- **Site www.flammeverte.org**
- **Site www.nfboisdechauffage.org**



L'achat de bois en bûches est l'un des modes d'approvisionnement du chauffage domestique.

Rappelons enfin l'existence :

- du **label Flamme Verte** dont l'objectif est la promotion d'appareils performants sur un plan énergétique et environnemental ;

- des **certifications "NF bois de chauffage" et "NF granulés biocombustibles"** visant à garantir à l'utilisateur un combustible de qualité.