



Le **BOIS**
INTERNATIONAL

L'officiel du bois >> Scierie / Exploitation forestière

**70^e Cahier
du bois-énergie**

L'hebdomadaire
de la filière bois

ISSN: 1760-4672

Supplément au N° 3
3,60 euros
samedi 23 janvier 2016

Synthèse

Les clés de développement
du bois-énergie

p. 4

Combustibles

Les gisements complémentaires,
un recours indispensable

p. 9

Chaufferie

Amélioration des performances,
optimisation des projets

p. 12

Energie bois : cap 2030 !



Chaufferie bois du réseau de chaleur d'Avranches (Manche) – 3,6 MW bois.

BTP
Industries
Collectivités

HOMOLOGUE SOCOTEC

toutabri
MOPEL TECHNOLOGY

www.toutabri.fr 04 90 95 14 68

BOIS ENERGIE 2014 Nancy 15-17 mars
un salon dédié aux professionnels

nidal
Le Spécialiste du BOIS ENERGIE

Eschböck BIBER **POSCH**

NOUVEAU
Eschböck BIBER85

SMARTCUT la scie performante tout automatisée !

Rendement journalier MAXIMUM !

nidal LE SPECIALISTE DU BOIS ENERGIE
Tél: 03 89 31 85 85 info@ndal.fr
www.nidal.fr

DENIS
TOUTE UNE GAMME DE MANUTENTION
JUSQU'A 150 M³/HEURE...

granulés copeaux plaquettes biomasse

Salon Bois Energie 15-17 mars - Nancy Hall B - Stand M25

Réception / expédition de granulés

28160 BROU - Tél. 02 37 97 66 11 - www.denis.fr - info@denis.fr

CONCEPTION & FABRICATION A BROU - FRANCE depuis 1855

BOIS INTERNATIONAL

L'officiel du bois >>>
L'hebdomadaire des professionnels de la filière bois
| S'informer | Comprendre | Gérer | S'équiper

Retrouvez chaque semaine l'actualité professionnelle, technique et économique de la filière bois ...
+ le **Journal des Annonces du Bois** (16 pages d'annonces classées)
... au travers de nos deux éditions :

Charpente, Construction, Menuiserie et meuble
Scierie, Exploitation forestière

BOIS INTERNATIONAL 2008 Charpente, construction, menuiserie et meuble
BOIS INTERNATIONAL 2008 Scierie, exploitation forestière

ABONNEZ-VOUS
43 numéros par an

Découvrez nos offres d'abonnements sur www.leboisinternational.com

Le Bois international 14 rue Jacques Prévert - 69700 Givors
Tél. : 04 78 87 29 40 • Fax : 04 72 30 04 16 • E-mail : info@leboisinternational.com

Energie bois : cap 2030 !

Sommaire

- Edito, par Serge DEFAYE
- Colloque du CIBE : "Energie bois : cap 2030 !" p. 4
- Chauffage collectif et industriel au bois : un développement tributaire du prix du baril de pétrole et des politiques publiques p. 5
- 2015-2050 : l'ère des défis pour le bois-énergie p. 7
- Un incontournable recours à des gisements complémentaires pour la fourniture de combustibles bois p. 9
- Une amélioration continue des performances techniques et environnementales des installations bois-énergie p. 12
- Des pistes d'optimisation des projets pour rendre le bois-énergie encore plus compétitif p. 15

Pour savoir où l'on va, il faut savoir d'où l'on vient et où on en est

Dans les années 70, l'usage énergétique du bois ne concernait que les particuliers pour le chauffage de leur logement et les entreprises du bois brûlant leurs sous-produits et déchets de process.

Le chauffage collectif et industriel au bois est né au moment des chocs pétroliers, à la charnière des années 80. Son développement a très largement été lié :

- au **prix des énergies fossiles** ;
- aux **politiques publiques de soutien** qui ne s'inscrivent pas toujours, hélas, dans la continuité.

Après une période d'engouement de 1980 à 1985, le contre-choc pétrolier de 1986 va mettre pratiquement un coup d'arrêt aux projets collectifs et industriels et ce jusqu'au choc pétrolier rampant de 2004 à 2014, période pendant laquelle on assiste à un redéploiement à vaste échelle. Le lancement du Plan bois-énergie et développement local de l'Ademe en 1994 ne réussira pas à contrebalancer l'obstacle de références fossiles particulièrement basses.

Par contre, le **Fonds chaleur, à partir de 2009-2010, dans le contexte haussier des énergies concurrentes, aura un véritable effet de levier** : les réalisations vont alors se multiplier, encouragées par ailleurs par l'application d'un taux réduit de TVA pour les réseaux de chaleur vertueuse (à compter de 2006).

Aujourd'hui, la filière est à la croisée des chemins, avec :

- des **objectifs ambitieux** résultant de la transition énergétique et de la lutte contre l'effet de serre ;
- une **conjoncture** caractérisée, d'un côté, par la **baisse des prix du fioul et du gaz** et, de l'autre, par des **subventions à la hausse, des taux d'intérêts très bas et une fiscalité favorable au bois-énergie ou défavorable aux énergies conventionnelles** (contribution climat énergie).

Dans ce contexte, la filière doit s'attacher à lever les obstacles qui permettront de déclencher les décisions des collectivités et des industriels :

- en dynamisant la **mobilisation de la ressource** en bois et en améliorant la **qualité des combustibles** ;
- en recherchant toujours l'**excellence énergétique** (rendements) et **environnementale** (rejets solides et gazeux) ;
- en optimisant le **montage des projets aux plans économique** (prix de la chaleur), **financier et juridique**.

Les intervenants et participants au dixième colloque du CIBE ont largement traité et débattu de toutes ces questions, qui sont reprises dans le présent Cahier du bois-énergie.

Reste aux professionnels à utiliser tous les outils à leur disposition pour continuer à concrétiser leurs projets, même si c'est actuellement plus difficile. En pariant sur un retour à une meilleure fortune qui, au-delà des taxes sur les énergies fossiles en augmentation, passe par une remontée du prix des matières premières énergétiques non renouvelables !

Serge DEFAYE
CIBE

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 les intervenants au colloque du CIBE pour leur contribution. Mise en page par la rédaction du Bois International.



Colloque du CIBE : “Energie bois : cap 2030 !”

Le 10 novembre dernier, le CIBE a tenu son dixième colloque annuel à Paris sur le thème “Energie bois : cap 2030 !” auquel ont assisté plus de 150 personnes. Bénéficiant du soutien de l'Ademe, cette manifestation était organisée en partenariat avec Le Bois International, l'ATEE, l'Arene Ile-de-France, Bioénergie International et SER-FBE.

Intervenant dans un contexte politiquement favorable mais économiquement difficile pour le bois-énergie, cette manifestation a permis :

- de prendre la mesure des enseignements du développement du chauffage collectif et industriel au bois ;

- de mieux cerner les défis à relever pour atteindre les objectifs ambitieux assignés au bois dans le cadre de la transition énergétique.

La première partie avait pour objectif de dresser un bilan rétrospectif et un état des lieux puis de présenter les perspectives à l'horizon 2030 voire 2050. Ainsi, après l'introduction de Bruno Léchevin (président de l'Ademe) et l'accueil de Bruno de Mondin (président du CIBE), sont intervenus :

- Serge Defaye (Debat / Best Energies, président d'honneur du CIBE) : “Chauffage collectif et industriel au bois : un développement tributaire du baril de pétrole et des politiques publiques” ;

- Rémi Chabrilat (Ademe) : “Le bois-énergie pour les trente ans à venir” ;

- Claire Ruscassie (Solagro) : “Le bois-

énergie dans les scénarios de prospective Negawatt et Afterres”.

Les trois parties suivantes se sont appuyées sur des retours d'expériences concernant chacune des composantes majeures du bois-énergie pour décrire les avancées réalisées au cours des dernières années et évoquer les pistes d'optimisation devant se concrétiser dans un futur proche :

- **mobilisation de la ressource et production de combustibles :**

- Rémi Grovel (Forêt Energie Ressources) : “Evolutions quantitatives et qualitatives des combustibles bois : vers une convergence des acteurs de l'offre et de la demande ?” ;

- Ludovic Guinard (FCBA) : “Disponibilité du bois – horizon 2020/2030 – études 2015” ;

- table ronde animée par Mathieu Fleury (Biomasse Normandie / Cahier du bois-énergie), rassemblant les intervenants précédents, Matthieu Campargue (RAGT), Nicolas Douzain-Didier (FNB / Eco bois), Henri Husson (CRPF d'Aquitaine / CNPF), Jimmy Pennequin (Biocombustibles SAS) et Jacques Proy (Néoen) ;

- **performances techniques et environnementales des installations :**

- Jean-Pierre Tachet (CIBE) : “Bois-énergie : exigences et performances techniques et environnementales” ;

- Gaëtan Rémond (Iddigo) : “Evaluation des performances énergétiques et environnementales de chaufferies biomasse” ;

- table ronde animée par Frédéric Douard

(Bioénergie International), rassemblant les intervenants précédents, Jean-Baptiste Angebault (Coriance), Frédéric Autret (Weiss France), Jan de Hoog (Exoceth), Christophe Pascual (Cofely Cylergie) et Mathieu Petit (Fibois Ardèche Drôme) ;

- **compétitivité économique du bois-énergie :**

- Stéphane Cousin (CIBE) : “Bois-énergie : décomposition et optimisation du prix de la chaleur” ;

- Nicolas Garnier (Amorce) : “Prix de vente de la chaleur – Enquête Amorce 2014” ;

- Eddie Chinal (Kalice) : “De l'optimisation technique à l'optimisation économique : retour d'expérience” ;

- table ronde animée par Stéphane Signoret (Energie Plus), rassemblant les intervenants précédents, Bertrand Guillemot (Dalkia), Guy Hourcabié (SIEEN / FNCCR), Gaël Jouanne (Airbus Defence & Space).

La journée s'est achevée avec la conclusion de Sylvie Alexandre, déléguée interministérielle pour la forêt et le bois (MEDDE / MLETR), qui, dans le cadre de son intervention “Economie circulaire et bois-énergie”, a évoqué l'adaptation au changement climatique et l'atténuation de ses effets ainsi que l'optimisation des services “carbone” rendus par la forêt et le bois.

Ce Cahier du bois-énergie reprend les interventions et échanges du colloque. L'ensemble des présentations est téléchargeable sur le site www.cibe.fr.

Chauffage collectif et industriel au bois : un développement tributaire du prix du baril de pétrole et des politiques publiques

Le chauffage domestique au bois est en France une réalité économique, sociale et culturelle non seulement très ancienne, mais de première importance, bien qu'elle ait été pendant très longtemps ignorée (et parfois encore) par les statistiques forestières et énergétiques. Par contre le bois-énergie, sous ses déclinaisons collective et industrielle, était inexistant dans l'Hexagone avant les chocs pétroliers des années 70, si l'on excepte les chaufferies des entreprises du bois qui brûlent des sous-produits et déchets de process. Son développement est étroitement dépendant :

- **du prix directeur du baril de pétrole** qui détermine, directement ou indirectement, les prix des combustibles fossiles ;
- **des politiques publiques** relatives à l'indépendance énergétique, au développement territorial, à l'atténuation du changement climatique, à l'efficacité énergétique, à l'économie circulaire et à la filière forêt / bois.

Chocs et contrechoc pétroliers : un démarrage difficile pour la filière

Les premières chaufferies bois en milieu rural sont réalisées à la charnière des années 80, portées par des collectivités et des associations professionnelles et accompagnées par la jeune Agence française de la maîtrise de l'énergie (AFME). En parallèle, la société Biochaleur notamment, émanation de l'union des

HLM et de la Caisse des dépôts et consignations, promeut des chaufferies bois de plus forte puissance pour chauffer de grands ensembles de logements sociaux. Ces projets, en milieu rural comme en ville, répondent à la **volonté de s'affranchir du poids et du prix des produits pétroliers alors encore très majoritaires dans le petit collectif comme dans le chauffage urbain**.

Les énergies renouvelables et la biomasse connaissent alors un grand succès d'estime dans l'opinion, mais passent mal dans les faits car les technologies ne sont pas mures, les savoir-faire des acteurs économiques restent à confirmer et la filière bois-énergie n'est pas véritablement constituée ni opérationnelle.

Après cette période d'engouement, le **contre-choc pétrolier de 1986 met un coup d'arrêt aux projets collectifs et industriels**. Dans cette situation, les **promoteurs du bois-énergie**, épaulés par l'AFME (puis l'Ademe), **multiplient les études et les initiatives, mais sans grand succès**. Les prix des combustibles fossiles sont beaucoup trop bas pour permettre l'émergence de solutions alternatives, très coûteuses en investissement et en exploitation. Quelques chaufferies bois et réseaux de chaleur voient toutefois le jour (notamment en Rhône-Alpes, Franche-Comté, Normandie) mais ces exemples trop isolés ne pèsent pas lourd dans le paysage énergétique de l'Hexagone.

Le modèle autrichien et le lancement du Plan bois-énergie et développement local

En 1992, un voyage d'étude organisé en Styrie (Autriche) par l'Ademe et le CLER permet de constater que les pouvoirs publics régionaux autrichiens pilotent d'ambitieux programmes de développement du bois-énergie en apportant leur soutien à l'animation, à la production de plaquettes forestières, à l'investissement dans les chaufferies et réseaux, aux travaux de R&D. Les pouvoirs publics français sont alors vivement interpellés afin de leur démontrer que **d'autres pays européens sont engagés dans un développement du chauffage collectif au bois à grande échelle**, alors même que leurs conditions économiques, énergétiques, climatiques, forestières sont en tout point similaires aux nôtres.

Ces arguments sont finalement entendus et le **Plan bois-énergie et développement local** est lancé en 1994. Dans le cadre d'un appel à projet, treize régions et départements sont sélectionnés : des opérations s'y concrétisent grâce aux subventions apportées (État, régions, fonds structurels européens). En 2000, ce programme est élargi à l'ensemble du territoire national. **Les réalisations sont, dans l'ensemble, de taille assez modeste** et le développement des réseaux de chaleur est limité, la chaleur livrée à l'utilisateur étant souvent plus chère que celle issue du gaz



naturel en ville ou du fioul domestique en milieu rural. Ainsi, le **Plan bois-énergie et développement local** ne réussit pas à contrebalancer l'obstacle de références fossiles toujours trop basses. Toutefois, il permet la mise en place d'un nombre significatif d'opérations dans une gamme de 300 kW à 3-4 MW, de disposer de références et de faire émerger des professionnels aptes à saisir l'opportunité qui se présentera au milieu de la décennie suivante.

Le choc pétrolier rampant et le Fonds chaleur

A partir de 2004, un déploiement à vaste échelle des projets bois-énergie est observé, sous l'effet de trois facteurs favorables :

- d'abord et surtout une hausse soutenue du prix du baril de pétrole et son maintien à un niveau élevé (2004-2014), entraînant à sa suite ceux du gaz naturel et du fioul domestique ;
- l'application du **taux réduit de TVA** sur l'ensemble de la facture des réseaux de

chaleur alimentés majoritairement par des énergies renouvelables et de récupération (à compter de 2006) ;

- la création du **Fonds chaleur** (2009), doté de moyens financiers importants ; signe politique clair adressé aux décideurs, il est un véritable levier pour la création ou l'extension de réseaux de chaleur et, phénomène nouveau, l'adoption du bois-énergie par les industriels.

Le développement de la demande va susciter, chez les forestiers au sens large, la structuration d'une offre de biocombustibles pour approvisionner des chaufferies de petite et moyenne tailles en circuits courts mais également des opérations de forte puissance exigeant des quantités beaucoup plus importantes, y compris des centrales de cogénération créées par des industriels et à un moindre degré par des exploitants de réseaux de chaleur.

Au début des années 2000, les professionnels de l'amont et de l'aval, à l'initiative de l'ATEE et de Biomasse Normandie, commencent à se retrouver au sein de

la Commission interprofessionnelle du bois-énergie. En 2006, ces professionnels "de la pépinière à la cendre" créent le **Comité interprofessionnel du bois-énergie (CIBE)**. En dix ans, le CIBE s'affirme comme un véritable centre d'expertise, au travers de la mise en commun des savoir-faire de ses adhérents qui travaillent au sein de commissions thématiques spécialisées. Le CIBE est ainsi devenu l'interlocuteur obligé des pouvoirs publics, notamment de l'Ademe, et à ce titre consulté régulièrement sur les questions d'approvisionnement, technologiques, économiques, juridiques et réglementaires.

2015 : une année charnière ?

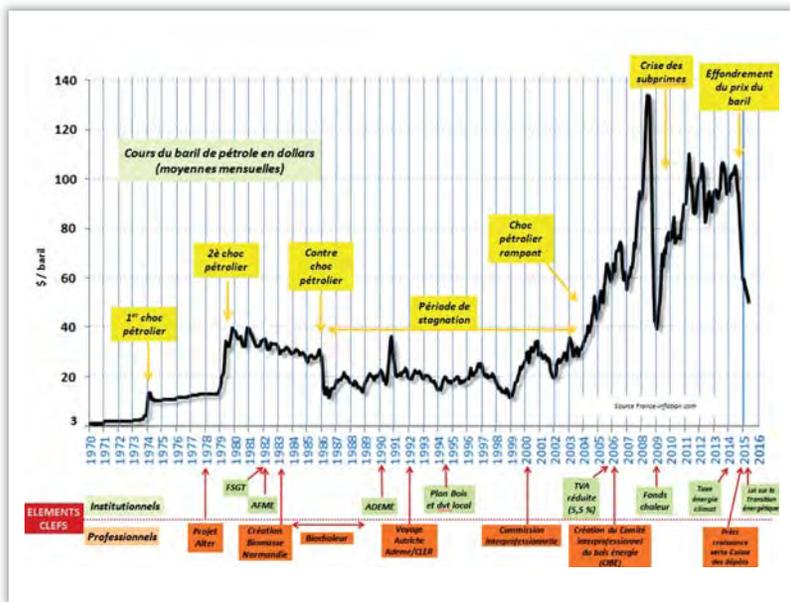
Depuis 2014, la situation s'assombrit à nouveau avec la chute du prix du baril de pétrole (de plus de 110 \$ en juin 2014 à moins de 40 \$ en décembre 2015). L'effondrement du prix du fioul domestique et la forte baisse du prix du gaz rendent la viabilité de nombreux projets très difficile, d'autant que les coûts d'investissement ont tendance à croître (mise aux normes du traitement des fumées) et que les coûts d'exploitation / maintenance avaient parfois été sous-évalués. De même, il faut prendre en compte une nécessaire réévaluation du prix des combustibles bois puisque les marchés de niche et de proximité ne sont plus adaptés à des projets qui changent d'échelle.

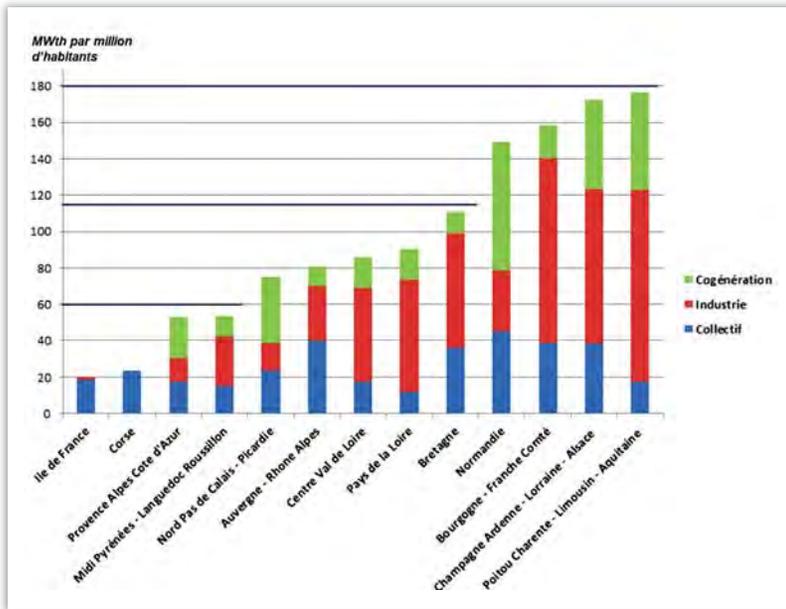
Néanmoins, des décideurs passent tout de même à l'acte, incités par :

- des subventions à la hausse, car il est désormais possible de cumuler les aides du Fonds chaleur, des régions et des fonds structurels européens, dans la limite de l'encadrement communautaire ;
- des taux d'intérêt très bas, tout particulièrement les prêts Croissance verte proposés par la Caisse des dépôts et

Cours du baril de pétrole et soutien des pouvoirs publics au bois-énergie.

(source CIBE)





consignations aux collectivités et concessionnaires.

Dans une conjoncture énergétique redevenue très défavorable aux alternatives renouvelables, ces éléments positifs viennent faciliter les décisions d'investissement des collectivités, des opérateurs énergétiques et des industriels, confortées également par une prise de conscience environnementale (loi relative à la transition énergétique, COP 21...), dorénavant mieux partagée par les acteurs publics et privés qu'au cours des décennies précédentes.

Cet article est réalisé sur la base de l'intervention de Serge Defaye (Debat / Best énergies) et du document associé rédigé par ses soins et diffusé lors du colloque.

Puissance cumulée des chaufferies bois rapportée à la population.

(source CIBE, données 2014)

2015-2050 : l'ère des défis pour le bois-énergie

La transition énergétique en marche

Dans son premier article, la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte précise que la politique énergétique nationale a notamment pour objectifs :

- de porter la part des énergies renouvelables à 23% de la consommation finale brute d'énergie en 2020 et à 32% de cette consommation en 2030 ; à cette

date, les énergies renouvelables doivent représenter 40% de la production d'électricité et 38% de la consommation finale de chaleur ;

- de multiplier par cinq la quantité de chaleur et de froid renouvelables et de récupération livrée par les réseaux de chaleur et de froid à l'horizon 2030.

Pour atteindre ces objectifs ambitieux en quinze années, il est impératif d'accélérer le rythme de développement des

chaufferies bois et des réseaux de chaleur, celui constaté ces dernières années étant insuffisant. Pour cela, il faut tout d'abord contrer la tendance actuelle liée à la baisse des prix des énergies fossiles.

La contribution climat énergie (CCE) constitue un premier élément en ce sens. Créée en 2014, elle est confortée par la loi relative à la transition énergétique qui prévoit, toujours dans son premier article, que la composante carbone intégrée



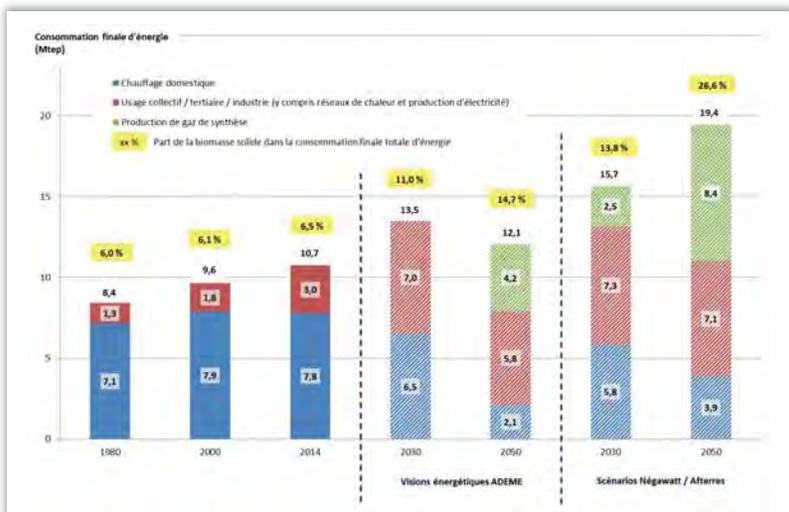
aux tarifs des taxes intérieures sur la consommation des produits énergétiques atteindra 56 €/tCO₂ en 2020 et 100 €/tCO₂ en 2030, la loi de finances rectificative pour 2015 précisant que son niveau sera de 22 €/tCO₂ en 2016 et 30,5 €/tCO₂ en 2017. Cette taxe est un signal clair envoyé aux acteurs économiques et devrait permettre de donner de la visibilité aux maîtres d'ouvrage de réseaux de chaleur et de sécuriser la filière bois-énergie.

Toutefois, si les prix du gaz naturel et du fioul domestique devaient rester à leurs niveaux actuels, le rétablissement d'une situation favorable au chauffage collectif et industriel au bois par le biais de la seule CCE ne devrait survenir qu'en 2018 au plus tôt. Il est donc nécessaire de mettre en œuvre des actions complémentaires pour permettre au bois-énergie et aux réseaux de chaleur renouvelable de réamorcer dès aujourd'hui l'accélération de leur développement devant les conduire aux objectifs fixés par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte.

Un poids important du bois-énergie dans la consommation finale d'énergie

La programmation pluriannuelle de l'énergie, qui vise à décliner de façon opérationnelle les objectifs de la loi, définit des points d'étape pour la chaleur issue de la biomasse : 12 Mtep en 2018 et 13 à 14 Mtep en 2023. Ces valeurs sont en phase avec une évolution linéaire de la consommation finale d'énergie issue de la biomasse solide entre 2014 (10,7 Mtep) et 2030 dès lors que l'on retient comme valeur pour cette dernière année celle figurant dans le scénario Negawatt / Aterres (15,7 Mtep).

L'Ademe a également réalisé un exercice de prospective : en 2030, les consumma-



Répartition de la consommation finale d'énergie issue de la biomasse solide selon l'usage de celle-ci.

(source Biomasse Normandie d'après SOeS, Ademe, Negawatt et Aterres)

tions finales pour le chauffage domestique d'une part et les usages collectifs et industriels d'autre part sont similaires à celles du scénario Negawatt / Aterres (la différence majeure entre les deux simulations réside dans l'absence du débouché gaz de synthèse par méthanation du bois dans celle de l'Ademe, qui n'intègre aucune rupture technologique forte entre aujourd'hui et 2030). Il est ainsi envisagé une consommation d'énergie supplémentaire en chaufferies collectives et industrielles de 4 à 4,3 Mtep par rapport à 2014 soit une quantité de biomasse de l'ordre de 22 à 25 millions de tonnes selon le pouvoir calorifique et les rendements considérés.

Pour 2050, les perspectives aboutissent à des consommations de biomasse différentes : 12,1 Mtep pour l'Ademe (soit une baisse de 1,4 Mtep par rapport à 2030) et 19,4 Mtep pour Negawatt / Aterres (soit une hausse de 3,7 Mtep).

La nécessaire déclinaison régionale des objectifs nationaux

La problématique du développement du bois-énergie doit évidemment être envi-

sagée au niveau national, ce qui implique une cohérence des politiques publiques engagées en matière de forêt / bois, construction et énergie. Cela suppose également qu'elle soit déclinée sur les territoires et prenne bien en considération leurs spécificités ainsi que les contraintes de l'amont et de l'aval de la filière bois-énergie.

En effet, le couvert forestier et les conditions d'exploitation des bois, la présence d'autres gisements de matières ligneuses (bocage, bois en fin de vie...), les concurrences d'usage potentielles avec l'industrie du bois... influent sur les structurations possibles de l'approvisionnement. De la même manière, la rigueur climatique, l'urbanisation, l'industrialisation... déterminent la typologie des installations de production d'énergie à mettre en place. Enfin, pour assurer une cohérence entre la montée en puissance de l'offre et de la demande, il faut prendre en compte la variété de longueur des cycles temporels de la filière : production forestière, mobilisation de la ressource, projet de chaufferie industrielle, projet de chaufferie collective / réseau de chaleur... et moduler la réalisation des installations en conséquence.

La territorialisation du développement du bois-énergie suppose donc une concertation entre les acteurs afin d'articuler la mobilisation de la ressource, le développement du bois-énergie et de l'usage du bois dans la construction, tout en gérant leurs conséquences en termes d'activités économiques et d'emplois, d'environnement et de cadre de vie. L'élaboration des schémas régionaux biomasse prévus par la loi relative à la transition énergétique devrait répondre à cet impératif.

Une politique de développement englobant changement climatique et économie circulaire

Le bois-énergie s'intègre dans une gestion multifonctionnelle de la forêt et

des autres boisements (haies, agroforesterie, espaces urbains...). Il doit notamment contribuer à l'adaptation des forêts au changement climatique et s'articuler avec les autres usages du bois afin d'optimiser l'utilisation de la ressource dans le cadre de l'atténuation des effets du changement climatique ("services C") : synergies et usages en cascades (matériau, réemploi, recyclage, énergie), valorisation des sous-produits et déchets de bois ainsi que des cendres dans une logique d'économie circulaire. La dynamisation de la mobilisation de la ressource est souhaitable pour les deux objectifs d'adaptation et d'atténuation, dès lors qu'elle se fait dans le respect de l'environnement (prise en compte des enjeux de biodiversité...). Il est essentiel que la priorité soit donnée au développement du bois d'œuvre et

que soit mise en place une politique visant à favoriser sa production (animation auprès des propriétaires forestiers), sa transformation sur le territoire français (modernisation de l'outil industriel) et son utilisation dans la construction. Rappels en outre que produire, récolter et transformer du bois d'œuvre augmente la quantité de bois disponible pour l'industrie de la trituration et l'énergie lors des coupes d'éclaircies, des coupes finales et du sciage (produits connexes).

Cet article est réalisé sur la base des interventions de Serge DEFAYE (Debat / Best Energies), Rémi CHABRILLAT (Ademe), Claire RUSCASSIE (Solagro) et Sylvie ALEXANDRE (MEDDE / MLETR), de l'exercice de prospective de l'Ademe "Visions 2030-2050", du scénario Negawatt et de textes législatifs.

Un incontournable recours à des gisements complémentaires pour la fourniture de combustibles bois

Ces quatre dernières années, la consommation de bois pour l'énergie s'est accrue de 2,8 à 3 millions de tonnes dans le secteur collectif / tertiaire et de 3,7 millions de tonnes en industrie : la mobilisation de ces volumes supplémentaires dans un laps de temps assez court constituait un challenge que la filière a brillamment relevé. Toutefois, face à cette augmentation rapide de la demande, certains gisements se sont retrouvés

contraints (plaquettes de scierie et broyats d'emballage en bois, parfois plaquettes forestières) et ont pu conduire à des concurrences d'usage avec l'industrie de la trituration (voire le sciage pour les bois destinés à la fabrication de palettes), d'intensité variable selon les régions mais pouvant être localement fortes et se traduisant par des réorientations de flux et des augmentations de prix. Pour satisfaire les objectifs assignés au

bois-énergie en 2030, le rythme de mobilisation sur les quinze prochaines années devra être similaire à celui observé dernièrement. Il y a donc nécessité de rechercher des gisements complémentaires répondant à des enjeux multiples :

- logistique : ressource pérenne et accessible en toute période ;
- qualité : maîtrise du contenu énergétique des combustibles, qui doit être connu et régulier ;



- économie : optimisation de la chaîne de production / livraison des combustibles afin de limiter les coûts et de garantir leur faible variabilité dans le temps ;
- fonctionnement des chaufferies : fourniture de combustibles adaptés aux installations, ne provoquant pas de dysfonctionnements (système d'alimentation et foyer) et occasionnant peu d'entretien (cendres).

La filière forestière s'organise pour une mobilisation durable des bois

Dans le cadre d'une étude réalisée en 2015 pour le compte de l'Ademe, l'IGN et FCBA ont estimé la **disponibilité supplémentaire de bois forestiers pour l'énergie et les matériaux à 20 millions de m³ par an pour la période 2031-2035**, dans le scénario impliquant une dynamisation de la gestion des peuplements. Correspondant à la différence entre la disponibilité technico-économique (gisement effectivement mobilisable en tenant compte de la structure des peuplements et des règles de sylviculture / gestion ainsi que des

Feller buncher dans un taillis de châtaigniers en Gironde.

contraintes techniques, environnementales et économiques auxquelles est soumise la récolte des bois) et le prélèvement actuel, **ce volume est cohérent avec les objectifs fixés par la loi de transition énergétique pour la croissance verte et avec la situation envisagée par Aterres en 2030.** Toutefois, si on le compare avec la disponibilité supplémentaire au même horizon temporel dans le scénario consistant à prolonger les modalités de gestion actuelles (7,5 millions de m³ par an), on peut mesurer le challenge qui attend la filière en matière de mise sur le marché. En mars 2015, pour accompagner cette nécessaire dynamisation de l'offre de bois forestiers, l'Ademe a lancé, en collaboration avec les ministères en charge de la Forêt et de l'Ecologie, **l'appel à manifestation d'intérêt Dynamic bois.** Son objectif est de favoriser la **mobilisation additionnelle de bois par l'émergence de projets collaboratifs à l'échelle des territoires** afin d'impulser une nouvelle dynamique d'approvisionnement des chaufferies financées par le Fonds chaleur, dans le strict respect de la gestion durable de la forêt et d'une bonne articulation avec les

usages bois d'œuvre et bois d'industrie. En novembre, **24 projets ont été retenus.** Ancrés dans chacune des régions métropolitaines (hors Corse), ils impliquent environ **200 acteurs de la filière bois** (CNPF/CRPF, coopératives forestières, interprofessions régionales, associations de communes forestières, entreprises...) et **plusieurs milliers de propriétaires forestiers pour une mobilisation de bois supplémentaire estimée à un peu plus de 4 millions de m³ sur trois ans, dont la moitié alimentera des chaufferies collectives et industrielles.** D'un coût total prévisionnel de près de 90 millions d'euros et aidés à hauteur de 35 millions d'euros issus du Fonds chaleur et du fonds de financement pour la transition énergétique, ces projets intègrent des bouquets d'actions autour de trois thématiques :

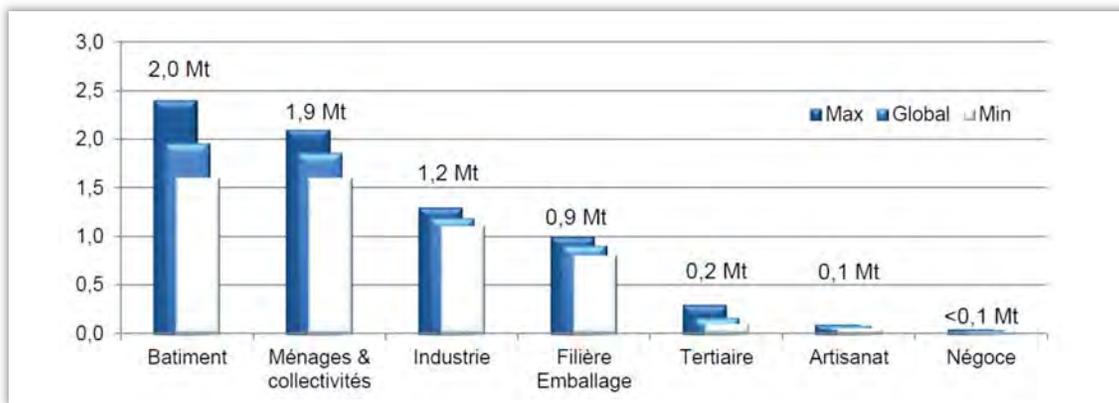
- investissements matériels et immatériels des opérateurs du secteur forestier et des sociétés d'approvisionnement en bois-énergie (équipements de mobilisation de biomasse, places de dépôt...);
- investissements pour l'amélioration des peuplements forestiers sur les moyen et long termes pour préparer la forêt française à s'adapter aux conséquences du changement climatique ;
- animation des propriétaires forestiers et des opérateurs économiques ainsi qu'actions d'information et de concertation locale.

Devant le succès de ce premier appel à manifestation d'intérêt, un autre sera lancé début 2016.

Une plus large valorisation des bois en fin de vie est envisageable

Dans une étude réalisée pour le compte de l'Ademe en 2015, FCBA a évalué la production de déchets de bois (hors produits connexes de scierie et déchets dangereux – bois créosotés...) à près de 7,2 millions de tonnes en 2012, dont environ un mil-





lion est autoconsommé pour la production d'énergie. Il existe donc un **gisement annuel disponible de l'ordre de 6,2 millions de tonnes (les déchets d'emballages en représentent 0,9 million de tonnes)**. Les principaux secteurs producteurs de ces déchets sont le bâtiment (37% du gisement), les ménages et collectivités (35%) et l'industrie (23%).

Ce gisement est largement valorisé :

- 57% des flux sont orientés vers un usage matière, dont 1,8 million de tonnes pour la fabrication de panneaux de particules (0,8 million de tonnes consommées par les industries françaises et 1 million de tonnes exportées vers la Belgique, l'Espagne et l'Italie) ;

- 22% (soit 1,4 million de tonnes) sont utilisés comme source d'énergie, en chaufferies industrielles / collectives et par incinération avec récupération d'énergie.

Rappelons que **la combustion de broyats d'emballages en bois** par une installation relevant de la rubrique 2910 des installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE) implique désormais un classement de celle-ci en sous-rubrique 2910-B sauf si **ce combustible est sorti de son statut de déchet**, auquel cas l'installation reste sous la sous-rubrique 2910-A. Cette sortie du statut de déchet (SSD) doit être assumée par les fournisseurs de combustibles et mise en œuvre au niveau

des plateformes d'approvisionnement. A contrario, **près de 1,3 million de tonnes de déchets de bois sont éliminées** (à 90-95% par enfouissement), provenant principalement du secteur du bâtiment ainsi que des ménages et collectivités. L'importance des volumes enfouis s'explique par la grande hétérogénéité des déchets concernés et par leur caractère diffus du fait de leur mélange avec d'autres produits : l'intérêt technico-économique du tri reste insuffisant, rendant difficile leur valorisation.

Afin d'envisager le panorama de mobilisation des déchets de bois à l'horizon 2025, FCBA a analysé deux scénarios :

- le premier privilégie la valorisation énergétique ; il se conçoit dans le cadre de la mise en place d'une priorité à un usage matière de la biomasse forestière ;

- le second est axé sur la valorisation matière ; il correspond à une priorité donnée à la mobilisation des bois forestiers pour l'énergie et suppose que la tension sur la biomasse contraint les industries des panneaux au recyclage.

Il en ressort que la valorisation énergétique est plus apte que le recyclage à consommer une plus grande part du gisement de déchets. Il convient toutefois pour cela, d'une part, de **rendre accessibles les déchets actuellement enfouis** par le biais de développements techniques,

Répartition des déchets de bois par origine sectorielle, hors autoconsommation (Mt en 2012).

(source Ademe / FCBA)

organisationnels et réglementaires et, d'autre part, **d'analyser leurs possibilités de combustion** (composition chimique, conditions technico-économiques et réglementaires). Si on considère en outre que les déchets de bois actuellement exportés pourraient trouver un débouché de substitution plus local, **ce sont près de 2 millions de tonnes supplémentaires qui se trouvent ainsi disponibles pour l'énergie.**

Les bois d'élagage, agro-combustibles et produits connexes de scierie complètent l'offre

Les déchets verts (tontes, feuilles, branches) sont produits à l'occasion de l'entretien des parcs et jardins, des alignements de bords de routes... De l'ordre de 8 à 9 millions de tonnes sont collectées annuellement par les communes (ou leurs groupements) et les entreprises spécialisées puis valorisées par compostage. A l'issue de ce processus, les morceaux de bois sont extraits du compost par criblage et peuvent être orientés vers des chaufferies. Toutefois, la composition chimique du bois a été modifiée et la combustion de celui-ci peut provoquer la formation de mâchefers et de gaz acides corrosifs : les refus de criblage sont donc de moins en moins utilisés et limités aux chaufferies de forte



puissance, souvent en mélange avec d'autres combustibles bois. Pour éviter ces effets indésirables, les pratiques des professionnels évoluent vers une **extraction des bois en amont**, soit par séparation de la fraction grossière ligneuse résultant du broyage de déchets verts frais, soit par collecte séparée des bois d'élagage. Selon le procédé utilisé, **le bois disponible pour l'énergie peut représenter de 20 à 50% des tonnages de déchets verts** : on peut ainsi raisonnablement en espérer une **mobilisation supplémentaire de plus de 2 millions de tonnes par an**.

Les **agropellets** sont des granulés composés en tout ou partie de résidus agricoles

ou agroindustriels (poussières de céréales, grains cassés...) pour lesquels il n'existe pas de débouchés autres que l'énergie. Destinés à des chaudières à grilles mobiles de 100 kW à 1,5 MW, **ces granulés pourraient représenter 1 million de tonnes à l'horizon 2030**. Il convient par ailleurs de souligner que la **disponibilité de pailles de céréales pour l'énergie est de l'ordre de 3 millions de tonnes de matière sèche par an**.

Enfin, des **produits connexes supplémentaires** devraient pouvoir être orientés vers l'énergie si la transformation de quantités plus importantes de grumes sur le territoire national, tant attendue par les

professionnels et les pouvoirs publics, devient effective prochainement.

Les bois d'élagage, les agro-combustibles et les produits connexes rendront ainsi possible, en complément des plaquettes forestières et des bois en fin de vie, une offre de combustibles diversifiés susceptible de répondre aux objectifs envisagés pour 2030.

Cet article est réalisé sur la base des interventions de Rémi GROVEL (Forêt énergie ressources) et Ludovic GUINARD (FCBA) ainsi que des propos tenus lors de la table ronde dédiée aux ressources et combustibles.

Une amélioration continue des performances techniques et environnementales des installations bois-énergie

Les possibilités d'amélioration des performances d'une installation bois-énergie sont multiples, que ce soit au stade de sa conception ou de son exploitation, tant pour la production de chaleur que pour sa distribution. Certaines sont simples, d'autres plus complexes. Mais dans tous les cas, il est **nécessaire de les analyser dès le stade de la conception du projet de manière à bien appréhender leur intérêt potentiel et anticiper les aléas qui pourraient amoindrir la performance envisagée lors de la vie de l'installation**. Les réponses apportées aux exigences de performances peuvent être regroupées selon quatre thématiques majeures :

- l'aptitude à répondre à l'appel de charge et satisfaire les besoins thermiques ;
- l'adéquation du combustible à l'équipement de combustion ;
- la qualité de la combustion et la récupération de chaleur ;
- la réduction des émissions gazeuses et particulaires et la gestion des cendres.

Une conception rigoureuse est la première étape vers l'excellence

Lorsqu'une installation bois-énergie est envisagée en milieu industriel ou pour le secteur de l'habitat / tertiaire, en chauffage dédiée ou sur réseau de chaleur,

l'objectif premier est de satisfaire les besoins thermiques du ou des usagers. Il est donc impératif de dimensionner l'installation de telle sorte qu'elle soit en mesure de délivrer la puissance maximale nécessaire pour le process, le chauffage des locaux et/ou l'eau chaude sanitaire (ECS), tant au stade de la production d'énergie qu'à celui de sa distribution, tout en veillant à optimiser les performances économique, énergétique et environnementale de l'ensemble.

Ainsi, il faut avoir une **bonne connaissance des appels de charge** et, dans le cas d'un réseau de chaleur, **prendre en compte le foisonnement des puissances**

de manière à ce que la chaudière fonctionne le plus souvent possible à sa puissance nominale. Afin d'améliorer les performances, deux options peuvent également être envisagées et éventuellement combinées :

- le recours à un stockage thermo-hydraulique (ballon tampon) évite un fonctionnement de la chaudière en "dents de scie" en lissant les appels de puissance (effacement des crêtes et des creux) ;
- la mise en place de deux chaudières bois permet, en limitant la puissance unitaire de chacune, l'allongement des durées de fonctionnement à pleine charge d'une part (avec un rendement maximal) et totale d'autre part (le minimum technique correspond à une puissance plus faible).

Par ailleurs, dans le cadre d'un réseau de chaleur, l'objectif est de fournir la puissance appelée par des réseaux secondaires de caractéristiques variées, tout en limitant les déperditions de chaleur et en minimisant les consommations électriques induites par le fonctionnement du réseau primaire.

Une démarche qualité est nécessaire pour garantir l'adéquation combustible / installation

Le combustible bois est le seul élément présent en entrée de l'installation bois-énergie (exception faite du combustible d'appoint) : de sa qualité et de son adéquation à l'équipement de combustion dépendent la chaleur et les matières (résidus et rejets) issues de la chaufferie. Ses caractéristiques conditionnent le design des matériels : systèmes de désilage, de convoyage et d'alimentation, foyer (grilles, réfractaires, volume...).

Il est donc essentiel de contrôler que le combustible fourni répond effectivement aux exigences de l'exploitant figurant dans le contrat d'approvisionnement

ment, conçu sur la base d'un cahier des charges précis (établi d'après les prescriptions du constructeur de la chaudière) et d'une discussion sérieuse aboutissant à un compromis entre les deux parties. Par ailleurs, l'amélioration de la qualité du combustible passe par une meilleure communication avec les producteurs : bien souvent, ceux-ci n'ont pas une notion précise des impératifs de l'exploitant, mais à partir d'une simple visite de l'installation, ils en prennent conscience et peuvent adapter leurs pratiques en conséquence. Ayant fait sienne cette conception de la démarche qualité, Fibois Ardèche Drôme (interprofession de la filière bois) a créé "Chaleur bois qualité +" (CBQ+), une certification de service s'appuyant sur le référentiel 103 d'Afnor certification et se référant à la norme ISO sur les combustibles bois. Les différents acteurs d'un projet parlent ainsi le même langage et peuvent définir de manière consensuelle les caractéristiques du combustible adapté à la chaudière. La démarche apporte également une garantie de contrôles internes réguliers et fiables effectués par l'entreprise ainsi qu'une certitude de l'intervention auprès

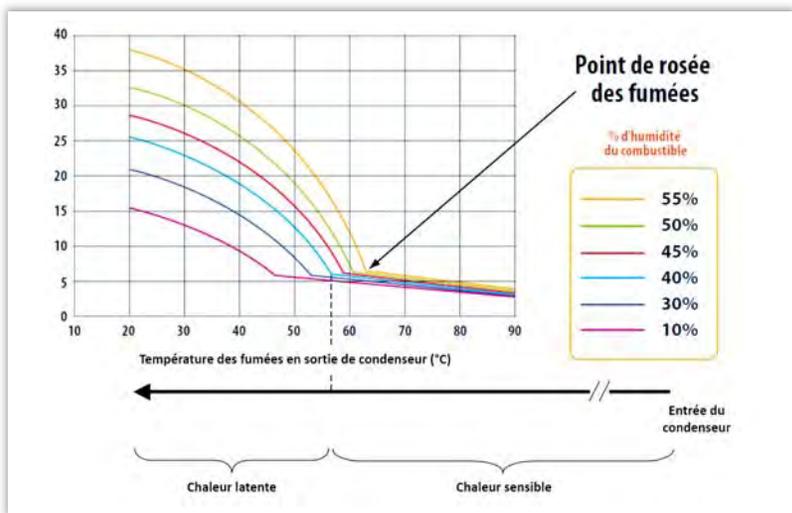
de cette dernière de l'Afnor, organisme certificateur (audit). Ce type d'initiative pourrait utilement être reproduit dans d'autres régions.

L'efficacité énergétique est au cœur des préoccupations des professionnels

La conception des foyers permettant une combustion optimale du bois est un sujet maîtrisé, les améliorations actuelles et futures portant principalement sur le perfectionnement des automatismes de pilotage : le rendement de production d'une installation est supérieur à 85% à puissance nominale et à 80% entre ce régime nominal et le taux de charge minimum (qui est en général de 15 à 25%, les constructeurs ayant pour ambition de parvenir à abaisser ce seuil dans les prochaines années). En fonction des informations communiquées par les sondes et capteurs (demande en chaleur, caractéristiques des fumées, taux d'humidité du combustible mesuré en continu...), le système de régulation gère les actions à mener : vitesse d'introduction du combustible, débits d'air primaire et d'air secondaire, rythme

Gain de rendement (en %) en fonction du taux d'humidité du combustible et de la température des fumées en sortie de condenseur.

(Source : Ceden, d'après Center for biomass technology)





d'avancée de la grille mobile et mise en marche / arrêt des équipements. Si les caractéristiques du combustible restent dans les limites préconisées par le constructeur, la performance énergétique de la chaudière est ainsi optimisée. Toutefois, **l'exploitant doit contrôler le débit de combustible et suivre le rendement et les caractéristiques des résidus et rejets afin d'ajuster ou modifier les paramètres de régulation, voire assurer une reprise manuelle de la gestion des arrivées d'air et de combustible ou décider d'un arrêt partiel ou total de l'installation (mise en sécurité).** La maîtrise de ces opérations de conduite requiert des compétences certaines : **la formation du personnel d'exploitation** est essentielle et le **partage d'expérience** ne peut qu'être encouragé afin que l'ensemble des professionnels concernés par la conception / réalisation, l'approvisionnement et l'exploitation des installations bois-énergie soit dans une démarche de perfectionnement continu.

Par ailleurs, la température élevée des fumées en sortie de chaudière peut conduire à une réflexion sur la **récupération de l'énergie rejetée dans l'atmosphère par l'intermédiaire d'un condenseur**. La performance d'un tel équipement dépend du couple taux d'humidité du bois / température de retour du réseau (qui doit être inférieure à 60 °C, sachant que l'efficacité est d'autant meilleure que la température est basse) et est également liée aux conditions de combustion et donc à l'état de charge de la chaudière. Les combustibles des chaufferies collectives et industrielles présentent en général une humidité variant de 30 à 55% de la masse brute ; dans ce cas, le gain de rendement à pleine charge fluctue entre 10 et 25 points pour une température du fluide caloporteur de 50 °C. **La condensation des fumées** (encore peu développée en France) **devrait être privilégiée dès que**

le gain de rendement obtenu permet de compenser les surcoûts d'investissement et d'exploitation liés à la mise en œuvre de cette solution.

Les installations sont de plus en plus performantes en matière d'émissions atmosphériques

Les principales émissions atmosphériques liées à la combustion du bois en chaufferies collectives et industrielles sont les poussières et les oxydes d'azote (NO_x).

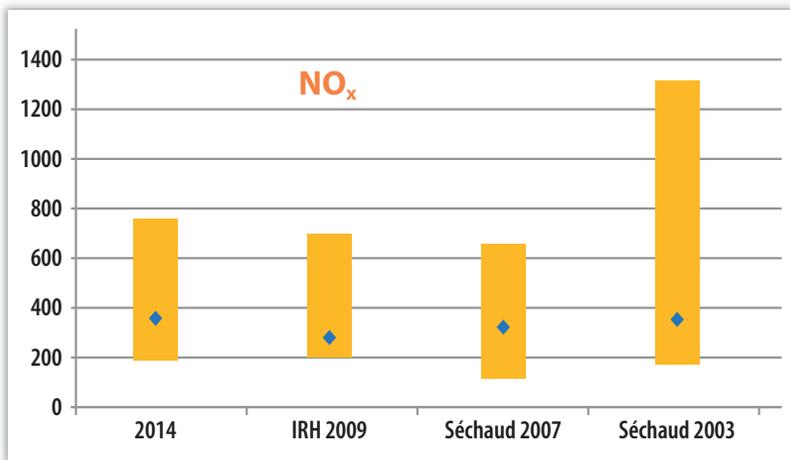
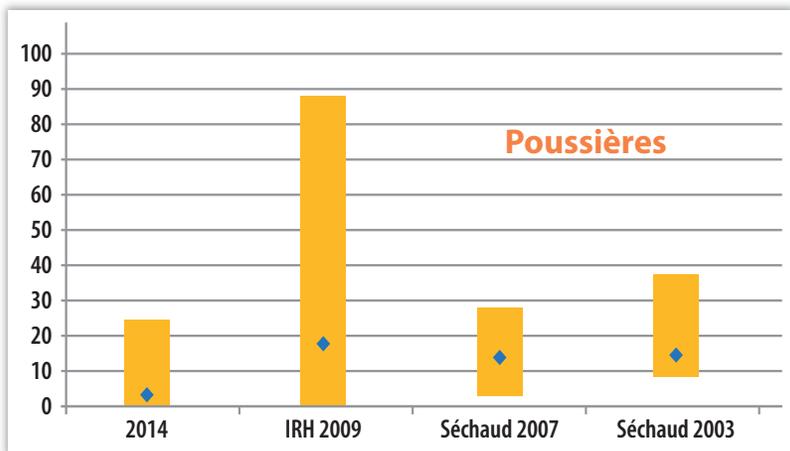
La filtration des fumées s'effectue en deux étapes : un dépoussiérage grossier à l'aide

Emissions atmosphériques de poussières et oxydes d'azote selon les campagnes de mesures (valeurs moyennes et plages de variation, en mg/Nm^3 à 6% de O_2).

(source : Ademe / Leces / Inddigo / MicroPolluants Technologie SA)

d'un multi-cyclone puis le captage des particules fines avec un dépoussiéreur électrostatique (EF) ou un filtre à manches (FAM). **L'efficacité globale de ces organes de filtration peut être supérieure à 99% s'ils sont adaptés et correctement exploités.** Pour respecter les valeurs limites d'émission définies par la réglementation, un EF ou FAM est incontournable, quelle que soit la puissance de l'installation.

La limitation des émissions de NO_x dans l'atmosphère consiste à transformer l'azote du combustible en azote moléculaire (N_2) selon deux types de modes opératoires :



- les techniques primaires qui s'appuient sur la maîtrise des réactions chimiques du processus de combustion, à travers la conception constructive de la chaudière (recirculation des fumées, étage de l'air de combustion, étage de l'apport en combustible) ;
- les techniques secondaires qui consistent à insérer dans l'installation un équipement spécifique destiné à assurer la réduction des NO_x par le biais d'ammoniac ou d'urée (technologies SNCR et SCR).
L'étude réalisée en 2014 par le groupe Leces / Inddigo / MicroPolluants Technologie SA pour le compte de l'Ademe et portant sur la réalisation de bilans énergétiques et de mesures de polluants (dans les combustibles, émissions atmosphériques et cendres) sur dix installations

biomasse récentes permet d'identifier **une amélioration notable des émissions atmosphériques en dix ans : peu de sites dépassent les valeurs limites d'émission existantes ou même celles programmées pour les années à venir.** Les raisons identifiées sont :

- pour les poussières : la mise en place de filtres à manches ou dépoussiéreurs électrostatiques ;
- pour le monoxyde de carbone (CO) et les composés organiques volatils (COV) : l'amélioration de la maîtrise des conditions de combustion par des régulations plus fines et un meilleur usage des équipements ;
- pour les NO_x : si l'ensemble ne présente pas d'évolution notable en moyenne, des voies de progrès sont cependant observées

sur les nouvelles chaufferies équipées de foyers "bas- NO_x " ou de technologies SNCR. Cette étude montre également que les **cendres collectées sous foyer, souvent mélangées avec les cendres issues du multi-cyclone, respectent globalement les valeurs limites des arrêtés pour un épandage agricole.** Sur la base de ce constat, il convient donc de **promouvoir la mise en place de filières pérennes de valorisation des cendres (en particulier le retour des éléments minéraux en forêt).**

Cet article est réalisé sur la base des interventions de Jean-Pierre TACHET (CIBE) et Gaëtan REMOND (Inddigo) ainsi que des propos tenus lors de la table ronde dédiée aux performances des installations.

Des pistes d'optimisation des projets pour rendre le bois-énergie encore plus compétitif

Dans l'industrie comme dans le collectif, le gestionnaire ou l'utilisateur d'une installation bois-énergie souhaite disposer, en coût global, d'un prix de la chaleur inférieur à la référence fossile, notamment au gaz naturel. La question de la compétitivité économique du bois-énergie et de l'optimisation technico-économique des projets est donc centrale pour que les décideurs publics ou privés adoptent cette solution vertueuse (renouvelable et durable). Ils en escomptent des économies sur leurs

charges de chauffage à court terme et une stabilité sur les moyen et long termes.

Seule l'analyse en coût global est pertinente

Quels que soient le projet envisagé (chaufferie dédiée ou réseau de chaleur), le maître d'ouvrage (public ou privé), la gestion (directe ou déléguée) et l'usage de la chaleur (habitat / tertiaire ou industrie, chauffage ou process), l'intérêt économique du bois-énergie s'apprécie par **comparaison**

des coûts de la chaleur produite dans la situation de référence (généralement gaz naturel ou fioul domestique) **et dans la solution alternative, l'intégralité des charges de combustibles, d'exploitation, de gros entretien / renouvellement et de financement des investissements étant considérée dans les deux cas.**

Ce raisonnement en coût global est simple à définir dans son principe mais il est plus difficile à établir en pratique car il ne correspond que rarement à la perception que



Dépense	Chauffage individuel		Chauffage collectif		Chauffage collectif réseau de chaleur	
	Primaires	Secondaires	Primaires	Secondaires	Primaires	Secondaires
P1 – Energie	Gaz ou électricité + abonnement, bois, fioul,...		Gaz ou électricité + abonnement, bois, fioul,...		Chaleur	
P'1 : électricité chaudière et auxiliaires	Payé directement par l'utilisateur (facture)		X	Payé dans les charges		X
P2 : conduite et entretien courant	X	X	X	X	X	X
P3 : Gros entretien et renouvellement	X	X	X	X	X	X
P4 : investissement initial	Payé dans le loyer/A l'achat		X	X	X	X

se font les usagers du coût de la chaleur qu'ils utilisent. Il est alors indispensable :

- de leur faire "découvrir" la notion de chaleur utile, sortie chaudière fioul, gaz ou bois (chaufferie dédiée) ou rendue sous-station (réseau de chaleur) ;
- de se mettre d'accord avec eux sur la facture de référence à prendre en compte pour le combustible fossile (sans oublier les corrections à apporter pour raisonner en année climatique moyenne) ;
- d'ajouter, pour la situation de référence, un coût d'exploitation (entretien / mainte-

nance), un coût estimatif des réparations à prévoir et éventuellement un coût annualisé pour le remplacement des installations en place.

Les réseaux de chaleur au bois sont les champions de la compétitivité économique en 2013

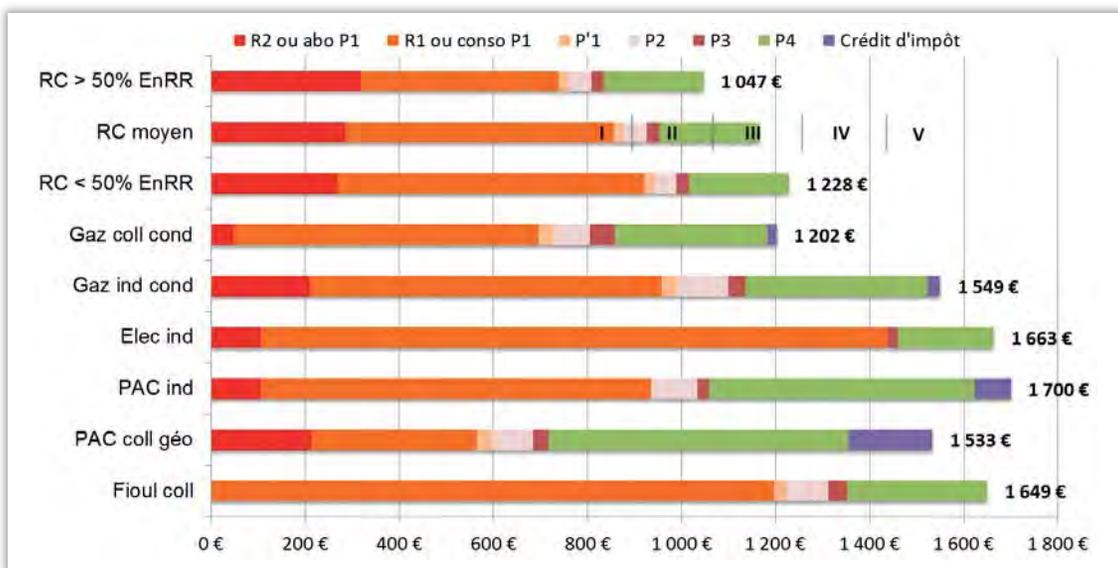
La compétitivité des réseaux de chaleur en général et de ceux utilisant majoritairement du bois en particulier a été étudiée par Amorce selon une double approche :

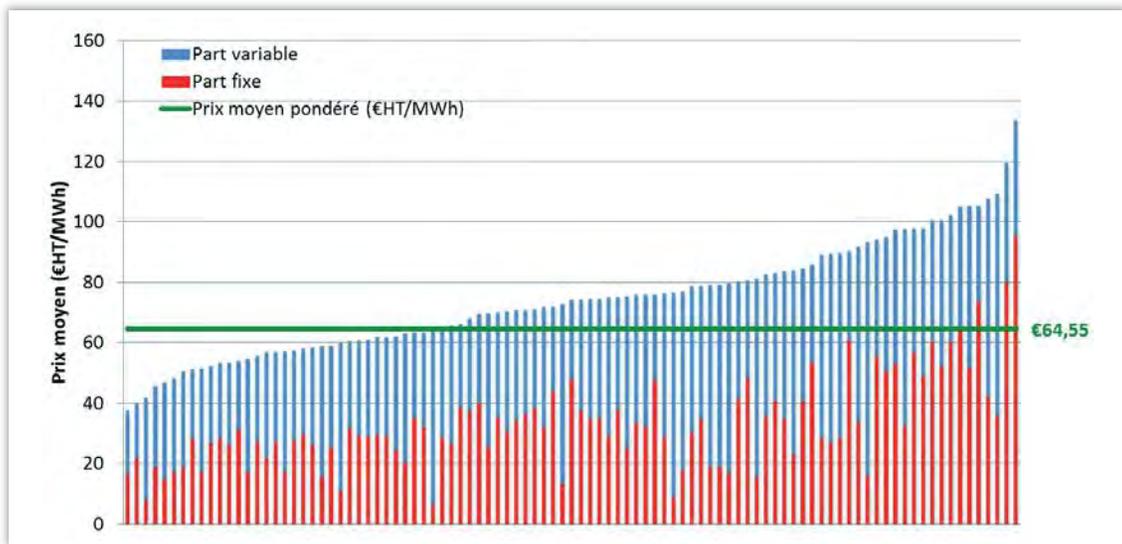
Facture énergétique en coût global : mode d'acquittement des coûts constitutifs de la chaleur selon le mode de chauffage du logement.
(source Amorce)

Décomposition du coût global chauffage et eau chaude sanitaire (€ TTC en 2013) pour un logement du parc social moyen consommant 170 kWh/m².an.
(source Amorce)

- une analyse économique pour différents modes de chauffage et plusieurs niveaux de performance des bâtiments ;
- l'étude des prix de vente de la chaleur, réalisée à partir de l'enquête annuelle de branche du secteur du chauffage urbain pour 2013, conduite par le SNCU (Syndicat national du chauffage urbain) sous l'égide du S0eS (Service des statistiques du MEDDE).

La méthode de comparaison des modes de chauffage consiste en l'établissement du coût global annuel du poste énergie (chauffage + eau chaude sanitaire) d'un "logement type" (un appartement de 70 m² dans un immeuble de 25 logements) pour différents modes de chauffage reflétant les principaux choix qui s'offrent à un maître d'ouvrage qui réhabilite ou construit des logements collectifs. Ainsi, pour un logement du parc social moyen consommant 170 kWh/m².an, la facture s'élève en moyenne à 1.165 € TTC en 2013 s'il est raccordé à un réseau de chaleur. Si toutefois le réseau est alimenté à plus de 50% par des énergies renouvelables et de récupération, elle





est abaissée à 1.047 €TTC : c'est la solution la plus compétitive parmi tous les modes de chauffage. Les solutions individuelles utilisant l'électricité et le gaz naturel à condensation ainsi que le chauffage collectif au fioul sont parmi les modes de chauffage les plus onéreux. Par ailleurs, les réseaux de chaleur sont mieux placés d'un point de vue économique pour les bâtiments dont la consommation est élevée mais ils restent compétitifs, notamment pour les réseaux existants, pour des niveaux faibles de consommation. L'exploitation de l'enquête conduite par le SNCU montre que le prix de vente moyen de la chaleur délivrée par les réseaux français en 2013 s'établit à 68,3 €HT/MWh en 2013 (soit 76,9 €TTC/MWh). Pour les réseaux alimentés à plus de 50% par des énergies renouvelables ou de récupération, le prix moyen est de 61,8 €HT/MWh (soit 65,3 €TTC/MWh).

Lorsque la biomasse est la composante principale du bouquet énergétique du réseau, le prix moyen observé est de 64,5 €HT/MWh, soit 11% de moins que pour les réseaux alimentés majoritairement au gaz naturel (hors cogénération)

et 22% de moins que ceux consommant surtout du fioul ou du charbon.

La maîtrise du coût de la chaleur passe par l'optimisation technique des installations

A l'occasion de missions d'audits d'installations bois-énergie dans le secteur collectif / tertiaire et de l'étude des coûts d'investissement et d'exploitation de 120 chaufferies et réseaux bois-énergie (réalisée en partenariat avec Biomasse Normandie pour le compte de l'Ademe), le bureau d'étude Kalice a noté une augmentation des coûts sur les postes d'investissement et, dans une moindre mesure, d'exploitation. Le constat est sans équivoque : il existe de fortes marges d'optimisation des projets bois-énergie, surtout pour les petites et moyennes puissances (moins de 3 MW). Pour maîtriser cette tendance à l'inflation, des mesures doivent être mises en œuvre : un dimensionnement plus fin des installations d'une part et leur suivi et l'amélioration continue de la performance d'autre part. Les coûts d'investissement unitaires (en

Monotone des prix de vente moyens de la chaleur issue des réseaux majoritairement alimentés en bois (€HT en 2013).

(source Amorce)

€/kW) des chaufferies subissent une augmentation liée à la sophistication des automatismes de régulation et à la nécessité de réduire toujours plus les émissions de polluants atmosphériques (poussières principalement). Pour limiter l'impact de cette évolution, il faut éviter le surdimensionnement des chaudières bois (qui dépasse souvent 50%), source de surinvestissement et de moindres rendements de combustion et donc de prix plus élevés de l'énergie. Pour cela, deux leviers indissociables doivent être actionnés :

- l'estimation précise des besoins et des puissances appelées par les usagers et ce dès l'étude de faisabilité car ces valeurs ne sont bien souvent plus remises en cause par la suite (le maître d'œuvre ne dispose généralement pas du budget pour refaire ce travail) ;
- le calcul de la puissance nécessaire pour couvrir les besoins (qui n'est pas la somme des puissances appelées par les abonnés d'un réseau) et le dimensionnement de l'installation bois en conséquence (nombre de chaudières, pertinence de l'hydro-accumulation ou de la condensation des fumées...).



Pour la conception des **réseaux de chaleur**, une attention particulière doit être portée sur le dimensionnement et la régulation afin d'obtenir une **différence de température entre l'aller et le retour de l'ordre de 25 à 40 °C** (dans les faits, elle est très souvent au plus de 10 °C) et ainsi augmenter le rendement de distribution et diminuer le coût de l'énergie. Pour cela, il peut être intéressant de proposer aux abonnés des interventions sur les réseaux secondaires, ce qui nécessite de prévoir une enveloppe dans le budget initial, souvent peu élevée au regard de l'investissement total du réseau.

En matière d'exploitation, il est impératif de sortir de la logique du "contrat P2 pas cher et minimaliste" (qui conduit à un rendement global de l'installation très dégradé) pour mettre en place des contrats adaptés à une dynamique de performance. La multiplication des intervenants augmentant les risques et diluant les responsabilités, il s'agit de faire porter les engagements sur un nombre réduit d'acteurs (concepteur, réalisateur, exploitant et fournisseur de combustible) par **intégration d'objectifs de performance contractuels assortis d'un système de pénalités / intéressement**. Pour les réseaux de chaleur, deux options ciblent un seul acteur (entreprise unique ou groupement solidaire) : le marché de conception, de réalisation, d'exploitation ou de maintenance (CREM) dans le cas d'une gestion directe ou la concession de service public. Pour que cette logique de performance soit complète, il faut **suivre les indicateurs et valider l'atteinte des objectifs** : cette mission peut être réalisée en interne ou par un prestataire, le budget affecté à celle-ci étant bien inférieur au gain économique qu'elle permet. **Cette démarche constitue un passage obligé pour entrer pleinement dans la performance des installations, nourrir le retour d'expérience et faire monter en compétence les acteurs de la filière.**

Le prix de la chaleur est le fruit d'un consensus de l'ensemble des acteurs concernés par le projet

Dans tout projet bois-énergie, trois types d'acteurs clés sont à considérer pour appréhender le prix de la chaleur et son optimisation (chaque intervenant réel peut éventuellement être concerné par plusieurs d'entre eux) :

- **l'utilisateur de la chaleur**, qui ne retiendra la solution bois-énergie que si elle est le moyen le plus efficace pour satisfaire ses besoins thermiques (aspects technico-économiques) ;
- **le citoyen et ses représentants** (collectivités territoriales, pouvoirs publics), qui ne soutiendront le projet que s'il est cohérent avec une vision ou une politique plus large (aspects réglementaires, sociaux, environnementaux, territoriaux, fiscaux...) ;
- **le financeur de l'installation**, qui ne réalisera les investissements que s'ils correspondent à ses objectifs (aspects financiers).

Le **"juste" prix de la chaleur est obtenu en combinant d'une part l'optimisation de chaque poste de coût et d'autre part l'optimisation du coût global** (qui ne résulte pas nécessairement de celle de chacune des composantes indépendamment les unes des autres). Outre les aspects liés à l'utilisateur de la chaleur (qui, schématiquement, peuvent se résumer au moindre prix compatible avec le service souhaité), il convient de prendre en compte ceux relatifs aux autres acteurs. Pour le citoyen et ses représentants, les exigences peuvent concerner l'utilisation d'un combustible spécifique (plaquettes forestières certifiées PEFC...), le taux de couverture des besoins thermiques par le bois, le dépoussiérage des fumées, la valorisation des cendres, l'intégration architecturale, des aménagements pour l'acceptabilité du projet par les riverains... La prise

en compte de celles-ci (qu'elles soient imposées au maître d'ouvrage – loi, réglementation... – ou qu'elles relèvent de sa volonté) aboutit à des surcoûts d'investissement et/ou d'exploitation pour le projet, à l'exception de la fiscalité, qui peut être favorable au bois-énergie (TVA à taux réduit sur la totalité de la facture des abonnés à un réseau de chaleur utilisant plus de 50% d'ENR&R...) ou défavorable aux énergies fossiles (contribution climat énergie).

Pour les aspects financiers, il faut distinguer :

- les aides publiques, qui génèrent une diminution du coût de l'énergie bois du fait d'un moindre investissement mais éventuellement des surcoûts liés au respect des conditions de leur attribution ;
- le financement du reste de l'investissement : les risques sont analysés par le financeur, qu'ils soient administratifs, liés à la mise à disposition du terrain ou liés à la conception, au financement, à la construction et à l'exploitation de l'installation ; la réduction de ces risques (optimisations techniques, répartition contractuelle des responsabilités...) entraîne souvent des surcoûts et toute incertitude sur le projet se traduit par une dégradation des possibilités de financement (montant, durée, taux, conditions) et donc par un coût plus élevé.

Pour parvenir à un prix de la chaleur optimisé, il est nécessaire de prendre en compte, le plus en amont possible du projet, l'ensemble des paramètres liés à l'utilisateur de la chaleur, au citoyen et ses représentants et au financeur de l'installation, qu'ils concernent directement le projet ou soient d'ordre plus général.

Cet article est réalisé sur la base des interventions de Stéphane COUSIN (CIBE), Nicolas GARNIER (Amorce) et Eddie CHINAL (Kaïce) ainsi que des propos tenus lors de la table ronde dédiée à la compétitivité économique.

Électricité et chaleur par le bois



KOHLBACH

RELEASE ENERGIES
INCREASE BENEFITS

Chaudières biomasse
& cogénération

- Études
- Fabrication
- Services



www.kohlbach.fr

Contact : KOH@kohlbach.fr
ou M. Marc HOUN - 06 12 13 67 69

LE SPÉCIALISTE DE LA FILIÈRE
BOIS-ÉNERGIE



Lindner
Sommerauer



pezzolato

- Chaudières
- Broyeurs,
- Combinés bois
de chauffage...

Le bois notre énergie

Tél : 04 77 67 18 70 • Mail : info@gfservices.fr

www.gfservices.fr

Chaudières biomasse multicomcombustibles **URBAS**

- ▶ Eau chaude ou vapeur
- ▶ Cogénération 1 à 30 MW el
- ▶ Unités de gazéification
- ▶ Sécheurs à bande
- ▶ Unités « clé en main »



Parc d'activités du Rosenmeer
F-67 560 Rosheim
Tél +33 (0)3 88 95 44 43
Fax +33 (0)3 88 47 65 09

www.andre-technologies.fr

ANDRE
TECHNOLOGIES

GAMME CV

CV 30

Poids 750 kg

Débit hydraulique conseillé 80 Litres / min

Pression de service 280 bars

Capacité de coupe Maximum 300 mm
Optimum 280 mm

Porte-outils conseillé Pelle hydraulique 8 à 10 T

Options Bras accumulateur
Rotation 60° - Rotation 360°



CV 35

Poids 850 kg

Débit hydraulique conseillé 100 Litres / min

Pression de service 280 bars

Capacité de coupe Maximum 350 mm
Optimum 330 mm

Porte-outils conseillé Pelle hydraulique 10 à 18 T

Options Bras accumulateur
Rotation 60°

