



Le Bois INTERNATIONAL

L'officiel du bois >> Scierie / Exploitation forestière

**74^e Cahier
du bois-énergie**

L'hebdomadaire
de la filière bois

Supplément au N° 5
3,50 euros
samedi 4 février 2017

I.S.S.N.: 1760 - 4672

Colloque du CIBE
Agir pour durer

p. 4

Filière
S'organiser pour se pérenniser

p. 5

Chaufferies
Optimiser l'existant, développer de nouveaux projets

p. 12



Inscrire le bois-énergie dans la durée

Chaudières biomasse multicomcombustibles **URBAS**

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



Retrouvez-nous au salon
BOIS ÉNERGIE
2017 - LIÈGE
PARC DES EXPOSITIONS
Stand F92 - Grand Palais

© andre-technologies.fr - Visuel © rosheim - rosheim.com



Parc d'activités du Rosenmeer
F-67560 Rosheim
Tél +33 (0)3 88 95 44 43
Fax +33 (0)3 88 47 65 09

www.andre-technologies.fr

ANDRE
TECHNOLOGIES

Inscrire le bois-énergie dans la durée

Sommaire

- Edito, par Serge DEFAYE p. 3
- Colloque du CIBE :
"Bois-énergie : ruptures
et continuité - Conduite
des chaufferies dans la durée" p. 4
- Garantir le dynamisme
et la pérennité de la filière
bois-énergie p. 5
- Optimiser la performance
des installations bois-énergie p. 12

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), Serge DEFAYE et Clarisse FISCHER (CIBE). Nous remercions les intervenants au colloque du CIBE pour leur contribution. Mise en page par la rédaction du Bois International.

Ruptures et continuités

La rupture, c'est depuis trois ans par l'effondrement du prix du baril de pétrole, malgré un redressement observé depuis quelques semaines.

Cet effondrement a entraîné directement celui du fioul domestique et indirectement les prix de gros du gaz naturel et par voie de conséquence les prix industriels et autres tarifs régulés et déréglés.

Au chapitre positif, on soulignera la **taxe climat énergie**, attendue depuis très longtemps et votée dans le cadre de la loi sur la transition énergétique, qui prendra certes son plein effet à un horizon lointain, mais constitue un fort signal de renchérissement des prix des énergies fossiles adressé à tous les consommateurs.

La continuité, c'est la poursuite et même le renforcement des aides du **Fonds chaleur**, tout particulièrement à la distribution via des réseaux "énergies renouvelables" que les collectivités mettent en œuvre, en délégation de service public ou en régie.

Le colloque du CIBE de Bordeaux a montré que les acteurs de la filière ont fait depuis dix ans de gros progrès : qu'ils s'agissent de la conception / construction des ouvrages et équipements ou de la qualité des biocombustibles, beaucoup plus homogènes désormais et dont les prix se sont stabilisés après les tensions liées aux grosses opérations mises en place au début des années 2010. Sur le premier point on mettra un bémol toutefois sur la conception de certains silos de stockage, rendant difficiles les livraisons.

Reste **l'exploitation des installations** où des marges d'amélioration sont nécessaires, notamment pour les régies.

Les outils sont performants mais leur conduite manque de rigueur : réglage des débits de combustible et des débits d'air, température départ réseau trop élevée, "delta T" de température aller / retour trop faible...

C'est probablement le principal challenge à venir pour la profession : mieux former les agents d'exploitation pour faire désormais du bois-énergie une filière d'excellence énergétique et environnementale.

Serge DEFAYE
DEBAT / CIBE



Colloque du CIBE : "Bois-énergie : ruptures et continuité – conduite des chaufferies dans la durée"

Le 3 novembre dernier à Bordeaux, le CIBE a tenu son onzième colloque annuel sur le thème "Bois-énergie : ruptures et continuité – conduite des chaufferies dans la durée". Bénéficiant du soutien de l'Ademe et de la région Nouvelle-Aquitaine, cette manifestation était organisée en partenariat avec le Bois International, l'ATEE, Bioénergie International et SER-FBE.

Dans le contexte actuel de bas prix du pétrole et du gaz et malgré l'existence de financements (subventions) et d'une fiscalité favorable au bois-énergie (TVA) ou défavorable aux énergies conventionnelles (contribution climat énergie), la filière semble être dans une phase de rupture. Cette situation l'incite à une remise en cause pour retrouver une dynamique de développement de projets et maintenir les installations en place. Les retours d'expérience présentés lors du colloque et les échanges induits ont permis d'apporter des éléments de réponse aux deux enjeux majeurs de la filière visant à l'inscrire dans la durée :

- d'une part, **s'organiser pour atteindre les objectifs ambitieux** résultant des politiques de transition énergétique et de réduction des émissions de gaz à effet de serre ;
- d'autre part, **faire émerger de nouveaux projets et optimiser le fonctionnement des installations existantes.**

Dans un premier temps, Jean-Christophe POUET (chef du service bioressources de l'Ademe) a introduit le colloque et Bruno

de MONCLIN (président du CIBE) a accueilli les participants, puis sont intervenus :

- Jean-Eudes MONCOMBLE (Conseil français de l'énergie) : "Contexte et enjeux énergétiques mondiaux" ;
- Frankie ANGEBAULT (Ademe Nouvelle-Aquitaine) : "Contexte de la filière bois-énergie en Nouvelle-Aquitaine".

La manifestation s'est ensuite articulée selon quatre axes :

- les ressources : politiques et stratégies de mobilisation pour l'énergie :

- Jean-Bernard CARREAU (Draaf Nouvelle-Aquitaine) : "Mise en œuvre du schéma régional de mobilisation de la biomasse" ;
- table ronde animée par Bruno de MONCLIN (CIBE), rassemblant l'intervenant précédent, Alain BERJON (SARL LBE / ETF d'Aquitaine), Stéphane LATOUR (Fiba) et Bertrand VIEILLARD-BARON (CRPF Nouvelle-Aquitaine) ;

- l'approvisionnement : maillon incontournable de la réussite d'un projet :

- Vincent YANNOU (Bois énergie France) : "Les enjeux de l'approvisionnement" ;
- David COSME (Alliance forêt bois) : "Professionnalisation de la filière" ;
- Henri HUSSON (CRPF Nouvelle-Aquitaine) : "Compétitivité des plans d'approvisionnement : intérêt d'une démarche territoriale collective" ;

- la conduite d'une chaufferie bois : une nécessaire vigilance au quotidien :

- Jean-Pierre TACHET (CIBE) : "La conduite d'une chaufferie bois" ;
- Denis RENOUX (CRER) : "Outils pour les

installations de petites et moyennes puissances" ;

- Dominique PLUMAIL (Ceden) : "Enjeux de la valorisation des cendres" ;
- table ronde animée par Jean-Pierre TACHET (CIBE), rassemblant les intervenants précédents, Eddie CHINAL (Kalice), Cédric GARNIER (Ademe Pays-de-la-Loire) et Gaëtan REMOND (Inddigo) ;

- optimiser la conception, la conduite et la gestion d'un réseau de chaleur :

- Laurent UMBER (UEM / SNCU) : "Optimisation d'un réseau de chaleur : les facteurs-clés" ;
- Bertrand MATHAT (Siphem) : "Outil local d'assistance aux collectivités pour l'exploitation de leurs chaufferies bois" ;
- Serge DEFAYE (Debat / Best énergies / CIBE) : "Atouts et handicaps d'un réseau de chaleur au bois en 2016 : les paramètres-clés".

La journée s'est achevée avec la conclusion de Bruno de MONCLIN (CIBE).

En outre, des innovations ont été présentées tout au long du colloque dans l'espace "exposition" : ont ainsi été (re)découverts Bois-énergie des Territoires d'Auvergne (BETA) et Umikron, ainsi que des lauréats du dernier salon Bois énergie (Compt R., Fibois 07/26 et Saalen énergie).

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

Garantir le dynamisme et la pérennité de la filière bois-énergie

Assurer la cohérence des politiques publiques et la cohésion des acteurs des territoires

La thématique du bois-énergie possède de multiples facettes qu'il convient de considérer dans leur ensemble, celles-ci pouvant être regroupées au sein de quatre secteurs majeurs :

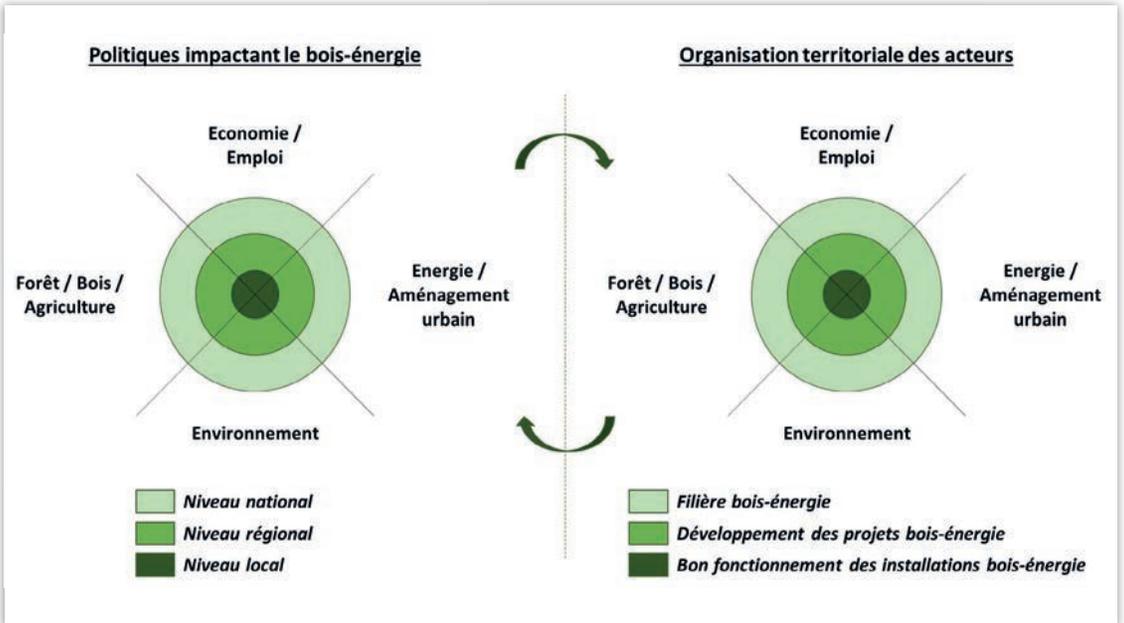
- forêt / bois / agriculture ;
- énergie / aménagement urbain ;
- économie / emploi ;
- environnement.

Déclinaisons régionale et locale des objectifs nationaux
 Les attentes sont grandes en ce qui concerne le bois-énergie : les objectifs de production de chaleur (et d'électricité) à partir de cette énergie renouvelable sont en effet ambitieux pour les prochaines années. Pour y parvenir, **des politiques liées à l'énergie, à la filière forêt / bois, à l'économie circulaire, à la réduction des émissions de gaz à effet de serre...** ont été (ou vont être prochainement) **définies au niveau national puis déclinées régionalement** pour prendre

en compte la diversité des situations. En particulier, 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 articulations d'usage avec l'industrie du bois... influent sur les possibilités de mobilisation de la ressource et de structuration de l'approvisionnement des chaufferies. 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

Pérennisation de la filière bois-énergie grâce à une déclinaison cohérente des politiques publiques et une organisation territoriale efficace des acteurs.

(source : Biomasse Normandie)





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 : croissance des arbres, exploitation forestière, projet de chaufferie industrielle, projet de chaufferie collective / réseau de chaleur... et moduler la réalisation des installations en conséquence.

Organisation territoriale des acteurs

Mais les politiques ne suffisent pas : ce n'est que par leur mise en œuvre à l'échelle des territoires (dont la taille peut être

✓ ZOOM

Pour aller plus loin

Des informations complémentaires sont contenus dans les Cahiers du bois-énergie suivants, disponibles auprès du Bois International (www.leboisinternational.com).

Structuration de la filière bois-énergie, politiques publiques :

- CBE 71 : "Mobilisation de gisements complémentaires pour la fourniture de combustibles bois";
- CBE 70 : "Energie bois : cap 2030 !";
- CBE 66 : "Bois-énergie : mobilisons-nous, mobilisons mieux !";
- CBE 62 : "Bois-énergie collectif et industriel : meilleures techniques et bonnes pratiques";
- CBE 61 : "Fiscalité environnementale et bois-énergie";

Secteurs utilisateurs :

- CBE 73 : "Bois-énergie dans l'industrie : bilan et perspectives";
- CBE 69 : "Production d'énergie dans l'industrie par auto-consommation des sous-produits lignocellulosiques";
- CBE 68 : "Le bois-énergie dans l'industrie du papier / carton";
- CBE 64 : "Bois-énergie dans les établissements hospitaliers";
- CBE 60 : "Le bois-énergie dans les laiteries".

très variable) et plus spécifiquement par la réalisation de projets bois-énergie dont le point focal est une chaufferie bois que ces visées à plus ou moins long terme pourront prendre corps.

Cela suppose l'identification des acteurs concernés par les quatre secteurs définis précédemment et implique leur concertation afin d'articuler la satisfaction de besoins énergétiques avec la mobilisation de la ressource, tout en ayant une bonne vision des impacts en termes d'activités économiques et d'emplois, d'environnement et de cadre de vie. L'objectif est donc de mettre sur pied une véritable filière bois-énergie, capable de structurer le développement des projets et d'assurer le bon fonctionnement des installations.

Les conditions d'une filière dynamique et pérenne

La cohérence des politiques, à la fois entre secteurs et aux différents échelons de déclinaison, et la cohésion des acteurs au niveau territorial sont des éléments nécessaires mais non suffisants pour garantir le développement du bois-énergie. Il convient de leur adjoindre les outils et moyens (financiers, réglementaires...) requis pour la mise en œuvre des orientations définies ainsi que, de manière symétrique, les actions et réalisations effectives.

Dès lors que les politiques et les moyens associés d'une part et les acteurs et leurs comportements d'autre part sont en phase, le cercle vertueux s'auto-entretient : une filière bois-énergie dynamique et pérenne est installée.

Les réseaux de chaleur au bois sont tributaires du prix des énergies fossiles et des politiques publiques (1)

Le développement du bois-énergie en général et des réseaux de chaleur au bois

en particulier 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.

Un contexte énergétique redevenu difficile pour les réseaux de chaleur au bois

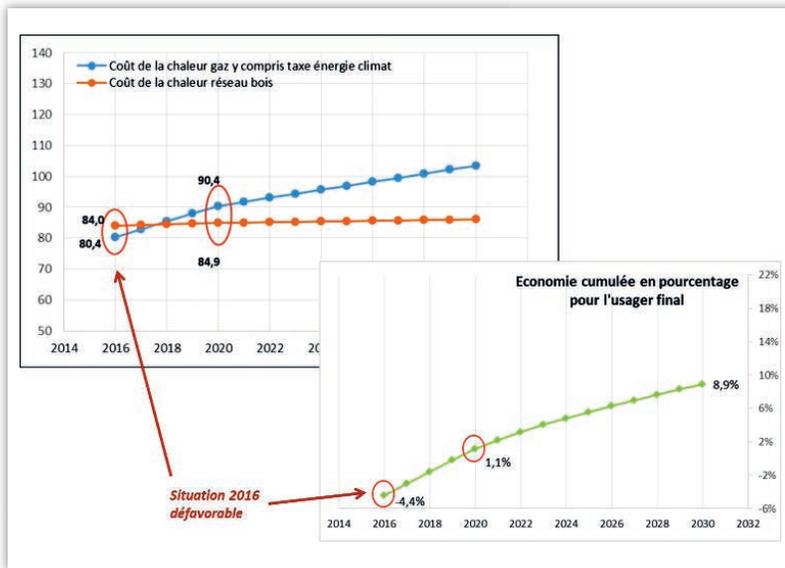
Au cours des années 1980/90, quelques collectivités territoriales ont créé des réseaux de chaleur au bois, mais ces réalisations pionnières sont demeurées isolées compte tenu du prix alors extrêmement bas des combustibles fossiles (contre-choc pétrolier).

Le choc pétrolier rampant de 2005 à 2013 et les mesures incitatives des pouvoirs publics (TVA à taux réduit en 2006 et Fonds chaleur en 2009) ont profondément modifié la donne : de nombreux projets ont ainsi émergé dans des bourgs ruraux et les villes moyennes, et même les quartiers de grandes villes.

Entre mi-2014 et fin 2016, l'évolution du prix des énergies fossiles s'est traduite pour les usagers par une baisse de leur facture d'environ 30% pour le fioul domestique et de l'ordre de 20 à 30% pour le gaz naturel selon les tarifs et les offres concurrentes, lesquelles s'exercent de façon variable d'un secteur d'activité à l'autre avec une forte influence des groupements d'achat notamment.

La contribution climat énergie (CCE) : un renchérissement du prix des énergies fossiles à moyen et long termes

Créée par la loi de finances pour 2014 et confortée par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte, la



CCE est progressive et proportionnée à la quantité de dioxyde de carbone émise lors de la combustion des énergies fossiles. Elle est passée de 7 €HT/tCO₂ en 2014 à 30,5 €HT/tCO₂ en 2017, les niveaux prévus pour 2020 et 2030 étant respectivement 56 et 100 €HT/tCO₂. C'est un signal clair envoyé aux acteurs économiques, donnant de la visibilité aux maîtres d'ouvrage d'installations bois-énergie. Toutefois, la compétitivité des réseaux de chaleur au bois n'en est pour autant pas garantie à court terme. Des simulations effectuées par le CIBE montrent en effet que la chaleur fournie par un réseau de chaleur dans une ville moyenne (15 GWh/an distribués, couverts à 90% par le bois) qui aurait été mis en service en 2016 aurait accusé un surcoût de 4-5% par rapport à la solution gaz naturel, l'économie cumulée pour l'utilisateur ne devenant positive qu'en 2020 (seule la CCE ayant été considérée, pour l'exercice, comme variable au fil des ans). Or, les futurs abonnés signent plus volontiers une police d'abonnement quand le gestionnaire du réseau peut faire valoir, dès la première année, une décote

de l'ordre de 5 à 10% par rapport à leur situation de référence. Il est à noter que cette dernière est très dépendante du prix des combustibles d'origine fossile et, à ce titre, fluctuante sur le long terme mais non modulable à court terme : elle s'impose donc à tous, indépendamment de spéculations sur des évolutions futures à la hausse ou à la baisse, régulièrement démenties par les faits.

Un soutien accru des pouvoirs publics permettrait à nouveau la création de réseaux de chaleur au bois

Au terme du processus de mise au point d'un projet, les possibilités de négociation / optimisation du prix de la chaleur (au demeurant assez faibles) portent essentiellement sur deux points :

- le montant des subventions aux investissements ; celles-ci réduisent, à due proportion, les charges d'amortissement répercutées dans le tarif ; les subventions attribuées par l'Ademe au titre du Fonds chaleur sont calculées selon des critères précis pour les équipements de production

comme pour la distribution et peuvent être cumulées avec d'autres aides publiques (régions, Feder...)

- le résultat d'exploitation (et les charges de structure) dans le cas d'une délégation de service public ; ce poste demeure a priori révisable / négociable, selon le niveau du taux de rentabilité des investissements (TRI) que le candidat pressenti veut obtenir pour faire face aux risques industriels et financiers qu'il appréhende et accepte d'assumer.

Pour la simulation précédente, obtenir une économie de 4% dès 2016 est possible si le taux de subventions augmente de 55 à 65% et le TRI de l'opérateur énergétique baisse de 8 à 6,5% (avant impôts).

En conclusion, les acteurs institutionnels et professionnels du bois-énergie demeurent toujours très dépendants du prix directeur du baril de pétrole et du prix de gros du gaz naturel, théoriquement déconnecté désormais du premier, mais qui lui reste encore indirectement attaché.

D'ici à 2019-2020, date à laquelle le niveau de CCE devrait permettre aux réseaux de chaleur bois de retrouver une compétitivité dès la première année, le soutien des pouvoirs publics est plus que jamais nécessaire pour relancer la dynamique de développement et ne pas risquer de perdre les bénéfices organisationnels de la filière acquis avant 2013.

Mobilisation de la ressource forestière pour l'approvisionnement de chaufferies : l'exemple de la Nouvelle-Aquitaine (2)

Avec 2,8 millions d'hectares (à 90% privés), la forêt couvre 34% du territoire de Nouvelle-Aquitaine et constitue le plus vaste massif de France métropolitaine, réparti en quatre zones homogènes :

- les Landes de Gascogne (pins maritimes) ;



- les plateaux du Haut-Limousin (feuillus, douglas, épicéas) ;
 - la Vienne, la Charente, la Dordogne, les Pyrénées-Atlantiques et les zones de faibles altitudes de la Corrèze, de la Creuse et de la Haute-Vienne (prédominance de peuplements feuillus) ;
 - les plaines alluviales des Deux-Sèvres, des Charentes et du Lot-et-Garonne (peupliers).
 De l'ordre de 10 Mm³ de bois y sont prélevés chaque année, soit plus du quart de la récolte forestière nationale.

Un schéma régional pour la mobilisation de la biomasse

En Nouvelle-Aquitaine, comme dans les autres régions françaises, un **schéma régional biomasse (SRB)** est en cours d'élaboration. Prévu par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 18 août 2015, concomitamment à la mise en œuvre d'une stratégie nationale de mobilisation de la biomasse (SNMB), les SRB doivent

aborder les points techniques relatifs à :

- la **croissance des filières de production d'énergie** à partir de biomasse ;
 - les craintes sur les **capacités d'approvisionnement** de ces filières au regard des objectifs ambitieux de développement des énergies renouvelables ; pour la forêt s'y ajoute l'enjeu de mobiliser la ressource via l'usage énergétique, peu rémunérateur, ainsi que du consentement des propriétaires à mettre leurs bois sur le marché ;
 - la volonté de permettre une **bonne articulation entre les différentes filières utilisatrices des mêmes catégories de ressources** et de s'assurer que la mobilisation de biomasse se fera bien dans de bonnes conditions environnementales.
- Ce schéma régional doit **s'articuler avec les autres textes d'orientation stratégique prévus ou en cours d'élaboration**, en particulier le programme régional de la forêt et du bois (PRFB), déclinaison du programme national (PNFB).

Une démarche territoriale collective pour dynamiser la récolte forestière

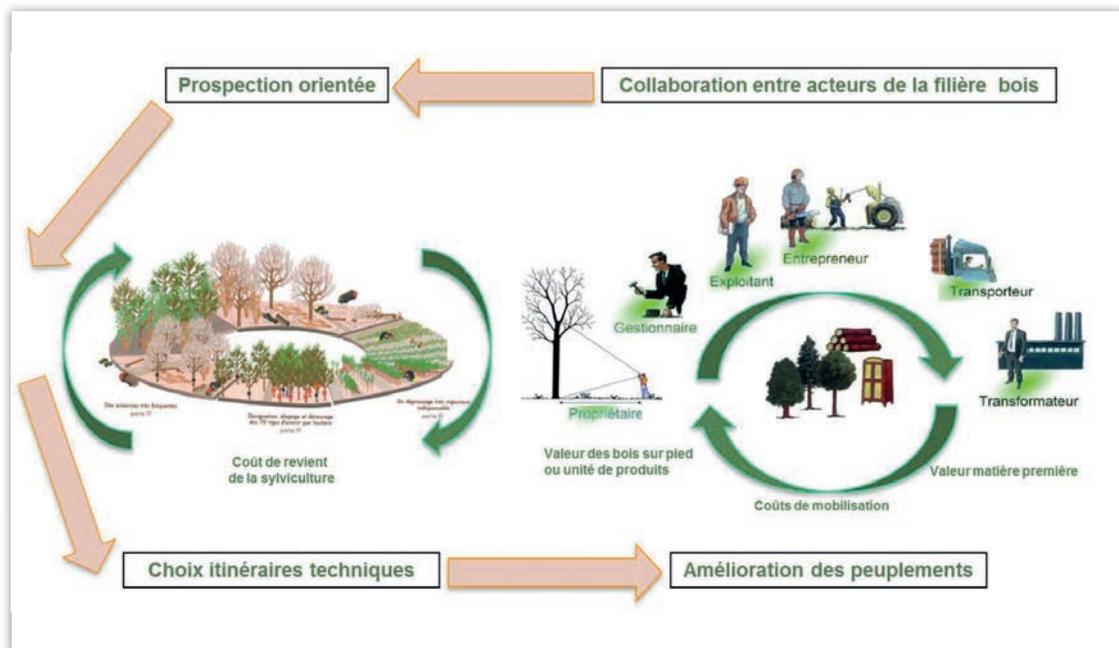
Il existe un réel potentiel de récolte supplémentaire, concentré principalement sur les feuillus. Sa mobilisation devra s'appuyer sur des **documents de gestion sylvicole** et des **démarches territoriales partagées** (stratégies locales de développement forestier, chartes forestières...) ainsi que sur des **actions volontaristes** visant à regrouper la gestion forestière (mise en place de Gieef – groupements d'intérêt économique et environnemental forestier) et développer les réseaux de desserte.

Sous l'impulsion du CRPF d'Aquitaine, les acteurs privés et publics de la filière forestière régionale ont défini en 2012 une feuille de route visant à relever ce défi et comportant quatre axes :

- assurer un **revenu pour les producteurs** de bois ;
- veiller à l'**équilibre économique des acteurs** de la filière forêt / bois ;

Méthodologie de Movapro.

(source : CRPF Nouvelle-Aquitaine)



- garantir une **gestion durable** par l'équilibre productivité des peuplements / fertilité des sols ;
- développer le **regroupement de l'offre**. Sur 2014-2016, un approfondissement de ce travail a été réalisé dans le cadre de "Movapro : MOBiliser, VALoriser et PROduire", programme d'envergure stratégique pour l'ensemble de la filière. Il a permis de mieux évaluer la valeur potentielle des interventions sylvicoles de mobilisation de bois supplémentaires afin d'améliorer les critères de décision et les faire partager dans un cycle annuel d'amélioration continue. Pour cela, une méthodologie a été adoptée, de manière concertée entre producteurs, mobilisateurs et consommateurs :
- **identifier des producteurs** de bois supplémentaires réellement disponibles ;
- proposer et décrire des **chantiers pilotes** avec des indicateurs de compétitivité ;
- vérifier la **faisabilité technique et économique** des interventions sylvicoles ;
- améliorer les **leviers de la mobilisation** par des outils d'aide à la décision.

Un soutien des pouvoirs publics dans le cadre de Dynamic bois

Cette stratégie est désormais appliquée pour **huit projets régionaux retenus à l'occasion des appels à manifestation d'intérêt Dynamic bois** lancés en 2015 et 2016 par l'Ademe, en collaboration avec les ministères en charge de la Forêt et de l'Ecologie.

Parmi ces projets, Foreavenir, mis en œuvre sur l'Est du département de la Gironde, a pour objectif la remise en valeur des peuplements forestiers déperissant, dégradés et sans objectif de production. Coordonné par le CRPF Nouvelle-Aquitaine et impliquant sept partenaires, il vise l'amélioration de 1.500 ha de forêt et la valorisation de 150.000 t de bois sur trois ans. En 2016, 12.000 propriétaires de plus de 1 ha ont été contactés (totalisant

82.000 ha), 20 réunions en mairie se sont tenues et des visites de chantiers d'opérateurs ont été organisées. Suite à cette opération de communication, 200 diagnostics ont été réalisés, portant sur 1.600 ha dont 650 ha éligibles et devant permettre la mobilisation de 65.000 t de bois.

La valorisation agronomique des cendres, un enjeu environnemental (3)

La production de cendres par les chaufferies collectives et industrielles au bois est actuellement de l'ordre de 200.000 tonnes par an. **En 2023, elle devrait être de 450.000 t** si les objectifs définis dans le cadre de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE) sont atteints. Cette forte augmentation des flux représente un **véritable défi en matière d'écoulement des cendres**. Leur retour au sol semble la solution la plus pertinente sur les plans économique et environnemental, des freins réglementaires restant toutefois à lever et des optimisations techniques à apporter.

Typologie des cendres

Les cendres sont constituées des matières minérales présentes dans le bois et d'éventuels éléments exogènes (terre dans les écorces, clous dans les broyats de palettes...) et représentent en général de 0,5 à 2% de la masse anhydre de combustible (de 4 à 10% pour les écorces seules). S'y ajoutent, en cas de mauvaise combustion, des imbrûlés ou des mâchefers.

Dans les installations collectives et industrielles, on distingue :

- **les cendres sous foyer**, extraites par voie sèche ou humide (de l'ordre de 80% du total) ;
- **les cendres sous multicyclone** (15%) ;
- **les fines** (5%), captées par le système de dépoussiérage des fumées (filtre à manches, séparateur électrostatique).

Dans la suite de l'article, **le mot "cendres"**

désigne, sauf précision contraire, les cendres récupérées sous foyer et sous multicyclone puisqu'elles sont aujourd'hui très largement collectées ensemble. Les fines sont quant à elles éliminées par enfouissement.

Des cendres de qualité mais des freins réglementaires à la valorisation

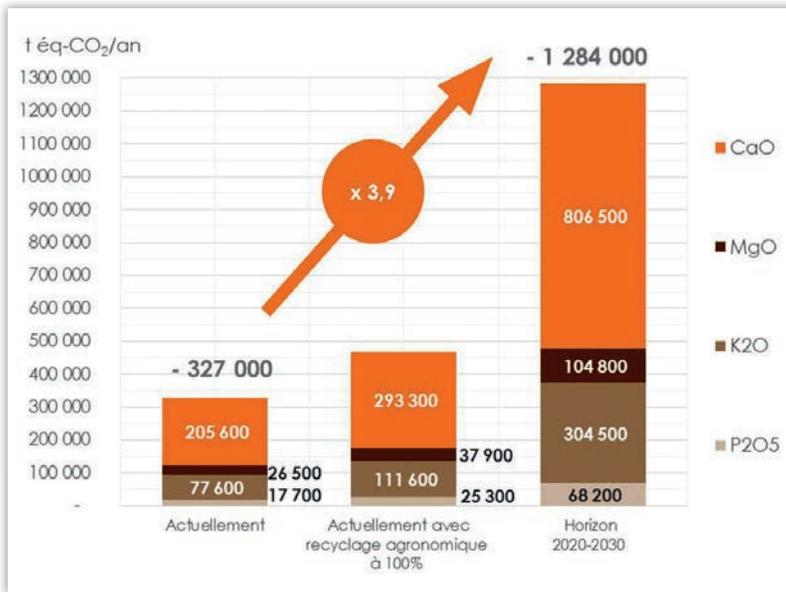
Les cendres présentent le double intérêt de disposer, d'une part, d'une **valeur neutralisante pour le sol** grâce à leurs teneurs en chaux (CaO, 150-180 kg/t), potasse (K₂O, 40 kg/t) et magnésie (MgO, 20 kg/t) et, d'autre part, d'une **valeur fertilisante pour la plante** grâce aux deux derniers éléments précités et au phosphore (P₂O₅, 15 kg/t). Elles contiennent toutefois des éléments traces métalliques (plomb, zinc, nickel, cadmium...) mais dans des proportions raisonnables (de l'ordre de celles des lisiers de porc et boues de stations d'épuration couramment épandus sur les sols agricoles) et qui en outre semblent diminuer en moyenne au fil des ans, du fait d'une **amélioration continue de la qualité des cendres**. Ainsi, **le retour au sol de ces dernières est pleinement justifié et parfaitement légitime.**

Sur le plan réglementaire, deux voies sont possibles mais des freins rendent l'épandage des cendres difficilement réalisable :

- la logique "produit" : moins de 10% des flux de cendres répondent aux exigences de la seule norme envisageable (NFU 42-001) ;

- la logique "déchet" :

- chaufferies ICPE (4) (rubrique 2910) : plan d'épandage soumis à déclaration ou autorisation ; **une interprétation restrictive de la réglementation par l'administration** (qui assimile "cendres sous équipement de combustion" à "cendres sous foyer" et exclut de fait les cendres issues des multicyclones) **rend**



en pratique impossible l'épandage des cendres issues des installations existantes ;

- autres chaufferies : interdiction d'épandage, ce qui constitue une impasse réglementaire.

La filière bois-énergie s'efforce actuellement de démontrer aux pouvoirs publics l'importance du retour au sol des cendres afin que les freins soient levés.

Une stratégie gagnant-gagnant sur tous les plans

La valorisation agricole des cendres présente des avantages pour de nombreux acteurs :

- elle évite aux exploitants de chaufferies (opérateurs énergétiques comme collectivités) de diriger la totalité des flux vers l'enfouissement, ce qui renchérrirait de 1% le coût de revient de la chaleur bois (ce n'est pas anodin quand la réussite de certains projets de chaufferies se joue parfois à moins de 5%) ;
- elle rend inutile les 70 M€ d'investissements à consentir par les maîtres d'ouvrage

des chaufferies pour dissocier la collecte des cendres sous multicyclone de celles sous foyer, qui en outre impacterait à la hausse le coût de la chaleur pour l'utilisateur ;

- elle permet aux agriculteurs de limiter leur consommation d'engrais, à hauteur de 50.000 t/an aujourd'hui soit 9 M€/an et 110.000 t/an demain soit 20 M€/an (l'épandage de 7 t/ha avec un passage tous les trois ans couvre globalement les besoins du sol et des cultures) ;

- elle facilite l'atteinte des objectifs des politiques publiques : d'une part, la moindre consommation d'engrais conventionnels évitera l'émission de près de 1,3 MtCO₂/an en 2020-2030 qui aurait résulté de leur synthèse et, d'autre part, l'enfouissement de 450.000 t/an de cendres représenterait 5% du volume maximum de déchets annuellement dirigés vers les centres de stockage (la loi de transition énergétique a pour objectif la division par deux des quantités enfouies soit 8,5 Mt/an à terme). Il serait ainsi souhaitable de gérer la problématique de la valorisation

Emissions de CO₂ évitées par l'épandage de cendres en remplacement d'engrais agricoles.

(source : Ceden)

des cendres de manière pragmatique (comme dans la plupart des pays européens : Autriche, Finlande...), avec la mise en place d'un cadre réglementaire adapté et la professionnalisation / structuration du retour des cendres au sol.

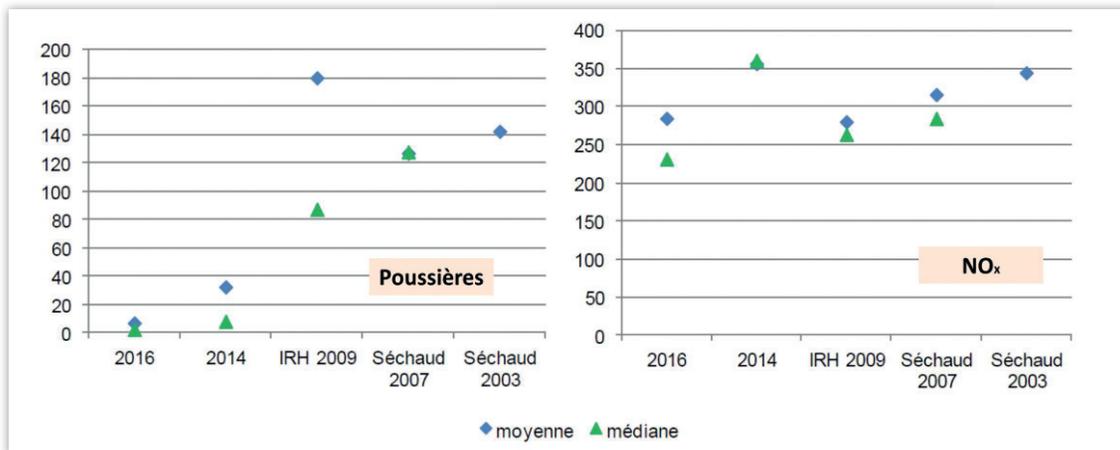
Amélioration continue de la qualité des émissions atmosphériques des chaufferies (5)

La qualité des émissions atmosphériques issues de la combustion du bois est la résultante de l'interaction entre un équipement de chauffage, un combustible et l'air comburant. Selon les caractéristiques et les réglages des installations, l'oxydation d'un même combustible entraînera des proportions et des caractéristiques d'effluents gazeux différentes. Ceci est aussi valable pour une même installation et des bois d'origine et de caractéristiques distinctes.

Substances émises par les chaufferies collectives et industrielles

Les substances contenues (ou susceptibles de l'être) dans les fumées des chaufferies bois sont :

- les poussières, qui sont soit des fractions fines du combustible et des cendres produites lors de la combustion et entraînées dans le courant gazeux, soit des composés volatils passés en phase gazeuse du fait de la température élevée du foyer et qui vont, au niveau de l'échangeur, se condenser sur les particules précédemment citées ou donner naissance à des particules plus fines par phénomène de nucléation / agglomération ;
- les oxydes d'azote (NOx), principalement formés par réaction de l'azote contenu dans le bois avec l'oxygène comburant, leur quantité dépendant des conditions de combustion ;



- le monoxyde de carbone (CO), les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM), les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), provenant d'une combustion incomplète ;
 - le dioxyde de soufre (SO₂), les dioxines / furanes (PCDD-F), dus à une médiocre qualité du combustible (bois souillés ou traités, altérés par des indésirables...).

Une nouvelle campagne de mesures en 2016

Afin d'actualiser les connaissances sur les émissions de polluants, l'Ademe a confié au groupement Leces / Inddigo / Micro-Polluants Technologie SA la réalisation de bilans énergétiques et de mesures de polluants (dans les combustibles, émissions atmosphériques et cendres) sur dix installations biomasse financées via le Fonds chaleur, de puissance comprise entre 300 kW et 21 MW et mises en service récemment (entre 2012 et 2014). Conduite en 2016, cette étude s'inscrit dans la continuité de travaux réalisés en 2003, 2008, 2009 et 2014. Ses principaux enseignements sont :

- les évaluations énergétiques réalisées sur les chaudières montrent globalement des **rendements conformes à ceux annoncés par les constructeurs** : les installations apparaissent bien dimensionnées et bien utilisées ;

- la **qualité des combustibles** est satisfaisante vis-à-vis des critères suivis et semble mieux maîtrisée que lors des campagnes précédentes ; en outre, **les réglages de combustion sont mieux ajustés** en fonction du taux d'humidité du bois ;
- **les cendres sous foyer seules ou mélangées avec les cendres de multicyclone respectent les valeurs limites des arrêtés pour un épandage agricole** ;
- comme déjà observé au cours des campagnes précédentes, la tendance est à une **amélioration de la maîtrise des rejets atmosphériques** : peu de sites dépassant les valeurs limites d'émission (VLE) existantes ou même celles programmées pour les années à venir.

Une nette tendance à la baisse des émissions de polluants entre 2003 et 2016

Il est observé une **baisse significative des rejets depuis le début de la série de campagnes de mesures en 2003**, à l'exception des NO_x et du SO₂. Les raisons identifiées pour les progrès sont les suivantes :

- pour les poussières : la **mise en place d'équipements de dépoussiérage plus performants** (filtres à manches, séparateurs électrostatiques) ;

Evolution des émissions de poussières et de NO_x entre 2003 et 2016 (en mg/Nm³ à 6% de O₂).

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

- pour les COVNM et le CO : **l'amélioration de la maîtrise des conditions de combustion** par de meilleures régulations et un meilleur usage des équipements.

Pour le SO₂, les systèmes d'épuration ne sont en général pas dimensionnés pour abattre ce polluant. Les émissions sont liées au combustible dont la concentration en soufre peut être très variable ; il est ainsi observé une ou deux valeurs élevées au cours de chaque campagne de mesures. Pour les NO_x, si l'ensemble ne présente pas d'évolution notable en moyenne, il est cependant constaté des **voies de progrès sur les nouvelles chaudières** équipées d'un système de réduction sélective non catalytique (SNCR) ou bénéficiant d'un foyer de conception technologique bas-NO_x.

(1) 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.

(2) Cet article est réalisé sur la base des interventions de Jean-Bernard CARREAU (DRAAF Nouvelle-Aquitaine) et Henri HUSSON (CRPF Nouvelle-Aquitaine).

(3) Cet article est réalisé sur la base de l'intervention de Dominique PLUMAIL (Ceden).

(4) ICPE : installations classées pour la protection de l'environnement.

(5) Cet article est en partie réalisé sur la base de l'intervention de Gaëtan REMOND (Inddigo) et du rapport de l'étude citée.



Optimiser la performance des installations bois-énergie

Veiller à la cohérence d'ensemble, de la conception au fonctionnement des installations

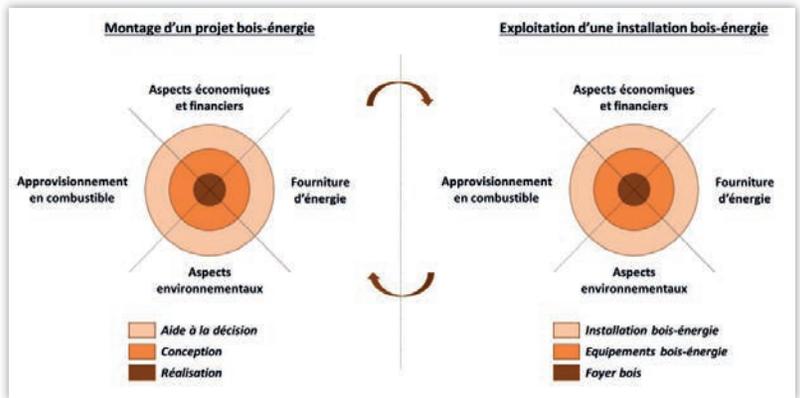
La fourniture de chaleur à partir de bois par une installation collective ou industrielle est l'aboutissement d'un processus qui peut se décomposer en trois phases :

- l'aide à la décision, de l'émergence du projet jusqu'à la prise de décision de le concrétiser ;
- la conception puis la réalisation, aboutissant à la mise en service industrielle de l'installation ;
- l'exploitation de cette dernière, permettant la production de chaleur et la satisfaction des besoins thermiques du (des) usager(s).

Pour optimiser les performances, ces phases doivent être bien articulées entre elles et individuellement appréhendées selon chacun des quatre axes majeurs : approvisionnement en combustible, fourniture d'énergie, aspects économiques et financiers, aspects environnementaux.

Monter les projets en anticipant les aléas de fonctionnement

Une chaufferie bois est envisagée pour satisfaire des besoins thermiques en utilisant des ressources ligneuses disponibles dans un périmètre raisonnable, puis conçue et réalisée en vue de produire de la chaleur à partir d'un combustible déterminé, dans des conditions techniques,



énergétiques, économiques et environnementales satisfaisantes.

Les actions permettant d'améliorer la performance d'une installation bois-énergie sont multiples, tant au stade de la production de chaleur qu'à celui de

✓ ZOOM

Pour aller plus loin

Des informations complémentaires sont disponibles dans les Cahiers du bois-énergie suivants :

- CBE 72 : "Chaufferies collectives et industrielles au bois : bonnes pratiques pour optimiser l'approvisionnement en combustible";
- CBE 67 : "Bonnes pratiques pour l'optimisation de l'exploitation des chaufferies collectives et industrielles au bois";
- CBE 65 : "Combustion du bois, réduction des émissions polluantes et réglementation des chaufferies collectives et industrielles";
- CBE 59 : "Optimisation de l'efficacité énergétique des installations bois-énergie collectives et industrielles".

Ces Cahiers sont disponibles auprès du Bois International (www.leboisinternational.com).

Une installation bois-énergie performante grâce à une cohérence d'ensemble, de la conception à l'exploitation.

(source : Biomasse Normandie)

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.

Exploiter les installations avec soin

Une installation bois-énergie peut être considérée comme structurée en trois couches :

- le foyer bois ; c'est le creuset dans lequel le combustible et l'air comburant sont transformés en chaleur, gaz de combustion et cendres ;
- les équipements bois périphériques ; ils permettent l'alimentation en bois et en air et l'évacuation de l'énergie, des rejets et des résidus ;
- l'ensemble chaufferie / réseau de

distribution de la chaleur ; il constitue l'interface entre l'outil de conversion bois / énergie et le milieu extérieur (filières d'approvisionnement en combustible et de valorisation des cendres, usagers de la chaleur, air atmosphérique).

L'exploitation permet d'assurer le bon fonctionnement des équipements de chacune de ces couches. Son optimisation est étroitement liée à la combinaison de trois éléments clés :

- **la qualité de la conception de l'installation**, qui a été dimensionnée et réalisée pour répondre à un besoin précis et fonctionner avec un type de combustible donné ; à ce titre, il est essentiel que sa mise en service industriel et sa réception soit effectuées dans les règles de l'art ;
- **les caractéristiques du combustible**, qui doivent être compatibles avec la chaudière ;
- **le niveau de prestation de l'exploitant** qui va entretenir, régler et adapter le fonctionnement de l'installation aux besoins des usagers et aux caractéristiques du combustible.

Suivre et optimiser les performances

L'amélioration continue au cours de la phase d'exploitation nécessite la **définition d'indicateurs fiables**, qui seront relevés ou calculés selon une périodicité en adéquation avec le délai requis pour mener les actions préventives ou correctrices qu'ils commandent.

Dans la mesure du possible, **le retour d'expérience acquis au fil de la vie des installations sera partagé** afin d'en intégrer les enseignements lors du montage de nouveaux projets. Ce sont ainsi les compétences de l'ensemble des acteurs qui seront renforcées, augmentant les synergies et la cohésion de la filière à l'échelle des territoires et facilitant l'atteinte des objectifs des politiques publiques mises en œuvre.

Des retours d'expérience laissant entrevoir des marges d'optimisation importantes (1)

Des audits et suivis d'installations pour établir l'état des lieux

Les constats et recommandations présentés ci-après sont issus de trois études de suivis / audits d'installations :

- "Suivi et optimisation de réseaux de chaleur bois gérés en régie" réalisée par Kalice pour le compte de Rhônalpénergie environnement, du Pôle Excellence bois Pays de Savoie et de l'Association des communes forestières Rhône-Alpes ;
- "Synthèse de 30 audits de chaufferies bois gérées en régie en Pays-de-la-Loire" réalisée par EDEL, Alliance Soleil et le CRER pour le compte de la direction régionale de l'Ademe ;
- "Performance énergétique et environnementale des chaufferies biomasse" réalisée par Leces / Inddigo / Micropolluants technologie SA pour le compte de l'Ademe.

Les propos ont été complétés par les préconisations d'UEM, gestionnaire et exploitant des réseaux de chauffage urbain de Metz.

Les installations concernées sont diverses :

- chaufferies dédiées ou sur réseau de chaleur ;
- gestion en régie la plupart du temps ;
- majoritairement en secteur collectif mais quelques unités industrielles ;
- puissances variant de 100 kW à 20 MW ;
- mises en service s'échelonnant de 2004 à 2014.

Il convient donc d'être prudent dans l'analyse des constats et de ne pas les généraliser à l'ensemble des installations. A titre d'exemple, il est délicat de comparer une chaudière installée en 2004, fonctionnant sur un rythme de croisière mais ayant été conçue dans les premières années de l'essor du chauffage collectif au bois, avec une installation mise en

service en 2014, potentiellement encore en période de prise en main par l'exploitant mais bénéficiant d'avancées en matière de conception, de technologie et de professionnalisation des acteurs. On est ainsi en droit d'espérer que les futurs audits feront état de meilleurs constats, en lien avec la montée en compétence de l'ensemble des maillons de la filière bois-énergie.

Notons a contrario que les principales recommandations effectuées sont globalement valables pour toutes les installations.

Des constats mitigés

Il ressort des études menées que **les maîtres d'ouvrage d'une chaufferie bois sont, pour une large part, satisfaits du fonctionnement de leur installation** et de la qualité de chauffage des bâtiments desservis. Toutefois, **peu sont capables d'affirmer que le recours au bois permet de réaliser des économies par rapport à une solution conventionnelle**, notamment par absence de bilan technico-économique sur les petites et moyennes chaufferies mais également

Livraison de combustible bois en chaufferie.





parce que les bâtiments sont neufs ou ont été rénovés. De manière parallèle, le personnel d'exploitation est majoritairement satisfait du fonctionnement des chaufferies, notant cependant que la conduite / maintenance requiert plus de temps que pour des équipements gaz ou fioul mais qu'elle est en contrepartie plus valorisante.

La prise en main d'une installation nécessite une période plus ou moins longue (de un à trois ans voire plus) avant que le chauffeur connaisse la qualité du combustible nécessaire et maîtrise les paramètres de combustion du bois et la mise en cascade de la chaudière d'appoint. Les exploitants estiment qu'une formation complète de la part du constructeur, sur site et dès la mise en service, pourrait nettement raccourcir ce temps. Par la suite, les incidents de fonctionnement restent principalement liés à un combustible non conforme au cahier des charges (taux d'humidité, granulométrie, éléments indésirables...) provoquant pannes et casses du système de convoyage et mauvaise combustion avec production de mâchefers ou d'imbrûlés. Les opérateurs sont toutefois de plus en plus vigilants quant au contrôle de la qualité du bois et voient leurs compétences s'accroître en matière de pilotage des installations, aidés en cela par les recettes préenregistrées par les fabricants en fonction des types de combustibles afin de simplifier les modifications de réglage. Il convient également de noter que les silos de stockage sont fréquemment mal conçus, ne permettant pas les livraisons dans les meilleures conditions et réduisant l'autonomie des installations. En outre, l'évacuation des cendres et sa pénibilité sont récurrentes dans les propos recueillis pour les chaufferies équipées d'un système de décentrage par voie sèche. Pour réduire l'impact de ces problèmes de conception, des solutions

sont mises en œuvre mais demeurent malheureusement moyennement satisfaisantes.

L'évaluation de la performance énergétique des installations est rendue difficile par l'absence, dans un nombre non négligeable de cas, de compteurs d'énergie ou, lorsqu'ils existent, par leur mauvais fonctionnement ou le non relevé régulier des informations par l'exploitant. Les rendements moyens annuels de production calculés dans le cadre des audits varient de 70% à plus de 90% ; il semble que les installations de quelques MW présentent de meilleurs rendements que celles de plus petites tailles mais il serait hasardeux d'en tirer une conclusion ferme tant les paramètres influents sont variés (qualité du combustible, conditions d'exploitation des installations, compétences du chauffeur...). Il est également constaté que le taux de couverture moyen (calculé sur plusieurs années) des besoins par le bois est assez souvent proche de celui envisagé dans les études de faisabilité et conception mais peut être variable de façon notable selon les années, en raison notamment de la disponibilité de la chaudière bois (pannes). En outre, il n'existe pas de corrélation évidente entre le taux de couverture bois et le rendement moyen annuel de la chaudière, ce qui remet en question l'idée répandue qu'un taux de couverture élevé en bois conduit à dégrader le rendement à cause d'un fonctionnement à faible charge pendant une période prolongée (en fait, tout dépend du dimensionnement de l'installation bois au regard du profil des besoins à satisfaire). Par ailleurs, les réseaux de chaleur audités (de faible puissance et en régie) présentent dans une très grande majorité des cas un écart de température entre le départ et le retour d'au plus 10 °C (au lieu de 25-40 °C) : il n'y a pas de pilotage de la température et/ou

du débit en fonction des besoins réels des usagers, ce qui conduit à des rendements de distribution médiocres (inférieurs à 85%).

Enfin, les bilans économiques sont rarement possibles (sauf en délégation de service public), les coûts d'investissement et d'exploitation (conduite, maintenance, gros entretien) n'étant que partiellement connus.

Bonnes pratiques pour une conception optimisée

Le premier élément sur lequel il convient de porter son attention lors de la conception d'une chaufferie bois est que le rôle de celle-ci est de satisfaire au mieux les besoins thermiques du ou des usagers : il est donc nécessaire, d'une part, de bien appréhender ces derniers ainsi que leur évolution possible dans le temps et, d'autre part, de définir en fonction la solution technique qui permettra à la (aux) chaudière(s) bois de fonctionner le plus longtemps possible à puissance nominale. Dans tous les cas, le surdimensionnement de l'installation, classiquement observé pour le fioul ou le gaz, est une fausse bonne idée pour le bois (sauf si une augmentation conséquente des besoins est clairement identifiée), induisant un faible taux de charge, un mauvais rendement et un encrassement accéléré de l'échangeur de chaleur.

En outre, les caractéristiques des divers équipements (robustesse des systèmes de désilage et de convoyage du combustible...) et leur exploitabilité (disposition spatiale et accessibilité pour l'entretien) doivent être envisagées le plus en amont possible lors de la conception afin de faciliter le bon fonctionnement futur de l'installation. En particulier, il est impératif de veiller à ce que le silo de stockage soit correctement dimensionné (volume utile garantissant l'autonomie souhaitée) et aisément accessible (aire



Crédit : Biomasse Normande

Opérateur modifiant les réglages d'une chaudière bois de 2,6 MW.

accessibles à tout instant et connues de l'opérateur. Ce dernier doit également contrôler la qualité du bois (évaluation visuelle, échantillonnage, mesure du taux d'humidité et de la granulométrie...) et veiller à sa bonne combustion : en fonction des informations communiquées par les sondes et capteurs (demande en chaleur, caractéristiques des fumées...), le système de régulation gère les actions à mener mais l'exploitant doit vérifier le débit de combustible et suivre le rendement et les caractéristiques des résidus et rejets afin d'ajuster ou modifier les réglages, voire assurer une reprise manuelle de la gestion des arrivées d'air et de combustible ou décider d'un arrêt total ou partiel de l'installation (mise en sécurité). Si les caractéristiques du combustible restent dans les limites préconisées par le constructeur, la performance énergétique de la chaudière est ainsi optimisée : le rendement de production est supérieur à 85% à puissance nominale et à 80% entre ce régime et le taux de charge minimum (15 à 25% selon

de manœuvre suffisante) aux matériels de livraison dont l'intégralité du contenu doit pouvoir être déchargée sans gêne occasionnée par les éléments de la structure (toiture, mur, poteau...).

Dans le cas où un réseau est envisagé, ce dernier doit être en mesure de fournir à chaque instant la qualité de chaleur demandée par les usagers tout en limitant les pertes thermiques et les consommations d'électricité. Les tronçons de canalisations verront donc leur diamètre ajusté en fonction de la puissance maximale qu'ils auront à délivrer et leur niveau d'isolation adapté à la température du fluide véhiculé, des pompes à débit variable seront installées et les caractéristiques des sous-stations (température, pression, production d'eau chaude sanitaire...) seront déterminées avec soin. Si besoin, il peut être opportun de proposer aux abonnés des interventions sur les réseaux secondaires afin d'abaisser la température de retour et ainsi augmenter le rendement de distribution, l'enveloppe budgétaire à consacrer pour ces travaux étant souvent peu élevée au regard de l'investissement lié au réseau primaire.

Enfin, il est impératif de prévoir des systèmes de comptage d'énergie, y

compris sur les petites installations, sinon il est impossible de suivre les performances. Il semble également intéressant d'instrumenter les systèmes de récupération d'énergie (économiseur et condenseur) afin d'évaluer leur pertinence technico-économique.

Vers une performance d'exploitation garantie

Une fois la chaufferie conçue et réalisée, ses performances dépendent essentiellement de quelques éléments-clés :

- la connaissance de l'installation et du cadre d'exploitation ;
- la qualité du combustible bois ;
- la maîtrise de la combustion ;
- l'efficacité du système de dépoussiérage des fumées ;
- l'entretien et la maintenance des équipements.

Les informations concernant l'installation et liées à sa conception / réalisation (caractéristiques des matériels et équipements, obligations réglementaires, usages de la chaleur produite) et à son exploitation (quantités et caractéristiques des combustibles, cendres et émissions atmosphériques, quantité de chaleur produite, opérations de conduite, entretien et maintenance) doivent être

Canalisations isolées pour la distribution de la chaleur par réseau enterré.



Crédit : Biomasse Normandie



les constructeurs). Par ailleurs, quelle que soit la taille de l'installation, il est recommandé de **prévoir une intervention annuelle du fabricant** (en fin de saison de chauffe par exemple) **pour réaliser un état des lieux complet de la chaudière et planifier les grosses interventions** (réfection de réfractaire, grille, voute...). La bonne conduite d'un réseau de chaleur requiert quant à elle d'obtenir la **température retour la plus basse possible** et donc **d'ajuster la température départ et/ou faire varier le débit du fluide** en temps réel (en considérant toutefois l'inertie du réseau) selon les besoins des usagers. Les pertes thermiques et les consommations d'électricité des pompes s'en trouvent limitées et le rendement de distribution amélioré. En outre, la **gestion de la qualité de l'eau** (eau adoucie, absence d'oxygène, suivi des

appoints) permet d'assurer la pérennité du réseau.

Il apparaît ainsi évident que la **compétence (et la motivation) du personnel d'exploitation est primordiale** pour l'optimisation du fonctionnement d'une installation bois-énergie et que, par voie de conséquence, **sa formation est essentielle**.

Il est envisageable, et même fortement recommandé, de **quantifier la performance technique, énergétique, économique et environnementale par la définition d'indicateurs et d'objectifs**, tant pour l'exploitant que le fournisseur de combustible pour les installations en fonctionnement mais également pour les concepteurs et réalisateurs dans le cadre de nouveaux projets. **Intégrés aux contrats liant les parties et associés à un intéressement et à des pénalités**, ces éléments deviennent incitatifs et

valorisants. Il convient alors de limiter le nombre d'intervenants pour une même chaufferie, contrairement à la situation couramment rencontrée mais qui ne permet aucun engagement de performance et donc aucune garantie pour le maître d'ouvrage et les éventuels abonnés au réseau de chaleur.

Pour être efficace, cette démarche contractuelle doit nécessairement être accompagnée d'un **suivi objectif du fonctionnement et des performances de l'installation**, qui peut être réalisé en interne ou confié à un prestataire mais qui doit nécessairement être prévu, planifié et organisé, avec un budget associé. Aujourd'hui, cela n'est quasiment observé que pour les délégations de service public, les enjeux économiques étant importants. Il conviendrait que chaque installation bois-énergie soit suivie avec précision afin de maintenir, sur la durée, des conditions optimales de fonctionnement et de bonnes performances. Cela permettrait également de **développer les bonnes pratiques et le partage d'expérience** afin que l'ensemble des professionnels concernés par la conception / réalisation, l'approvisionnement et l'exploitation soit dans une démarche de perfectionnement continu.

Exemples d'indicateurs de performance.

(source : Kalice)

Famille et titre de l'indicateur de performance	Situation de référence	Objectif de performance
Indicateurs de performance énergétique		
Rendement de production annuel moyen des chaudières		
. chaudière bois chaufferie centrale	80%	> 82%
. chaudière bois OPAC	80%	> 82%
. chaudières gaz appoint	90%	
Taux de couverture bois et autres EnR annuel moyen	87%	> 87%
Pour chaudières bois		
. minimum technique	25%	< 25%
. Taux de cendres (chaudières bois), mensuel et annuel	3%	< 3%
. Durée utilisation équivalent pleine puissance		
. pour chaudière bois chaufferie centrale	2800 h	> 3000 h
. pour chaudière bois OPAC	2300 h	> 2500 h
Rendement de distribution (réseau de chaleur)		
. annuel moyen	90%	> 90%
. mensuel mini	70%	> 70%
Consommation d'électricité par chaudières et pompes réseau, en Kwhélec/MWh livrés		
	30	< 30
Typologie et qualité du combustible bois		
. % de plaquettes forestières	50%	> 50%
. % de connexes de 1 ^{ère} transformation	40%	< 50%
. % de bois d'emballage non traités (et hors statut déchet)	10%	< 15%
. Taux d'humidité sur brut maxi	40%	< 40%
. Granulométrie maxi chaudière bois OPAC Volouise	63 mm	< 60 mm
. Granulométrie maxi chaudière centrale	125 mm	< 120 mm
. Taux de fines maxi	5%	< 5%

Outil d'assistance à l'exploitation des chaufferies : l'exemple du Siphem (Gironde) (2)

Créé en 1987 dans le sud-est de la Gironde, le Siphem (Syndicat Interterritorial du Pays du Haut Entre deux Mers) regroupe quatre communautés de communes (50.000 habitants) et couvre 82.000 ha dont 18 000 ha de forêts. Il conduit des politiques dans les domaines de l'habitat et de l'énergie pour le compte des collectivités adhérentes et a été labellisé "territoire à énergie positive pour la croissance verte" (TEPCV) en 2015. En matière de bois-énergie, le Siphem réalise des

études de préféabilité d'installations, conseille les collectivités pour la réalisation des études de faisabilité, les aide dans la recherche de financements et assure le suivi d'exploitation des installations.

Un objectif ambitieux de développement du bois-énergie sur le territoire

Actuellement, cinq réseaux de chaleur sont en fonctionnement sur le territoire du Siphem, représentant une puissance bois cumulée de 2.355 kW et une consommation totale de bois déchiqueté de l'ordre de 2.000 t/an : la Réole (1.290 kW), Gironde-sur-Dropt (560 kW), Saint-Pierre-d'Aurillac (250 kW), Pellegrue (200 kW) et Mauriac (55 kW). A court terme, cette situation devrait évoluer avec la mise en service de deux nouveaux réseaux (900 et 150 kW) : il est ainsi envisagé une consommation d'environ 3.150 t/an de combustible en 2018. Sont également en fonctionnement trois chaufferies industrielles (10 MW et 5.500 t/an) et sept chaufferies publiques aux granulés (500 kW, 135 t/an).

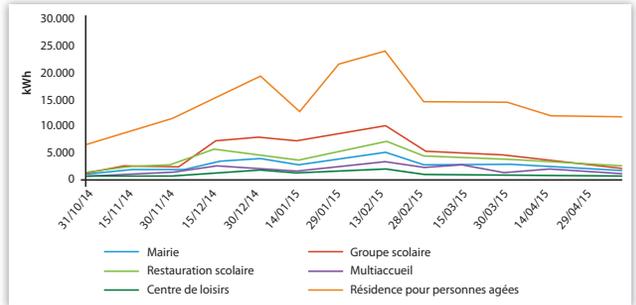
Par ailleurs, le programme de transition énergétique territorial propose le développement "massif" d'installations de valorisation énergétique de la biomasse, dans les secteurs collectifs et industriels mais également dans le secteur domestique. La part du bois dans la consommation finale d'énergie tous usages (hors transport) devrait ainsi passer de 31% actuellement à 49% en 2030.

Un outil de suivi des performances des installations

En 2008, le Siphem a mis en place un **outil informatique de suivi du fonctionnement des équipements (chaufferies et réseaux)** : tous les 15 jours, les agents d'exploitation renseignent les valeurs de 40 à 90 points de relevés selon les installations (données thermiques,

Exemple du suivi des consommations des abonnés d'un réseau de chaleur.

(source : Siphem)



volumiques, électriques, d'humidité...). Cette organisation permet une identification rapide des dérives **potentielles et la réalisation immédiate des actions correctrices ainsi qu'un suivi fin des consommations des utilisateurs**. Elle facilite également la production des bilans annuels de chaque chaufferie et réseau et la réponse à l'enquête de branche du SNCU (Syndicat national de chauffage urbain et de la climatisation urbaine).

Ainsi, à titre d'illustration, le rendement moyen des chaudières bois est de 82% et le taux moyen de pertes des réseaux est de 27% sur la dernière saison de chauffe. Si le niveau du premier chiffre est correct (des améliorations sont toutefois toujours envisageables), celui du second montre qu'il est nécessaire d'optimiser le fonctionnement des réseaux.

Des schémas directeurs et une possible offre locale d'exploitation

Plusieurs constats ont été dressés par le Siphem ces dernières années, aboutissant à la conclusion d'une nécessaire rationalisation et sécurisation des installations bois :

- le bilan économique est variable selon les régions, avec une situation plus compliquée sur les secteurs desservis par le gaz naturel ;
- le prix actuel (conjoncturel) des énergies fossiles permet difficilement d'augmenter celui de la chaleur bois auprès des utilisateurs ;

- les contraintes réglementaires (installations de plus de 2 MW) et les niveaux d'exigence en termes d'entretien des équipements pèsent lourdement sur certaines régions ;

- les moyens humains et compétences techniques ne sont pas uniformes selon les collectivités.

En 2014, le syndicat a ainsi réalisé un **schéma directeur pour chaque région**, avec des optimisations programmées jusqu'en 2019 sur les plans technique (qualité des combustibles, performance de la chaudière biomasse, régime de fonctionnement du réseau de chaleur, densifications envisageables), économique (conditions tarifaires des énergies d'appoint / secours, révisions des tarifs de vente de la chaleur, renégociation des prêts bancaires) et social (création d'une commission consultative des services publics locaux, formation des agents).

Le Siphem envisage désormais de franchir un nouveau cap : une réflexion est en cours sur la **création d'une entreprise publique locale pour exploiter les installations bois** en lieu et place des collectivités sur les postes P1 (approvisionnement en énergies et fluides) et P2 (conduite et entretien courant). ●

(1) Cet article est réalisé sur la base des interventions de Eddie CHINAL (Kalice), Cédric GARNIER (Ademe Pays-de-la-Loire), Gaëtan REMOND (Indidglo), Denis RENOUX (CRER) et Laurent UMBER (SNCU / UEM) ainsi que des rapports des études citées.

(2) Cet article est réalisé sur la base de l'intervention de Bertrand MATHAT (Siphem).



Le **BOIS**
INTERNATIONAL

4 numéros par an
25 € seulement

Découvrez
Les Cahiers du bois-énergie*
Des synthèses techniques et économiques
sur le bois-énergie, publiées par Le Bois International.

** en collaboration avec le Cibe et l'Ademe.*

Éditions papier
et/ou numériques



Découvrez nos offres d'abonnements
sur **www.leboisinternational.com**
ou au **04 78 87 29 40**



Une solution à tous vos projets

Le spécialiste de la filière bois énergie depuis plus de 20 ans.



Chaudières granulés

Assure un coût de chauffage très bas et stable dans le temps.

Fabrication Danoise



30% crédit d'impôt* et TVA à taux réduit à 5,5%

*sans conditions de ressources

Chaudières biomasse
Multi-combustibles (plaquettes, granulés, sciure, copeaux, sarments de vigne...) et bûches.

A partir de **3 885€ TTC** (crédits d'impôt déduit)

www.gfservices.fr – info@gfservices.fr – 04 77 67 18 70



L'info 100% filière bois

| S'informer | Comprendre | Gérer | S'équiper

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

LE BOIS INTERNATIONAL, l'hebdomadaire des professionnels de la filière bois

Chaque semaine, Le Bois International, l'officiel du bois offre aux professionnels un tour d'horizon complet de l'actualité économique et technique de la filière (1^{re} et 2^e transformation) et propose, dans ses deux éditions, de nombreuses opportunités grâce à ses 16 pages d'annonces classées.

PALAX®



Combinés à Chaîne



Combinés à Lame



Diamètre de coupe de 27 à 50 cm

Disponible uniquement dans les Points de Vente agréés Moyne Picard



Combinés à Bois de Chauffage



MOYNE PICARD
La Force du Matériel Forestier

Distributeur Exclusif des plus Grandes Marques de Matériel Forestier



LANCMAN™



COMAP



Moyne Picard SAS - ZA de Bel Air - 38110 Sainte Blandine - Tél 04.74.83.09.20 - eMail : info@moyne-picard.fr - Site : www.moyne-picard.fr

BOIS ENERGIE

30 mars / 02 avril 2017 LIMOGES

Parc des Expositions

30-31 mars le Pôle Industrie & Collectivités

Le **seul** salon
de **toute la filière**
bois énergie



PARTENAIRE



ORGANISATEUR



mon e-badge  je m'inscris
www.boisenergie.com