



Le **BOIS**
INTERNATIONAL

L'officiel du bois >> Scierie / Exploitation forestière

73^e Cahier du bois-énergie

L'hebdomadaire
de la filière bois

ISSN : 1760 - 4672

Supplément au N° 53
3,60 euros
samedi 15 octobre 2016

État des lieux

La place du bois-énergie
dans l'industrie

p.4

Synthèse

L'impact du prix du carbone

p.8

Retours d'expériences

Chauffage des locaux,
besoins des process

p.13



Bois-énergie dans l'industrie : bilan et perspectives

Électricité et chaleur par le bois



KOHLBACH

RELEASE ENERGIES
INCREASE BENEFITS

Chaudières biomasse
& cogénération

- Études
- Fabrication
- Services

www.kohlbach.fr

Contact : kbi@kohlbach.fr
ou M. Marc HOUIN - 06 12 13 67 69

Information : [nom féminin]
Action d'informer, de s'informer.



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.

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

granulés copeaux plaquettes biomasse

CONCEPTION & FABRICATION À BROU - FRANCE depuis 1855

Réception / expédition de granulés

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

GF SERVICES
Une solution à tous vos projets
Le spécialiste de la filière bois énergie depuis plus de 20 ans.

RTB
BOIS ÉNERGIE d'AGENT
2016 Concours de l'Innovation

Lindner & Sommerauer

Agissez pour la planète sans vous ruiner
Une chaudière Granulés de qualité au prix d'une fuel

30% crédit d'impôt* et TVA à taux réduit à 5,5%
*sans conditions de ressources

Chaudières granulés
Assure un coût de chauffage très bas et stable dans le temps.
Fabrication Danoise

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

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

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

Bois-énergie dans l'industrie : bilan et perspectives

Sommaire

- Edito, par Sylvain BORDEBEURE p. 3
- Biomasse ligneuse :
quelle place dans l'industrie ? p. 4
- Le prix du carbone,
paramètre à intégrer
pour appréhender la rentabilité
du bois-énergie p. 8
- Installations bois-énergie pour
le chauffage de locaux industriels p. 13
- Installations bois-énergie
pour les besoins de process
industriels p. 15

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). Mise en page par la rédaction du Bois International.

La biomasse à proximité des entreprises pour leur transition énergétique

Suite à la mise en place du Fonds chaleur en 2009, de nombreux projets ont été lancés dans les différents secteurs industriels, notamment le secteur agroalimentaire. Avec une centaine d'installations en fonctionnement, la biomasse a ainsi montré son intérêt économique et environnemental. Cependant, avec la baisse du prix des énergies fossiles depuis 2014, les entreprises sont aujourd'hui en position d'attente.

L'augmentation progressive de la contribution climat énergie (CCE) devrait renchérir le coût des énergies fossiles et permettre aux énergies renouvelables d'être compétitives. Le système communautaire d'échange de quotas d'émission (SCEQE) n'est aujourd'hui pas suffisamment contraignant pour les grandes entreprises avec une valeur de la tonne de CO₂ qui plafonne autour de 5 €.

Les entreprises en France ont pourtant la chance d'être à proximité de grands gisements de biomasse sous des formes variées : sous-produits agricoles et forestiers, connexes des industries du bois et produits bois en fin de vie. Les projets s'inscrivent ainsi dans des logiques de territoire et d'économie circulaire voire d'écologie industrielle à l'exemple de l'installation Suez au Péage-de-Roussillon qui alimente quinze industriels de la chimie regroupés autour du GIE Osiris.

Plusieurs groupes industriels montrent ainsi le chemin à suivre, à l'exemple de Nestlé qui a converti ses quatre sites les plus énergivores à la biomasse, le dernier en date à Dieppe en complément du marc de café auto-consommé. Le groupe s'est associé avec des partenaires forestiers locaux pour garantir un approvisionnement pérenne garantissant une gestion durable des ressources. La mise en place de nombreux projets de mobilisation de biomasse financés dans le cadre de l'AMI Dynamic permettra de répondre aux besoins supplémentaires dans les prochaines années.

Avec le renforcement des dispositifs de soutien et la perspective d'un marché du carbone renforcé, les entreprises ont intérêt à étudier les solutions alternatives dès maintenant. Dans le cadre du Fonds chaleur, l'Ademe a mis en place pour les entreprises un portail unique pour le dépôt des projets biomasse dès 100 tep/an (1.163 MWh/an) : <https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/ENERGIEBIO2016-76>

Les directions régionales de l'Ademe vous accompagnent de l'étude jusqu'à la réalisation de votre projet.

Sylvain BORDEBEURE
Service Bioressources de l'Ademe



Biomasse ligneuse : quelle place dans l'industrie ?

La biomasse, une énergie qui gagne du terrain

Les combustibles renouvelables
encore peu présents au bilan

En 2014, la consommation brute d'énergie (hors carburants) de l'industrie française (1) s'est élevée à 35,4 millions de tonnes équivalent pétrole (tep), dont 27,8 millions (soit 79%) pour un usage énergétique (process de fabrication, production d'électricité, chauffage...) et 7,6 millions en tant que matière première.

Ce dernier usage incombe pour 54% à la sidérurgie (95% de houille, 5% de coke de houille) et pour 45% à l'industrie chimique (71% de butane / propane, 23% de gaz de réseau, 3% de fioul lourd, 2% d'autres produits pétroliers et 1% de liqueurs noires), le reste se répar-

**Consommation
brute d'énergie
dans l'industrie
en 2014 (en ktep,
hors carburants
et usage matière).**

(source Biomasse
Normandie d'après Insee)

tissant dans plusieurs autres secteurs. Pour ce qui concerne l'usage énergétique, la consommation est à 85% le fait de cinq grands secteurs d'activité : chimie et pharmacie (25%), sidérurgie et fabrication de produits métalliques (17%), industries alimentaires (17%), matériaux non métalliques et verre (14%), papier / carton (12%). Le gaz de réseau et l'électricité sont les énergies les plus utilisées (respectivement 36 et 34%), devant largement les produits pétroliers (10%), les combustibles renouvelables (7%), les combustibles minéraux solides (6%), les achats de vapeur (6%) et les combustibles spéciaux non renouvelables (2%).

Les combustibles renouvelables comprennent :

- le bois : plaquettes forestières, sous-

produits des première et seconde transformations du bois, bois en fin de vie ;

- les **liqueurs noires** (sous-produit issu de la décomposition chimique du bois pour la fabrication de pâte à papier) ;

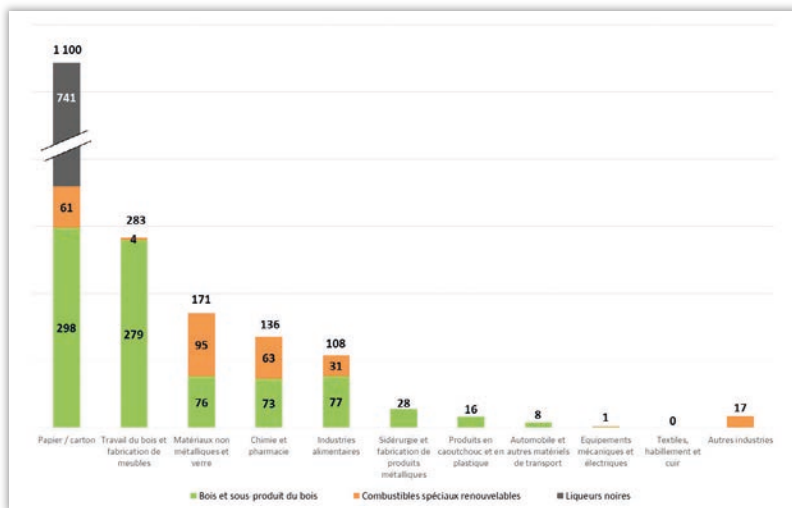
- les combustibles spéciaux : boues d'épuration, farines et graisses animales, **déchets végétaux** (pailles, bagasse, marc et pulpes de raisin, noyaux...).

Le bois est le plus important d'entre eux (46%) ; viennent ensuite les liqueurs noires (40%), valorisées en totalité sur les sites papetiers les produisant, puis les autres combustibles (14%).

**Le bois-énergie se développe dans
nombre de secteurs industriels**

Historiquement, le bois est consommé comme combustible dans les industries

	Gaz de réseau	Electricité	Produits pétroliers	Combustibles renouvelables	Combustibles minéraux solides	Achats de vapeur	Combustibles spéciaux non renouvelables	Total	
Chimie et pharmacie	2 452	1 864	1 249	136	465	842	7	7 015	25.2%
Sidérurgie et fabrication de produits métalliques	1 402	2 230	169	28	726	29	139	4 723	17.0%
Industries alimentaires	2 416	1 586	220	108	178	168	0	4 676	16.8%
Matériaux non métalliques et verre	1 542	761	925	171	247	21	337	4 004	14.4%
Papier / carton	909	752	53	1 100	20	412	5	3 251	11.7%
Equipements mécaniques et électriques	315	636	34	2	15	3	0	1 005	3.6%
Automobile et autres matériels de transport	347	565	23	8	9	20	0	972	3.5%
Produits en caoutchouc et en plastique	222	609	25	16	0	61	0	933	3.4%
Travail du bois et fabrication de meubles	65	189	26	283	0	9	0	572	2.1%
Textiles, habillement et cuir	114	116	18	0	0	6	0	254	0.9%
Autres industries	134	213	32	17	0	11	3	410	1.5%
Total	9 918	9 521	2 774	1 869	1 660	1 582	491	27 815	100.0%
	35.7%	34.2%	10.0%	6.7%	6.0%	5.7%	1.8%	100.0%	-

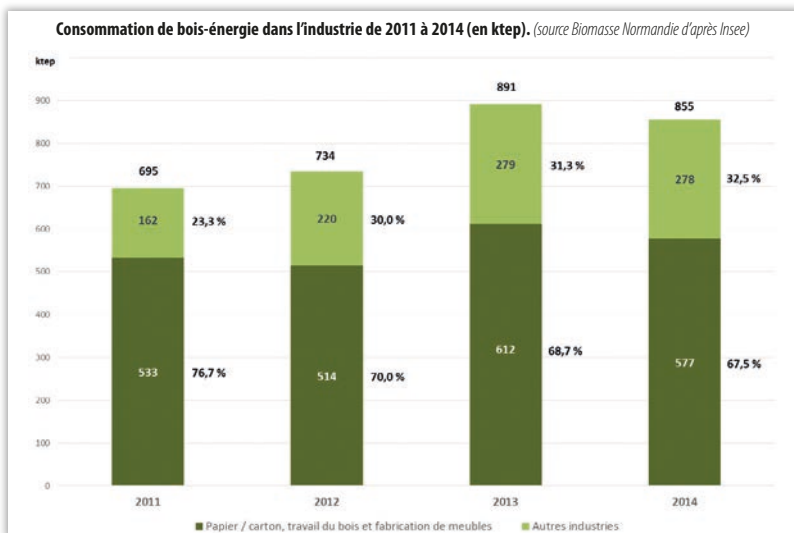


dont il constitue également la matière première : papeteries, usines de panneaux, scieries, menuiseries... En dehors de celles-ci, seules quelques entreprises pionnières avaient opté pour cette énergie. Depuis quelques années, le bois-énergie se développe dans l'industrie, pour la production de chaleur seule ou combinée à celle d'électricité. Les appels d'offres pour la cogénération à partir de biomasse, lancés par les pouvoirs publics de 2004 à 2010 (puis à nouveau depuis 2016), ainsi que les aides accordées par l'Ademe à travers du Fonds chaleur depuis 2009 pour les installations produisant uniquement de l'énergie thermique ont permis un développement sensible. On observe ainsi, entre 2011 et 2013, une augmentation de 70% des consommations de bois dans les industries hors papier / bois, liée à la mise en service d'installations dans les secteurs de la chimie (fabrication d'engrais, chimie organique de base hors plastiques et fibres), de l'agroalimentaire (laiteries pour moitié) et des matériaux (plâtre / chaux / ciment). Depuis 2014, cet élan est freiné par le faible niveau des prix des énergies fossiles : les consommations

(toujours hors industries du papier et du bois) se sont ainsi stabilisées entre 2013 et 2014, les diminutions (moindre sollicitation des installations) observées principalement dans la sidérurgie, la fabrication d'engrais et les laiteries étant compensées par les mises en service de chaufferies dans les autres industries chimiques et alimentaires ainsi que dans l'industrie aéronautique.

Répartition sectorielle de la consommation d'énergie issue de combustibles renouvelables dans l'industrie en 2014 (en ktep, hors usage matière).
(source Biomasse Normandie d'après Insee)

Aujourd'hui, on constate souvent, de la part des industriels, un **attentisme conduisant globalement à différer l'étude et la construction de chaufferies biomasse jusqu'à ce que le contexte économico-énergétique devienne plus favorable**. Si l'évolution des prix des énergies fossiles, soumise aux aléas mondiaux, est difficilement prévisible, il semble a contrario fortement probable que la tarification du carbone (par le moyen de taxes spécifiques, de marchés de quotas d'émission...), recommandée par un nombre croissant d'acteurs politiques et économiques, amène les industriels à réaliser des investissements réduisant leurs émissions de gaz à effet de serre. Ainsi, la meilleure visibilité en matière de compétitivité du bois-énergie viendra de la prise en compte de l'augmentation du coût des énergies fossiles consécutive à celle du prix du carbone dans les années à venir et de l'intérêt à mettre en œuvre des installations biomasse dès à présent (cf. article suivant pour plus d'information sur l'impact de la tarification du carbone). Cette manière de considérer l'opportunité du remplacement de combustibles carbonés





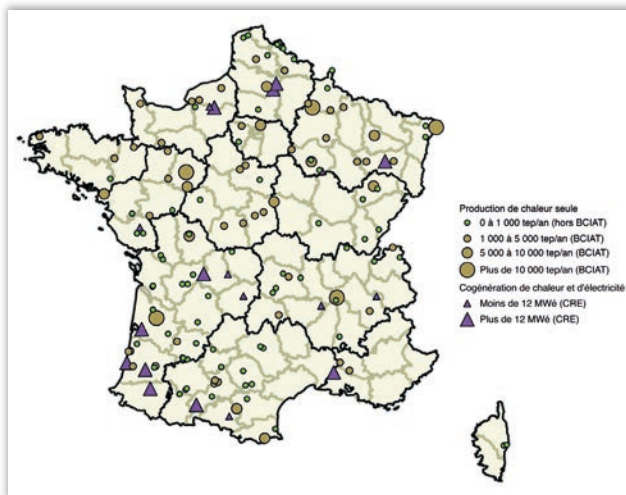
par une énergie renouvelable constitue un levier pour atteindre les objectifs que la France s'est fixés en matière de "verdissement" de son bouquet énergétique. En 2030, l'Ademe envisage que la biomasse (bois, liqueurs noires et déchets végétaux) représentera 7,8% des consommations d'énergie (y compris pour l'usage matière) contre 4,6% en 2014, grâce à une contribution à hauteur de 2,6 millions de tep (soit une augmentation de l'ordre de 65% par rapport à aujourd'hui).

Des atouts indéniables

Technique : une solution fiable et éprouvée pour la couverture de besoins variés

Les technologies bois-énergie disponibles peuvent contribuer à la satisfaction de l'ensemble des besoins industriels de process, de chauffage et de production d'électricité (voire de froid) par le biais de vapeur haute ou basse pression, d'eau chaude ou surchauffée, d'air chaud ou de fluide thermique caloporteur, et ce dans une gamme de puissance de quelques dizaines de kW à plusieurs dizaines de MW.

En outre, **des combustibles issus de tous types de bois** (plaquettes forestières,



Installations biomasse en fonctionnement dans l'industrie, pour la production de chaleur seule (financées par le Fonds chaleur depuis 2009) ou la cogénération de chaleur et d'électricité (réalisées dans le cadre des appels d'offres biomasse, hors industrie de l'énergie).

(source Biomasse Normandie d'après Ademe, MEEM)

écorses, broyats d'emballages en bois, granulés...), **biomasses agricoles** (pailles, miscanthus, coques de tournesol...) ou **sous-produits de l'industrie agroalimentaire** (tourteaux, grignons d'olives, pépins de raisins...) **peuvent être utilisés**, seuls ou concomitamment, dès lors que l'installation de combustion est dimensionnée en conséquence.

La conception des foyers permettant une combustion optimale du bois est un sujet maîtrisé : l'action combinée de l'automatisme de régulation et de l'exploitant de l'installation induit un rendement de production supérieur à 85% à puissance nominale, à la condition que les caractéristiques du combustible restent dans les limites préconisées par le constructeur.

Fonds chaleur : nouvel appel à projets pour la production de chaleur à partir de biomasse pour les entreprises et l'agriculture

Toute entreprise, quels que soient sa taille et son secteur d'activité, peut bénéficier du Fonds chaleur pour un projet biomasse situé sur le territoire national (départements et collectivités d'outremer inclus). L'installation envisagée peut alimenter un site industriel existant fonctionnant aux énergies fossiles ou une nouvelle activité industrielle (extension de site ou nouveau site), l'ensemble des besoins thermiques étant concerné (process, chauffage, froid...), à l'exclusion de la production d'électricité (la gazéification de biomasse peut être éligible si le gaz est ensuite brûlé pour produire de la vapeur ou de la chaleur). **Les combustibles admissibles sont notamment le bois** (sous-produits forestiers, produits bois en fin de vie, déchets de bois souillés), les sous-produits agricoles (paille, coques de tournesol, poussières de céréales...) **et les sous-produits industriels contenant de la biomasse** (refus de pulpeur...). Ce dispositif donne aux entreprises les moyens d'agir pour répondre à plusieurs enjeux économiques et environnementaux dans

une optique de développement durable :

- limiter leur dépendance à la volatilité du coût des énergies fossiles ;
- bénéficier d'une évolution maîtrisée de leur coût global de l'énergie ;
- diversifier leurs approvisionnements énergétiques sur le long terme ;
- amoindrir leurs impacts environnementaux ;
- développer l'emploi local.

Pour l'édition 2016-2017, les dépôts des candidatures se font sur une seule plateforme en ligne :

<https://appelsaprojets.ademe.fr/aap/ENERGIEBIO2016-76> :

- pour les installations assurant une production énergétique à partir de biomasse supérieure à 1.000 tep/an (11.630 MWh/an), la date limite de dépôt est fixée au 31 janvier 2017 ;
- pour les installations produisant moins de 1.000 tep/an à partir de biomasse, les projets peuvent être déposés tout au long de l'année. Pour toute information, contacter l'Ademe (direction régionale ou mail à boisenergie@ademe.fr).

Economie : une solution garantissant une évolution maîtrisée du coût global de l'énergie

Les prix des combustibles bois dépendent de marchés régionaux et connaissent, le plus souvent, des évolutions de faible amplitude, progressives et sans à-coups, contrairement aux prix des énergies fossiles qui sont soumis au contexte géopolitique international et peuvent varier dans des proportions importantes, brutalement et de manière erratique.

En outre, les politiques de lutte contre le changement climatique mises en œuvre aux niveaux européen et national visent à limiter les émissions de CO₂ : que les installations de combustion industrielles soient concernées par le système d'échange de quotas ou la contribution climat énergie, le recours aux énergies fossiles aura un impact économique important à court ou moyen terme. Le bois-énergie, neutre du point de vue des émissions de carbone, s'avère une alternative intéressante.

La biomasse étant une énergie capitalistique, la répartition entre les coûts d'investissement et de fonctionnement ("capex" / "opex") est fonction des priorités de l'industriel, qui peut considérer que l'installation valorise son patrimoine et ainsi inves-

tir en propre, ou qu'il est préférable de privilégier les investissements liés à son cœur de métier et alors externaliser la production d'énergie. Dans tous les cas, le poids de l'amortissement des équipements après subventions (plus important que pour les énergies fossiles) et l'évolution progressive du prix des combustibles bois (liée aux partenariats avec des acteurs locaux et à la mise en place de contrats de fourniture sur le long terme) permettent de disposer d'un coût prévisible, stable et maîtrisé de l'énergie produite.

Environnement et territoire : une solution écologique et dynamisante

L'utilisation du bois, énergie renouvelable dont la combustion émet du CO₂ en quantité équivalente à ce que l'arbre a précédemment absorbé, permet d'éviter le recours aux énergies fossiles qui participeraient à l'accroissement de la concentration du gaz carbonique dans l'atmosphère : le bilan carbone du site industriel est ainsi amélioré.

En outre, la combustion du bois dans des chaufferies industrielles, entièrement automatisées et équipées de systèmes de dépoussiérage performants, rejette très peu de monoxyde de carbone, d'oxyde d'azote, de compo-

sés organiques volatils ou de poussières. Une installation bois-énergie peut donc être envisagée en zone sensible (soumise à un plan de protection de l'atmosphère...).

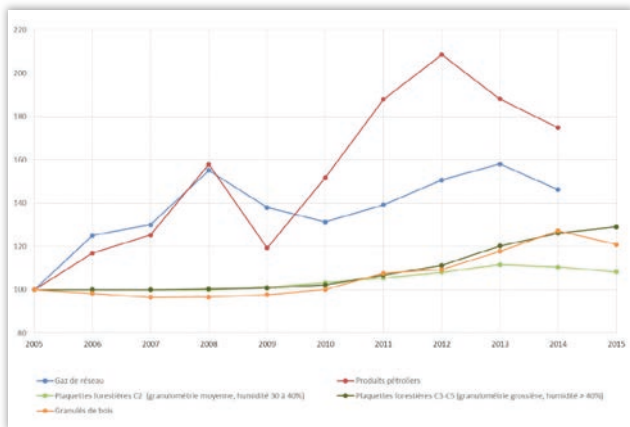
Par ailleurs, l'exploitation raisonnée des forêts, y compris pour l'énergie, contribue à leur renouvellement et à leur entretien, favorisant ainsi la préservation de leurs fonctions écologique (protection contre le vent et l'érosion des sols, dépollution des eaux...) et paysagère, sans contrarier la biodiversité. Les forêts françaises continueront ainsi de s'étendre car les volumes prélevés resteront inférieurs à leur accroissement.

Enfin, le bois-énergie crée et consolide des emplois non délocalisables pour la construction (6,1 ETP (2) par million d'euros investi) puis l'exploitation des installations (2,7 ETP par million de tep produit pour l'approvisionnement et la conduite des chaufferies ainsi que la mobilisation de la ressource en bois et sa transformation en combustibles).

Tous ces éléments permettent à l'industriel utilisateur de biomasse de valoriser son image auprès de ses clients et fournisseurs, des citoyens et des pouvoirs publics.

(1) Etablissements de 20 salariés ou plus appartenant au secteur de l'industrie, hors industrie de l'énergie et artisanat commercial mais y compris récupération.

(2) ETP : équivalent temps plein.



Evolution du prix des combustibles (indices, base 100 en 2005).

(source CIBE d'après Insee, CEEB et Propellet France)

Pour aller plus loin

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

- CBE 60 : "Le bois-énergie dans les laiteries"
- CBE 68 : "Le bois-énergie dans l'industrie du papier / carton"
- CBE 69 : "Production d'énergie dans l'industrie par autoconsommation des sous-produits lignocellulosiques".

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



Le prix du carbone, paramètre à intégrer pour appréhender la rentabilité du bois-énergie

Le prix du carbone, pilier de la lutte contre le réchauffement climatique

A l'occasion de la conférence sur le climat qui s'est déroulée à Paris en décembre dernier (COP 21), la communauté internationale s'est accordée sur un objectif de **limitation du réchauffement mondial de 1,5-2 °C d'ici 2100** par rapport à la période préindustrielle. Ceci implique une transition vers des économies moins émettrices de gaz à effet de serre (GES) caractérisée par une redirection massive des investissements dans l'efficacité énergétique, l'isolation des bâtiments, la production d'énergies renouvelables, les moyens de transport propres et le développement de l'agro-écologie, et ce dans un contexte budgétaire et financier très contraint.

Les dispositifs conduisant à donner un prix au carbone concourent à accélérer la transition énergétique en donnant des signaux clairs sur les bénéfices à diminuer les émissions de GES ou, de façon symétrique, sur le coût que celles-ci font porter à la société.

La multiplicité des sources d'émission de GES et l'existence d'un étalon commun (la tonne de CO₂) ont, dès les années 1990, orienté les réflexions sur l'utilisation d'instruments économiques. Ces derniers sont principalement :

- **la taxe carbone** : le prix d'une tonne de CO₂ émise est fixé (combinaison d'un taux initial et d'une évolution à la hausse

du taux dans le temps) avec pour conséquence une diminution du volume global des émissions dépendant du niveau de prix ;

- **le marché de permis d'émission** : le volume global des émissions de CO₂ autorisées est fixé (combinaison d'un volume de départ et d'une évolution à la baisse du volume dans le temps), le prix de la tonne de CO₂ étant le résultat de l'équilibre des marchés de l'offre et de la demande.

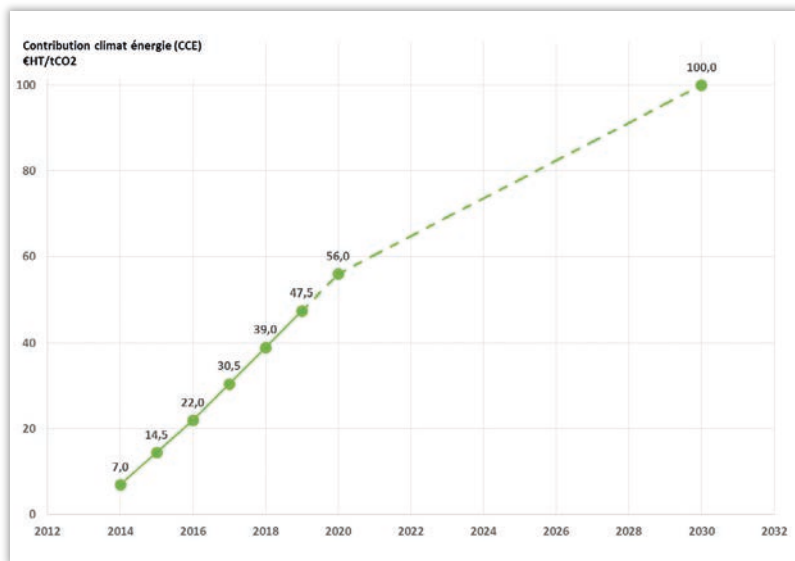
La taxe est privilégiée pour les sources diffuses d'émission (avec une parfaite visibilité et une possibilité d'anticipation de la part des acteurs), **le marché de permis étant plus adapté à la régulation des émissions concentrées des grandes installations industrielles** (avec toutefois une incertitude sur l'évolution du prix du carbone). Si l'objectif est d'aboutir à la diminution des émissions de CO₂ par une contribution de l'ensemble des acteurs économiques d'un espace donné, **il semble que la cohabitation des deux outils soit inévitable, de manière exclusive pour une meilleure efficacité** (un acteur soumis aux quotas ne l'est pas à la taxe et inversement). Pour plus d'information sur la fiscalité environnementale et la taxation du carbone en Europe, se référer au Cahier du bois-énergie n° 61 "Fiscalité environnementale et bois-énergie".

En outre, certaines entreprises intègrent déjà un prix du carbone dans leur modèle économique, sans attendre sa mise en place par les pouvoirs publics.

Installation d'une taxe carbone en France

Evolution prévue de la contribution climat énergie entre 2014 et 2030

La **contribution climat énergie (CCE)** a été créée par la loi de finances pour 2014 (décembre 2013), qui acte une augmentation des taux de la taxe intérieure de consommation (TIC) sur les énergies fossiles, progressive et proportionnée à la quantité de dioxyde de carbone émise lors de la combustion de celles-ci. Les valeurs retenues pour la CCE dans le cadre de cette loi sont **7 € HT/tCO₂ en 2014, 14,5 € HT/tCO₂ en 2015 et 22 € HT/tCO₂ en 2016**. Cette taxe est confortée par la loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (août 2015) qui prévoit que la composante carbone intégrée aux tarifs des taxes intérieures sur la consommation des produits énergétiques atteindra **56 € HT/tCO₂ en 2020 et 100 € HT/tCO₂ en 2030**. La loi de finances rectificative pour 2015 (décembre 2015) confirme le niveau retenu en 2013 pour 2016 (**22 € HT/tCO₂**) et prévoit qu'il atteigne **30,5 € HT/tCO₂ en 2017, 39 € HT/tCO₂ en 2018 et 47,5 € HT/tCO₂ en 2019**, valeurs désormais inscrites dans la loi relative à la transition énergétique. La CCE est un signal clair envoyé aux acteurs économiques et devrait permettre de donner de la visibilité aux maîtres d'ouvrage d'installations bois-énergie.



Impact de la CCE sur les combustibles fossiles

L'impact de la CCE sur les combustibles fossiles est fonction :

- du rapport entre la masse de CO₂ dégagée par la combustion d'une unité de produit et du contenu énergétique de cette même unité ;
- de mesures législatives spécifiques.

L'Administration a retenu les coefficients de conversion suivants :

- gaz naturel : 2,35 t CO₂/tep (0,202 t CO₂/MWhPCI) ;
- fioul domestique : 3,08 t CO₂/tep (0,265 t CO₂/MWhPCI).

Concernant les mesures législatives, on notera :

- **gaz naturel** : de 2014 à 2016, la TICGN (taxe intérieure de consommation sur le gaz naturel) n'a plus été constituée que de la composante liée au CO₂ ; elle a augmenté dès 2014 et les particuliers

Evolution de la contribution climat énergie (CCE).
(source CIBE)

n'en sont plus exonérés ; depuis 2016, une composante proportionnelle au volume consommé a été réintroduite (une taxe de 0,33 €/MWhPCS a été votée pour 2016 et 2017 dans le cadre de la loi de finances rectificative pour 2015) ;

- **fioul domestique** : la TICPE (taxe intérieure de consommation sur les produits énergétiques) a désormais deux composantes, l'une proportionnelle au volume de fioul consommé et l'autre au contenu carbone ; en 2014, la première a été réduite à due proportion de manière à ce que le montant global de la TICPE par litre de fioul soit égal à celui de 2013 ;

- **propane** : ce combustible est exempté de TICPE et donc de CCE.

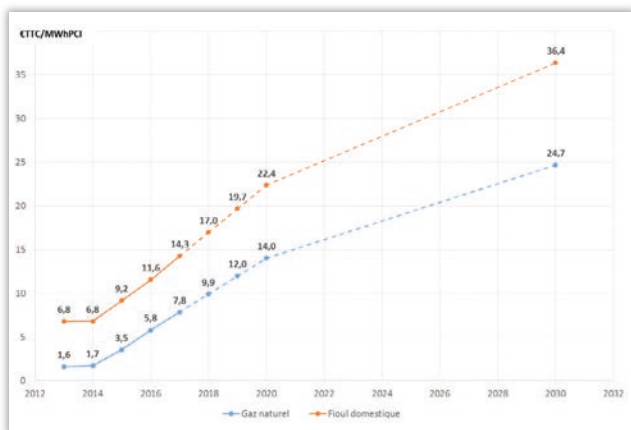
La TICGN / TICPE s'ajoute au prix de base du combustible fossile (variable selon la nature de celui-ci, le lieu de consommation, la date d'achat et les éventuelles dispositions contractuelles) et est soumise à la TVA à taux plein (soit 20%).

Il est à noter que les installations grandes consommatrices d'énergie sont soumises, selon leurs caractéristiques (incluses dans le système d'échange de quotas d'émissions de gaz à effet de serre, relevant de la liste des secteurs et sous-secteurs considérés comme exposés à un risque important de fuite de

Montants de la taxe sur l'énergie (y compris CCE) pour le gaz naturel et le fioul domestique. (source CIBE)

		2013	2014	2015	2016	2017	2018 *	2019 *	2020 *	2030 *
Gaz naturel	€/MWhPCI	1.32	1.41	2.93	4.82	6.53	8.24	9.96	11.68	20.57
	€/MWhPCI	1.58	1.69	3.52	5.78	7.83	9.89	11.95	14.01	24.68
	€/MWhPCS	1.19	1.27	2.64	4.34	5.88	7.43	8.97	10.52	18.53
	€/MWhPCS	1.42	1.52	3.17	5.21	7.06	8.91	10.77	12.62	22.23
Fioul domestique	€/MWhPCI	5.66	5.66	7.64	9.63	11.89	14.14	16.40	18.65	30.31
	€/MWhPCI	6.77	6.79	9.17	11.56	14.27	16.97	19.67	22.38	36.37

* : Pour les années 2018 à 2030, il est considéré que seule la CCE varie par rapport à 2017 (ainsi, le niveau de la taxe sur l'énergie hors CCE ainsi que le taux de TVA sont fixes).



Evolution de la taxe sur l'énergie (y compris CCE) pour le gaz naturel et le fioul domestique.
(source CIBE)

carbone...), au tarif de TICPE / TICGN qui leur est applicable à la date du 31 décembre 2013 ou du 31 décembre 2014 (majoré de 0,33 €/HT/MWhPCS pour le gaz naturel) et ne sont donc pas concernées par l'évolution de la CCE présentée ci-dessus.

Un marché européen de quotas d'émission

Un faible prix du carbone jusqu'à présent

Le système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre a été institué par la directive 2003/87/CE du Parlement européen et du Conseil du 13 octobre 2003 établissant un système d'échange de quotas d'émission de gaz à effet de serre dans la Communauté et modifiant la directive 96/61/CE du Conseil. Il a débuté le 1^{er} janvier 2005 par une période de trois ans (2005-2007), suivie par une période de cinq ans (2008-2012). Pour la troisième période d'échange (2013-2020), un nouveau dispositif a été mis en place par la directive 2009/29/UE du 23 avril 2009, modifiant le système d'allocation de quotas et étendant son champ d'application à d'autres secteurs et gaz à effet de serre. Le système d'échange concerne plus de 12.000 sites (dont environ 1.140 en France) et couvre de l'ordre de 50% des

émissions européennes de CO₂. Il est à noter que toute installation de combustion dont la puissance calorifique totale est supérieure à 20 MW est soumise aux quotas (pour plus d'information sur le système d'échange pour la période 2013-2020, se référer à la note de présentation réalisée par le CIBE).

La surestimation initiale des scénarios de référence (établis avant la récession de 2009) et l'introduction sur le marché de certificats issus du protocole de Kyoto ont induit une offre surabondante de quotas tandis que l'absence de coordination avec les autres instruments de politiques climatiques visant à la réduction

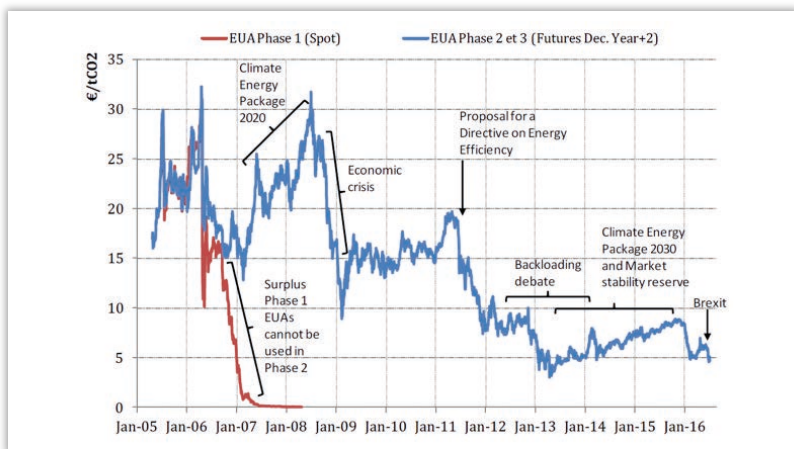
d'émission de gaz à effet de serre (tarifs d'achat d'électricité, prix planchers sectoriels...) a impacté la demande à la baisse : il en a logiquement découlé un prix faible du quota de CO₂.

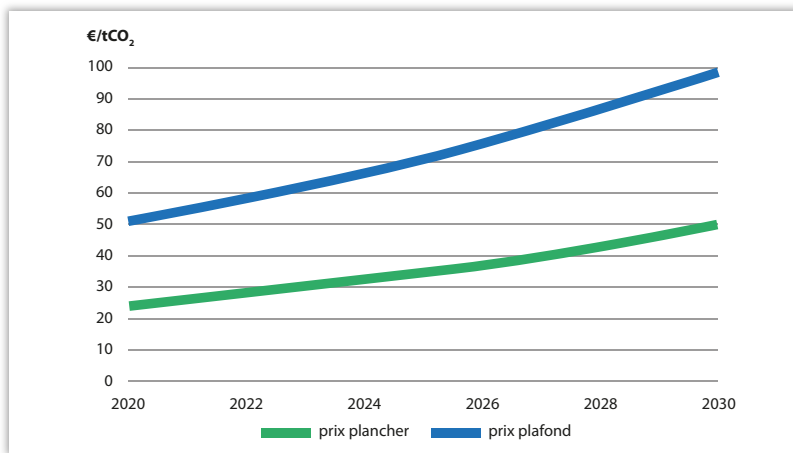
Pour endiguer l'accumulation du surplus de quotas sur le marché, les institutions européennes ont pris deux mesures, qui n'ont toutefois pas permis, à ce jour, une remontée du prix du quota :

- la mise en réserve (ou "backloading") de quotas, entrée en vigueur en février 2014 ; cette mesure vise à reporter la mise aux enchères de 400 millions de quotas en 2014, 300 en 2015 et 200 en 2016 (à l'origine, 300 millions de quotas devaient être réintroduits en 2019 puis 600 en 2020, mais il est désormais prévu de les mettre dans la réserve de stabilité) ;
- la réserve de stabilité de marché ("market stability reserve") a été établie pour répondre à plus long terme à la situation de surplus de quotas et renforcer la résilience du système d'échange en cas de forte variation de la demande de quotas ; ainsi, dès janvier 2019, des quotas seront progressivement retirés du marché pour être mis dans la réserve de stabilité en fonction de l'excédent annuel des quotas en circulation.

Evolution du prix du quota de CO₂ depuis 2005.

(source Chaire Economie du Climat, d'après Bluenext et ICE EEX Futures)





Une réforme en profondeur du système est nécessaire

La réforme du système d'échange pour la quatrième période (2021-2030) est en cours. La Commission européenne a publié en juillet 2015 une proposition législative visant à réviser la directive 2003/87/CE, dans laquelle figure notamment une diminution du plafond de quotas de 2,2% par an (contre 1,74% par an actuellement) afin de répondre à l'objectif de réduction de 43% des émissions de CO₂ des secteurs concernés d'ici à 2030 par rapport à 2005. Le mécanisme proposé conduira à une hausse des prix par la rarefaction des quotas mais les règles de fonctionnement de la réserve, telles qu'actuellement prévues, pourraient provoquer une volatilité accrue du marché, néfaste à la clarté du signal-prix. C'est pourquoi la France a proposé la mise en place d'un corridor de prix s'appuyant sur la réserve de stabilité. Le rapport réalisé par MM. Canfin, Grandjean et Mestrallet sur le prix du carbone et remis à la ministre de l'Environnement en juillet 2016 suggère, pour 2020, un prix plancher compris entre 20 et 30 €/tCO₂ et un prix plafond de 50 €/tCO₂ ; ces valeurs limites augmenteraient de 5 à 10% par an afin que la valeur du prix plancher atteigne a minima

50 €/tCO₂ en 2030 et devraient être révisées tous les cinq ans. Ce corridor permettrait de réduire la volatilité due aux mauvaises anticipations des émissions et améliorerait la prévisibilité du prix du carbone, créant ainsi un environnement favorable aux investissements bas-carbone. Pour devenir effectif, il est toutefois nécessaire que ce dispositif soit voté par les Etats membres (à la majorité qualifiée).

La définition d'un prix interne du carbone

Certaines industries n'attendent pas les nouvelles contraintes juridiques et utilisent dès à présent un prix du carbone calculé en interne pour évaluer leurs projets d'investissement. Ce prix peut être fixé en fonction du niveau observé sur les marchés carbone, en se calquant sur la valeur tutélaire du carbone (1) ou encore selon des critères qui sont propres à l'entreprise. Ainsi, Renault, Suez, LVMH, Danone, Vinci, Saint-Gobain, Total, EDF... ont déclaré avoir fixé un prix interne du carbone, compris entre 10 et 25 €/tCO₂ en 2016.

Les émissions de carbone sont ainsi comptées comme des coûts, ce qui donne un avantage aux projets relativement moins

Trajectoire de corridor de prix proposée par la mission Canfin / Grandjean / Mestrallet.

(source P. Canfin, A. Grandjean, G. Mestrallet)

émissifs. Cela permet d'inclure le risque climat dans les décisions et d'anticiper les évolutions réglementaires qui pourraient affecter la rentabilité future des entreprises qui ne s'y seraient pas préparées.

Une opportunité pour les projets bois-énergie

La hausse du prix du carbone à court ou moyen terme, qu'elle soit le fruit de la politique fiscale française ou du marché européen des quotas, constitue une tendance lourde. Il convient donc de la prendre en compte dès à présent dans l'analyse économique des projets bois-énergie, à l'instar des entreprises ayant intégré ce paramètre pour leurs décisions d'investissement, sans attendre une obligation extérieure.

Ainsi, l'économie générée sur la période 2017-2024 par l'impact carbone lié à la mise en service d'une installation biomasse peut atteindre de 30 à 50% du coût d'investissement de celle-ci pour le chauffage des locaux d'une entreprise assujettie à la contribution climat énergie et au moins 10 à 35% pour la production d'énergie pour le process sur un site soumis aux quotas d'émission (cf. encart).

Une telle installation bénéficie en outre des aides à l'investissement apportées par le Fonds chaleur (42% en moyenne en 2015, tous projets biomasse industriels confondus). Le cumul de ce soutien et de l'impact carbone permet d'envisager la compétitivité du bois-énergie, quelle que soit l'évolution du prix de base (hors taxes) des énergies fossiles.

(1) Pour guider ses choix d'investissement en matière d'infrastructure, l'Etat français intègre dans l'analyse socioéconomique des projets une "valeur tutélaire du carbone". Cette valeur est d'une trentaine d'euros aujourd'hui à 100 euros en 2030 et correspond au prix estimé du carbone qu'il faudrait mettre en place pour atteindre l'objectif national de diviser par quatre les émissions de GES d'ici 2050.



✓ ZOOM

La prise en compte du prix du carbone renforce la compétitivité du bois-énergie

Le prix du carbone, qu'il soit fixé par la contribution climat énergie (CCE) ou résulte du marché de quotas d'émission, renchérit le coût de la chaleur produite à partir d'énergies fossiles. Sa prise en compte lors de l'analyse de la compétitivité d'une solution bois-énergie fait ainsi apparaître une économie en faveur de cette dernière, représentant une part non négligeable de l'investissement à consentir. Les deux exemples suivants permettent de mieux cerner les enjeux en la matière.

Chauffage des locaux d'une entreprise assujettie à la contribution climat énergie

L'installation considérée comprend une chaudière biomasse de 2 MW, mise en service mi-2017 et permettant d'éviter la consommation de 6.000 MWhPCI/an d'énergie fossile. Les niveaux de taxes sur l'énergie considérés pour le gaz naturel et le fioul domestique sont ceux résultant de la trajectoire prévue pour la CCE (cf. article ci-dessus). **L'économie de taxes générée par le passage à la biomasse est calculée sur une durée de sept ans (2017-2024), cohérente avec les exigences de rentabilité des industriels, et représente, selon l'énergie fossile de référence utilisée, de 30 à 50% de l'investissement de l'installation biomasse.**

Production d'énergie pour le process sur un site soumis aux quotas d'émission

L'installation de référence est une installation existante disposant d'une valeur de référence de 20.000 tonnes de CO₂. On considère par ailleurs que **cette dernière correspond au niveau annuel d'émission sur la période 2013-2020**, qu'il n'y a pas de risque de fuite de carbone et que l'installation ne produit pas d'électricité. Par hypothèse, **la chaufferie biomasse permet d'éviter 60% des émissions annuelles de CO₂**

Economie de taxes sur l'énergie générée par le passage à la biomasse. <i>(source CIBE / Biomasse Normandie)</i>		Energie fossile de référence	
		Gaz naturel	Fioul domestique
Puissance biomasse (MW)		2.0	
Consommation d'énergie fossile évitée (MWhPCI/an)		6 000	
Coût d'investissement biomasse (k€)		1 700	
Economie cumulée de taxes sur l'énergie (y compris CCE) sur la période 2017-2024	k€	526	836
	% investissement biomasse	31%	49%

Economie de quotas de CO ₂ générée par le passage à la biomasse. <i>(source CIBE / Biomasse Normandie)</i>		Situation 1	Situation 2
Energie biomasse produite (MWh/an)		53 500	
Fonctionnement à équivalent pleine puissance (h/an)		6 000	
Puissance biomasse (MW)		8.9	
Coût d'investissement biomasse (k€)		5 082	
Economie 2017-2020 par rapport au cas de référence	k€	210	780
	% investissement biomasse	4%	15%
Economie envisageable 2017-2024 par rapport au cas de référence	% investissement biomasse	minimum 10%	minimum 35%

(soit 12.000 tonnes par an) et sa mise en service est effectuée en 2017 ; sa production de chaleur pour cette première année de fonctionnement équivaut à la moitié de sa production maximale, laquelle est obtenue les années suivantes. On considère que les équipements fossiles sont gardés en appoint / secours : il n'y a donc pas de diminution de la puissance calorifique prise en compte pour la détermination de la soumission au système de quotas. Comme la chaufferie est au sein de l'installation de référence, il n'y a pas

de cessation partielle d'activité de cette dernière. L'installation biomasse permet d'éviter l'achat aux enchères de 42.000 quotas de CO₂ entre 2017 et 2020. Le prix du quota de carbone est le prix moyen de marché constaté pour chacune des années 2013 à 2015 ; pour 2016 et au-delà, deux situations sont considérées : situation 1 : le prix de la tonne de CO₂ reste au niveau moyen probable pour 2016 (5 €) jusqu'en 2020 ; situation 2 : le prix de la tonne de CO₂ évolue de façon linéaire de 5 € en 2016 à 25 € en 2020 (prix plan-

cher moyen proposé par la mission Canfin / Grandjean / Mestrallet). **L'économie cumulée sur 2017-2020, générée par la moindre quantité de quotas à acheter aux enchères, varie de 4 à 15% du coût d'investissement de l'installation biomasse** selon la situation considérée. **Si on envisage une durée de sept ans (2017-2024), l'économie sera au minimum de 10 à 35%** (les caractéristiques du système d'échange de quotas au-delà de 2020 ne sont toutefois pas connues).

Installations bois-énergie pour le chauffage de locaux industriels⁽¹⁾

Industrie automobile : Bosch à Onet-le-Château (Aveyron)

Une priorité : réduire les émissions de CO₂ du site

Le groupe Bosch comprend la société Robert Bosch GmbH ainsi que plus de 360 filiales et sociétés régionales réparties dans près de 50 pays. En incluant les partenaires commerciaux, le groupe est présent dans près de 150 pays et dispose d'un effectif d'environ 280.000 collaborateurs. Ses activités se répartissent en quatre secteurs :

- solutions pour la mobilité ;
- techniques industrielles ;
- biens de consommation ;
- techniques pour les énergies et les bâtiments.

L'établissement Bosch d'Onet-le-Château emploie 1.500 salariés : c'est le plus grand

site industriel de Bosch en France et le premier employeur privé du département de l'Aveyron. Il produit principalement des injecteurs, très majoritairement pour les moteurs diesel, ainsi que des bougies de préchauffage et des buses d'injecteurs. Dans le cadre de la rénovation de sa chaufferie, l'usine a installé une chaudière bois, une première à l'échelle du groupe qui pourrait servir d'opération pilote pour d'autres sites. La réduction de 15% des émissions de CO₂ du site était l'objectif principal de l'opération, atteint grâce à la substitution du bois à 430 tep/an de gaz naturel (1.050 tCO₂/an évitées).

Le bois couvre 90% des besoins thermiques du site

Mise en service en 2012, la nouvelle installation permet d'assurer le chauffage des 55.000 m² de bâtiments et la production d'eau chaude sanitaire et process, tout en

privilégiant une solution économique, fiable et respectueuse de l'environnement. D'un coût d'investissement de 1,1 M€ aidé par l'Ademe à hauteur de 40%, la chaufferie se compose des trois éléments suivants :

- une chaudière bois de 1,5 MW équipée d'un système performant de dépoussiérage des fumées (électrofiltre) ; elle permet de couvrir en moyenne 90% des besoins thermiques du site ;
- une chaudière gaz neuve de 1,5 MW en appoint ;
- une chaudière gaz existante conservée en secours.

Afin d'assurer une flexibilité au plus près des besoins pour un meilleur contrôle de la consommation énergétique, la puissance totale de chauffe a été diminuée (de 10,5 à 6,5 MW) pour être adaptée aux nouveaux besoins en énergie, dans le respect de la politique d'économie



d'énergie menée par le site depuis plusieurs années.

Par ailleurs, la volonté de travailler avec la filière bois départementale a été clairement définie dès le début. La proximité des ressources bois garantit la qualité et la sécurité de l'approvisionnement, ainsi qu'un meilleur bilan carbone au niveau du transport. Chaque année sont ainsi consommées 1.350 tonnes d'un combustible composé de plaquettes forestières pour plus de la moitié et de produits connexes de scierie pour le reste. Les livraisons sont effectuées par bennes à fond mouvant de 90 m³, le bois étant déchargé et stocké dans un silo de 290 m³.

Industrie aéronautique et spatiale : Airbus Defence & Space aux Mureaux (Yvelines)

Maîtrise de l'énergie et optimisation de la production de chaleur
Leader spatial européen, Airbus Defence & Space développe une majeure partie de ses activités aux Mureaux, site de 92 hectares sur lequel travaillent 2.250 personnes. Outre l'intégration des étages à liquides d'Ariane, ses moyens permettent la fabrication de grandes structures métalliques, de systèmes pyrotechniques et fluidiques et de structures composites drapées. Le site possède également de puissants moyens de calcul, de simulation, d'essais et de contrôle.

Sensible au respect de l'environnement, Airbus mène depuis 2006, sur son site des Mureaux, des actions en faveur de la maîtrise de l'énergie et a engagé un vaste projet de réaménagement dont l'un des axes était l'optimisation de la production de chaleur par la substitution du bois au gaz naturel. En septembre 2013, une première chaufferie bois (issue de l'appel à projets BCIAT 2011) a ainsi été mise en service, permettant de réduire de 50% les émissions de carbone du site. Une seconde



(crédit photo : Airbus Defence & Space)

installation (BCIAT 2016) verra prochainement le jour pour répondre à l'accroissement des besoins liés aux bâtiments du programme Ariane 6.

Création d'une chaufferie biomasse et d'un réseau de distribution de la chaleur

La mise en place de l'équipement biomasse s'inscrit dans le cadre d'une évolution du bâti (21.000 m² détruits et 39.000 m² construits) et du remplacement des chaudières gaz dispersées sur le site et en fin de vie. La chaufferie centrale, qui comprend la chaudière bois de 4,5 MW et deux chaudières gaz de 3 MW chacune assurant l'appoint / secours, alimente par le biais d'un réseau de canalisations une quarantaine de bâtiments représentant une superficie de 120.000 m² et un volume de 800.000 m³. La vingtaine de bâtiments restants (30.000 m², 75.000 m³) est chauffée individuellement à l'électricité.

La chaudière bois fournit 16.500 MWh/an de chaleur, couvrant 82% des besoins

Chaudière bois de Airbus Defence & Space aux Mureaux (Yvelines).

thermiques du site et évitant l'émission de 3.300 tCO₂/an. Pour cela, elle consomme 6.800 t/an de plaquettes forestières produites dans un rayon de 50 à 100 km, livrées à partir d'une plateforme située à moins de 30 km et déchargées dans l'un des quatre silos de plain-pied équipés d'échelles racleuses carrossables. Un système de dépoussiérage des fumées (multicyclone et filtre à manches) permet le respect de la valeur limite d'émission de poussières imposée par le plan de protection de l'atmosphère de la région Ile-de-France (15 mg/Nm³ à 6% de O₂).

Une aide a été apportée par le Fonds chaleur, à hauteur de 24% des 2,5 M€ d'investissements éligibles.

La future installation biomasse comprendra une chaudière bois de 1,6 MW et un condenseur de fumées de 0,4 MW et permettra le chauffage de nouveaux bâtiments (128.000 m², 625.000 m³).

(1) Les informations suivantes sont pour partie issues de fiches de communication réalisées par l'Ademe.

Installations bois-énergie pour les besoins de process industriels⁽¹⁾

Industrie du bois : Biosylva à Cosne-Cours-sur-Loire (Nièvre)

Production de granulés de bois à partir d'essences feuillues

Biosylva, producteur de granulés de bois, rassemble plusieurs actionnaires dont Antoine de Cockborne, le fondateur et dirigeant, Unisylva, coopérative forestière intervenant sur quatre régions dans le cœur de la France, la scierie Archimbaud, un des leaders dans la fabrication de granulés de bois en France, et des investisseurs financiers ou forestiers.

Sur un site de 12 ha (dont près de 1 ha couvert), la société dispose d'une capacité de production de 120.000 tonnes de granulés par an, ce qui en fait la plus importante unité française.

La ressource est à 80% constituée de bois d'essences feuillues, provenant d'éclaircies de peuplements forestiers dans un rayon de 100 km. Les rondins sont écorcés puis transformés en sciure par broyage / affinage, laquelle est ensuite séchée avant d'être compressée. Ce modèle de production présente l'avantage de répondre à la demande du marché français des granulés (les prévisions de la profession font état d'un besoin annuel de 2 à 2,5 millions de tonnes en 2020 ; en 2014, un million de tonnes ont été produites en France) en valorisant, sans concurrence avec l'industrie de la pâte à papier et des panneaux, des bois qui ne trouvent pas autrement

de débouchés satisfaisants (la plupart des usines de granulation consomment des produits connexes de scierie et/ou des rondins résineux et des tensions sur ces produits sont observées).

Des écorces pour la production d'air chaud

Les écorces provenant des rondins transformés sur la plateforme sont utilisées comme combustible pour alimenter le foyer à grilles mobiles du générateur à air chaud (15 MW), les quantités produites (36.000 t/an) étant suffisantes pour faire face aux besoins thermiques (5.800 tep/an soit de l'ordre de 67.500 MWh/an) de l'installation de séchage dans laquelle transitent les particules de bois (environ 200.000 t/an de sciures vertes).

Les gaz de combustion de haute température (800 à 1.000 °C) issus du foyer sont refroidis dans la chambre de dilution par de l'air de recyclage provenant de la sortie du séchoir à tambour, jusqu'à une température de 250 à 300 °C. Ils sont ensuite introduits dans des cyclones de dessilage puis dans le séchoir.

Le dépoussiérage des fumées se fait à l'aide d'un électrofiltre par voie humide qui permet de traiter les rejets atmosphériques et de limiter les émissions de poussières atmosphériques à environ 15 mg/Nm³ à 6% de O₂.

L'installation bois-énergie a été mise en service en octobre 2013. D'un montant d'investissement de 4,2 M€, financé à

hauteur de 44% des coûts éligibles par le Fonds chaleur dans le cadre de l'appel à projets BCIAT 2012, son exploitation requiert 4,5 équivalents temps plein (sur 5 équipes) et permet d'éviter l'émission de 16.300 tCO₂/an.

Laiterie : Sill à Plouvien (Finistère)

Un engagement en faveur de l'efficacité énergétique

Le groupe familial Sill (Société industrielle laitière du Léon) est un industriel agroalimentaire assurant la transformation du lait et la production de potages, de jus de fruits et de plats cuisinés surgelés. Créée en 1962, la société, dont le siège social est à Plouvien dans le Finistère, compte 1.000 salariés sur huit sites en France dont six en Bretagne, achète 230 millions de litres de lait par an auprès de 500 producteurs bretons et présente un chiffre d'affaires de 410 M€ dont 55% proviennent des activités laitières. Sill est en outre très orientée vers les marchés internationaux (35% du chiffre d'affaires), en particulier le Japon mais également l'Asie du Sud, la Chine, le Maghreb et l'Afrique noire.

La société a obtenu en 2014 la certification ISO 50001 "Management de l'énergie" sur son site de Plouvien, confirmant la démarche développée depuis des années par le groupe en termes de maîtrise de l'énergie. Un engagement qui s'est notamment illustré par la mise en route, en octobre 2013, d'une chaufferie bio-



Chaudière bois de l'industrie Sill à Plouvien (Finistère).

masse pour la production de vapeur nécessaire au process de fabrication de l'usine, avec pour objectif une réduction de la facture énergétique, de la dépendance vis-à-vis des produits pétroliers et de l'empreinte carbone de la société.

Du bois local en remplacement du gaz naturel

Pour mener à bien le projet, Sill s'est associée à Langa, membre du groupe Newworld Energies basé à la Mézière (Ille-et-Vilaine) qui conçoit, réalise et exploite des centrales de production d'énergie renouvelable (biomasse, énergie solaire, biogaz et éolien). Ensemble, les deux partenaires ont créé la société Abers Bio Energies destinée au financement et à l'exploitation de la chaufferie et à la fourniture de vapeur, la conduite et la maintenance de l'installation étant assurées par Igeo, filiale de Newworld Energies.

D'une puissance de 9 MW, la chaudière à tubes de fumées délivre jusqu'à 12,8 t/h de vapeur à 18 bars. Elle produit 70.000 t/an de vapeur et couvre près de 80% des besoins du site, réduisant ainsi les consommations de gaz naturel de 55.000 MWh/an et les émissions de gaz à effet de serre de 11.000 tCO₂/an. Le dépoussiérage des fumées est effectué au moyen d'un multicyclone et d'un électrofiltre.

La chaufferie consomme de l'ordre de 21.000 t/an d'un combustible composé de :

- 90% de plaquettes forestières (grumes et rondins non valorisables en bois d'œuvre ou bois d'industrie, rémanents d'exploitation...);

- 10% de broyats de bois d'emballage sortis du statut de déchet.

L'approvisionnement nécessite en moyenne quatre livraisons par jour (hors week-ends et jours fériés) effectuées par bennes à fond mouvant de 90 m³, le bois étant déchargé dans des silos de stockage dotés d'échelles de racleurs carrossables. Dans une logique de développement territorial durable, le combustible provient d'un périmètre de 100 km autour de la chaufferie.

Lauréate de l'appel à projets BCIA 2009, l'installation a coûté 5 M€ et a bénéficié d'une aide du Fonds chaleur à hauteur de 29% des investissements éligibles.

Autre industrie agroalimentaire : Dislaub à Buchères (Aube)

Transformation de betteraves et régénération de solvants

Cristal Union, groupe coopératif agro-industriel, transforme environ 40% de la production française de betteraves en sucre (pour l'industrie et l'alimentation

humaine) et en alcool (éthanol). Dislaub, une de ses filiales créée en 1946, produit des alcools à partir de betteraves. Depuis 1995, la société a fortement diversifié son activité en s'engageant dans le recyclage de déchets industriels : les alcools et solvants contenus dans ces derniers sont extraits et purifiés par distillation puis remis sur le marché. Cette opération permet une réduction de près de 80% du volume des déchets ultimes et la commercialisation des solvants issus de la régénération représente une économie importante en ressources fossiles. Dislaub produit ainsi, chaque année, 28.000 tonnes d'alcools agricoles et 40.000 tonnes de solvants.

Ses activités nécessitent des besoins énergétiques importants, aussi la coopérative a-t-elle investi dans une chaudière biomasse avec pour objectifs de réduire les émissions de CO₂ d'origine fossile et maîtriser ses coûts.

Un combustible de proximité pour la production de la vapeur

Mise en service en octobre 2012, l'installation bois est composée d'un foyer avec grilles mobiles refroidies par air et d'une chaudière mixte à tubes d'eau / tubes de fumées. Elle délivre 20 t/h de vapeur saturée à 15 bars, fournit 76.000 MWh/an et couvre 78% des besoins énergétiques du site, deux chaudières gaz ayant été conservées pour l'appoint / secours. Conçue pour fonctionner en autocontrôle 72 heures, sans présence humaine, elle dispose d'un ensemble multicyclone et filtre à manches permettant de respecter une valeur limite d'émission de poussières à 30 mg/Nm³ à 6% de O₂.

La chaudière bois consomme 33.000 t/an de plaquettes forestières, produites dans un rayon de 100 km (la superficie forestière dans ce périmètre étant de 886.000 ha, la ressource est pérenne) et livrées par environ 1.300 camions avec

bennes à fond mouvant. Pour garantir la continuité de l'approvisionnement et notamment supprimer les aléas relatifs aux conditions météorologiques, une zone de stockage de 6.000 m² pouvant recevoir 3.000 tonnes de bois a été construite à proximité de la chaufferie.

Réalisée dans le cadre de l'appel à projet BCIAT 2010, l'installation a coûté près de 6 M€ et a bénéficié d'une aide du Fonds chaleur de 55% des investissements éligibles. Elle a permis la création de deux emplois à équivalent temps plein et une diminution des émissions de CO₂ de plus de 16.600 t/an.

Industrie chimique : plateforme de Roussillon (Isère)

Une plateforme chimique ayant d'importants besoins d'énergie

La plateforme de Roussillon regroupe, sur 150 ha, quinze industriels de la chimie dont des géants mondiaux tels que Novapex, Bluestar, Adisseo ou encore Solvay et représente 1.450 emplois directs et de 2.000 à 3.000 emplois indirects. Avec une consommation en énergie de 1,2 TWh/an de gaz, 110.000 t/an de charbon et 0,5 TWh/an d'électricité, ses besoins énergétiques équivalent à ceux d'une ville de 150.000 habitants.

Le GIE Osiris, créé en 1999, a pour objectif de mutualiser des moyens entre industriels de la plateforme : son champ d'intervention comprend la fourniture d'utilités, la gestion de la sécurité et la promotion commerciale de la plateforme. Il doit notamment en permanence innover pour faire face au défi énergétique dans une démarche d'écologie industrielle pérenne. C'est ainsi qu'afin de diversifier les ressources et diminuer les émissions de CO₂ du site tout en permettant un gain de compétitivité pour chaque société, il a fait appel à Sita, filiale de Suez Environnement, pour alimenter en éner-



gie décarbonée les lignes de production des industriels présents sur la plateforme. Dans le cadre d'un contrat de 15 ans avec Osiris, Sita a alors mis en œuvre le projet "Robin", consistant en une unité de production de vapeur à partir de plaquettes forestières et de biomasse déchets.

Un four à lit fluidisé pour la combustion de divers combustibles biomasse

Robin est la plus grande installation de valorisation de la biomasse en Rhône-Alpes avec 60.000 t/an de combustibles collectés localement dans un rayon de 150 km autour de l'installation : plaquettes forestières, bois flottés, bois issus de plateformes de compostage, refus de recyclage de papier, bois en fin de vie d'origines variées (déchetterie, industrie, bois imprégnés).

Mise en service en novembre 2014, l'unité est équipée d'un four à lit fluidisé et présente une puissance de 21 MW. L'intérêt de cette technologie réside dans la forte inertie thermique du lit de sable qui permet de brûler des combustibles ayant des caractéristiques et des pouvoirs énergétiques très différents avec un

**Chaufferie
biomasse
de la plateforme
chimique de
Roussillon (Isère).**

rendement énergétique supérieur à 85%.

Les gaz de combustion, acides et chargés de polluants, sont traités en plusieurs étapes :

- injection, dans la chaudière, d'urée pour réduire les oxydes d'azote (NO_x) ;
- injection, dans la conduite des fumées, d'une part, de charbon actif pour traiter les métaux lourds et les dioxines et, d'autre part, de chaux pour les gaz acides et les oxydes de soufre (SO_x) ;
- dépoussiérage à l'aide d'un filtre à manches.

D'un coût d'investissement de 20 M€ et aidée à hauteur de 37% des dépenses éligibles par le Fonds chaleur (appel à projets BCIAT 2010), l'installation Robin fonctionne 345 j/an et fournit 200.000 t/an de vapeur à 32 bars, soit 15% des besoins du site. Elle permet d'éviter l'émission de 56.000 tCO₂/an (ce qui correspond à un millième de la production de gaz à effet de serre en Rhône-Alpes, tous secteurs confondus) et a suscité la création de 10 emplois qualifiés sur le site pour son exploitation et la réception / préparation du combustible. ●

(1) Les informations suivantes sont pour partie issues de fiches de communication réalisées par l'Ademe.



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**



FORESTINNOV

Le salon des innovations & services
BY euroforest



Le salon dédié aux innovations technologiques et services pour la filière bois :

expertise forestière, systèmes d'information géographique, formations, banques et assurances

Jeudi 24 & vendredi 25 NOVEMBRE 2016

Salle de La Verchère
Charnay-lès-Mâcon (71)

forestinnov@euroforest.fr
www.forestinnovbyeuroforest.fr

APROVALBOIS
la forêt bois en mouvement

CFBL

EUROFOREST

le salon forêt-bois en pleine nature



Prise de vue par drone



RFID



GPS & cartographie



Conseils et expertises forestiers

Toptex La bâche de protection pour les plaquettes de bois

Des plaquettes sèches avec la bâche respirante

TenCate Toptex, la bâche de protection à structure aérante, utilisée depuis de nombreuses années comme couverture pour les betteraves, les pommes de terre, le compost, la paille et beaucoup d'autres produits, fait preuve de ses qualités supérieures dans la couverture des plaquettes de bois.



Toptex est une alternative au stockage sous hangar :

- Faible teneur en eau pour une valorisation énergétique optimale.
- Protection des riverains de la libération de poussières.
- Réduction significative des odeurs.

Retrouvez tous nos produits sur notre site de **vente en ligne** :

www.baches-gangloff.fr



Caractéristiques :

- Poids au m² : 200 gr/m²
- Dimensions : 4 x 50 ou 5 x 50 m ou 6 x 50 m
- Composition à base de polypropylène imputrescible
- Stabilisation UV : garantit une durée de vie de plusieurs années.

> **Toptex dévie l'eau de pluie à sa surface, les plaquettes ne se mouillent pas !**

> **Toptex a une structure aérante, les plaquettes sèchent !**

Toptex - La solution rentable pour le stockage des plaquettes et broyats de bois à l'extérieur !