Le BOIS INTERNATIONAL
L'officiel du bois >> Scierie / Exploitation forestière

72e Cahier du bois-énergie

L'hebdomadaire de la filière bois
I.S.S.N. : 1760 - 4672

Supplément au N° 28
3,60 euros
samedis 6, 13 et 20 août 2016

Echantillonnage
Le protocole Optiscreen p. 8

Indexation
Des formules pour la révision des prix p. 12

Retours d'expériences
Sécurisation de l'approvisionnement, qualité du combustible p. 14, 15, 16, 17

(crédit photo : Entreprise AVI-AL - CBQ+)

Chaufferies collectives et industrielles au bois : bonnes pratiques pour optimiser l'approvisionnement en combustible

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 (1re et 2e transformation) et propose, dans ses deux éditions, de nombreuses opportunités grâce à ses 16 pages d'annonces classées.

RBM, filiale spécialisée de SUEZ Recyclage & valorisation France, valorise toute typologie de bois en provenance des collectivités, des industriels du bois et de la forêt.

Tél : 04 90 04 30 00

suez

Contrat et partenariat, clés de la réussite d'un projet

Sommaire

- Edito, par Serge DEFAYE
- L'approvisionnement en combustible bois, pierre angulaire dont dépend la performance d'une installation bois-énergie p. 4
- L'échantillonnage optimisé de biomasse réceptionnée en chaufferie à l'aide du protocole Optiscreen p. 8
- Des formules d'indexation pour la révision des prix des combustibles bois p. 12
- Sécurisation de l'approvisionnement et relation avec le client : l'expérience du fournisseur de combustible Absra p. 14
- Qualité des combustibles et contractualisation : l'expérience du fournisseur Bois Energie France p. 15
- Plan d'approvisionnement et indexation du prix du combustible : l'expérience de l'opérateur énergétique Idex p. 16
- Contrôle de la qualité du combustible : l'expérience de l'opérateur énergétique Engie Cofely p. 17

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 tout particulièrement pour leur collaboration les membres de la commission "approvisionnement des chaufferies et biocombustibles" du CIBE ainsi que Louis MAIRE (FCBA), Christophe PASCUAL (Engie Lab Cylergie), Thibault YON (Dalkia), Jean-Philippe DAMON (Absra), Vincent YANNOU et Bruno GRANGE (Bois énergie France), Xavier COLLIN (Idex) et Thierry FRANQUIN (Engie Cofely). Mise en page par la rédaction du Bois International.

Contrat et partenariat, clés de la réussite d'un projet

Les relations entre fournisseurs de combustibles bois et exploitants de chauffage sont complexes, évolutives, parfois conflictuelles, mais nécessairement apaisées si chacun veut garantir le succès de son entreprise, considérée au sens large.
Avant l'émergence des chaufferies collectives et industrielles au bois (hors industrie du bois), ces deux mondes s'ignoraient totalement. Ils ont dû apprendre à travailler ensemble, parler le même langage et utiliser les mêmes unités, finalement découvrir le métier du partenaire, chacun devant comprendre les impératifs techniques et logistiques et les contraintes économiques de l'autre.
Ces relations industrielles et commerciales sont matérialisées par **un contrat d'approvisionnement** qui fixe les règles du jeu. Avec des spécificités minimales rappelées dans le présent dossier par le CIBE : quantités livrées et périodicité des livraisons, caractéristiques des combustibles (granulométrie, humidité, taux d'impuretés acceptable...), durée du contrat, prix de base et indexation, clauses annexes comme le contrôle qualité, l'enlèvement des cendres... **Le meilleur des contrats est celui auquel on ne se réfère qu'exceptionnellement, en cas de difficulté**. D'où l'importance d'une relation directe, physique, sur le terrain "au cul du camion", entre le fournisseur et son transporteur d'un côté et le chef d'exploitation et ses agents de l'autre, lesquels vont suivre au quotidien le désilage, le convoyage, l'étalement sur la grille, la combustion, y compris la filtration des fumées et l'extraction des cendres, dudit combustible.
Pour bien se comprendre faut-il encore se référer à des règles simples et admises par tous. Celles-ci ont été en grande partie établies sur le tas. **C'est le mérite du CIBE et de ses commissions de les avoir formalisées et vulgarisées auprès de ses adhérents et au-delà.** Qu'il s'agisse des schémas organisationnels et logistiques, de la classification des combustibles par grandes catégories, de l'élaboration d'un contrat type, de la contribution des adhérents aux enquêtes permettant d'établir l'évolution des prix trimestre après trimestre (mercuriales CEEB), des propositions de formules d'indexation...
Depuis dix ans, le chemin parcouru est important. **Mais il faut poursuivre ce chantier difficile, ne serait-ce qu'en raison de l'hétérogénéité des ressources et d'un mode de production encore à mi-chemin entre l'industrie et l'artisanat.**

Serge DEFAYE – DEBAT/CIBE

L'approvisionnement en combustible, pierre angulaire dont dépend la performance d'une installation

La performance d'une chaufferie bois-énergie, tant sur les aspects techniques et économiques qu'énergétiques et environnementaux, dépend grandement de la qualité du combustible bois et de son adéquation aux équipements de stockage, alimentation automatique et combustion. L'approvisionnement doit donc être au centre des préoccupations, que ce soit lors de la conception du projet ou de l'exploitation de l'installation.

Bien définir les besoins en combustible bois et identifier les contraintes de livraison

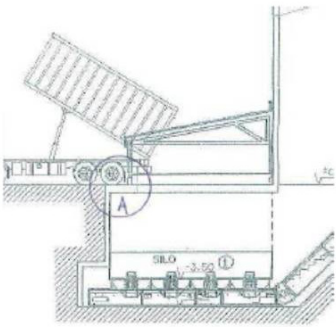
Adéquation combustible / équipements en chaufferie

Lors de l'étude de faisabilité, une orientation sur le choix de la technologie est donnée en fonction, d'une part, de la puissance de la chaudière et, d'autre part, de la ressource en bois disponible dans un périmètre raisonnable et des moyens permettant sa mobilisation et sa transformation. Cette première approche est affinée lors des phases de conception et réalisation en vue d'obtenir la **meilleure adéquation entre le combustible envisagé et les équipements en chaufferie**. Le constructeur de ces derniers, retenu par le maître d'ouvrage et son maître d'œuvre (ou son délégataire), fournit un **cahier des charges détaillant les caractéristiques du bois pouvant être utilisé, exigences que l'exploitant inscrit ensuite dans le contrat d'approvisionnement**. Il est à noter que **le combustible idéal n'existe pas** : vouloir brûler des écorces à 60% d'humidité dans un foyer conçu pour des palettes broyées sera aussi irréaliste que vouloir valoriser des plaquettes sèches dans un foyer dimensionné pour des écorces. Dans les deux cas, il sera impossible d'obtenir une combustion stable, la chaudière subira rapidement des dommages importants et des polluants atmosphériques seront émis en grande quantité (poussières, imbrûlés, oxydes d'azote…). Il est en outre préférable d'utiliser un **produit de qualité constante (réglage optimum de la chaudière)**, soit sur l'ensemble de la saison de chauffe, soit sur des campagnes de plusieurs semaines (dans ce cas, le fournisseur doit prévenir l'exploitant de chauffage avant chaque changement pour anticiper la modification des paramètres de l'installation).

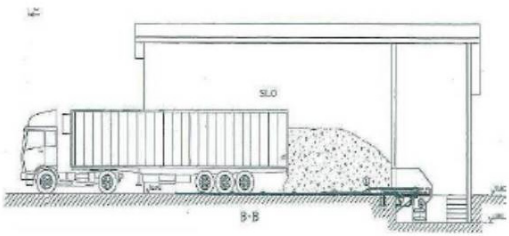
Stockage du combustible bois en chaufferie

Tout d'abord, il convient d'avoir à l'esprit que **le volume réel (en eau) du silo est différent de son volume utile (combustible disponible pour la chaudière)**. Il faut en effet tenir compte des volumes "morts" : impossibilité de remplir à ras le silo, inaccessibilité de certaines zones par le système de désilage. **Le volume utile de bois qui doit être stocké sur le site de la chaufferie est déterminé sur la base de l'autonomie souhaitée pour l'installation**, c'est-à-dire le nombre de jours pendant lesquels la chaudière est capable de fonctionner à puissance maximale sans qu'il y ait besoin de remplir le silo. L'autonomie est donc liée au rythme auquel la livraison de combustible est possible : elle est au minimum de trois jours (week-end prolongé) et peut être supérieure si des contraintes spécifiques existent (neige, barrières de dégel…). Il est nécessaire d'intégrer dans l'autonomie le fait que **le silo ne doit pas être complètement vide au moment de la livraison afin d'éviter tout risque**

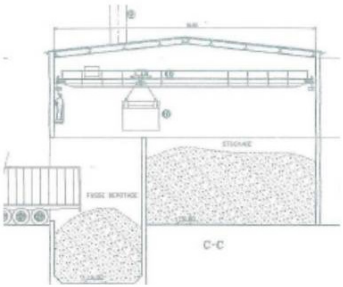
Volumes morts inaccessibles au désileur à pales. *(source PNR du Perche)*



Silo enterré



Stockage de plain-pied avec échelles de racleurs carrossables



Stockage avec utilisation d'un grappin monté sur pont roulant

Principaux modes de stockage du combustible bois en chaufferie. *(source Compte R.)*

de rupture d'approvisionnement. De même, toute vidange du camion doit pouvoir être effectuée en totalité. **Ainsi, le volume utile du silo doit correspondre au minimum à 1,5 fois la capacité de la benne de livraison.** De ce fait, pour les chaudières de faible puissance, c'est en réalité le mode de livraison et la contenance des engins utilisés qui dictent le volume du silo à prévoir.

Lors de l'étude du projet, il est nécessaire **d'envisager de façon simultanée l'autonomie et la configuration des lieux** afin de retenir la solution la plus adaptée. Des possibilités d'augmentation de la capacité de stockage (silo de plain-pied avec chargeur, pont roulant et grappin, trappes carrossables, couplage de silos…) peuvent être étudiées et, en cas de difficulté d'implantation, la livraison par voie pneumatique peut être une solution adaptée aux petites chaufferies. Dans tous les cas, il faut **veiller aux possibilités de manœuvres de tous les types de véhicules susceptibles d'intervenir, au remplissage optimal du silo grâce à son accessibilité, à la bonne manœuvrabilité des portes** (silo, camion).

Pour limiter les problèmes rencontrés lors de la livraison des combustibles, Fibois Ardèche-Drôme a réalisé le guide technique "Concevoir et dimensionner en toute sécurité un silo de chaufferie bois" (plus d'information sur www.fibois.com).

Accessibilité de la chaufferie

L'approvisionnement en combustible implique une circulation routière de véhicules lourds, généralement des camions avec bennes à fond mouvant de 90 m^3 (plusieurs véhicules par semaine voire par jour pour une chaudière d'une puissance supérieure à 5 MW). Il convient de **réaliser une réelle étude sous l'angle logistique**, en concertation avec les services compétents, **identifiant les principales contraintes et aboutissant à la définition des modalités de livraison les plus adaptées :**

- itinéraires possibles pour accéder à la chaufferie, offrant les conditions minimales de passage des camions (largeur, hauteur, rayon de braquage…) ;
- réglementation impactant la circulation (limitation de tonnage…) ;
- impératifs horaires liés à l'environnement de la chaufferie (écoles, riverains…) ou au niveau de fréquentation des voies d'accès (embouteillages).

Il faut bien avoir conscience qu'une mauvaise appréhension de l'aspect logistique peut avoir des conséquences quasi quotidiennes sur une vingtaine d'années ou plus d'exploitation :

- utilisation de véhicules plus petits que prévu et donc augmentation de la

fréquence des rotations et du coût d'approvisionnement en combustible ainsi que du coût d'exploitation (plus grande mobilisation du personnel sur le site) ;
- concentration des livraisons sur certains créneaux horaires ;
- dommages aux voiries ;
- gêne / risque pour les riverains.

Assurer un approvisionnement de qualité sur la durée d'exploitation de l'installation

Bonnes pratiques

Outre **établir un contrat d'approvisionnement précis**, il convient de :
- faire réaliser par un laboratoire indépendant une **analyse complète des caractéristiques du combustible avant la première utilisation en chaufferie** ;
- assurer la **traçabilité des livraisons** : ordre de livraison, bon de livraison, lettre de voiture, bon de réception, fiche navette, badge encodé ;
- **livrer en sécurité** : protocole de déchargement, équipement de protection individuelle, sensibilisation et formation ;
- **connaître la quantité livrée** : pesée à l'aide d'un pont-bascule sur site, sur plateforme ou dans la commune (exiger les tickets de pesée) ;
- **réaliser des prélèvements** en nombre suffisant et selon une méthodologie permettant d'aboutir à des **échantillons représentatifs** du combustible (ce qui nécessite beaucoup de rigueur), la fréquence étant fonction de la quantité consommée et de l'homogénéité du produit ;
- **évaluer rapidement le taux d'humidité** : four à micro-ondes plutôt que seau "autrichien" ;
- réaliser des **analyses de taux d'humidité** (étuve sur site ou mutualisée) **et de granulométrie à réception** ;
- faire réaliser régulièrement, par un laboratoire indépendant, des **analyses complètes des caractéristiques du combustible**.

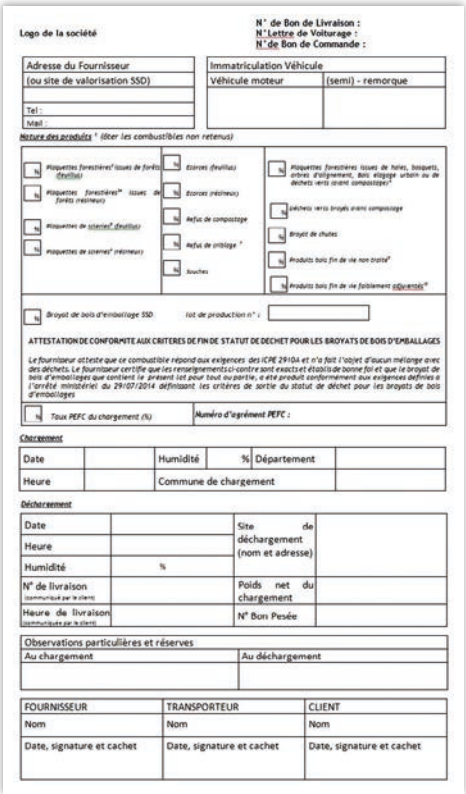
En pratique, les opérations effectuées diffèrent selon les moyens humains et techniques présents sur le site :
- chaufferie de forte puissance : équipe sédentaire et équipements d'analyse du taux d'humidité et de la granulométrie, éventuellement pont-bascule pour la pesée et matériel pour la mesure du taux de cendres ;
- chaufferie de petite ou moyenne puissance : technicien unique (parfois à temps partiel) et matériels d'analyse plus sommaires.

Par ailleurs, l'amélioration de la qualité du combustible passe par la **communication avec les producteurs** : bien souvent, ceux-ci n'ont pas une notion précise des impératifs de l'exploitant, mais à partir d'une simple visite de l'installation, ils en prennent conscience et peuvent adapter leurs pratiques en conséquence.

Etablissement d'un contrat d'approvisionnement

L'approvisionnement d'une chaufferie bois est réalisé au moyen d'un **contrat liant le fournisseur de combustible au maître d'ouvrage ou à l'exploitant de l'installation**. Résultant d'un **cahier des charges précis et d'une discussion sérieuse** aboutissant à un compromis permettant de préserver les intérêts des deux parties, il est la **première étape de la démarche qualité**. Doivent notamment être pris en compte :
- la nature du combustible, son origine géographique et les éventuelles certifications associées (PEFC ou FSC par exemple) ;
- les caractéristiques physico-chimiques du produit et leurs plages de variation possibles (contenu énergétique, taux d'humidité, granulométrie, masse volumique, taux de cendres et éventuellement, pour certains combustibles, température de fusion des cendres, taux de chlore, de soufre et d'azote…) ;
- la quantité de bois à livrer avec garantie de la continuité de l'approvisionnement (qui peut être apportée grâce à un panel de fournisseurs de matières premières ou par engagement d'assistance mutuelle avec d'autres sociétés) ;
- le prix du combustible et ses modalités de révision (la formule adoptée doit le plus possible refléter la structure des coûts du produit livré et ne pas être directement dépendante du prix des énergies fossiles) ;
- les modalités de commande et les conditions de livraison ;
- éventuellement des services annexes comme la reprise des cendres (ce qui responsabilise le fournisseur) ;

Exemple de bon de réception de combustible bois.
(source : CIBE)



Logo de la société

N° de Bon de Livraison :
N° Lettre de Voiturage :
N° de Bon de Commande :

Adresse du Fournisseur (ou site de valorisation SSD)	Immatriculation Véhicule	
Tel :	Véhicule moteur	(semi) - remorque
Mail :		

Nature des produits * (Rayer les combustibles non retenus)

- Plaquettes forestières* issues de forêts (feuillus)
- Plaquettes forestières* issues de forêts (résineux)
- Plaquettes de scierie* (feuillus)
- Plaquettes de scierie* (résineux)
- Ecorces (feuillus)
- Ecorces (résineux)
- Refus de compostage
- Refus de criblage *
- Souches
- Plaquettes forestières issues de haies, bosquets, arbres d'alignement, bois élagage urbain ou de déchets verts (avant compostage)*
- Déchets verts broyés avant compostage
- Broyat de chutes
- Produits bois fin de vie non traité*
- Produits bois fin de vie faiblement adjuvantés*
- Broyat de bois d'emballage SSD

lot de production n° :

ATTESTATION DE CONFORMITE AUX CRITERES DE FIN DE STATUT DE DECHET POUR LES BROYATS DE BOIS D'EMBALLAGES

Le fournisseur atteste que ce combustible répond aux exigences des ICPE 2910A et n'a fait l'objet d'aucun mélange avec des déchets. Le fournisseur certifie que les renseignements ci-contre sont exacts et établis de bonne foi et que le broyat de bois d'emballages que contient le présent lot pour tout ou partie, a été produit conformément aux exigences définies à l'arrêté ministériel du 29/07/2014 définissant les critères de sortie du statut de déchet pour les broyats de bois d'emballages

Taux PEFC du chargement (%) | Numéro d'agrément PEFC :

Chargement

Date		Humidité	%	Département	
Heure		Commune de chargement			

Déchargement

Date		Site de déchargement (nom et adresse)	
Heure			
Humidité	%		
N° de livraison (communiqué par le client)		Poids net du chargement	
Heure de livraison (communiquée par le client)		N° Bon Pesée	

Observations particulières et réserves	
Au chargement	Au déchargement

FOURNISSEUR	TRANSPORTEUR	CLIENT
Nom	Nom	Nom
Date, signature et cachet	Date, signature et cachet	Date, signature et cachet

- les modalités de contrôle des clauses du contrat et les pénalités à appliquer en cas de manquement aux engagements de l'une ou l'autre des parties.

Le CIBE a élaboré un contrat type d'approvisionnement d'une chaufferie bois, disponible sur son site internet (www.cibe.fr, rubrique travaux du CIBE - "combustibles").

Pesée des livraisons

La connaissance de la masse de combustible livrée est impérative (c'est elle qui, associée au taux d'humidité, permet de connaître le contenu énergétique du produit), faute de quoi les calculs et appréciations pour les réglages de la chaudière seront faussés : la combustion ne se fera pas dans les meilleures conditions et les performances énergétique, environnementale et économique de l'installation en seront affectées.

Si le site de la chaufferie est équipé d'un pont-bascule, la masse de bois peut être mesurée avec précision par pesée du camion à son arrivée et après déchargement. La lettre de voiture du transporteur et/ou le bon de livraison du fournisseur sont conservés voire validés par le réceptionnaire. Le poids qui y est inscrit est pris en considération, mais c'est la pesée sur le site de réception qui fait foi pour la facturation.

En cas d'absence de système de pesée sur site, le camion utilise un pont-bascule public à proximité du trajet. La quantité de combustible livrée est alors obtenue par déduction du poids à vide (connu ou estimé). Malgré la contrainte qu'elle représente, cette pesée en cours de trajet est souvent exigée par le destinataire (les ratios au volume sont trop imprécis pour en déduire la masse).

Dans de très rares cas, la masse de produit livrée retenue sera celle annoncée par le fournisseur en l'absence de pesée.

La pesée par essieu au moyen d'un dispositif mobile n'est pas utilisée car n'apportant pas une garantie suffisante sur la justesse de mesure.

Observation visuelle du chargement

Le personnel exploitant doit être formé au contrôle visuel afin d'être capable de refuser une livraison (non-conformité de la nature du combustible, présence de corps étrangers, d'impuretés…).

L'observation peut avoir lieu avant déchargement, par positionnement au-dessus du camion lorsque :

- l'installation (de forte puissance) dispose d'une passerelle ou d'un dispositif équivalent ;
- la remorque est équipée d'une mini plateforme d'accès sécurisé.

Cependant, la plupart du temps, c'est par une observation au début du dépotage que le réceptionnaire peut se faire une idée de la qualité du produit livré.

Dans certains cas, une aire de déchargement permet de vider le camion à part et de prendre, le cas échéant, des dispositions (refus, compensation...) avec le fournisseur.

Prélèvement d'échantillon

Le réceptionnaire prélève plusieurs échantillons (en pratique entre un et trois, rarement plus ; pour l'optimisation de l'échantillonnage, cf. l'article suivant relatif au protocole Optiscreen). Si les livraisons proviennent d'un même fournisseur et à forte cadence, les caractéristiques du bois sont présumées constantes, ce qui permet de réduire le nombre d'échantillons.

Le plus souvent, le prélèvement est réalisé soit :

- au moment du déversement, par seau lesté ou avec une pelle ;
- après livraison, en puisant manuellement la matière dans le tas pour remplir une barquette.

Parfois, le prélèvement est réalisé à l'aide d'un bras articulé, actionné manuellement ou motorisé.

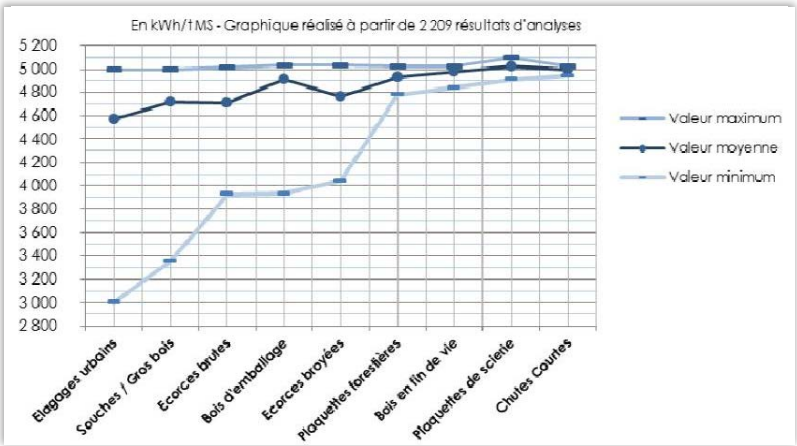
Evaluation rapide du taux d'humidité

La mesure est souvent faite à l'aide d'un four à micro-ondes et d'une balance qui donnent, même si le résultat dépend partiellement de l'opérateur, une indication suffisante pour conduire correctement la chaudière.

Le seau autrichien (ou seau Pandis, Humitest…) nécessite de grandes précautions pour donner une valeur fiable (dépendant toutefois également de l'opérateur) : il faut notamment qu'il soit à

Evolution du PCI anhydre selon le type de combustible bois (impact du taux de cendres).

(source Ceden, d'après des données collectées auprès de fournisseurs et d'utilisateurs de combustibles bois)



la même température que le bois, et que la granulométrie soit homogène. Il est ainsi nécessaire de le calibrer à partir d'une mesure en étuve ou au four à micro-ondes.

Mesure du taux d'humidité, de la granulométrie et du taux de cendres

La mesure du taux d'humidité est faite avec une étuve et une balance, celle de la granulométrie à l'aide d'un plateau vibrant et celle du taux de cendres avec un four et une balance. Lorsque ces appareils ne sont pas disponibles sur le site ou en utilisation partagée, ces analyses sont faites par un laboratoire indépendant.

En première approche, le taux d'humidité mesuré et la masse de produit livré permettent de déterminer le contenu énergétique du chargement (pouvoir calorifique inférieur – PCI).

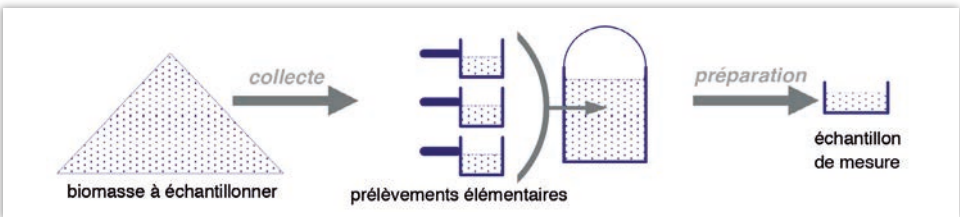
Il convient toutefois de noter que **plus le taux de cendres est élevé, moins le combustible contient d'énergie** par unité de masse de matière sèche : il est donc essentiel que des **mesures du taux de cendres soient effectuées régulièrement pour connaître plus précisément la quantité d'énergie consommée par la chaufferie**.

L'échantillonnage optimisé de biomasse réceptionnée en chaufferie à l'aide du protocole Optiscreen(1)

Le suivi qualitatif de la biomasse réceptionnée en chaufferie (taux d'humidité, granulométrie, taux de cendres) permet d'ajuster la facturation des produits, d'adapter la combustion dans la chaudière et de limiter les dysfonctionnements sur toute la chaîne. La norme utilisée pour définir les paramètres d'échantillonnage de biomasse et réaliser l'opération s'avère très difficilement applicable en pratique sur les chaufferies biomasse, notamment pour les raisons suivantes :

- le calcul du nombre d'échantillons requiert une stabilité de la qualité des approvisionnements qui n'est pas acquise sur la plupart des sites ;
- elle ne permet pas d'obtenir un échantillon représentatif dans le cas d'un assortiment de produits plus ou moins brassés dans le camion, pratique de plus en plus fréquente aujourd'hui.

L'objectif du protocole Optiscreen (élaboré en 2015 par l'Ademe, Dalkia, Cylergie Engie Lab et FCBA) est de proposer un guide opérationnel permettant d'ajuster les paramètres d'échantillonnage aux contraintes des chaufferies et d'adopter des modes de prélèvement faciles à mettre en œuvre. Les préconisations de ce protocole sont basées sur une étude approfondie des pratiques d'échantillonnage (complétée par une analyse ergonomique), sur des calculs théoriques relatifs aux composants des produits biomasse (théorie de l'échantillonnage des solides) ainsi que sur l'analyse statistique de campagnes de prélèvements dans des camions spécifiquement constitués (770 prélèvements, 980 mesures d'humidité, 390 mesures de granulométrie et 390 mesures de taux de cendres).



Principe de l'échantillonnage de biomasse.
(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)

Problématiques de l'échantillonnage de biomasse et objectifs du protocole Optiscreen

Principe de l'échantillonnage de biomasse

Les produits biomasse sont livrés par camion sous forme de chargements purs (produit unique) ou, de plus en plus souvent, en assortiment de produits plus ou moins mélangés. Plus un chargement est hétérogène, plus il sera difficile d'en extraire un échantillon représentatif (augmentation du nombre de prélèvements pour couvrir la totalité des parties du chargement).

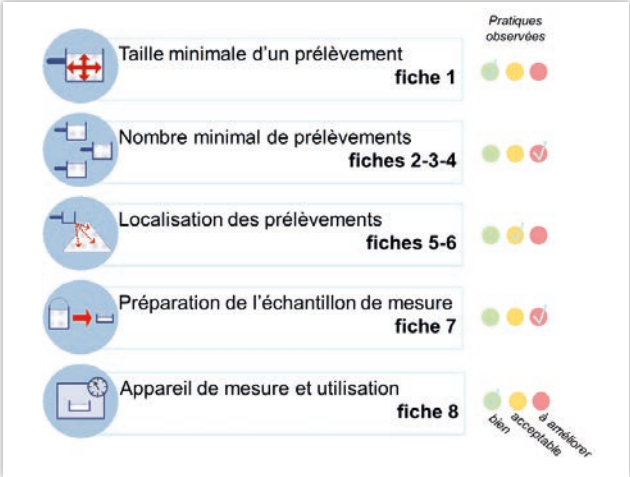
L'échantillonnage consiste à réaliser les prélèvements élémentaires (au moment du déchargement ou après, dans la zone de stockage), à les mélanger puis à préparer un échantillon représentatif sur lequel seront effectuées les mesures (taux d'humidité, granulométrie, taux de cendres). Toute la difficulté réside dans le fait que les camions contiennent environ 25 t de combustible et que l'échantillon pour analyse n'en contient plus que 250 g (1/100.000).

Difficulté d'appliquer la norme d'échantillonnage de biomasse

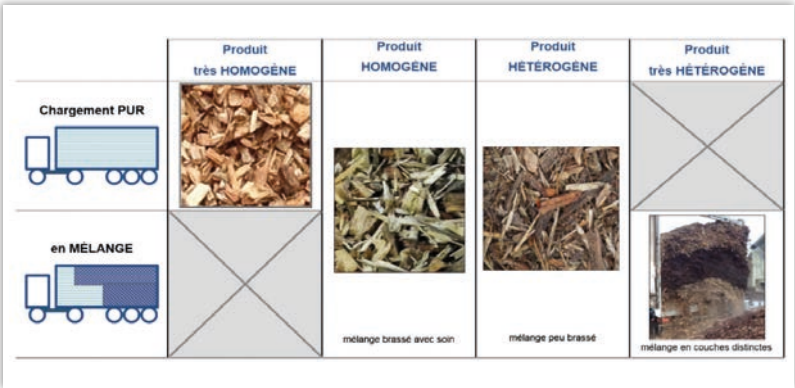
La norme CEN TC 335 – EN 14 778 est la référence pour définir les paramètres d'échantillonnage de biomasse (nombre, taille, localisation des prélèvements) mais elle s'avère très difficilement applicable en pratique car elle nécessite une connaissance préalable de certaines caractéristiques du chargement et notamment sa variance de préparation et d'essai (V_{PT}). Or, la composition des chargements (et donc leur variance) peut varier fortement d'une livraison à l'autre sans être prévisible. On est généralement contraint à une application conservatoire de la norme qui se traduit par une préconisation théorique de 10 prélèvements au minimum pour tout combustible, quelle que soit son hétérogénéité, ce qui implique une mobilisation forte des opérateurs pour réaliser les prélèvements élémentaires et pour préparer ensuite, à partir de l'important volume prélevé, l'échantillon de mesure.

Les pratiques réelles d'échantillonnage sont très variables entre chaufferies, à la fois concernant le nombre de prélèvements (de 1 à 8) et leur localisation. Les modes opératoires diffèrent généralement en fonction de l'accessibilité de la biomasse, c'est-à-dire en fonction des installations de réception (fosse ou silo de plain-pied) et du moment choisi pour réaliser les prélèvements (avant, pendant ou après le déchargement).

Présentation des fiches synthétiques du protocole Optiscreen.
(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)



Classement visuel des produits selon le protocole Optiscreen.
(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)



Le protocole Optiscreen : un guide pratique en huit fiches opérationnelles

Le protocole Optiscreen est un guide pratique en huit fiches opérationnelles, constituant une aide à la décision à la fois pour le chef de site et pour les opérateurs en charge de la réception des produits. Il permet d'ajuster les paramètres d'échantillonnage (nombre, taille, localisation des prélèvements) aux équipements de la chaufferie et à la précision souhaitée sur les mesures (humidité, granulométrie, cendres) et fournit également des préconisations pour adopter des modes de

prélèvements adaptés et faciles à mettre en œuvre.

Définir des paramètres d'échantillonnage adaptés et calculer l'incertitude associée à chaque mesure

Préalable : classement visuel de l'hétérogénéité du camion

Pour utiliser le protocole Optiscreen, il est nécessaire de définir au préalable le degré d'hétérogénéité du chargement parmi quatre classes : très homogène, homogène, hétérogène, très hétérogène. Ce classement est basé sur la nature des produits et sur l'intensité de leur brassage dans le cas d'assortiments.

Objectif n°1 : définir des paramètres d'échantillonnage adaptés aux besoins

Le protocole Optiscreen permet au responsable de site ou d'approvisionnement de fixer les paramètres d'échantillonnage (nombre et taille des prélèvements) en fonction des caractéristiques du chargement et de la précision souhaitée sur les mesures (humidité, granulométrie, cendres).

Objectif n°2 : calculer l'incertitude réelle associée à chaque mesure

Le protocole Optiscreen offre la possibilité à l'opérateur de calculer, en fonction de la classe d'hétérogénéité du chargement et du nombre de prélèvements effectués, l'incertitude associée à chaque mesure d'humidité, de granulométrie et de taux de cendres réalisée sur l'échantillon.

Objectif n°3 : adopter des modes de prélèvements adaptés

A partir d'observations de terrain et des références normatives (NF EN 14774, 14778 et 14780), le protocole Optiscreen présente des préconisations concernant les bonnes pratiques pour réaliser des prélèvements élémentaires de biomasse (méthode, outils, localisation) ainsi qu'un rappel des règles de sécurité. Les modes opératoires à adopter pour les deux types d'installations (fosse de réception et silo de plain-pied) sont décrits.

Ces fiches opérationnelles rappellent également l'importance de l'étape de préparation de l'échantillon de mesure (méthode du quartage) et la conduite à tenir pour réaliser une mesure d'humidité à l'étuve.

Définition du nombre de prélèvements à effectuer pour une précision donnée sur l'humidité.

(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 20 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	2	6	20	43
± 2 points	1	2	5	11
± 3 points	-	1	3	5
± 4 points	-	-	2	3
± 5 points	-	-	1	2

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 40 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	8	21	79	172
± 2 points	2	6	20	43
± 3 points	1	3	9	20
± 4 points	-	2	5	11
± 5 points	-	1	4	7

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 25 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	3	9	31	67
± 2 points	1	3	8	17
± 3 points	-	1	4	8
± 4 points	-	-	2	5
± 5 points	-	-	2	3

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 45 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	9	27	100	217
± 2 points	3	7	25	55
± 3 points	1	3	12	25
± 4 points	-	2	7	14
± 5 points	-	-	4	9

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 30 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	4	12	45	97
± 2 points	1	3	12	25
± 3 points	-	2	5	11
± 4 points	-	1	3	7
± 5 points	-	-	2	4

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 50 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	12	33	123	268
± 2 points	3	9	31	67
± 3 points	2	4	14	30
± 4 points	1	3	8	17
± 5 points	-	2	5	11

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 35 %

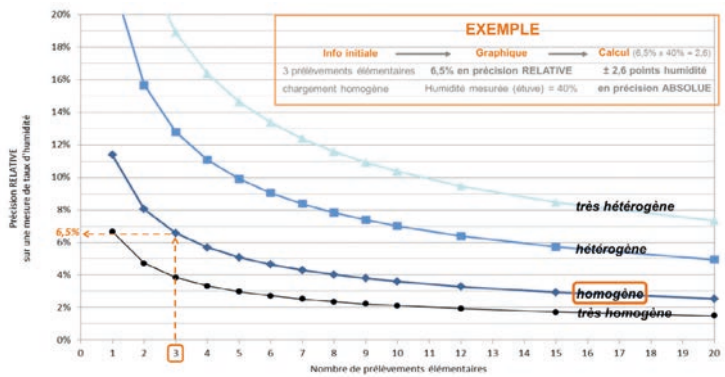
Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	6	16	61	132
± 2 points	2	4	16	33
± 3 points	1	2	7	15
± 4 points	-	1	4	9
± 5 points	-	-	3	6

Nb de prélèvements — Humidité moyenne attendue : 55 %

Précision absolue	camion très homogène	camion homogène	camion hétérogène	camion très hétérogène
± 1 point	14	40	149	325
± 2 points	4	10	38	82
± 3 points	2	5	17	37
± 4 points	1	3	10	21
± 5 points	-	2	6	13

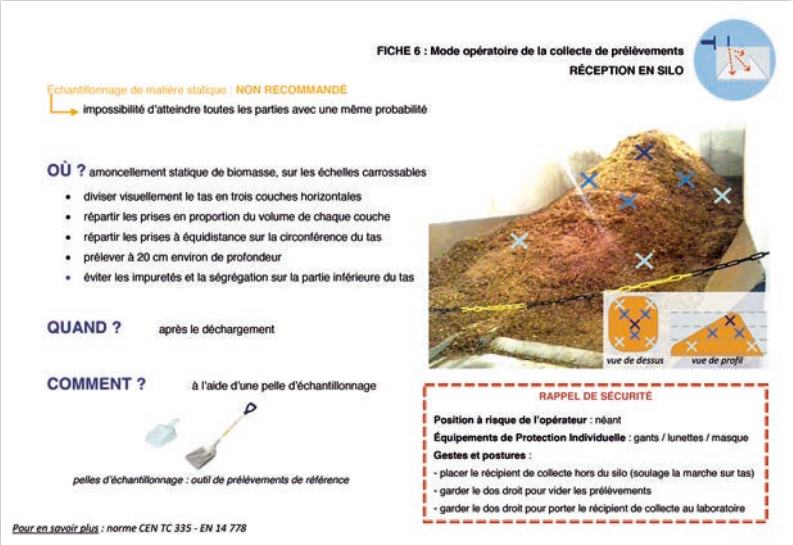
Précision de la mesure d'humidité selon l'hétérogénéité du chargement et le nombre de prélèvements effectués.

(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)



Conclusion

Le protocole Optiscreen, établi dans une démarche scientifique rigoureuse, est un guide décisif pour assurer le suivi qualitatif de la biomasse réceptionnée



Description d'un mode opératoire : prélèvements de biomasse sur un tas de matière dans un silo de plain-pied.
(source Ademe / Dalkia / Cylergie Engie Lab / FCBA)

en chaufferie. Il permet de définir les paramètres d'échantillonnage les mieux adaptés aux sites de réception et à leurs approvisionnements (nombre, taille, localisation des prélèvements).

Ce protocole opérationnel a été conçu pour répondre aux besoins rencontrés au quotidien par les opérateurs en charge de l'échantillonnage de biomasse. Il offre la possibilité de calculer, après échantillonnage, l'incertitude associée à chaque mesure d'humidité, de granulométrie et de taux de cendres.

Pour plus d'information, le protocole et les livrables associés sont téléchargeables sur le site de l'Ademe (www.ademe.fr) et de FCBA (www.fcba.fr).

(1) Article réalisé par Louis MAIRE (ingénieur études et recherche approvisionnement bois, FCBA), Christophe PASCUAL (responsable du pôle transition énergétique et environnement, Cylergie Engie Lab) et Thibault YON (spécialiste ressources biomasse et sous-produits, Dalkia).

✔ ZOOM

Protocole Optiscreen : base scientifique des résultats

Etat des lieux des pratiques d'échantillonnage

Un état des lieux des pratiques actuelles d'échantillonnage de la biomasse a été mené au cours de visites de 10 chaufferies en France et de 8 sites à l'étranger. Une synthèse bibliographique a permis de compléter cet état des lieux des pratiques.

Etude ergonomique

Une analyse ergonomique du poste de chargé de l'échantillonnage a été réalisée par un ergonome. Ce travail a permis d'étudier l'activité, les contraintes et les préoccupations de 15 opérateurs afin de produire un protocole Optiscreen adapté à leur quotidien. Une analyse complémentaire a été réalisée en fin de projet auprès de 8 opérateurs pour s'assurer de l'adéquation du protocole Optiscreen avec les besoins préalablement exprimés.

Calcul théorique de la taille minimale d'un prélèvement

En étudiant finement les particules composant chaque produit biomasse pur (masse et humidité des particules de chaque classe granulométrique), il a été possible d'appliquer la théorie de l'échantillonnage des solides (développée par P. Gy). Ce travail a permis de déterminer la taille minimale d'un prélèvement élémentaire pour 10 produits biomasse largement présents dans les livraisons (purs), en fonction de la précision souhaitée (degré de représentativité du prélèvement élémentaire). Ces calculs ont ensuite été étendus aux assortiments de produits, en connaissant les proportions de chaque produit présent dans l'assortiment considéré.

Expérimentations sur le terrain

Une campagne de prélèvements a été menée sur 16 camions spécifiquement constitués (assortiments de 2 à 3 produits en mélange homogène ou en couches) et sur 16 camions standard réceptionnés en chaufferie. Ces actions ont été réalisées sur deux périodes, en hiver et en été, pour s'affranchir d'un effet de saisonnalité. Dans chaque camion, 20 à 30 prélèvements ont été effectués, chacun ayant ensuite été préparé pour former un échantillon afin d'en mesurer l'humidité, la granulométrie, et le taux de cendres.

Traitement statistique des données

L'ensemble des données collectées au cours de l'expérimentation a fait l'objet de multiples traitements statistiques, particulièrement en vue d'étudier la variabilité entre les prélèvements d'un même chargement en fonction de la nature des produits et de l'intensité de leur brassage dans le cas d'assortiments. Les résultats ont permis de déterminer la précision relative associée aux mesures sur échantillon (humidité, granulométrie, taux de cendres) en fonction du nombre de prélèvements effectués et du degré d'hétérogénéité du chargement.

Des formules d'indexation pour la révision des prix des combustibles bois

Des formules proposées par la filière bois-énergie

Lorsqu'on s'inscrit dans la durée (contrat de trois ans, cinq ans et au-delà), **le prix du combustible bois doit être révisable** pour tenir compte de l'évolution du marché des matières premières ligneuses et du coût de la vie. Le contrat d'approvisionnement fixe ainsi la date d'établissement du prix initial, les modalités de calcul de la révision ainsi que la périodicité de sa mise en œuvre.

Le CIBE propose donc **des formules de révision s'appuyant sur les indices bois-énergie du CEEB et sur des indices représentatifs d'autres composantes du prix final (transport, main d'œuvre...), transparents et accessibles aisément**. Ces formules devront permettre de maintenir l'équilibre des prix sur la durée du contrat, tant vis-à-vis des clients (maîtres d'ouvrage et énergéticiens) qui ont besoin de visibilité sur l'évolution du coût de l'énergie, que vis-à-vis des fournisseurs dont l'évolution des coûts est répercutée. Ceci participe à la stabilité du marché.

Deux principaux types de formules sont utilisés dans la filière :

- la formule par coût analytique de production du combustible (dite analytique) ; elle vise à recomposer les coûts de la manière la plus exhaustive en s'appuyant sur les produits (bruts) et en décomposant les coûts des différentes étapes de préparation et livraison ;
- la formule décomposée en produits élaborés (dite synthétique) ; elle s'appuie sur un prix départ de produit (élaboré) sortant de chez le fournisseur auquel est ajoutée une part transport.

Le rôle du CIBE n'est pas d'imposer une formule plutôt qu'une autre, mais de les analyser (pertinence, conditions d'application...) et de fournir une boite à outils pour les opérateurs. Il reviendra à chaque cocontractant (client et fournisseur) de choisir la formule la mieux adaptée au projet et à la nature du combustible.

Formule par coût analytique de production du combustible dite ANALYTIQUE

$$P_{Bois} = P_{Bois0} \times \left(a\% + b\% \times \frac{I_{Bois}}{I_{Bois0}} + c\% \times \frac{IT}{IT_0} + d\% \times \frac{IS}{IS_0} + e\% \times \frac{IM}{IM_0} \right)$$

avec IBois = indice ou « matière »= Indice Bois rond bord de route

Formule décomposée en produits élaborés dite SYNTHETIQUE

$$P_{Bois} = P_{Bois0} \times \left(b\% \times \frac{I_{Bois}}{I_{Bois0}} + c\% \times \frac{IT}{IT_0} \right) \text{ avec}$$

$$I_{Bois} = I_{Bois0} \times \left(j\% \times \frac{I_{PF}}{I_{PF0}} + k\% \times \frac{I_{Con}}{I_{Con0}} + l\% \times \frac{I_{Rec}}{I_{Rec0}} \right)$$

avec IBois = indice Bois ou « matière » = Indice du mix des produits élaborés

Formule de type synthétique à part Main d'Œuvre élevée* :

$$P_{Bois} = P_{Bois0} \times \left(b\% \times \frac{I_{PFBois}}{I_{PFBois0}} + c\% \times \frac{IT}{IT_0} + d\% \times \frac{IS}{IS_0} \right)$$

Où :

a, b, c d, e, j, k, l sont les facteurs de pondération

IBois = indice Bois ou « matière »
IT = indice Transport
IM = Indice Machine agricole et forestière
IS= indice Main d'œuvre (salaire)
I_{PF} = indice Plaquette forestière
I_{Con} = indice plaquette de scierie ou de connexes
I_{Rec} =indice broyat de bois de recyclage ou bois de fin de vie

* : cas de figure où l'accessibilité et autres contraintes nécessitent davantage de main d'œuvre (ex : plaquette forestière en montagne)

Typologie des formules utilisées pour la révision des prix du bois-énergie. *(source CIBE)*

Choix des indices

Des indices bois-énergie utilisables pour la révision des prix

Depuis 2010, l'interprofession du bois-énergie s'est mobilisée pour refondre et adapter la seule mercuriale bois-énergie qui existait jusqu'alors, publiée par le CEEB (Centre d'études et d'économie du bois) depuis 2006 sous mandat de l'INSEE. En 2011, une nouvelle enquête prix du

bois-énergie a ainsi été labélisée par l'Etat sous une forme correspondant mieux aux réalités du marché, tant au niveau des produits combustibles qu'à celui des acteurs les commercialisant.

Sa légitimité et sa cohérence étant aujourd'hui acquise (les résultats reflétant la réalité de la filière), il convient d'utiliser ces indices dans les formules d'indexation ou de révision des contrats de la filière bois-énergie.

Autres indices

Il est recommandé de s'appuyer sur des indices fiables, robustes, pérennes et facilement accessibles par l'ensemble des parties :

- **indice transport** (CNR40t Rég) : l'indice mensuel CNR "régional 40 tonnes" est le plus utilisé et le plus accessible ; il inclut l'indice gazole (et donc gagne en pertinence) et son évolution sur les dernières années est assez proche de ce qui est constaté sur le terrain ; il est accessible sur http://www.cnr.fr/Indices-Statistiques/Regional-40T#haut;
- **indice main d'œuvre** (ICHT IME Rev) : cet indice trimestriel fait partie des indices du coût horaire du travail révisé - Tous salariés (ICHTrev-TS) de l'INSEE pour les industries mécaniques et électriques ; bien que ces industries ne soient pas très représentatives des opérations d'approvisionnement en combustible bois, l'évolution de ces indices est faible, linéaire et similaire à ce qui est observé dans la filière ; il est accessible sur www.insee.fr (identifiant 1565183) ;
- **indice matériel** (FSD2) : il s'agit d'un indice composite (DGCCRF – INSEE) pour l'entretien des équipements mécaniques, frais et services divers (référence 2) très stable avec une variation annuelle comprise entre 1,5 et 2% ; il est accessible mensuellement sur www.lemoniteur.fr.

Valeurs indicatives des facteurs de pondération*.

** : Dans le cadre d'un projet de plan d'approvisionnement, il est très fortement recommandé aux partenaires commerciaux d'évaluer ces différentes pondérations et de contractualiser sur cette base.*

	Analytique	Synthétique	Synth. Mo
a = part fixe	5 à 10%		
b = part bois (non conditionné)	39 à 60%	60 à 80%	40%
c = part transport	12 à 21%	20 à 40%	25 à 35%
d = part main d'œuvre	10 à 11%		25 à 35%
e = part machine	15 à 18%		
f = part carburant, lubrifiant	0 à 10%		

(source CIBE)

Part fixe et pondération des indices

Les coûts fixes (amortissements…) sont non directement liés à l'intensité de l'activité, c'est-à-dire qu'ils ont leur propre logique d'évolution, indépendante par exemple du jeu de l'offre et de la demande. En théorie, ces coûts fixes sont intégrés dans le prix initial du contrat et les indices de la formule devraient avoir une composante pour refléter leur évolution dans le temps. Toutefois, les parties peuvent diverger sur leur estimation et considérer que les indices utilisés ne reflètent pas correctement l'évolution spécifique de ces coûts : dans ce cas, une partie fixe peut être souhaitée (cette dernière a en outre pour effet d'amortir les variations des indices, ce qui limite d'autant les évolutions, à la hausse comme à la baisse, du prix révisé).

Dans les formules étudiées, les pondérations peuvent varier selon les itinéraires techniques de production, les modes de livraison, la zone géographique… Ainsi, dans le cas de la formule analytique, la variabilité du poids de chaque paramètre (matière, exploitation, transport, stockage) varie fortement selon :

- l'origine et la nature sylvicole de l'opération de production de plaquettes forestières (coupe d'éclaircie, coupes de bois d'œuvre ou coupes rases, défrichement...) ;
- la distinction entre itinéraires de production en conditions favorables et en conditions difficiles (notamment en montagne) ;
- la livraison en flux tendu ou au contraire le passage par une plateforme pour le séchage / stockage ;
- les volumes en jeu et la configuration de la logistique (distance moyenne d'approvisionnement, mode de transport).

Par ailleurs le poids de la main d'œuvre, des machines (exploitation et amortissement) et de l'énergie est également différent selon l'itinéraire de production de plaquettes forestières.

Fréquence de révision du prix et clause de sauvegarde

La fréquence de révision du prix (intégration de l'évolution de la valeur des indices) doit être suffisamment courte pour prendre en compte les évolutions majeures, mais suffisamment grande pour éviter la charge de traitement et maintenir l'intérêt de la formule (il ne s'agit pas de se rapprocher d'un prix "spot"). La parution trimestrielle des indices CEEB rend possible la révision à cette fréquence, toutefois assez contraignante. L'actualisation annuelle est ainsi la plus courante, étant entendu qu'une moyenne des indices trimestriels pondérés des tonnages associés peut être effectuée.

La clause de sauvegarde permet de rassurer sur la capacité d'éviter une situation de divergence du prix révisé du contrat vis-à-vis du prix de marché. Elle peut prendre deux formes pouvant aller de pair, à savoir :

- une durée fixe à l'issue de laquelle la formule peut être rediscutée, fréquemment 5 ans (plus ou moins la durée d'amortissement des équipements des exploitants forestiers et le quart d'une durée classique de délégation de service public ;
- un seuil d'écart entre le prix contractualisé révisé et le prix constaté sur le marché considéré comme trop important (usuellement +/- 15%).

Sécurisation de l'approvisionnement et relation avec le client : l'expérience du fournisseur de combustible Absra(1)

Créée en 2012 dans l'objectif d'approvisionner de manière sécurisée les chaufferies collectives et industrielles au bois en Rhône-Alpes, la société Absra regroupe onze entreprises de la filière bois régionale exerçant leurs activités dans l'exploitation forestière, le sciage, l'élagage ou la collecte de déchets. Elle permet à ses actionnaires de mutualiser des investissements indispensables et d'accéder à des marchés qu'ils n'auraient pu avoir individuellement.

Déchiquetage de bois forestiers.

Une offre groupée pour sécuriser l'approvisionnement

En 2015, sur plus de 100.000 tonnes de combustibles fournies par ces onze structures, 25.000 tonnes ont été commercialisées par Absra (à plus de 80% des plaquettes forestières) auprès de 20 clients, pour un chiffre d'affaires de 2 millions d'euros. La vision de la société quant à son développement repose sur le professionnalisme de ses actionnaires et sur sa capacité à fournir des combustibles à un prix suffisamment rémunérateur pour garantir la qualité des produits et la sécurité d'approvisionnement des chaufferies. Depuis juillet 2016, la structure dispose d'un salarié permanent afin de doubler les volumes livrés.

Interlocuteur unique de ses clients, Absra s'appuie sur l'organisation des sociétés la composant : les responsabilités sont gérées par la forme commerciale (les actionnaires sont solidaires), la diversification des zones de mobilisation de la ressource et l'optimisation des flux de biomasse sont obtenues grâce à la répartition géographique des entreprises associées, les moyens de production et de stockage sont mutualisés. Absra dispose ainsi d'un réseau de treize plateformes à proximité des massifs forestiers (dont 18.000 m^2 de surfaces couvertes), de neuf broyeurs, de quatre cribles et d'une flotte de trente véhicules de livraison (poly-bennes, semi-remorques, camion souffleur).

Une relation client / fournisseur équilibrée

Outre les clauses concernant les quantités et caractéristiques du combustible souhaité, les conditions de livraison, les modalités de contrôle…, Absra estime que deux points sont importants pour garantir l'équilibre contractuel entre les parties :

- un engagement sur une quantité minimale de combustible (clause "take or pay") afin de permettre au fournisseur de réaliser les investissements nécessaires à la production d'un combustible de qualité ;
- une formule de révision du prix qui soit au plus près de la réalité d'évolution des coûts ; en l'occurrence, Absra utilise l'indice "bois bord de route non broyé" du CEEB et des indices liés aux salaires, au machinisme agricole et au transport.

En outre, Absra a pris l'habitude de soumettre les contrats à un avocat dès que leur montant est supérieur à 100.000 euros.

Pour 80% des clients, la facturation est effectuée au MWh PCI (à la tonne pour les autres, rarement au mètre cube apparent de plaquettes – map). Chaque camion est pesé chez le fournisseur (tous les actionnaires d'Absra disposent d'un pont-bascule) et une mesure du taux d'humidité est effectuée par l'une et l'autre des

parties. En cas de problème, les valeurs sont comparées : s'il y a divergence, une nouvelle mesure est faite chez le client et, s'il n'y a toujours pas accord, Absra enlève le produit ou fait une réduction commerciale et s'engage à ce que le problème soit corrigé pour la livraison suivante.
Enfin, la relation client / fournisseur est également physique : c'est grâce à la compréhension mutuelle des objectifs et contraintes que la confiance s'installe. Ainsi, avant de s'engager sur l'approvisionnement d'une chaufferie, Absra se rend sur site pour évaluer les conditions de livraison (accès à la chaufferie, manœuvrabilité, configuration du silo). Par ailleurs, les protocoles d'échantillonnage et d'analyse des caractéristiques des combustibles varient selon les chaufferies : c'est en s'appuyant sur la certification de service "Chaleur bois qualité +" (CBQ+) qu'Absra a pu convaincre ses clients d'améliorer les pratiques en la matière.

(1) Article réalisé sur la base d'un entretien avec Jean-Philippe DAMON, Président d'Absra.

Qualité des combustibles et contractualisation : l'expérience du fournisseur Bois Energie France(1)

Filiale de Dalkia, Bois Energie France est une société spécialisée dans la préparation et l'approvisionnement en combustible biomasse des centrales bois-énergie collectives et industrielles. Dans une optique de sécurisation, ces approvisionnements reposent sur différents types de produits (plaquettes forestières, produits connexes de scierie, bois de récupération…) et un maillage du territoire par des plateformes a été mis en place.

(crédit Bois Energie France)

Production de plaquettes forestières pour livraison en chaufferie en flux tendu.

Qualité des combustibles livrés

La maîtrise des caractéristiques physico-chimiques des combustibles permettant de fournir un produit de qualité constante en chaufferie est le point clé d'une bonne combustion. Dans cette optique, Bois Energie France compte mettre à profit la période d'accalmie imposée par le bas prix des énergies fossiles et la clémence des derniers hivers pour apporter des améliorations dont la mise en œuvre n'a jusqu'ici pas été favorisée par l'augmentation très rapide de la demande. Au fil des ans, chacune des sept entités régionales de Dalkia s'est organisée individuellement pour répondre aux besoins des chaufferies en fonction du profil de celles-ci, des structures existant déjà sur le territoire et des ressources en bois disponibles. Bois Energie France a ensuite été créée pour regrouper les sociétés régionales d'approvisionnement de l'opérateur énergétique. Aujourd'hui, dans un souci d'optimisation et de simplification, une réorganisation est en cours pour faire de Bois Energie France l'unique filiale d'approvisionnement de Dalkia, dotée de délégations régionales.
Cette évolution devrait permettre la mise en place d'une stratégie d'achat / stockage / approvisionnement par le biais de contrats d'envergure nationale ou multirégionale, un meilleur fonctionnement des procédures et outils internes, une optimisation de la logistique et du suivi de la traçabilité (notamment pour la certification PEFC) ainsi qu'une plus grande fluidité dans les dialogues avec les fournisseurs, en particu-

lier sur la qualité des combustibles. Bois Energie France souhaite notamment que ces derniers appréhendent mieux l'impact de leurs équipements et pratiques sur les caractéristiques de leurs produits : relations entre temps et conditions de stockage des bois et taux d'humidité, entre matériels et modalités de déchiquetage / broyage et taux de fines, amélioration du processus de production de combustible à partir de bois d'élagage récupérés par les professionnels du compostage…

Contractualisation de long terme avec les fournisseurs

La durée des contrats liant Bois Energie France à Dalkia est calée sur celle des contrats passés entre Dalkia et ses clients : un engagement sur du moyen / long terme peut donc être pris, jusqu'à la durée des délégations de service public. Pour assurer l'approvisionnement des chaufferies, Bois Energie France fait appel à plusieurs centaines de fournisseurs de combustibles et, dans la mesure du possible, est également capable de signer des contrats d'une durée compatible avec les besoins en investissements de ses partenaires.

Dans ce contexte, l'évolution contractuelle des prix est un élément primordial. Pour éviter les effets de pincement entre le prix d'achat par Bois Energie France à ses fournisseurs et le prix de vente de la chaleur ou de la prestation assurée par Dalkia, la formule de révision doit être similaire tout au long de la chaîne (si ce n'est pas le cas, des marges seront prises pour couvrir les risques de pincement, augmentant le coût de l'approvisionnement). Il faut pour cela que les indices utilisés soient reconnus comme fiables par l'ensemble des parties concernées. Pour les chaufferies mises à feu avant 2013-2014, les formules faisaient référence aux coûts de la main d'œuvre, du transport… Depuis, Bois Energie France et Dalkia utilisent les indices bois-énergie publiés par le CEEB, désormais considérés comme représentatifs du marché.

(1) Article réalisé sur la base d'un entretien avec Vincent YANNOU et Bruno GRANGE, respectivement directeur général et responsable approvisionnement biomasse de Bois Energie France.

Plan d'approvisionnement et indexation du prix du combustible : l'expérience de l'opérateur énergétique Idex(1)

Fondée en 1963 et implantée sur l'ensemble du territoire national avec plus de 100 agences et 3.600 salariés, la société Idex est un groupe français indépendant d'origine familiale spécialisé dans la valorisation et la distribution des énergies locales renouvelables (biomasse, géothermie, solaire, éolien) et/ou de récupération (valorisation des déchets, data centers, eaux usées, cogénération) ainsi que dans la performance énergétique et la gestion durable des bâtiments (logements, tertiaire, hôpitaux, sites industriels…). Détenu à 100% par le fonds d'investissement Cube Infrastructure, le groupe a généré un chiffre d'affaires de 724 millions d'euros en 2015.

Un plan d'approvisionnement basé sur les capacités des fournisseurs de combustibles

Idex exploite 150 chaufferies bois consommant individuellement de quelques dizaines à 25.000 tonnes de combustible chaque année (et globalement de l'ordre de 170.000 t/an). Le bassin d'approvisionnement d'une chaufferie étant relativement réduit, il est possible de privilégier l'aspect local et de travailler avec des acteurs dont la taille est en phase avec celle des projets.

La démarche de l'opérateur consiste, dans un premier temps, à caractériser la ressource disponible sur le territoire concerné (types de biomasse, fournisseurs et équipements) ainsi que les concurrences d'usage existantes et potentielles afin d'envisager les possibles évolutions de prix. Ensuite, des échanges entre l'équipe interne de développeurs de projets et les constructeurs d'équipements bois-énergie permettent d'aboutir à la meilleure solution technico-économique. Le plan d'approvisionnement peut alors être élaboré.

Pour les chaufferies exploitées par Idex, la qualité des combustibles dépend très

majoritairement des équipements présents chez les producteurs (de nouveaux investissements spécifiques requièrent des installations grosses consommatrices de bois). Ainsi, en vue d'affiner la connaissance des caractéristiques du produit qui sera livré, l'opérateur visite les fournisseurs capables de répondre à la demande pour appréhender les capacités réelles de leurs matériels (déchiqueteuses, broyeurs, cribles…) et infrastructures (plateformes, hangars…). A l'issue d'une période d'essai probante, la contractualisation a lieu.

Silo de stockage du combustible et grappin de la chaufferie de Port Marianne à Montpellier (8,5 MW bois).

La nécessaire indexation du prix à l'aide d'indices fiables

Le contrat est l'unique document qui régit la relation entre le fournisseur de combustible et l'opérateur énergétique, définissant notamment les caractéristiques du combustible, les aspects logistiques et les éléments relatifs à la rémunération de la prestation. Concernant ces derniers, le contrat doit contenir une formule d'indexation avec des indices reconnus et reflétant la réalité tant du marché que des coûts de production.

L'intérêt de l'indexation du prix réside dans l'apport, aux deux parties, de lisibilité et de garantie dans le temps : le fournisseur peut envisager le développement de son activité et l'opérateur évite les pincements entre prix d'achat du combustible et prix de vente de la chaleur. Toutefois, c'est un principe peu pratiqué dans la filière bois et les indices dédiés au bois-énergie, produits par le CEEB, n'existent que depuis début 2012 : afin de rassurer ses fournisseurs et clients, Idex a dû communiquer sur le sujet, utilisant pour cela les notes et travaux réalisés par le CIBE.

Depuis 2013, Idex intègre autant que faire se peut les indices CEEB (aujourd'hui reconnus par une majorité d'acteurs de la filière bois-énergie) aux nouveaux contrats d'approvisionnement, en adaptant la formule à chaque situation (choix des indices en fonction du mix combustible, utilisation de facteurs de pondération) et en l'assortissant d'une clause de sauvegarde (renégociation du prix) et/ou d'encadrement du prix. Le retour d'expérience d'Idex montre que l'utilisation des indices CEEB constitue une avancée pour la filière mais qu'il convient de poursuivre leur suivi afin de leur donner pleinement leurs lettres de noblesse.

(1) Article réalisé sur la base d'un entretien avec Xavier COLLIN, responsable de projet ressources biomasse d'Idex.

Contrôle de la qualité du combustible : l'expérience de l'opérateur énergétique Engie Cofely[(1)]

L'opérateur énergétique Engie Cofely dispose de 50 agences et filiales en France et emploie 12.000 collaborateurs. Son activité, exercée auprès de clients publics et privés, génère un chiffre d'affaires de 2,5 milliards d'euros en s'appuyant sur trois piliers :

- la diversification des ressources : conception et exploitation d'installations valorisant les énergies locales et renouvelables ;
- l'efficacité énergétique : pilotage et optimisation de la performance des bâtiments et équipements ;
- l'évolution des comportements : sensibilisation des occupants par l'apport de services.

Etuve pour la mesure du taux d'humidité des combustibles bois.

Engie Cofely gère 120 réseaux de chaleur et de froid et exploite 310 chaufferies biomasse.

La constance des caractéristiques du combustible est primordiale

La majorité des volumes de bois consommés par les chaufferies est fournie par Soven (structure d'approvisionnement en énergies intégrée à Engie Cofely), les commandes étant effectuées d'une semaine pour l'autre avec possibilité de modification jusqu'à quelques jours avant la livraison. Cette solution présente l'avantage de faciliter les relations contractuelles (un seul interlocuteur spécialisé) et le suivi des livraisons (les quantités et caractéristiques des combustibles sont renseignées dans l'outil informatique interne au groupe).

Pour autant, les exigences concernant la qualité restent élevées : en effet, utiliser un combustible s'écartant des prescriptions des constructeurs engendre un dysfonctionnement des équipements et une moindre disponibilité de l'installation, dommageable pour l'opérateur énergétique et ses clients. La nature du combustible, les plages de taux d'humidité et de granulométrie, le taux maximal de fines, l'absence d'éléments indésirables et de corps étrangers… sont ainsi systématiquement spécifiés, charge à Soven de s'assurer de leur respect par ses fournisseurs. Il est à noter que le contexte actuel de détente du prix des plaquettes forestières permet d'en intégrer une part plus importante dans les approvisionnements, en remplacement d'autres combustibles bois. En chaufferie, le contrôle de la qualité des produits bois consiste en un examen visuel des chargements puis à l'analyse de prélèvements pour déterminer la granulométrie et le taux d'humidité. La phase d'échantillonnage s'avère la plus délicate : il s'agit d'obtenir un volume représentatif sans que les opérations nuisent à la sécurité des techniciens. Engie Cofely constate une amélioration de la qualité des combustibles livrés, due à la professionnalisation des fournisseurs d'une part et à l'attention accrue portée aux approvisionnements d'autre part.

Des optimisations envisagées pour l'échantillonnage et la mesure du taux d'humidité

Afin d'optimiser l'échantillonnage, Engie Cofely est en train de mettre en application le protocole Optiscreen, élaboré en 2015 par Engie Lab Cylergie, Dalkia et FCBA dans le cadre d'un projet BIP 2013 de l'Ademe. Cependant, l'utilisation des abaques qui en sont issus n'est pas évidente en conditions réelles d'exploitation. Engie Lab Cylergie a donc conçu une application que les opérateurs pourront utiliser sur leur tablette (quasi tous en sont équipés) : pour connaître le nombre minimal de prélèvements à prélever, il leur suffira de renseigner le degré d'homogénéité du combustible, le taux d'humidité attendu et la précision souhaitée pour l'analyse de celui-ci. En outre, des tutoriels sur la préparation des échantillons sont en cours de réalisation pour donner les bons réflexes aux techniciens.

Par ailleurs, Engie Cofely déploie un nouvel équipement pour la mesure du taux d'humidité : utilisant les micro-ondes et intégrant un pesage automatique, il donne un résultat en une dizaine de minutes et facilite le travail des opérateurs. La filière bois-énergie a réservé un bon accueil à ce matériel, qui fait actuellement l'objet d'une analyse par FCBA afin d'évaluer la qualité et la robustesse des mesures et pour lequel une première comparaison avec l'étuve permet d'être raisonnablement optimiste. Sur certains sites connectés au système informatique de Soven, ce matériel autorise déjà le partage en temps réel des caractéristiques de la biomasse livrée.

Enfin, pour les grosses chaufferies, se pose la question d'affiner la connaissance du pouvoir calorifique du combustible entrant ou encore de mieux appréhender l'évolution du taux d'humidité lors du séjour du bois dans le silo de stockage (notamment pour les unités équipées d'un condenseur de fumées). La mise en œuvre de ces optimisations est toutefois conditionnée à la couverture des frais engagés par les gains obtenus.

(1) Article réalisé sur la base d'un entretien avec Thierry FRANQUIN, responsable efficacité énergétique à la direction régionale Nord-Est de Engie Cofely, et Christophe PASCUAL, responsable du pôle transition énergétique et environnement de Engie Lab Cylergie.

GRAPPLE, TREUIL OU SWING BOOM

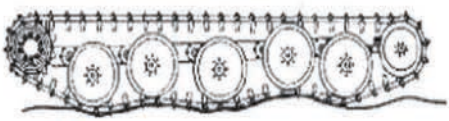
KMC

1 ***Une répartition optimale des masses avec un bloc moteur cabine avancé afin de répartir votre charge sur toute la longueur du train de chenilles.***

2 ***Train de chenilles adaptatif qui permet d'épouser parfaitement tous les reliefs des sols forestiers.***

SYSTEME BREVETE

3 ***Chenilles en acier reliées par des connecteurs caoutchouc bagués acier permettant une meilleure adaptation et préservation aux sols.***



Oberlé
Bois Énergie

ZONE ARTISANALE
8a rue de la Batteuse
67330 NEUWILLER LES SAVERNE
email: info@oberle-bois-energie.fr
Contactez Jérôme OBERLE
Portable: 07.86.13.45.88

IMPORTATEUR EXCLUSIF KMC EUROPE

ALVAN BLANCH
Processing the World's Crops and Materials

SÉCHOIR A PLAQUETTES FORESTIÈRES

Maitriser l'humidité de vos plaquettes
Maitriser vos coûts de séchage

- **Rendement de séchage élevé : utilise 5 fois moins d'énergie que le séchage en ventilation statique (types grilles au sol ou benne)**
- **Système anti-encrassement**
- **Brassage régulier pour un séchage homogène et économique**
- **Séchoir très polyvalent (algues, grain, luzerne, pépins, pulpes, ...)**
- **Sources de chaleur multiples : gaz, diesel, chaudière biomasse ou échangeur**

INSTALLATIONS PERREAULT

Installations PERREAULT - 362 route de Saumur 49650 Allonnes FRANCE
www.yperreault.com • *contact@yperreault.fr* • Tél. : +33 (0)6 68 08 64 80