

## Mots clés

- Biomasse
- Rémanents
- Souche
- Valorisation énergétique

## Récolte des branches et des souches en vue d'une valorisation énergétique

La recherche et le développement sur l'utilisation des énergies renouvelables (ENR) sont aujourd'hui fortement encouragés et la valorisation énergétique de la biomasse forestière qui est encore faiblement développée jouera un rôle majeur dans les prochaines années. Cette perspective offre une possibilité nouvelle de création de valeurs et d'activités, mais cela suppose :

- de s'assurer de la présence d'une ressource en disponibilité suffisante et pérenne,
- de trouver des conditions économiquement acceptables pour mobiliser ces gisements de biomasse ligneuse et les transformer en énergie,
- de ne pas pénaliser les utilisations industrielles déjà engagées, mais au contraire de faciliter l'exploitation de ressources sous-valorisées.

Ainsi, les branches et les souches laissées après l'exploitation en coupe rase représentent un gisement important de biomasse qui n'est actuellement pas utilisé en France, bien qu'il soit valorisé dans d'autres pays : les Finlandais ont

mis au point des chaînes opérationnelles de mobilisation des branches et des souches d'épicéa commun à des fins énergétiques (FIF n° 705).

En Aquitaine, la problématique du nettoyage des parcelles après tempête offre un contexte favorable pour valoriser les investissements et les savoir-faire acquis (cisailles à souches, broyeurs).

Des expérimentations sont mises en place depuis 4 ans afin d'étudier la faisabilité technique d'une valorisation énergétique de la mobilisation des branches et des souches issues de coupes rases de pin maritime dans le contexte d'une utilisation industrielle (photo 1).



*Photo 1 : En Aquitaine, les souches de pin maritime représentent un gisement de biomasse important, inexploité actuellement, qui peut être valorisé en énergie. Chantier expérimental d'extraction et de fragmentation à la cisaille sur pelle mécanique.*



INSTITUT TECHNOLOGIQUE

## Récolte des branches : outils et méthodes

Pour le pin maritime, la biomasse annuelle de branches laissées après l'exploitation en coupe rase est évaluée à 600 000 tonnes pour l'ensemble du massif landais, avec en moyenne 40 tonnes de branches par hectare (AFOCEL, 2004).

Si l'on exclut, pour des problèmes de logistique, les petites parcelles (parcelles inférieures à 3 hectares), avec un taux de récolte moyen compris entre 45 et 50 % de la biomasse disponible, la biomasse annuelle mobilisable en Aquitaine serait de 200 000 tonnes environ (20 tonnes/ha).

Avec un pouvoir calorifique moyen (PCI) de 2 100 KWh par tonne verte, cette biomasse représente une ressource annuelle mobilisable en Aquitaine de 420 GWh de combustible soit un équivalent de 36 000 tep (tonne équivalent pétrole).

Deux nouveaux systèmes de récolte des branches ont été étudiés en Aquitaine :

**- récolte avec déchetage sur coupe :** la mise en plaquettes est effectuée directement sur la parcelle avec une déchiqueteuse adaptée à un tracteur agricole (CAFSA),

**- récolte avec compression des branches et mise en fagot sur le chantier :** le déchetage en plaquettes est effectué sur le site de la chaufferie.

### ■ Le déchetage sur coupe

La déchiqueteuse est positionnée à l'arrière d'un tracteur agricole qui travaille en poste inversé (photo 2). Une grue installée également à l'arrière du tracteur alimente la déchiqueteuse en branches. Cette dernière ainsi que la grue sont alimentées en énergie par le moteur du tracteur, via une pompe hydraulique.

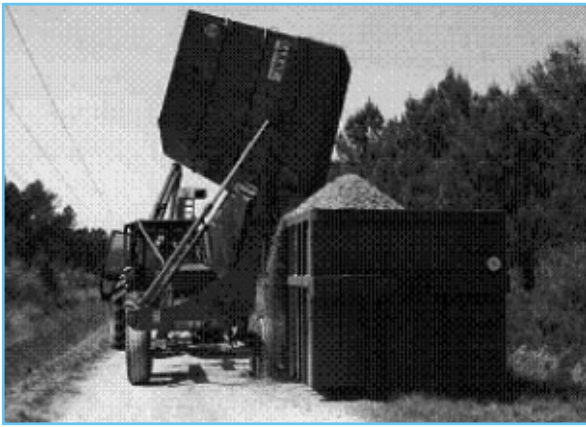
La déchiqueteuse est constituée de rouleaux d'entraînement dentés et d'un disque à couteaux. Un réglage sur le disque de déchetage permet d'obtenir une granulométrie de plaquettes très homogènes dont l'épaisseur peut varier entre 15 et 50 mm.

Une goulotte dirige les plaquettes vers la benne, d'une capacité de 15 mètres cubes, attelée à l'avant du tracteur qui progresse en marche arrière sur la parcelle.

Lorsque la remorque est pleine, le tracteur se déplace pour vider les plaquettes, dans un conteneur qui sera repris par un camion au bord de la piste. La remorque bascule sur le côté gauche autour d'un axe horizontal (photo 3).



Photo 2 : Ensemble de déchetage mobile, composé d'un tracteur, du broyeur, d'une grue et d'une benne, en récolte de branches après une coupe rase de pin maritime dans les Landes (CAFSA).



*Photo 3 : Transfert des plaquettes dans un conteneur en bordure de piste (CAFSA).*

### Points forts :

La mobilité de la machine est excellente : les rémanents peuvent être déchetés n'importe où sur la parcelle et de plus cette déchiqueteuse peut être utilisée lors d'éclaircies non commercialisables pour déchetter des arbres entiers.

La qualité des plaquettes est irréprochable : le disque, réglable, et les couteaux permettent d'obtenir une grande homogénéité dans la granulométrie des plaquettes produites, bien adaptée aux cahiers des charges plus contraignants des petites chaufferies.

### Points faibles :

Le diamètre admissible à l'entrée de la déchiqueteuse est limité par la goulotte d'entrée. La stabilité, sur le chantier, de l'ensemble de déchetage, est réduite par la remorque attelée au tracteur, lors du passage sur les souches notamment. De plus, la grande longueur de l'ensemble, qui atteint plus de 12 mètres, rend les manœuvres plus difficiles sur le chantier.

Sur de grandes parcelles (>5 ha) les temps de déplacement pour vider la benne en bordure de piste augmentent très rapidement compte tenu de l'allongement des distances à parcourir jusqu'à la place de dépôt en bordure de piste.

La logistique à mettre en place doit être soigneusement préparée et le cadencement des camions doit être bien organisé pour éviter les pertes de temps liées à des délais d'attentes des camions ou de la machine de déchetage en bordure de chantier.

### ■ Mise en fagots des rémanents

Cette technique, qui a été développée en Finlande, nécessite l'utilisation d'un outil spécifique de compactage et de mise en fagots des branches (FIF 669). Cet ensemble est installé sur un châssis conventionnel de porteur (photo 4).



*Photo 4 : Récolte de branches de pin maritime sur un chantier de coupe rase en Gironde par la méthode de compression et de mise en fagots. Le déchetage en plaquettes, en vue de la valorisation énergétique, se fera à proximité de la chaufferie.*

La machine est équipée d'une grue permettant la récolte des rémanents, à l'avant de la machine, avec une amplitude à l'horizontale de 180°.

Les fagots sont constitués de façon continue, après compactage ils sont liés à l'aide d'une ficelle de nylon ou de chanvre, ils sont ensuite découpés par tronçonnage à la longueur désirée par l'opérateur (photo 4).

#### Points forts :

La logistique qui est mise en œuvre pour débarder et transporter les fagots est la même que celle qui est utilisée pour le bois. Il est possible de passer de l'une à l'autre sans difficulté. La machine a une très bonne stabilité sur la parcelle et le système de compactage et de mise en fagot est fiable.

La mise en andain des branches au moment de l'exploitation améliore l'efficacité et la productivité de la machine de fagotage. Ce système de récolte est bien adapté aux grandes parcelles (parcelles > 3 ha).

#### Points faibles :

L'investissement pour l'achat de ce type d'équipement est élevé.

Les rémanents doivent être mis en fagots à l'état frais de manière à maintenir la cohésion du fagot lors de sa manutention.

Il est nécessaire de disposer d'une aire de stockage sur le site de la chaufferie pour stocker les fagots avant le broyage. La plateforme de broyage doit être équipée avec un broyeur spécialisé de grande capacité pouvant passer des fagots de 70 cm de diamètre.

## Récolte des souches

En Finlande, dans le cas de l'épicéa, il est estimé que les souches après coupe rase représentent une biomasse de 80 à 100 tonnes par hectare et son coût de mobilisation est comparable à celui des rémanents en le rapportant au MWh livré à la chaufferie (12 euros environ par MWh).

Pour le pin maritime sur le massif landais, la biomasse annuelle de souches mobilisable après coupe rase est estimée à environ 300 000 tonnes.

Les premiers essais pilotes de récolte de souches réalisés en Aquitaine ont mis en évidence la faisabilité technique de l'utilisation des cisailles montées sur pelles hydrauliques mises au point spécialement pour le nettoyage des chablis après la tempête de 1999 (photo 1). L'expérience acquise dans les outils et les méthodes mis en œuvre après la tempête a été profitable, certaines adaptations seront cependant nécessaires. Il existe également des outils spécifiques qui ont été développés en Finlande (photo 5).



*Photo 5: cisaille Pallari KH 160 développée en Finlande pour le dessouchage en forêt et pour une utilisation sur les plate-formes de recyclage ou les parcs à bois. Cisaille avec un seul couteau vertical.*

Des études à l'échelle industrielle sont en cours en Aquitaine, elles prennent en compte les éléments concernant la productivité, la qualité du combustible (pouvoir calorifique, siccité, granulométrie, taux d'impuretés) mais également les conséquences agronomiques et le bilan énergétique. Les résultats seront analysés sur l'ensemble de la chaîne depuis la récolte en forêt jusqu'à l'utilisation en chaudière.

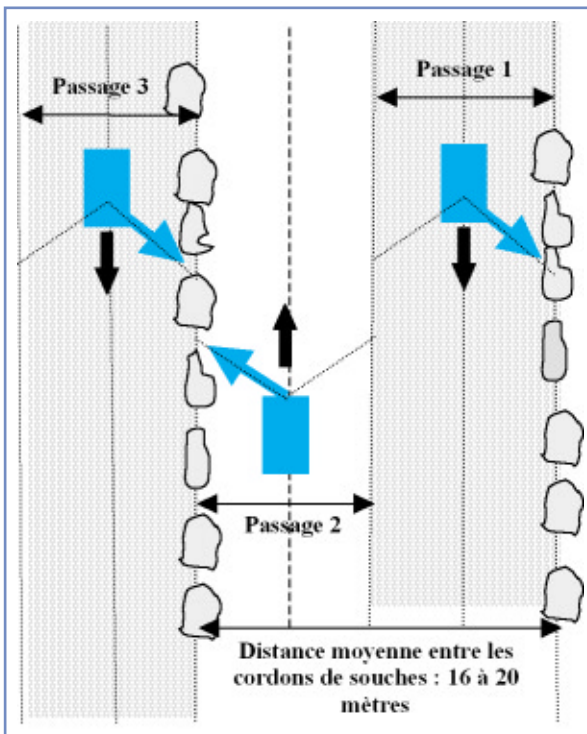
#### ■ Méthode de récolte en forêt

L'extraction des souches doit être faite dans l'année qui suit la coupe rase. Une fragmentation des souches au moment de l'extraction est nécessaire. Les morceaux de souches sont ensuite stockés en cordons sur la parcelle pendant une année de façon à

obtenir un combustible de meilleure qualité avec une siccité plus importante et un taux de sable plus faible.

Sur le chantier, la pelle mécanique progresse en ligne et après extraction, elle dépose les souches sur un cordon latéral où elles sont réduites par fragmentation à l'aide de la cisaille.

**Figure 1 :** Lors du premier passage, la pelle travaille sur 8 à 10 mètres de largeur. Elle extrait les souches et les dépose en les fragmentant sur un premier cordon latéral sur sa gauche. Au retour (passage 2), elle travaille sur une deuxième bande de 8 à 10 mètres de largeur et dépose les souches sur un deuxième cordon, toujours sur sa gauche. Sur la troisième bande de travail (passage 3), les souches extraites et fragmentées sont regroupées sur le deuxième cordon créé.



Compte tenu de la longueur du bras de la machine (7m), la largeur de la bande de travail réelle varie de 8 à 10 mètres au maximum de façon à conserver suffisamment de force d'extraction.

En conséquence, la distance moyenne entre les cordons est de 16 à 20 mètres d'axe en axe (figure 1) ce qui génère en moyenne 600 à 1 000 mètres linéaires de cordon par hectare. Les cordons créés ont une largeur de 2 mètres au maximum et une hauteur de 80 centimètres à 1 mètre.

Le débardage est réalisable avec les équipements existants moyennant quelques modifications techniques : grappin adapté, porteur avec ridelles ou benne basculante.

### ■ Broyage

Le broyage des souches fragmentées ne pose pas de difficultés particulières, l'utilisation de broyeurs de forte puissance est nécessaire. L'atelier de broyage doit être installé sur une plate-forme stabilisée, aire bétonnée si possible, pour assurer un travail dans les meilleures conditions possibles.

Un affinage peut être nécessaire pour obtenir une granulométrie compatible avec le cahier des charges de la chaufferie (double étage de broyage), de même un criblage sera nécessaire pour éliminer le sable résiduel dans les broyats de souches.

### ■ Intérêt agronomique

Sur le plan agronomique, le dessouchage après coupe rase permet de faciliter et d'améliorer la qualité des travaux de préparation du sol en vue du reboisement. En raison de son coût, cela reste cependant une opération sylvicole peu pratiquée et limitée à certains massifs et pratiques locales, cas de la Dordogne ou du Limousin où il est généralement associé à une mise en andains des souches.

C'est aussi une méthode efficace, testée avec succès sur de nombreux massifs résineux en Scandinavie et aux Etats Unis, pour réduire les problèmes de dépérissement liés au développement du Fomes (*Fomes amnosus*), champignon racinaire (pourridié) contaminant les peuplements forestiers résineux par l'intermédiaire des souches à l'occasion des éclaircies et des coupes rases.

Dans le cas du pin maritime en Aquitaine, des dépérissements liés au Fomes sont observés et semblent en augmentation depuis ces dernières années. Le dessouchage après coupe rase en vue d'une valorisation énergétique pourrait contribuer à freiner la progression de cette maladie sur le massif landais.

## CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Les premiers essais pilotes conduits en Aquitaine ont mis en évidence la faisabilité technique des opérations de récolte des rémanents et des souches laissés après la coupe rase en vue d'une valorisation énergétique. La faisabilité industrielle est en cours d'évaluation au travers de deux projets labellisés dans le pôle de compétitivité IPMF "Industries Pin Maritime du Futur" en Aquitaine :

**Le projet "Bioraffinerie"** piloté par la CAFSA a pour objet de mettre au point et de sélectionner les matériels et les méthodes, de la forêt à la chaudière, pour valoriser les souches en énergie. Un atelier pilote de production de 15 000 tonnes de plaquettes a été lancé avec SMURFIT KAPPA et TEMBEC TARTAS, groupes industriels papetiers d'Aquitaine.

**Le projet "Sylvogène"**, conduit par le FCBA-AFOCEL en partenariat avec l'INRA, l'ONF, le CRPF et la CAFSA où sont analysés :

- les conséquences agronomiques dans les travaux de préparation du sol,
- les conséquences du prélèvement de biomasse supplémentaire et les moyens à mettre en œuvre pour maintenir la fertilité des sols,
- l'intérêt du dessouchage pour limiter le développement du fomes en Aquitaine.

Les défis à relever sont encore nombreux : Ils sont d'ordres techniques, économiques mais aussi culturels car **il s'agit d'innover et de mettre en place de nouveaux systèmes de production pour construire une nouvelle filière à côté de la filière bois traditionnelle qui doit naturellement conserver sa place.**

### Pour en savoir plus

Augris S. (2007)

Récolte des rémanents, la 1490D répond présent. Le Journal de la Mécanisation Forestière n° 73.

Seuillot-Lévêque L., Le Net E., Ginet C., Grulois S., de Morogues F. (2007)

Bioénergies : des actions de recherche pour donner sa juste place au bois. Fiche Informations - Forêt, n°749.

Cuchet E., Roux P. et Spinelli R. (2006)

Récolte de rémanents pour le bois énergie avec le FIBERPAC. Fiche Informations-Forêt n° 669.

Laurier JP, De Morogues F. (2006)

« Quel approvisionnement pour les industries du bois énergie ? », Fiche Informations-Forêt n° 734

Fraysse J.Y. (2005)

Valorisation énergétique de gisements inexploités de biomasse en Finlande. Fiche Informations-Forêt n° 705.

Chavet P. (2004)

Récolte des souches de résineux à fins énergétiques. La Forêt Privée n° 280.



*Broyage de souches issues de coupes rases de pin maritime en vue d'une valorisation énergétique dans une chaufferie industrielle.*

Ce projet a bénéficié de l'appui de l'ADEME et du Conseil Régional d'Aquitaine et a été conduit par l'AFOCEL en partenariat avec la CAFSA, Papeteries de Gascogne, SMURFIT KAPPA et TEMBEC TARTAS.

Jean-Yves FRAYSSE  
FCBA Station Sud-Ouest  
Domaine de Sivaillan  
34480 Moulis en Médoc  
Tél. : 05 57 88 82 33  
Fax : 05 57 88 82 34  
E-mail : [sudouest@fcba.fr](mailto:sudouest@fcba.fr)

