

Mots clés

- Bois énergie
 - Peuplier
- Pin maritime
- Rémanents
 - Récolte

Récolte de rémanents pour le bois énergie avec le FIBERPAC

La biomasse forestière est très abondante en Europe mais coûteuse à mobiliser par rapport au cours du marché de Produits Connexes de Scierie (PCS). Elle a un très fort taux de foisonnement et par conséquent des coûts de débardage et de transport élevés. Dans un tel contexte, l'essentiel de la biomasse collectée ces dernières années était broyé ou déchiqueté dans la forêt ou bord de route.

Pour diminuer le coût de la récolte de bois énergie à partir de branches, des systèmes de compression sont développés dans les pays scandinaves qui permettent d'augmenter la masse volumique des résidus de récolte et de faciliter manutentions et stockage.

Le projet européen de recherche et développement "FORENERGY" a pour objectif d'adapter aux conditions sud européennes deux techniques de récolte des bois pour l'énergie développées en Finlande. Il a démarré en 2001, avec une aide complémentaire de l'ADEME pour les partenaires français.

Grâce à l'appui et la volonté d'industriels et d'exploitants français, deux séries de tests ont été menées par l'AFOCEL, la première pour vérifier la

faisabilité de la méthode dans le pin maritime, le châtaignier et le peuplier, la seconde pour en évaluer la productivité. Dans cette fiche nous présenterons successivement la technique proposée, son intérêt et les résultats de ces campagnes d'essais.



**Que faire des rémanents après exploitation ?
Les brûler en forêt ou les récolter et les brûler dans une chaudière ?**



Principe

Le concept de mise en fagots des branches pour leur utilisation en bois énergie vient des pays scandinaves où l'exploitation des bois est très majoritairement mécanisée. L'abatteuse peut rassembler les branches et cimes sous la forme d'andains ou javelles.

La machine à fagoter, montée sur un porteur, peut alors intervenir selon un processus continu (voir schéma ci contre). Les rémanents sont ramassés à l'aide de la grue du porteur puis déposés sur le plateau de chargement (A) de l'unité de compression. Pris entre 4 rouleaux, ces résidus sont comprimés (B), entourés par une ficelle tendue mais non nouée (C) et poussés sur un plateau de réception. Là, une tronçonneuse découpe le fagot à la longueur désirée (D). Il tombe alors au sol, du fait de son poids.

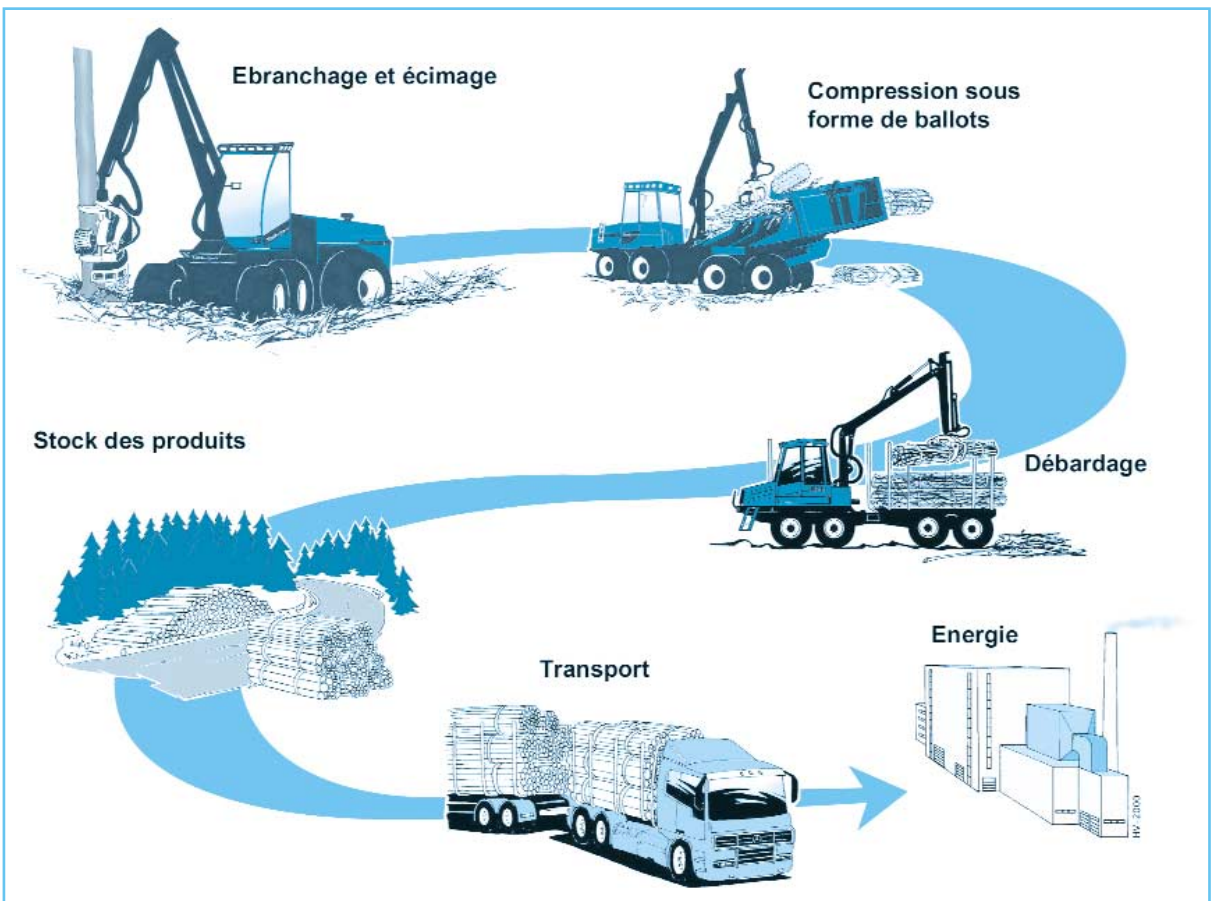


Le circuit de la matière.

Les fagots seront débarrassés et transportés avec les moyens traditionnels de l'exploitation forestière en bois courts.

Un autre système de compression existe. Il est présenté dans le paragraphe suivant.

Schéma 1 : Logistique basée sur la mise en fagots



Les fagots sont broyés ou déchiquetés sur le site d'utilisation, au moyen de matériels fixes moins coûteux et plus productifs que ceux utilisés en forêt.

Dans cette organisation (schéma 1), le seul matériel spécifique est la machine à fagoter qui est montée sur un porte-outil de type porteur.

Ce système permet le stockage aisé de la biomasse en forêt, bord de route ou sur place de stockage, jusqu'à la période d'utilisation par l'unité productrice d'énergie.

■ Deux systèmes techniques

Deux principales familles de systèmes ont été développées ces dernières années.

La première famille est basée sur un processus discontinu avec l'avantage d'un encombrement réduit et donc la possibilité de travailler dans des cloisonnements. Le Woodpac est actuellement étudié, notamment en Suède.



Le Woodpac.

La seconde famille (à laquelle appartient le Fiberpac), utilise un processus continu. Elle présente l'avantage d'une productivité plus élevée mais est restreinte, dans sa configuration actuelle, aux coupes rases du fait de son encombrement. La largeur d'encombrement utilisée par ce procédé est d'environ 10 m, longueur du matériel déployé ajoutée à la longueur des branches d'un côté et des fagots de l'autre.

■ Organisation du chantier

Dans le cas de la récolte des branches pour l'énergie, le chantier sera organisé selon des séquences de 3 bandes (au lieu de 2 lorsque les rémanents sont abandonnés) :

- passage des engins,
- bande de branches à récolter,
- bande de billons à débarder.

Schéma 2 : Organisation du chantier pour la récolte des branches pour l'énergie (droite) par rapport au système traditionnel (gauche)

Source : Skogforsk



Bûcheronnage mécanisé en vue de la récolte de branches.

Le façonnage des bois est ainsi déporté de quelques mètres sur le côté afin de ménager un espace suffisant pour déposer les rémanents et ne pas les écraser.

■ Résultats du Fiberpac en Finlande

Cette technique se développe de plus en plus dans les pays scandinaves, surtout en Finlande où, fin 2002, plus de 10 machines travaillent en simple ou double poste. Des fagots sont utilisés dans l'usine de cogénération installée à proximité de Pietarsaari (centre ouest du pays), en mélange avec d'autres produits forestiers ou issus de l'industrie du bois (écorces essentiellement).

Dans le cadre du projet européen, nous avons évalué la productivité sur un site de récolte. Les fagots, de 3 m de long, sont produits à des cadences de 25 fagots par heure machine pour des rendements de l'ordre de 12 tonnes brutes par heure machine.

Le projet européen FORENERGY est coordonné par TIMBERJACK.

Autour de ce constructeur de machines forestières finlandais, il rassemble un industriel finlandais (UPM Kymmene) et des chercheurs autrichiens (ARCS), italiens (CNR-IVALSA) et français (CEMAGREF et AFOCEL).

Deux machines sont testées et modifiées pour les adapter à la récolte de bois feuillus rencontrés dans le sud de l'Europe :

- Le FIBERPAC, objet de ce document,
- La tête d'abattage accumulatrice T720 pour les petits bois (diamètre de coupe : 20 cm maximum) qui a évolué vers le modèle T730 dans le cadre du projet.

Faisabilité en France

L'objectif principal fixé à la première campagne d'essais était de tester le FIBERPAC dans les conditions d'exploitation du sud de l'Europe. Ce type de matériel ne travaillant qu'en coupe rase, pour la France, il a été testé sur trois essences :

- le pin maritime,
- le châtaignier,
- le peuplier.

Les résultats de ces tests montrent qu'il est techniquement aisé de faire des fagots avec ce type de matière, pourvu qu'elle soit fraîche. Que les branches soient longues (peuplier) ou très courtes (pin maritime), les fagots constitués sont suffisamment résistants pour être manipulés par la suite par la grue du porteur, puis celle du camion. Ces fagots peuvent être constitués de cimes pouvant atteindre des diamètres de 25 cm sans souci.



La cadence s'élève à 17 fagots de 2,5 m de longueur et de 75 cm de diamètre ou 6,5 tonnes fraîches à l'heure machine.



Composé uniquement de bois sec et cassant, le fagot a tendance à se désagréger. Les branches ont perdu leur élasticité qui permettait de tendre les ficelles à la sortie de la zone de compression. Les fagots ne sont tenus que par l'enroulement de la ficelle, 3 à 4 tours tous les 30 à 40 cm selon les réglages. Il n'y a pas de nœuds.

Par contre, ces bois secs mélangés à du bois frais peuvent entrer dans la composition des fagots.

Les fagots de branches de pin maritime, de feuillus (châtaignier, peuplier), ainsi que d'eucalyptus et autres pins (tests en Espagne) ont une bonne tenue. Ils peuvent être débardés et transportés aisément, pourvu qu'un minimum de précautions soit respecté lors des manipulations. Par contre, ces résidus doivent être relativement frais afin de conserver la souplesse et l'élasticité nécessaires à la rigidité des fagots constitués.

Productivité

La seconde campagne de test a permis d'établir quelques références de productivité dans différentes conditions de récolte de cimes et branches.

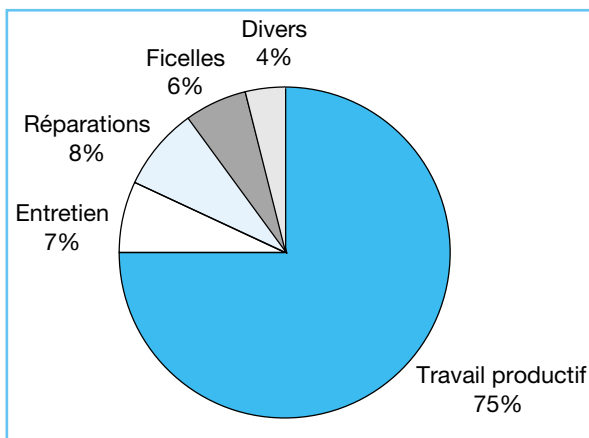
■ Conditions de récolte

La machine à fagoter a fonctionné pendant 15 jours de travail, sur 6 chantiers différents. 3 types d'intervention sont représentés : coupe de taillis sous futaie de charme, coupe définitive d'une plantation de peuplier et 4 coupes définitives de pin maritime.

■ Résultats globaux

Sur les 15 jours de travail effectif, la machine a totalisé 88 heures de fonctionnement. L'opérateur était présent sur chantier pendant 108 heures dont 79 heures en temps productif.

Graphique 1 : Répartition du temps de présence



Le taux de travail productif s'élève à 75 %, ce qui est tout à fait satisfaisant. Le temps de réapprovisionnement en ficelles est important : 6 % du temps de présence.

Parmi les 3 types d'intervention observés, la coupe de taillis de charme n'était pas adaptée au bon fonctionnement du FIBERPAC qui était gêné par la présence de réserves de chêne distants de 13 m en moyenne.

En l'excluant, 1 153 fagots ont été constitués, représentant 441 tonnes fraîches de matière pendant 68 heures de fonctionnement de la machine.

La cadence s'élève à 17 fagots de 2,5 m de longueur et de 75 cm de diamètre ou 6,5 tonnes fraîches à l'heure machine.



Les réserves ont fortement perturbé le fonctionnement du FIBERPAC en taillis sous futaie.

■ Facteurs agissant sur la productivité

Dans chaque essai, nous avons mesuré le taux de prélèvement de matière par la machine (tableau 1). Des sondages sont réalisés après la récolte de branches sur des surfaces de 1 m² réparties selon un maillage systématique sur l'ensemble de la coupe. Ces sondages nous permettent de connaître la quantité de matière restante sur la parcelle. Ajoutée à la quantité prélevée (P), nous calculons la quantité initiale disponible (D).

Tableau 1 : Quantité de matière

T/ha	Feuillu	Pin maritime	
bûcheronnage	manuel	manuel	mécanisé
Disponible (D)	100	50	30
Prélevé (P)	50	22	11
P/D (%)	50	44	36

La quantité disponible en feuillu est très abondante. Ces mesures sont en adéquation avec celles effectuées en 1990, où 100 tonnes/ha étaient récoltées au déchetage (en plus des billons de trituration)

en taillis ou en taillis à courte rotation de peuplier. Seule la moitié de cette part est récoltée. Ce ratio de prélèvement est plus faible qu'en Finlande (50 % contre 70 %).

Sur l'ensemble des exportations (bois et biomasse), le bilan a été établi sur la parcelle de peuplier. La biomasse prélevée sur cet essai correspond à 14 % de la biomasse totale (tableau 2).

Tableau 2 : Bilan biomasse en peuplier

Produit	Récolte	T/ha	%
Grumes	2 110 m ³	208	55 %
Trituration	585 T	73	20 %
Fagots	168 T	54	14 %
Biomasse brûlée	-	42	11 %

Après le passage de la machine à fagoter, il reste encore beaucoup de matière sur le sol, à savoir, les parties les plus fines (feuilles, brindilles et petites branches) qui se décomposent plus rapidement et sont les plus riches en minéraux. Nous n'avons pas eu l'occasion de mesurer les exportations minérales à l'occasion de ces tests, mais ce sujet est en cours d'étude à l'AFOCEL.

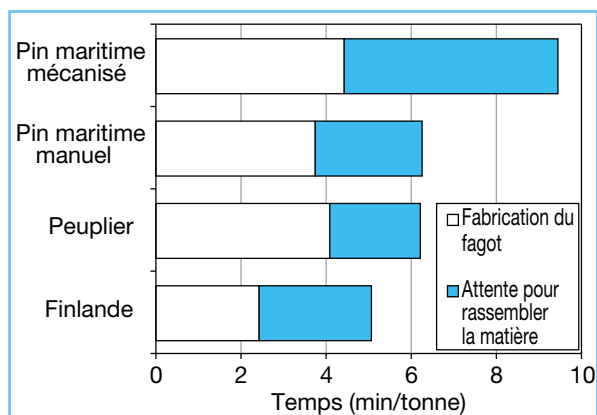


Fagots de pin maritime.

En pin maritime, la forme des arbres et des houppiers est très différente et la quantité de matière disponible est plus faible (tableau 1). La part mobilisable dépend de la dimension des bois et du mode de façonnage, facteurs que nous avons contrôlés pour les essais.

Si les houppiers sont systématiquement démembrés par les machines, il n'en est pas toujours de même avec les bûcherons qui ne démembreront pas totalement le houppier. Le diamètre fin bout est supérieur, la quantité de matière disponible est donc plus élevée.

Graphique 2 : Temps productif selon les modalités



Forme et présentation des rémanents sont deux facteurs interdépendants qui agissent sur la productivité. Si, en moyenne, la fabrication d'un fagot prend 4 minutes par tonne (graphique 2), le temps d'attente de la machine à fagoter est très variable. Le minimum est obtenu avec des branches rassemblées en andain (peuplier – 2 min/tonne) ou bien des tas de houppiers peu démembrés (pin maritime – manuel). Le maximum est de 5 min/tonne après le bûcheronnage mécanisé de pin maritime (faible prélèvement et démembrement important).

En comparaison, avec un opérateur confirmé, en routine en Finlande, les temps sont respectivement 2,5 et 2,6 min/tonne. La marge de progrès sur le temps de fagotage semble donc potentiellement importante.

CONCLUSION

Cette technique de récolte des rémanents forestiers sous la forme de fagots compressés est directement utilisable en France. Les produits obtenus ont la même forme que les rondins. Leur débardage et leur transport mettent en œuvre les mêmes outils que ceux mobilisés pour le bois d'industrie. Le stockage est aisé. L'opération de broyage est transférée sur le site de production d'énergie qui mettra en œuvre des techniques moins onéreuses et plus productives que celles mobiles.

Le prix de revient reste à préciser en fonction, notamment, du prix de vente de la machine qui n'est pas encore défini. La part de l'investissement est prépondérante dans ce calcul.

Enfin, les conséquences de cette technique sur la protection des sols, des exportations de biomasse ou de minéraux sont à étudier de plus près. Des études sont en cours en Suède, en France.

Dès aujourd'hui, il est bon de réserver cette technique pour des peuplements dont les sols sont suffisamment

portants par rapport au passage du matériel et riches en éléments minéraux pour que l'impact du prélèvement soit faible.

Un compromis est à trouver dans le degré de fraîcheur des bois : résidus frais pour structurer le fagot, plus secs pour leurs qualités énergétiques et pour laisser les minéraux revenir dans le sol.



Billons et fagots de peuplier en attente de chargement.

Pour en savoir plus

ADEME (1998).

"Bois-énergie : le déchetage en forêt"
Bois énergie n° 5, 2002

CUCHET E.

AFOCEL Nord-Est

Route de Bonnencontre

21170 Charrey-sur-Saône

Tél. : 03.80.36.36.20

Fax : 03.80.36.36.44

E-mail : nordest@afocel.fr

ROUX P.

CEMAGREF – TEMO

361, rue Jean-François Breton

BP 5095

34033 Montpellier Cedex 1

Tél. : 04.67.04.63.00

Fax : 04.67.63.57.95

E-mail : philippe.roux@cemagref.fr

SPINELLI R.

CNR-IVALSA

23 via Barazzuoli

I-50136 Firenze - Italia

Tél. : +39.055.66.18.86

Fax : +39.055.67.06.24

E-mail : spinelli@irl.fi.cnr.it

