

# Préparation rationnelle de plaquettes de bois pour exploitations forestières

## Les plaquettes de bois suisse

Le chauffage au bois provenant de nos forêts connaît une popularité croissante. Le nombre de chaudières à plaquettes de bois a nettement augmenté ces dernières années. Cette évolution assure l'ouverture de nouveaux marchés aux assortiments jusqu'ici fortement déficitaires ou impossibles à valoriser. Les propriétaires de forêts peuvent profiter d'une demande en hausse du bois comme matière première.

La présente fiche d'informations fournit une vue d'ensemble des expériences et recommandations d'exploitations forestières et d'entrepreneurs sélectionnés. Elle explique les points essentiels d'une exploitation rationnelle du bois-énergie et présente des suggestions d'amélioration.



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Office fédéral de l'environnement OFEV  
Plan d'action bois



Energie-bois  
SUISSE

Les étapes principales de la préparation du bois-énergie, notamment le débardage, le déchiquetage, le stockage et le transport, sont décrites en détail ci-après. C'est le déchiquetage qui détermine en premier lieu la chronologie des étapes pour la production rationnelle de plaquettes de bois.

La préparation de bois forestier déchiqueté ne devrait pas être réduite aux différents processus, mais prendre en compte d'emblée la totalité de la chaîne de production pour la planification. Ceci permet de trouver la meilleure solution en termes de logistique.

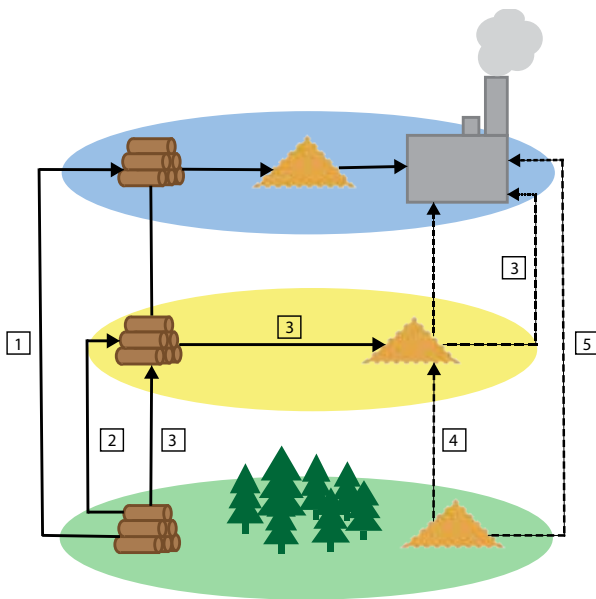


Illustration 1: représentation des circuits de production alternatifs, de la forêt à l'installation de chauffage.

### Circuits de production

Selon l'étude de projet Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung von Ernte, Transport und Logistik de M. Kühmaier et al. (2009), il est en substance possible de réduire le flux de matériel à cinq circuits de production alternatifs, de la source du matériau brut jusqu'au consommateur (ill. 1):

- 1) Transport direct du matériau brut de la source au consommateur et façonnage à la centrale de chauffage.
- 2) Transport du matériau brut au consommateur via un terminal (dépôt) et façonnage à la centrale de chauffage.
- 3) Transport du matériau brut via un terminal doté d'options de préparation et d'entreposage; transfert du matériau façonné à la centrale de chauffage.
- 4) Façonnage du matériau brut à la source et transport de celui-ci à la centrale de chauffage, en passant par le terminal.
- 5) Façonnage du matériau brut à la source et transport direct de celui-ci à la centrale de chauffage.

Les différentes chaînes de production se distinguent par les propriétés logistiques suivantes:

- Aucun transbordement (1 et 5)
- Distance optimisée du transport (1 et 5)
- Coûts d'entreposage minimisés (5)
- Possibilité d'utiliser des unités de préparation rentables, car (quasiment) stationnaires (1, 2, 3)
- Régulation des dépôts pour augmenter la disponibilité, etc. (2, 3, 4)
- Potentielle d'optimiser la qualité du combustible (3, 4)

### Conseils utiles pour une préparation rationnelle de plaquettes de bois:

- Inclure d'emblée l'assortiment de plaquettes de bois souhaité dans la planification de la coupe
- Discuter de bonne heure avec l'entrepreneur comment organiser la coupe
- De bonnes connaissances du réseau de clients simplifient la planification et créent une base de confiance envers les producteurs et fournisseurs
- Pas de corps étrangers dans le bois à déchiqeter (par ex. fragments de métal ou pierres), car ils peuvent endommager la déchiqeteuse et porter atteinte à sa productivité
- N'effectuer que les étapes les plus indispensables lors du façonnage, renoncer à l'ébranchage à fond: pour économiser du temps et augmenter la sécurité au travail
- Ne pas salir le bois à déchiqeter pendant les travaux de débardage
- Commercialiser les plaquettes forestières sous forme d'assortiments mixtes, composés de bois issu de l'entretien des paysages, d'écorces et de sous-produits de scierie, pour réduire le prix par mètre cube en vrac (m3 v).

## 1. Le déchiquetage

Les déchiqeteuses modernes sont des machines très coûteuses qui doivent être utilisées à plein régime pour être rentables (à partir de 40 000 m3v/an). Plus les machines sont grandes, plus leur productivité augmente.

Une exploitation forestière isolée n'a pas intérêt à acquérir sa propre déchiqeteuse. Par contre, de nombreux entrepreneurs proposent cette prestation à des conditions avantageuses.

On a le choix entre divers types de déchiqeteuse. Les deux solutions les plus fréquemment adoptées sont la déchiqeteuse montée sur un porteur et la déchiqeteuse montée sur un cami-



on. Il est important de connaître le diamètre maximal du bois à déchiquter, qui dicte le choix du modèle et de son embouchure. En outre, la déchiquteuse devrait être équipée d'une grue et, selon les conditions-cadres, de son propre abri pour plaquettes.

Une bonne planification et organisation de l'intervention de la déchiquteuse réduira la période d'inactivité de celle-ci et du véhicule de transport. La qualité des plaquettes de bois dépend décisivement de la déchiquteuse.

### Déchiqutage dans le peuplement ou sur la route forestière?

Selon grand nombre d'exploitations et d'entreprises forestières interrogées, aucun de ces deux systèmes de déchiqutage n'a su s'imposer comme étant la méthode la plus rationnelle.

Le déchiqutage dans le peuplement est plus rentable lors d'éclaircies où l'on débarde l'arbre entier (utilisation du feller-buncher, ill. 2). Il présuppose cependant une résistance suffisante du sol à la déchiquteuse, qui dépend surtout de la région, mais aussi des conditions météorologiques: deux facteurs généralement difficiles à garantir. Les porteurs avec déchiquteuse risquent donc souvent d'être exploités à régime réduit ou de n'être utilisés que sur la route forestière, ce qui entrave leur rentabilité.

En cas de neige, le déchiqutage dans le peuplement pose également problème car le mélange neige/plaquettes présente une teneur en eau élevée, qui entraîne des émissions plus élevées à la combustion, et risque de geler dans le réservoir de transport (ce qui vaut pour tout type de matériel frais). Des grumeaux gelés peuvent quant à eux boucher les systèmes d'extraction.

Le choix de la méthode de déchiqutage (dans le peuplement ou sur la route forestière) dépend donc éminemment de la situation.

#### Aspects importants du déchiqutage:

- Prévoir suffisamment de place pour les processus de déchiqutage et de transbordement
- Adapter la capacité de transport à la performance de déchiqutage
- Optimiser l'organisation de l'alimentation et de l'évacuation des plaquettes
- L'empilage du bois à déchiquter augmente la performance du déchiqutage, mais peut occasionner des frais de débarbage supplémentaires
- Eviter les marches arrière avec les véhicules de transport; aménager les dépôts de bois ronds aussi près que possible d'un croisement ou d'une aire de virage; tenir compte de la position du bac de chargement et de la goulotte d'éjection.



#### Feller-buncher

La coupe effectuée moyennant l'abatteuse-rassembleuse (ou feller-buncher) permet d'abattre et de grouper les arbres pour les empiler directement le long des layons de débarbage. Ils sont ensuite façonnés par une déchiquteuse-remorque ou montée sur un camion.

Illustration 2: une abatteuse-rassembleuse en action.

#### Sites à mauvaise desserte

Les routes forestières présentant une mauvaise desserte permettent l'utilisation du porteur avec déchiquteuse uniquement. Propriétés essentielles:

- Bac de chargement pivotant qui simplifie l'abattage des arbres
- Grue dotée d'une scie à pince, surtout intéressante pour les rémanents car elle évite la découpe à la tronçonneuse
- Abri monté, utile car la plupart des véhicules/camions de transport manquent de place pour circuler dans le peuplement (surtout lors d'espace restreint en montagne).

#### Sites à bonne desserte

Dans les forêts bien desservies, l'emploi des deux modèles de déchiquteuse (porteur ou montée sur un camion) est possible. Pour assurer un déroulement rationnel, il est recommandé d'avoir recours à une soufflerie ou à un convoyeur permettant un transfert efficace des plaquettes au véhicule de transport. Afin d'éviter les interruptions dans le procédé de déchiqutage, il convient d'utiliser une déchiquteuse combinée à un abri monté (ill. 3). Une opération de la déchiquteuse et du véhicule porteur au même endroit s'avère judicieuse tant dans le peuplement que sur la route forestière, car elle permet un déchiqutage rationnel en suivant les rangées de piles le long de la route.



Illustration 3: déchiquteuse avec abri monté.



### Les éléments suivants permettent de perfectionner le déchetage:

- Bac de chargement de la déchiqueteuse avec convoyeur à bande positionnés parallèlement à la route. Il est ainsi possible de ramasser le bois à déchiqueter des deux côtés de la route. Grâce au convoyeur à bande, on peut aussi déchiqueter des bois de petite dimension (surtout des troncs).
- Montage d'un abri avec soufflerie: les plaquettes sont déchiquetées vers cet abri. On le remplit lorsque le véhicule est en train d'effectuer un transport. A son retour, les plaquettes sont soufflées de l'abri vers le véhicule de transport. Cet abri sert donc de dépôt intermédiaire, ce qui permet un usage indépendant de la déchiqueteuse et du véhicule de transport.

La collaboration entre plusieurs entreprises permet de réduire les frais de réparation et d'entretien de la déchiqueteuse:

- Achat et stockage communs de pièces de rechange
- Assistance en cas de panne de la déchiqueteuse

## 2. Le dépôt

### Piles de bois-énergie

Les piles de bois-énergie ne coûtent pratiquement rien, à moins qu'il faille les transporter ailleurs. Elles devraient donc être conçues de façon à pouvoir être reliées aux travaux dans le peuplement sans nécessiter un transbordement ou une interruption du transport. Ceci n'est pas toujours possible en altitude. D'une part, la place de stockage est limitée dans les versants pentus et d'autre part, les routes forestières ne sont pas toujours praticables en hiver, lorsqu'on a besoin de bois. Il faudrait donc aménager des piles de bois-énergie aux endroits carrossables pendant la belle saison afin de pouvoir déchiqueter du bois aussi en hiver.

En ce qui concerne la disposition des piles de bois-énergie, il faut non seulement éviter de transporter des couronnes (ill. 5), mais aussi aménager des places de stockage à proximité du peuplement, car le transport de plaquettes coûte moins cher que celui des couronnes. Par contre, il est plus avantageux de transporter des billons que des plaquettes. Dans ce cas, il sera plus utile d'aménager la place de stockage le plus près possible du chauffage. Lors du nettoyage de coupe, on veillera à ne pas créer des piles de branches trop hautes. Poussées avec le tracteur, ces branches sont difficiles à égaliser pour le déchiquetage. Attention: des corps étrangers, tels que les pierres, risquent de se mêler aux branches.

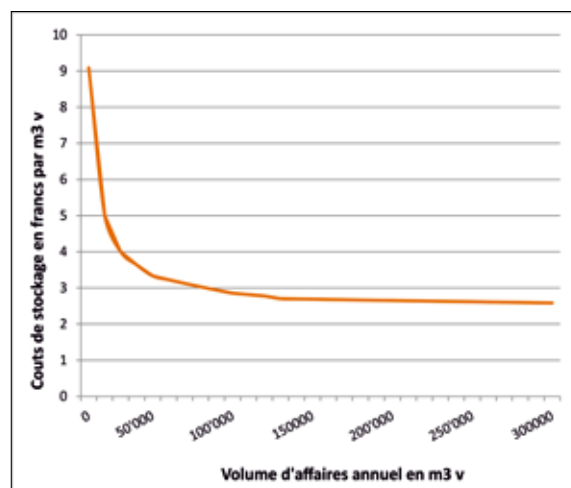


Illustration 4: coûts d'entreposage sous des conditions avantageuses. Source: Wertschöpfungskette Waldhackgut. Optimierung, von Ernte, Transport und Logistik, M. Kühmaier et al. (2009).

Il est recommandé d'interrompre la chaîne de travail avant le déchiquetage du bois et de laisser celui-ci reposer quelque temps pour le soumettre à un premier séchage. Ceci permet d'effectuer le déchiquetage indépendamment des travaux d'abattage et de débardage. Il est important que le bois soit rassemblé en piles et ne soit pas stocké plus d'une année, sans quoi il risque des pertes de qualité et donc des émissions accrues, entraînant une perte supplémentaire en pouvoir calorifique. La pile pourrait en outre être oubliée et pourrir progressivement. Durant l'hiver, on peut recouvrir les réserves de bois avec des matériaux appropriés protégeant de la neige et de l'humidité. Il faut ôter cette protection avant le déchiquetage.

### Dépôts de plaquettes

Les dépôts de plaquettes sont généralement plus chers que les dépôts pour le bois rond, car les plaquettes sont plus volumineuses que les bois ronds de même valeur énergétique. Ce sont donc surtout les dépôts de plaquettes forestières qui doivent être aussi petits que possible et constituer une réserve de secours seulement (à moins qu'il faille vendre des plaquettes sèches). Une logistique bien pensée permet d'optimiser encore la conception du dépôt (cf. section Logistique). Les coûts du dépôt de plaquettes se réduisent si on évite d'installer un dépôt individuel pour chaque commune. On obtiendra en outre un prix plus intéressant en achetant des plaquettes résultant de l'entretien des paysages et de sous-produits de scieries pour les mélanger aux plaquettes forestières.

Comme les déchiqueteuses sont moins souvent utilisées en été, il convient de refaire le plein de plaquettes durant cette période.

L'illustration 4 présente l'évolution des coûts d'entreposage en fonction du transbordement annuel en mètres cube en vrac (m3v). Les prix et données indiquées sont approximatifs et dépendent de facteurs extérieurs additionnels.

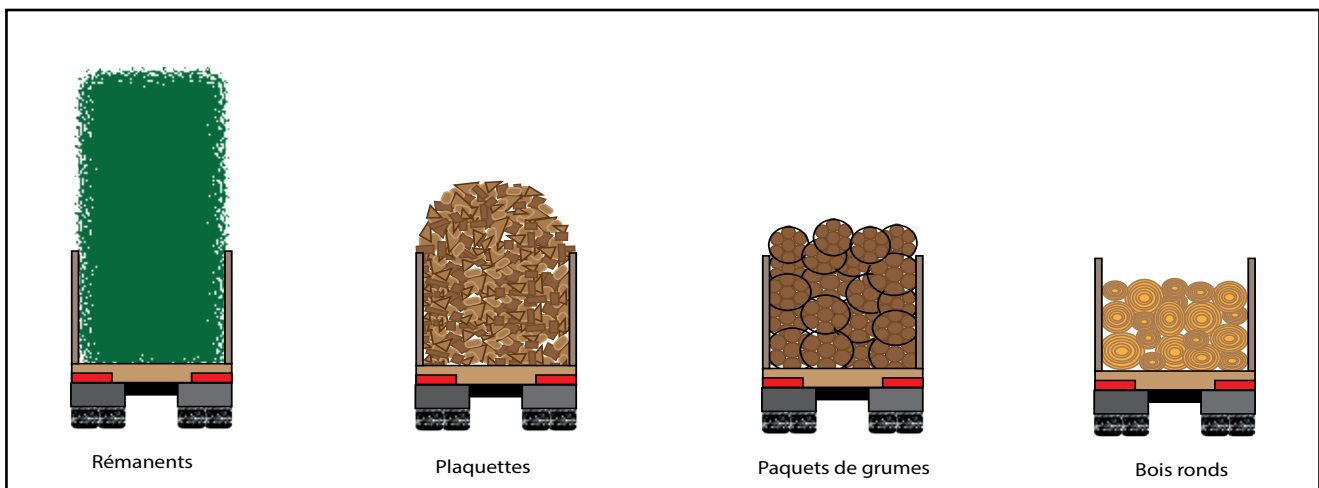


Illustration 5: comparaison des volumes de transport proportionnels requis selon le façonnage du bois.

### **Silos**

Pour construire un silo, il faut veiller à ce que le déchargement puisse se faire très rapidement. De longs temps d'attente freinent la chaîne de déchetage et de transport. Pour les petits chauffages, on peut recourir à des conteneurs à extraction hydraulique à la place de silos (le réservoir de transport est en même temps un silo). Cette solution permet de réduire les temps de déchargement et d'économiser sur le coût d'un silo. Les conteneurs d'extraction sont généralement à louer.

## **3. La logistique**

### **Pool ou système d'échange de plaquettes**

Dans le cas d'un pool de plaquettes, les plaquettes des différents propriétaires de forêts sont interchangeable. L'avantage réside dans le fait que la déchiqueteuse puisse rester plus longtemps sur un site donné et approvisionner différents chauffages à partir de cet endroit. Plutôt que de déplacer la déchiqueteuse, on abat le bois destiné à plusieurs chauffages dans le peuplement d'un seul propriétaire de forêt. Permettant d'augmenter l'efficacité et le rendement de la déchiqueteuse, cette méthode est d'autant plus efficace que le transport de la machine est difficile (surtout en cas de porteur).

### **Coordination de l'approvisionnement en plaquettes**

La coordination de l'approvisionnement en plaquettes implique qu'un entrepreneur soit responsable du ravitaillement de plusieurs chauffages dans une région. Il déchiquètera ainsi du bois à un endroit X, d'où il approvisionnera les chauffages proches, pour passer à un endroit Y le lendemain, et ainsi de suite. On réduit ainsi les transports de plaquettes et de déchiqueteuse. L'entrepreneur peut planifier un circuit d'approvisionnement qu'il répétera à intervalles réguliers. En règle générale, la fréquence de ce roulement s'adaptera au chauffage présentant la réserve la plus petite.

La production ponctuelle («just in time») s'est avérée être la plus avantageuse: les silos de plaquettes des clients sont maintenus au niveau le plus élevé possible. Facteur financier considérable, le dépôt de plaquettes centralisé peut être redimensionné et rempli uniquement lorsque tous les silos individuels des clients sont pleins.

### **Logiciels logistiques pour la sylviculture**

Le domaine des logiciels logistiques pour la sylviculture, proposés par divers fabricants, enregistre une croissance notable. L'emploi de systèmes de gestion des données mobiles a amélioré la durée des cycles de travail, le transport et la planification des flux de marchandise dans plusieurs pays européens. Il existe un vaste choix de solutions basées sur différentes approches. C'est pourquoi il convient d'opter pour le logiciel répondant au mieux aux exigences de l'exploitation en question.

Bien qu'un logiciel logistique ne soit pas indispensable à une exploitation rationnelle, il peut constituer un instrument utile d'optimisation des processus qui dégage aussi des améliorations potentielles, notamment pour l'organisation d'un pool de plaquettes (Source: Wertschöpfungskette Waldhackgut).



## 4. Le transport

Les camions coûtent généralement moins cher que les tracteurs à remorque. Présentant une plus grande capacité et rapidité de transport, ils disposent d'un moteur plus puissant et de meilleurs freins, facteurs importants notamment dans les endroits pentus. Mais le recours aux véhicules agricoles (en collaboration avec les agriculteurs locaux) est une alternative avantageuse sur des distances plus courtes. Pour réaliser les transports, il est recommandé de collaborer avec les transporteurs spécialisés de la région, ce qui vaut également pour les entrepreneurs forestiers. Exploitant leurs véhicules aussi pendant l'été, ils travaillent à moindre coût.

## 5. Le choix de l'assortiment

Dans certaines coupes de bois, on ne produit que des fûts et des plaquettes de bois au lieu de plusieurs assortiments (bois de tige, bois pour panneaux, bois-énergie, bois de râperie, etc.). Ceci permet de réduire les coûts grâce à :

- moins de travail d'ébranchage, donc sécurité au travail accrue
- moins de travail de tri (mesurage, établissement des listes de bois, etc.)
- moins de travail de nettoyage de coupe
- une plus grande quantité de bois par coupe (en raison des branches)
- des revenus supplémentaires grâce au prix plus élevé du bois-énergie par rapport au bois d'industrie et à un plus grand rendement

Condition importante pour la mise en œuvre réussie de cette solution: la présence d'un nombre suffisant de grands chauffages à plaquettes dans la région. Les exploitations forestières devraient donc s'engager activement pour la construction de grandes installations de chauffage au bois, afin d'assurer une demande durable en bois-énergie. On trouve des conditions optimales pour la production de plaquettes dans les coupes se distinguant par un pourcentage élevé de feuillus.

## 6. Calcul des coûts

Les principales divergences entre coûts de production résultent des différentes méthodes de calcul appliquées. Les facteurs pris en compte pour l'imputation des coûts à la préparation des plaquettes jouent un rôle essentiel.

### Méthode A

L'assortiment de plaquettes de bois est considéré comme un produit couplé. Dans la mesure du possible, les coûts d'abattage

et de débardage sont imputés à un assortiment de plus grande valeur (le plus souvent du bois de tige). Les dépenses supplémentaires encourues pour la production de plaquettes uniquement sont attribuées à l'assortiment plaquettes de bois, ce qui permet d'obtenir des coûts relativement restreints.

### Méthode B

La totalité des frais d'abattage et de débardage est répartie sur les assortiments proportionnellement au volume du bois. Cette méthode entraîne des coûts de préparation plus élevés et devrait être appliquée principalement lorsque des peuplements entiers servent exclusivement à la production de bois-énergie.

Afin d'obtenir une comparaison objective des coûts, il faut employer toujours les mêmes méthodes de calcul.

### Production de plaquettes sèches

La production de plaquettes sèches occasionne des dépenses supplémentaires se situant entre 12 et 15 Fr./m<sup>3</sup>v. Les frais d'entreposage dépendent de la taille du dépôt et du nombre de plaquettes vendues par an. Le déchargement et le chargement des plaquettes de bois génèrent des frais additionnels. Une durée de stockage d'au moins deux mois est recommandée. La préparation de plaquettes permet de rationaliser l'ensemble du processus de récolte des bois, car elle élimine une partie du nettoyage après la coupe.

### Autres frais

Parmi les autres frais à imputer au prix des plaquettes de bois figurent:

- les frais d'élimination des cendres de bois (incinération), qui varient selon le canton en question et le combustible utilisé
- les frais d'entretien pour un dépôt de plaquettes d'appoint
- les frais des relations publiques pour la promotion et le développement du réseau de distribution, ainsi que l'administration

### Indice des prix du bois-énergie

Afin de garantir un prix adapté au marché, c'est recommandé d'observer l'indice des prix du bois-énergie pour adapter le prix des plaquettes au renchérissement, surtout dans le cadre de contrats de fourniture à long terme. L'Indice des prix des plaquettes publié par Energie-bois Suisse est mis à jour trois fois par an et se compose des indices partiels fournis par l'Office fédéral de la statistique:

50 %	bois-énergie
10 %	produits pétroliers
10 %	machines agricoles et tracteurs
10 %	trafic routier de marchandises
20 %	indice national des prix à la consommation

La version actuelle de l'indice des prix des plaquettes est disponible pour téléchargement sur [www.energie-bois.ch/Indice](http://www.energie-bois.ch/Indice).



### Structure des coûts de préparation du bois-énergie

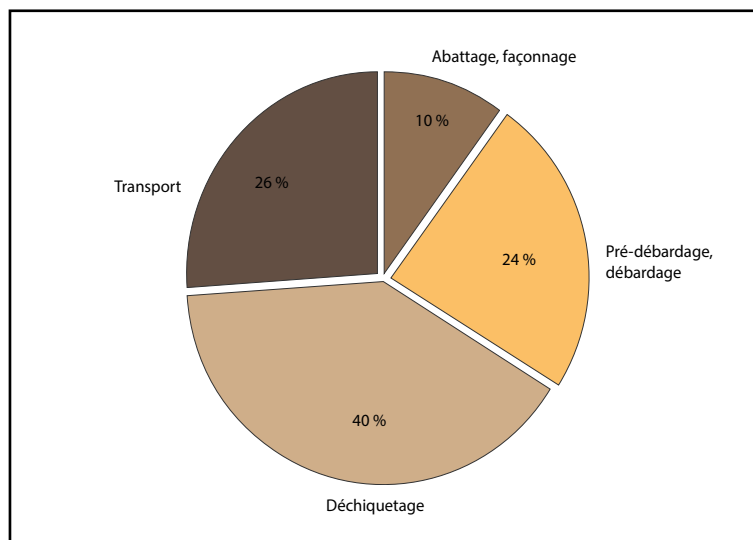


Illustration 6: répartition des coûts de production de plaquettes de bois, franco silo. Source: FVA Baden-Württemberg.

## 7. 7. Relations publiques

Plus on pourra vendre de plaquettes, plus la préparation sera rationnelle: on appelle cet effet une rétroaction positive du système. La construction de nouveaux chauffages à plaquettes est donc dans l'intérêt des propriétaires de forêts, des exploitations forestières et des entrepreneurs. C'est surtout dans le cadre de projets de construction publics, mais aussi pour les projets privés importants qu'il faut donc toujours attirer l'attention du maître d'ouvrage sur l'option du chauffage à plaquettes et ses avantages. Le coût des activités de communication et d'information peut par exemple être financé en augmentant la part des frais administratifs.

Le passage d'un marché de l'offre à un marché de la demande constitue un argument supplémentaire en faveur de la promotion des chauffages à plaquettes et de l'augmentation des ventes de plaquettes qui en résulte. Une demande en hausse de ce combustible régional accroîtra aussi la disposition des clients à en acheter. Le revenu généré par la préparation des plaquettes de bois progresse et le rendement des machines augmente simultanément, tout comme l'efficacité de la chaîne de façonnage dans sa totalité, permettant à l'exploitation forestière d'augmenter son chiffre d'affaires.





## 8. Etapes procédurales et exemples

Les chiffres indiqués sont issus d'un sondage effectué en 2013 dans plusieurs exploitations et entreprises forestières en Suisse. Il s'agit de valeurs moyennes représentant des conditions suisses standard, réparties en sites carrossables et non carrossables.

### Sites carrossables

#### Terrains bien desservis, pré-débardage de l'arbre entier jusqu'à la route forestière, déchiquetage du bois en piles le long de la route forestière\*

Ce procédé (tableau 1) convient pour les forêts bien desservies et aussi pour les éclaircies si la desserte est bonne. Les arbres entiers peuvent être glissés jusqu'à la route forestière sur une distance entre 60 et 80 m. Lors du nettoyage de coupe, en revanche, les grandes couronnes sont débardées du peuplement avec le porteur (par ex. en combinaison avec le procédé représenté au tableau 3, Déchiquetage sur route forestière, sites carrossables). Distance de transport (une course): 5 à 20 km.

Les arbres sont abattus à angle droit par rapport à la route forestière et pré-débardés par le gros bout jusqu'à la route forestière au moyen d'un tracteur avec des treuils de manœuvre télécommandés. Le bois de service éventuel est séparé de la couronne au bord de la route forestière et débardé en piles. La couronne reste au bord de la route forestière, à portée de la grue de la déchiqueteuse, de façon à pouvoir être déchiquetée directement sur place. Les arbres de faible diamètre, jusqu'à un DHP de 35 cm, sont laissés en entier. La couronne des arbres d'un diamètre plus important doit être coupée une fois dans sa longueur (puissance de levage de la grue). Les branches épaisses et décollées sont sciées de sorte à pouvoir être saisies pour le déchiquetage. Si la place est restreinte le long de la route forestière, il est recommandé d'exécuter la coupe de bois et le déchiquetage en plusieurs étapes. Ce procédé convient surtout aux éclaircies et en combinaison avec un porteur pour le nettoyage de coupe. Celui-ci permet de débarder les éléments les plus grands (couronnes) mais nécessite toutefois quelques découpes supplémentaires.

#### Eclaircie et déchiquetage dans le peuplement

Ce procédé (tableau 2) convient aux éclaircies impliquant des diamètres DHP de 25 cm au maximum et des peuplements présentant un sol carrossable et résistant. Pour les diamètres plus importants, on utilisera la récolteuse à la place de l'abatteuse-rassembleuse, quitte à encourir des frais d'abattage et de pré-débardage légèrement plus élevés. Distance de transport (une course): 5 à 20 km.

La règle suivante s'applique aux éclaircies: plus le DHP est élevé, plus le procédé sera avantageux. On a le choix entre plusieurs procédés rationnels:

- partiellement mécanisé: abattage à la tronçonneuse et pré-débardage au layon de débardage avec un tracteur à chenilles
- entièrement mécanisé: selon les dimensions, en utilisant le feller-buncher ou la récolteuse pour l'abattage et le pré-débardage

La distance idéale au layon de débardage est de 20 m, le déchiquetage s'effectue dans le peuplement (avec le porteur). Dans les cas où ceci n'est pas possible, le débardage se fait le long du layon de débardage avec le porteur. Ce procédé présente cependant l'inconvénient que les arbres entiers pré-débardés au layon de débardage sont ensuite difficiles à débarder. C'est pourquoi il est recommandable de procéder à plusieurs interventions impliquant un faible volume de bois à petits intervalles (plutôt qu'à grands intervalles avec beaucoup de bois), surtout lorsqu'on travaille à la tronçonneuse.

#### Rémanents, déchiquetage sur la route forestière, bonne desserte par layons de débardage et routes forestières

Ce procédé (tableau 3) convient pour les rémanents et sur un sol carrossable pour le débardage. Les couronnes non façonnées sont laissées telles quelles dans le peuplement, à portée de la grue du porteur. Le bois débardé est empilé sur la route forestière et déchiqueté à partir de ces piles. Distance de transport (une course): 5 à 20 km.

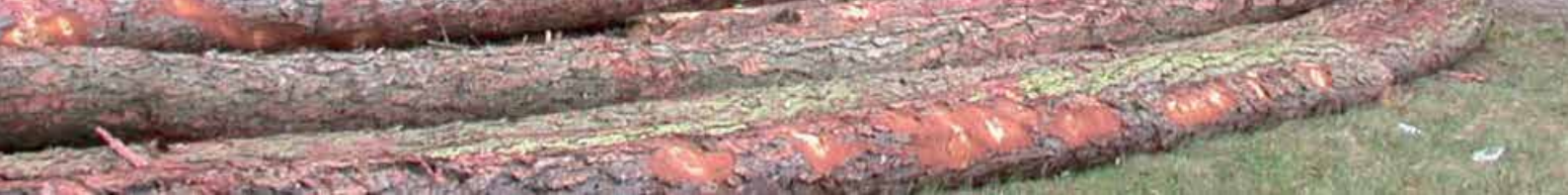
En utilisant les rémanents, il est indispensable de veiller à assurer une alimentation continue en substances nutritives.

Après l'abattage, les couronnes sont séparées du bois de tige par une découpe. Elles ne sont pas façonnées mais laissées dans le peuplement en entier. Le bois peut maintenant être déchiqueté dans le peuplement ou débardé jusqu'à la route forestière. La méthode la plus efficace de débarder du bois déchiqueté est d'utiliser un porteur qui débarde le bois de tige et le bois-énergie en une même opération, permettant ainsi d'augmenter le rendement. Le bois-énergie est ensuite empilé à un endroit approprié le long de la route forestière. Pour des raisons logistiques, il est recommandé de procéder à plusieurs petites coupes successives à la place d'une grande coupe. On a ainsi plus de place à disposition aux intersections, ce qui simplifie le bûcheronnage dans sa totalité et réduit les temps d'attente. Il faut tâcher d'éviter les déplacements fréquents.

\* La déchiqueteuse de l'entrepreneur doit suivre les piles de bois pré-débardé.

\*\* (concernant le tableau 1) Certains entrepreneurs facturent le même prix que pour le déchiquetage à partir des piles. Cependant, les frais effectifs occasionnés par la nécessité de suivre les piles sont un peu plus élevés (en fonction de la déchiqueteuse employée).





**Tableau 1: sites bien desservis, débardage des arbres entiers à la route forestière, déchetage en suivant la route forestière**

Opération	Lieu		Chauffage	Coût du bois décheté	Machines utilisées
	Forêt				
	Peuplement	Rte forestière		Fr./m <sup>3</sup> v	
Abattage				8-12	Tronçonneuse
Pré-débardage (arbre entier)					Tracteur avec treuils de manœuvre télécommandés
Déchetage (en suivant les piles)				11-15**	Déchetage montée sur un camion
Transport des plaquettes				4-8	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc			1-2	
Frais de production	A partir du déchetage			16-25	
<b>Frais de production</b>	<b>Total</b>			<b>24-37</b>	

**Tableau 2: éclaircie, déchetage dans le peuplement**

Opération	Lieu			Chauffage	Coût du bois décheté	Machines utilisées
	Forêt					
	Peuplement	Layon de débardage	Route forestière		Fr./m <sup>3</sup> v	
Abattage					5-10	Feller-buncher
Pré-débardage						
Débardage					15-18	Déchetage montée sur un porteur
Déchetage						
Transport des plaquettes					4-8	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc.			1-2		
<b>Coûts de production</b>	<b>Total</b>			<b>25-38</b>		

**Tableau 3: rémanents, déchetage sur la route forestière, site bien desservi par layons de débardage et routes forestières**

Opération	Lieu			Chauffage	Coût du bois décheté	Machines utilisées
	Forêt					
	Peuplement	Layon de débardage	Route forestière		Fr./m <sup>3</sup> v	
Abattage					0	
Pré-débardage					0	
Débardage					4-12	Porteur
Déchetage					10-12	Déchetage montée sur un porteur
Transport des plaquettes					4-8	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc.			1-2		
<b>Coûts de production</b>	<b>Total</b>			<b>19-34</b>		



### Sites non carrossables

Dans les terrains pentus et non carrossables, on recourt souvent au procédé suivant: les arbres entiers sont pré-débardés à la route forestière au moyen d'un câble-grue. Si nécessaire, les grands arbres plus lourds sont façonnés dans le peuplement et amenés à la route forestière, classés par assortiments.

Résineux et feuillus sont ensuite façonnés à l'aide d'un processeur. Comme la place de dépôt est généralement restreinte à proximité du câble-grue, il faut soit déchiqeter le bois et l'évacuer tout de suite, soit le transporter vers un lieu d'entreposage intermédiaire pour les bois ronds.

Aux sites en altitude et pentus, le déchiqetage direct au bord de la route forestière présente les inconvénients suivants:

- travaux de bûcheronnage effectués seulement en été (mais demande moins importante de plaquettes)
- lieux d'entreposage souvent très restreints ou inexistants
- routes forestières non carrossables ou à praticabilité limitée en hiver

### Terrain à câble-grue avec dépôt de bois ronds

Ce procédé (tableau 4) convient aux travaux effectués dans les terrains non carrossables en altitude et implique le transport des bois ronds de la montagne vers la plaine (une course: env. 10 km), suivi par celui des plaquettes (distance d'une course: env. 5 à 10 km).

### Terrain à câble-grue, déchiqetage à partir de la route forestière





Ce procédé (tableau 5) est appliqué pour un site non carrossable en montagne et comprend le transport des plaquettes. Distance de transport (une course): env. 10 à 20 km.

Tableau 4: terrain à câble-grue avec dépôt de bois ronds

Opération	Lieu	Forêt			Chauf- fage	Chauffage	Coût du bois déchiqeté	Machines utilisées
		Peuple- ment	Ligne de transport	Route forestière			Fr./m <sup>3</sup> v	
Abattage							3-4	Tronçonneuse
Débardage							20	Câble-grue mobile
Façonnage							7-12	Processeur
Transport des bois ronds							5-6	Camion, camion pour le transport des bois ronds
Dépôt (bois ronds)							0	
Déchiqetage							10-12	Déchiqeteuse montée sur un camion
Transport des plaquettes							4-6	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc.						2-3	
Coûts de production	A partir du transport des bois ronds						21-27	
<b>Coûts de production</b>	<b>Total</b>						<b>51-63</b>	



Tableau 5: terrain à câble-grue, déchetage à partir de la route forestière

Opération	Lieu			Chauffage	Coût du bois décheté	Machines utilisées
	Forêt					
	Peuple- ment	Ligne de transport	Route forestière		Fr./m <sup>3</sup> v	
Abattage					3-4	Tronçonneuse
Débardage					20	Câble-grue mobile
Déchetage					10-12	Déchetageuse montée sur un camion
Transport des plaquettes					5-7	Camion, conteneur
Frais d'exploitation	Direction, provisions, administration, etc.				1-2	
Coûts de production	A partir du déchetage				16-21	
<b>Coûts de production</b>	<b>Total</b>				<b>39-44</b>	



**Ce projet a été réalisé avec le soutien de  
l'Office fédéral de l'environnement (OFEV)  
dans le cadre du plan d'action bois.**

Sources des illustrations: Michael Fehrle, IHB/Fordaq – Bossert  
Forst AG, Altbüron – Energie-bois Suisse

**Fiche d'informations disponible auprès de:**

**Energie-bois Suisse**  
Route de la Chocolatière 26 / CP 129  
CH-1026 Echandens  
Téléphone 021 320 30 35  
Fax 021 320 30 38  
info@energie-bois.ch  
www.energie-bois.ch

