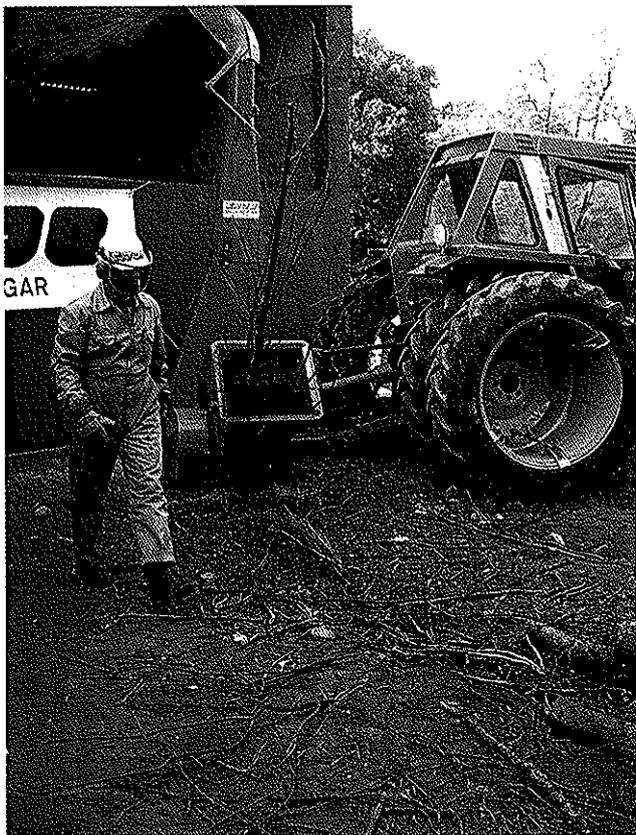


PRODUIRE DE L'ENERGIE AVEC LES DÉCHETS DE LA FORÊT

LA BIO MASSE

16



Comminution à la ferme.
Comminution : réduction en petits fragments.

La notion de biomasse est large. HALL C. (1981) la définit comme "toute forme de matière d'origine végétale et animale ayant cru ou s'étant développée soit sur terre, soit sur ou dans l'eau, ainsi que les substances issues de la croissance biologique".

Le présent rapport ne considère que les plantes cultivées et plus spécifiquement la production végétale forestière envisagée à finalité énergétique. De plus la récolte laisse des chutes et soldes dont il peut être envisagé des utilisations. Enfin, les transformations du bois laissent des déchets sous formes diverses qui attendent une récupération.

Se référant à JENKINS et SUMMER (1986), la faisabilité économique de l'utilisation de chutes, résidus ou déchets est particulièrement dépendante non seulement de la nature de ceux-ci comme des exigences posées à leur récolte, transformation, transport et stockage, mais aussi de la technologie à laquelle il est fait appel pour procéder à la valorisation correspondant au type et à l'échelle de l'unité de reprise, du coût à inclure pour mitiger les nuisances et d'autres facteurs encore. Ces derniers aspects sont infiniment importants dans une société soucieuse du futur. Une filière énergétique peut s'envisager soit pour exploiter certains produits soit pour récupérer certains refus.

Ainsi, la récolte de produits nécessaires au démarrage initial des plantations mais gênant le développement après une période de croissance donnée peut trouver une utilisation simple; c'est le cas des dégagements forestiers et des premières éclaircies. Si cette utilisation s'accompagne d'une activité économique et sociale locale ou régionale, elle peut bien évidemment présenter de l'intérêt. Il s'agit là d'une forme de coopération biotechnologique à l'entretien d'activités humaines en régions rurales le plus souvent.

Toutes les formes de récupération des déchets sur chantiers de façonnage et en usines sont à promouvoir et les projets de «co-génération» en industries du bois sont des propositions qui méritent toute attention. Il s'agit de récupérer sciures et déchets une fois fragmentés pour produire chaleur et vapeur reprise en turbinage pour générer de l'électricité et de la chaleur pour sécher les bois par exemple.

L'analyse précise ce qui peut être attendu sur le plan énergétique général.

La signification de la biomasse pour l'énergie

Les végétaux fournissent des produits d'usage courant et directement commercialisables, des chutes, des résidus et des déchets. Lorsque certaines parties d'un produit présentent un intérêt industriel ou sont utilisables directement en usine, elles doivent être considérées comme commercialisables ou marchandes.

Les résidus et chutes sont des portions ou parties de produits végétaux qui, dans le cas examiné, sont retirées ou abandonnées sur place par l'exploitation ou encore qui sont écartées sur le chantier même. Les déchets sont issus du procédé de

valorisation ou de transformation.

La notion de biomasse prend ainsi différentes significations en récolte et en technologie de transformation.

Tableau 1. Biomasse

Type	Agriculture	Forêt
Conventionnelle et valorisable	graines, feuilles, fruits, racines,...	grumes, troncs ronds, perches
Chutes, résidus	tiges, racines, branches, recoupes, dosses,	houppiers, branches, souches, racines, écorces
Déchets	rachis, pailles, tiges, cosses, coquilles, etc.	branches, feuilles, aiguilles, sciures

Tableau 2. Proportions des composants au sein de la biomasse

Végétal	maïs	Bois	Résineux	Feuillus
Partie	%	Partie	%	%
Grain	40	Pointes	2-10	5-15
Cosses	7-8	Branches	5-15	10-20
Balles, coques	2-3	Feuilles, aiguilles	2-10	5-10
Pailles, chaumes	40	Tronc + écorce	60-70	50-60
Total aérien	82-90		75-85	70-85
Racines	10	Souches	5-10	5-20
		Racines	5-15	10-20
Total sous-sol	10		15-25	15-30

Les divers composants de la biomasse impliquent une sélection de procédés pour leur valorisation. Ainsi les différentes parties d'un résineux délivrent :

- ◆ grume écorcée à recoupe 10 cm 58-65 %
- ◆ souche et racines 16-18 %
- ◆ écorces de grume à recoupe 10 cm 12-14 %
- ◆ pointe et branches avec écorces 8-10 %
- ◆ aiguilles 4-5 %

et le travail à la scierie fournit :

- ◆ pièces tirées de la grume écorcée 45-68 %
- ◆ chips, plaquettes 20-30 %
- ◆ sciures 20-25 %

Les bois sciés sont commercialisables, les chips et plaquettes le sont généralement aussi. Lorsque ce n'est pas le cas, il faut constater que 60 à 70 % de l'arbre avec sa souche et ses racines sont disponibles pour des valorisations sous d'autres formes que celle de bois sciés. Il faut encore remarquer que la mise en oeuvre des bois sciés laisse aussi des chutes diverses qu'il est possible de valoriser.

Toute disponibilité de biomasse végétale s'accompagne en tout premier lieu d'une dépendance de la nature et des saisons en régions tempérées.

Il y a des périodes de croissance et d'autres de récolte. Toute utilisation continue de biomasse au cours de l'année nécessite un stockage avec les risques de dégradations biologiques ou de dévalorisation technologique des produits. Bien sûr, au plus la présence de certains composés au sein de la matière peut intéresser ou peut nourrir des organismes vivants, au plus les risques de dégradations diverses sont importants ou bien d'autres formes de récupération sont envisageables.

Tableau 3. Valeur énergétique de quelques produits

Résidus agricoles	MJ/kg	Biomasse forestière	MJ/kg
Paille d'orge	17.31	Résineux pointes, branches	18,8-19,8
Paille de froment	17.51	souches, racines	18,8-19,2
Tiges de maïs	17.65	Feuillus pointes, branches	19.5
Coques de noix	20.18	Sciures	18.8
Sarments de vignes	19.35		
Combustibles fossiles	MJ/kg		MJ/kg
Tourbes	16.4-22.08	Gasoil	44,16
Charbon	33.5-35.4	Brut	41,83

En raison des nécessités de stockage, la biomasse doit être correctement manutentionnée et cela à un taux d'humidité approprié pour éviter tout dégâts ou pertes dues à une combustion spontanée ou à une décomposition exagérée.

La prise en compte des matières et résidus agricoles ou forestiers fait remarquer leur faible valeur calorifique par rapport aux combustibles et carburants fossiles les plus utilisés.

Tableau 3. Disposition de la biomasse aux fins énergétiques

Biomasse	Mois de l'année en région tempérée :											
	Ja	Fe	Ma	Av	Mai	Ju	Jul	Ao	Se	Oc	No	Dé
Pailles												
Chaumes, tiges												
Coquilles, coques												
Branches												
Arbres												
Chips, sciures (usine)												

légende : période normale : pointe :

On peut donc en conclure que :

1. la disponibilité énergétique de la biomasse est nettement différente des combustibles classiques
2. les caractéristiques des matières sont différentes
3. la valorisation énergétique de la biomasse devrait être obtenue autrement que pour les combustibles fossiles.

En dehors des simples utilisations sur base calorifique, il convient de rappeler et de souligner avec insistance les données de certaines études spécifiques concernant d'autres formes de libération d'énergie. Les données du tableau suivant démontrent des potentiels réels lorsque de la biomasse est réduite en poussières.

Tableau 4. Energie en explosions de poussières

Type de poussières	Teneur min. dans l'air* gr/m ³	Pression max. à l'explosion kPa	Vitesse max. d'accroissement de pression kPa/sec
Céréales	40	871	28371
Sciure	20	800	60795
Noix de coco	35-65	466-871	8571-29384
Pailles	200	445	42550
Maïs	55	800	42556
Riz	45	740	19251
Tourbe	45	740	31410
Charbon	55	588	32424
Goudron	25	628	32424

* mélange explosif



PRODUIRE DE L'ENERGIE AVEC LES DÉCHETS DE LA FORÊT



Fragmentation en éclaircie

18



Unités :

1 Newton = 1 N = 0,102 kgf
 1 kgf = 9,81 N
 1 kgf = 0,98 bar +/- 1 bar
 1 Pascal = 1 Pa = 1 N/m²
 1 bar = 1,02 kg/cm² = +/- 10 N/cm²
 100 kPa = 1 kg/cm² (pratique)
 1 atm = 1,0133 bar = 1,0332 at = 1,0332 kg/cm² = 14,696 psi = 760 mmHg
 1 J = 1 Nm = 0,24 cal
 1 kJ = 10³ Joules
 1 MJ = 10⁶ J
 1 kcal = 4186 J = 4,19 kJ
 1 W = 1 J/seconde
 1 kWh = +/- 860 kcal = 3,6.10⁶J = 3,6 MJ

Par conséquent, à côté des usages conventionnels comme dans le cas de la combustion, il faut admettre que l'obtention de l'explosion avec son contrôle et la gestion du potentiel explosif de la biomasse présentée sous forme pulvérulente peut offrir une récupération énergétique très intéressante. Toutefois, il convient de rechercher les moyens et techniques indispensables à la domestication des phénomènes d'explosion. Certaines tentatives existent. Elles n'ont pas encore abouti à un développement industriel.

Techniques et technologies de récolte de la biomasse

La première technique appliquée à la biomasse et aussi la plus typique est celle de la **préparation du bois de feu à l'échelle domestique individuelle**.

Actuellement le bûcheron a abandonné la hache pour utiliser la scie à moteur. L'abattage s'accompagne d'un tronçonnage généralement exécuté aussi à la scie à moteur, parfois à la scie circulaire montée sur un banc d'usinage. Les rondins sont fendus puis empilés. Le fendage est mécanisé.

L'opération de préparation domestique du bois de feu comporte :

a. abattage, ébranchage et tronçonnage en forêt	1,5-2,0	h/stère
b. fendage	1,5-2,0	h/stère
c. empilage manuel en forêt	0,3-0,5	h/stère

Le transport et le stockage à l'habitation ou à la ferme implique d'autres manipulations.

Deuxièmement, la **production industrielle de bois de feu** pour la vente au privé ou aux entreprises peut s'analyser à partir du manuel de FOLKEMA édité par le Forest Engineering Research Institute of Canada.

Deux niveaux de production sont examinés.

Le premier vise à une production de 150 à 1500 cordes/an et se compose d'une équipe d'abatteurs et d'un chantier de préparation. L'abattage intervient en même temps que l'exploitation programmée pour la forêt. L'équipe dispose d'une remorque avec cadre ou plate-forme attelée à un tracteur pourvu d'une grue et ayant un dispositif mécanique de tronçonnage ainsi qu'un coin hydraulique pour la fente des bois. D'autres véhicules assurent le transport et la livraison aux utilisateurs.

Dans un second cas, des sociétés plus importantes produisent plus de 1500 cordes par an. Si le procédé est semblable aux petites équipes, bien sûr les équipements sont plus nombreux et plus importants.

Il faut souligner que la production de bois de feu est très sensible aux prix des combustibles domestiques et ceci d'autant plus que les arbres sont achetés sur pied.

Une autre récolte de biomasse aux fins énergétiques concerne la paille et les chaumes ou tiges. La fauche des céréales et du maïs nécessite une barre de coupe ou un disque. Les produits fauchés abandonnés sur le sol sont ramassés,

LA BIOMASSE

pressés et maintenus en balles avant manutention et transport. Peu de fermes sont équipées pour le brûlage des pailles et tiges en raison de l'intérêt que présentent ces produits pour les cultures ou l'élevage.

Par ailleurs l'utilisation industrielle de la biomasse pour la production d'énergie est actuellement liée à la fourniture de plaquettes de forme et humidité adéquate. La comminution se fait en forêt ou sur carreau d'usine. Les premières opérations ont été organisées selon le même schéma que pour le bois de feu et au lieu de fendre les rondins il est procédé au hachage-fragmentation du bois. De nouveaux procédés existent qui broient le matériau brut en forêt dès que les arbres sont abattus. Ceux-ci sont enfournés en direct dans le fragmenteur alors que les plaquettes sont chargées en conteneur associé à cette machine combinée. Lorsque le conteneur est plein le déchargement est fait à proximité ou ensilé temporairement. La reprise des plaquettes est associée au transport vers l'usine.

La conception d'équipements de récolte

La mise à disposition et le traitement des bois implique plusieurs processus où la coupe intervient en principal. Abattage, ébranchage, tronçonnage, fragmentation en billettes ou comminution en plaquettes, requièrent des systèmes appropriés de coupe associés à des mécanismes d'amenée ou d'évacuation. L'ensemble est prévu en versions statiques ou mobiles. Outils et conditions de travail influent sur la quantité d'énergie nécessaire. Les principaux principes de fragmentation sont passés en revue par POTTIE ET GUIMIER dans un rapport du FERIC (IEA cooperative project CPC 3).

Les fondements de la coupe sont définis par P. KOCH dans Wood Machining Processes.

Les moyens pour la fragmentation des bois sont :

- a. le hacheur à disques
- b. le hacheur à tambour
- c. le broyeur à marteaux
- d. le broyeur à mâchoires
- e. les billonneurs : à couteaux en spirale, à disque simple ou double, à lame ou à vis sans fin

Le tronçonnage est obtenu par cisaillement, sciage circulaire ou scie à chaîne. Il résulte aussi d'un cisaillement par tranchoir, par lame en spirale. La fente s'opère par rouleaux lamineurs entre lesquels les rondins sont entraînés et pressés. Plusieurs systèmes d'alimentation et d'évacuation sont souvent associés sur les machines. L'alimentation recourt à des transporteurs à courroies ou chaînes. L'évacuation utilise des bandes ou des vis sans fin.

Le transport à longues distances utilise des camions bennes ou des conteneurs dont les capacités sont accordées avec la productivité des hacheurs-fragmenteurs et aux réglementations sur le transport. L'association de la fragmentation à une densification des plaquettes intervient à taux d'humidité adéquat. L'intérêt de la densification doit s'accorder avec la forme et les dimensions requises pour l'alimentation des

brûleurs. Elle est généralement évitée en raison des nécessités énergétiques que requiert cette opération.

La récolte en production intensive de biomasse

Les courtes rotations ou lignicultures développent des techniques spéciales. La plupart des équipements commercialisés sont du type combiné intégrant par exemple abattage, comminution et mise en trémie. Les mêmes principes fondamentaux régissent le design des équipements adaptés à cette production biomassique. Les plantations énergétiques ne concernent que quelques essences forestières et les techniques de récolte sont comparables à celles connues en agriculture.

Micro-économie de la collecte de la biomasse

La micro-économie de la récolte avec rassemblement de la biomasse comprend toute les dépenses effectuées pour l'obtention de certaines formes et quantités de matières. Divers cas peuvent être examinés.

a. Récolte manuelle de bois de feu

L'abattage et/ou la confection de bois de feu sous forme de pièces fendues donne comme résultats :

◆ Coûts de machines pour :

<i>abattage</i>	0,10-0,15	ECU/stère
<i>confection des billettes</i>	0,25-0,30	
<i>transport (sur 3-5 km max)</i>	0,60-1,40	
Total	0,90-1,85	ECU/stère

◆ Coûts de main d'oeuvre : (généralement non considérés dans le cas d'opérations domestiques), ils sont pris en compte sur base de 3,5-4,55 h/stère et d'un salaire de 7 ECU/h, représentent 24,5-31,9 ECU/stère. Au total cela fait : (0,95 à 1,85) + (24,5 à 31,9) = 25,5 à 33,8 ECU/stère ou une moyenne de $30/500 = 0,06$ ECU/kg sec à l'air ou 19 MJ, donc de l'ordre de 0,003 ECU / MJ arrondi à 0,005 ECU / MJ (prix du bois non inclus).

b. Récolte de pailles, chaumes, tiges en agriculture

La fauche est opérée à la moissonneuse-batteuse ou à la récolteuse à maïs qui abandonnent pailles et tiges sur le sol.

Le ramassage, le pressage et le transport impliquent les coûts suivants (en ECU/kg):

<i>tracteur, opérateur + ramasseuse-press</i>	0,011
<i>tracteur, opérateur + remorque autochargeuse</i>	0,018
<i>transport depuis le champ jusqu'à la ferme</i>	0,003
Total	0,032

Ce coût total entraîne un coût de 0,002 ECU/MJ ou en conditions générales 0,004 ECU/MJ.

c. Différentes méthodes de récolte de la biomasse sont possibles en raison du traitement sylvicole. Les données de POTTIE ET GUIMIER permettent de calculer les valeurs suivantes.



PRODUIRE DE L'ENERGIE AVEC LES DÉCHETS DE LA FORÊT

Cas 1.

Récolte entièrement mécanisée par une méthode full-tree où un abatteur-groupeur opère en conjonction avec un débusquage à pince, en éclaircie :

- ◆ systématique en ligne :
10,4 - 19,6 ECU/t ou 5 à 10.10⁻⁴ ECU/MJ
- ◆ idem + sélectif :
17,1 - 26,2 ECU/t ou 9 à 13.10⁻⁴ ECU/MJ
- ◆ sélectif :
10,4 - 29,9 ECU/t ou 5 à 16.10⁻⁴ ECU/MJ

Cas 2.

Eclaircie semi-mécanisée en troncs avec abattage à la scie à moteur et approvisionnement avec grue à tête de façonnage :

31,7 - 36,9 ECU/t ou 17-19.10⁻⁴ ECU/MJ

Cette même méthode avec un abatteur-groupeur accompagnant le même approvisionnement modifie le coût en :

30,8 à 35,8 ECU/t ou 16 à 18.10⁻⁴ ECU/MJ

Cas 3.

Récolte intégrée de la biomasse par un procédé semi-mécanisé utilisant un fragmenteur-transporteur mobile alimenté manuellement en éclaircie :

- ◆ systématique en ligne :
23-42 ECU/t ou 12-22.10⁻⁴ ECU/MJ
- ◆ idem + sélectif :
27-56 ECU/t ou 14-29.10⁻⁴ ECU/MJ

Cette même méthode utilisant un fragmenteur-transporteur avec alimentation par grue et pince revient à :

- ◆ en éclaircie en ligne
17,5 - 34,2 ECU/t ou 9 - 18.10⁻⁴ ECU/MJ
- ◆ en combinaison avec sélectif
14,2 - 34,2 ECU/t ou 7 - 18.10⁻⁴ ECU/MJ
- ◆ en sélectif
19,2 - 24,2 ECU/t ou 10 - 13.10⁻⁴ ECU/MJ

Cas 4.

Comminution semi-mécanisée d'arbres entiers après abattage manuel et débusquage jusqu'à piste où prend place un fragmenteur-transporteur muni d'une grue avec prince pour l'alimentation, la récolte se fait en éclaircie sélective avec ouverture de layons d'accès.

Alors les coûts sont :
50 - 100 ECU/t ou 26-52.10⁻⁴ Ecu/MJ

Cas 5.

Une mécanisation complète avec utilisation d'un abatteur-fragmenteur-transporteur, avec une plage des coûts pour l'exploitation des bois en long demandera de 64 à 128 ECU/t ou 34 à 67.10⁻⁴ ECU/MJ.

Cette revue des coûts observés dans la pratique pour un approvisionnement en plaquettes destinées à la production d'énergie se situe entre 0,0005 et 0,0067 ECU/MJ alors que la paille rendue à la ferme revient à 0,004 ECU/MJ et le bois de

feu classique à 0,005 ECU/MJ.

Ainsi il apparaît que les procédés mécanisés sont compatibles avec les prix courants et qu'il y a lieu d'en examiner les possibilités d'application dans la société actuelle. Une stratégie économique diversifiant les ressources énergétiques est parfaitement plausible surtout dans un contexte de développement rural.

Aspects énergétiques des moyens de récolte de biomasses

Les données fondamentales concernant la valeur énergétique des équipements utilisés en récolte de biomasse ne sont pas disponibles. Plusieurs hypothèses à propos de la fabrication comme du fonctionnement des machines sont nécessaires pour parvenir à cette évaluation énergétique. Quelques déterminations sont établies systématiquement à partir des informations disponibles en matière d'énergie industrielle. Les intrants énergétiques dans la récolte manuelle du bois de feu sont évalués comme suit :

◆ abattage, ébranchage, tronçonnage	4,52 MJ/stère
◆ fendage	4,20 MJ/stère
◆ empilage manuel en forêt	1,05 MJ/stère
total	9,77 MJ/stère

Les portages et manutentions qui sont associés sont comptés pour 4,2 MJ/stère au minimum. Le transport routier sur une distance moyenne de 5 à 10 km de la forêt à l'habitat nécessite 17,8 MJ/stère.

En conséquence, le total porte sur 31,77 MJ/stère ou 0,064 MJ/kg de bois. Lorsque l'abattage s'accompagne d'un débusquage et d'un fendage mécaniques, le total énergétique passe à 0,141 MJ/kg. Il est constaté que l'énergie de récolte - livraison du bois de feu à l'habitat représente peu de chose par rapport à la valeur énergétique du bois 19 MJ/kg. Les données de JENKINS ET KNUTSON (1984) concernent la récolte des pailles et chaumes. Certains inputs énergétiques sous forme d'énergies fossiles sont disponibles pour la collecte et la préparation d'une tonne de pailles de riz.

Elles s'établissent comme suit : **fanage** : 125,5 MJ/t; **balottage** : 149,9 MJ/t; **mise en meules ou empilage** : 117,2 MJ/t; **chargement** : 59,6 MJ/t; **transport** : 286,3 MJ/t; **stockage** : 59,6 MJ/t; **hachage** : 450,7 MJ/t; **soit un total général de 1243,8 MJ/t.**

Ainsi, 1,2 MJ/kg sont nécessaires pour disposer d'un potentiel de 16 MJ/kg. Si l'utilisation se fait comme combustible pour centrale thermique, cela peut économiser quelques 74 % d'énergie sous forme de diesel. Les 26 autres pourcents d'énergie relèvent de la fabrication des machines, des entretiens, des réparations, de la lubrification et de la contribution du travail manuel.

La récolte semi ou totalement industrialisée de biomasse forestière est évaluée par POTTIE ET GUIMIER (FERIC). Ces évaluations sont à adapter pour établir un bilan complet car les valeurs énergétiques des équipements et de la main d'oeuvre



LA BIOMASSE

impliqués dans les procédés ne sont pas inclus. Dès lors, les valeurs données ci-après tentent d'approcher les énergies nécessaires aux diverses méthodes de collecte de biomasse forestière.

L'éclaircie semi-mécanisée délivrant des troncs à partir d'un abattage manuel avec tronçonnage suivi d'un débusquage-débardage par approvisionnement avec grue requiert : 0,068 MJ/kg. Ce procédé entièrement mécanisé appelle : 0,085 MJ/kg.

Le fendage - réduction en billettes et/ou la comminution interviennent après le transport et sont effectués sur le carreau d'usine.

L'éclaircie systématique entièrement mécanisée avec un abatteur-groupeur et un débusqueur à pince de capacité suffisante pour haler des arbres entiers requiert : 0,044 MJ/kg. L'éclaircie mixte, systématique en ligne et sélective demande : 0,067 MJ/kg.

Une éclaircie sélective uniquement et pour autant que les accès dans le peuplement existent, demande de l'ordre de : 0,051 MJ/kg.

L'exploitation intégrée de la forêt par un procédé semi-mécanisé de hachage d'arbres entiers permet une livraison continue de biomasse. Dans ce cas les produits fournis sont des plaquettes ou des billettes (blochets, chunks). Les demandes en énergie sont alors :

a. pour une alimentation manuelle du hacheur

- ◆ en éclaircie systématique : 0,044 MJ/kg
- ◆ en éclaircie mixte : 0,055 MJ/kg

b. pour une alimentation mécanique

- ◆ en éclaircie systématique : 0,057 MJ/kg
- ◆ en éclaircie mixte : 0,049 MJ/kg
- ◆ en éclaircie sélective : 0,052 MJ/kg

La fragmentation des arbres entiers en semi-mécanique exécuté à bord de route après abattage manuel et débusquage au treuil demande entre 0,035 et 0,045 MJ/kg en raison de la rationalisation du hachage associé à la préparation du transport en benne, conteneur ou tapissière.

La récolte totalement mécanisée utilisant un abatteur-fragmenteur-approvisionnement fait noter une demande en énergie de 0,023 à 0,046 MJ/kg. Il s'en suit un stockage temporaire à route permettant au produit de se ressuyer avant transport vers les utilisations.

Conclusions

Les vicissitudes économiques et politiques concernant les énergies classiques apparues depuis les années 70 ont entraîné un regain ou un développement d'intérêt pour les biomasses. Nombre de travaux tentent de les intégrer en les transformant en combustibles classiques proches de ceux-ci pour les insérer dans les technologies industrielles existantes.

En matière de biomasses végétales il est possible de s'inspirer des traditions ancestrales pour proposer une filière moderne, actualisable sur le plan technique et environnemental avec des retombées sociales souvent intéressantes pour les aspects sociaux en zones rurales.

Les régions où l'économie générale est largement dépendante de la production forestière, ainsi que de la transformation du bois ont poursuivi un développement des moyens et techniques de récolte de ces produits depuis les années cinquante-soixante. L'industrie est liée à la production forestière et des filières se sont installées grâce aux structures générales mises en place. En d'autres régions d'Europe principalement les traditions ainsi que les aspects sociaux n'ont pas permis de suivre la même évolution. Une stratégie appropriée tant à la production forestière qu'à son exploitation et à sa valorisation peut s'établir sur des bases d'information, de données et de transfert.

Il apparaît aussi que des modes d'utilisation spécialement de certaines formes sous lesquelles les produits peuvent se présenter n'ont pas encore été explorés. L'innovation est possible dans le domaine des "poussières" ou "fines particules" souvent présentes lors de la transformation du bois ou des produits agricoles.

Les balances énergétiques démontrent que de simples valorisations du bois sont réalistes. De l'emploi peut y être lié, le travail peut y être facilité, et une contribution à l'économie peut s'y développer surtout en régions rurales.

Bien sûr, la balance micro-économique de la récolte de la biomasse doit être compétitive avec les coûts des autres combustibles industriels ou domestiques à valeur énergétique et convenance ergonomique ou environnementale équivalentes. Si les usages domestiques réagissent immédiatement à une comparaison des coûts entre combustibles et à la facilité de mise en oeuvre, la stratégie concernant l'utilisation de la biomasse doit se justifier en incorporant d'autres valeurs comme, l'emploi, l'environnement, la balance économique,....

Il y a des intégrations de filière forêts-énergie qui s'accordent des nécessités sylviculturales et répondent aux requis environnementaux de couverture végétale d'une part et d'atmosphère d'autre part. Une politique éclairée et concertée peut guider un développement intéressant en zones rurales forestières et agricoles.

P.F.J. ABEELS, professeur

**Unité de Génie Rural, Faculté des Sciences Agronomiques
U.C.L., Louvain la Neuve, Belgique**

Références :

- Amy L., 1968 : Les explosions de poussières. SICLI, Paris, 43 p.
- Carillon R., 1979 : L'analyse énergétique de l'acte agricole. Etude du CNEEMA, France, n° 458, 58 p.
- Jones K.C., 1981 : A review of communication energy requirements. FERIC ENFOR Report n° P-28, 44 p.
- Jones K.C., 1979 : Energy requirements to reduce forest biomass to useable fuel. Interim Report n° 1, FERIC, Ottawa, 80 p.
- Hall C.W., 1981 : Biomass as an alternative fuel. Ed. Government Institutes Inc., Rockville, MD.
- Folkema M.P., 1984 : Manuel sur la production à grande échelle et la commercialisation du bois de chauffage. Manuel FERIC, n° 6, Ottawa, 55 p.
- X, 1984 : Energy conservation with tractors and agricultural machines. FAO, European Coop. Network on Rural Energy, Bulletin n° 4, 76 p.
- Pottle M.A., Guimier D.Y., 1985 : Preparation of forest biomass for optimal conversion. International Energy Agency, FERIC Special Report, n° SR-32, Ottawa, 112 p.
- X, 1985 : Waldschönende Holzernnta. Kuratorium für Waldarbeit und Forsttechnik, 9-KWF Tagung, Ruhpolding, Gross Umstadt, 390 p.
- Abeels P., 1985 : Personal technical notes. Unpublished 1979-1985.
- Pottle M.A. and Guimier D.Y., 1986 : Harvesting and transport of logging residuals and residues. International Energy Agency, FERIC Special Report n° SR-33, Ottawa, 100 p.
- Golob T.B., 1986 : Analysis of short rotation forest operations. National Research Council Canada, Division of Energy, Bioenergy Program, NRCC, n° 28014, Ottawa.
- Curtin D.T. and Barnett P.E., 1986 : Development of forest harvesting technology : application in short rotation intensive culture woody biomass. Technical Note 858 Tennessee Valley Authority, USA, 90 p.
- Jenkins B.M. and Summer H.R., 1986 : Harvesting and handling agriculture residues for energy. Transactions of the ASAE, vol. 29(3), May-June 1986, pp. 824-836.

