

# TOUT SAVOIR SUR LE BOIS DECHIQUETE



Groupe bois énergie,  
Chambre d'Agriculture du Loiret  
novembre 2008

Ce dossier est extrait d'un document qui recueille l'ensemble des informations collectées à travers des témoignages, des articles de presse et des démonstrations.

# La production de plaquettes forestières

## Sa granulométrie

Elle a une influence sur le fonctionnement du système d'alimentation de la chaudière (racleur dans le stockage et vis de transfert au brûleur) et sur sa performance. La taille standard est de 15 à 30 mm en longueur, 10 à 15 mm en largeur et 5 mm en épaisseur.



## Les essences

Tout bois brûle. Pin, tremble et bouleau ont à poids égal le même pouvoir calorifique que le chêne ou le charme. Le taux d'humidité est bien plus déterminant dans la définition d'une plaquette de qualité.

## Son humidité (ou sa siccité)

Le pouvoir calorifique du bois (PCI) est inversement proportionnel à son taux d'humidité (exemple pour le pin : 2 340 kW/kg à 50 % d'humidité, 3 860 kW/kg à 25 %).

Plus la plaquette est sèche, plus le rendement en combustion est bon, et plus elle est utilisable en chaufferie de petite puissance. L'excès d'humidité nuit au fonctionnement des chaudières et génère l'encrassement de celles-ci. Objectif à atteindre : 18 à 25 % (30 % maximum). Les produits à plus de 40 % d'humidité sont destinés aux chaufferies industrielles.

## Les éléments gênants

Les fines sont les poussières issues du déchetage des petites branches, des feuilles et des aiguilles. Elles provoquent l'encrassement des chaudières, la production de mâchefer et de cendre. Les queues de déchetage posent deux problèmes : elles gênent le fonctionnement des racleurs dans les silos de stockage et bloquent les vis d'alimentation.



### Les repères principaux sur la plaquette forestière

- Densité : 250 à 300 kg/map (mètre cube apparent plaquette) à 25 % d'humidité ; 350 kg/map à 45 %.
- Pouvoir calorifique : 800 à 1 000 kW/map soit 3,5 kW/kg à 25 %.
- Quantité nécessaire pour chauffer un pavillon de 150 m<sup>2</sup> pendant 1 an : 40 map.

## Le choix de la déchiqueteuse

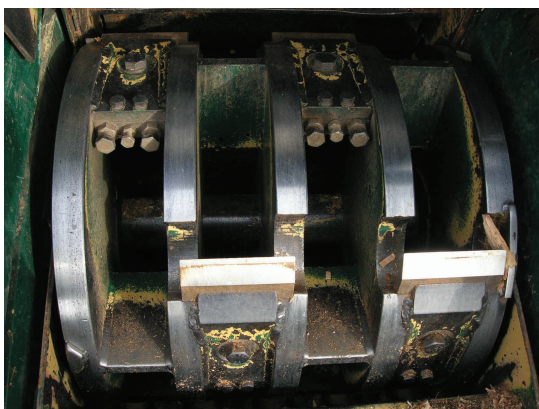
On distingue deux grandes familles de machines : à disque ou à tambour. Elles se différencient principalement par leur capacité à déchiqueter des bois plus ou moins gros ou plus précisément, par la taille de la brassée que la machine est capable d'absorber. Entendez qu'une déchiqueteuse capable de broyer un rondin de 35 cm de diamètre ne le ferait pas à longueur de journée.

### Les machines à disque

Cette technologie est plutôt réservée au déchiquetage de bois de petit diamètre (10 à 25 cm). La puissance nécessaire pour leur mise en oeuvre est de l'ordre de 80 à 120 ch.

Son avantage : un investissement limité pour démarrer une activité (12 à 25 000 € selon la capacité et le niveau d'équipement).

Son inconvénient : une technologie limitée avec les bois tordus et un prix de revient de plaquette élevé du fait du débit limité de la machine et du besoin en main d'oeuvre.



### Les machines à tambour

Elles sont conçues pour déchiqueter des bois de gros diamètre (25 cm à 1 m). La puissance d'entraînement requise s'échelonne de 130 ch à plus de 900 ch. Son avantage : polyvalence vis à vis du type de bois et capacité élevée.

Son inconvénient : un niveau d'investissement conséquent nécessitant une maîtrise préalable du marché (à partir de 40 000 € HT hors grue pour une machine capable de broyer du bois de 35 cm de diamètre).

### Le type d'alimentation

#### • Manuel

Réservé aux petites machines, ce mode d'alimentation est éprouvant physiquement et nécessite de la vigilance. Les opérateurs sont exposés au bruit et à la poussière. Taille, forme et hauteur de trémie doivent être conçues pour faciliter l'introduction du bois. Son intérêt : il contribue au prix contenu de la déchiqueteuse.



#### • Par grappin

Il se conçoit plutôt sur les machines à gros débit pour lesquelles il assure une alimentation régulière synonyme de débit important et de régularité de calibrage. Prix de l'option sur une machine en diamètre 35 : 25 à 35 000 €.

Un chantier avec une machine à alimentation manuelle nécessite 3 ou 4 personnes, quand 2 suffisent pour une machine à grappin.



## Approche économique

### Prix de revient de la déchiqueteuse (hypothèse de conversion : 1 map = 250 kg).

	<b>Machine manuelle dia 25</b>			
Investissement	22 000			
Débit horaire moyen mc/h	7 (branchage)		15 (perche)	
Utilisation annuelle en heures de rotor/an	200	400	200	400
Volume annuel produit (map)	1400	2800	3000	6000
Volume annuel en tonnes sèches	378	756	810	1620
Durée d'amortissement	7	5	7	5
Taux dépréciation	15	15	20	20
Valeur résiduelle	7053	9762	4614	7209
Amortissement annuel	2135	2448	2484	2958
Frais financiers annuels (4.5%)	654	715	599	657
Charges fixes/h rotor	13.95	7.90	15.41	9
Entretien/réparation €/h	5	5	5	5
Coût /h rotor	19	13	20	14
Tracteur 100 ch (carb compris)**	28	28	28	28
Main d'œuvre déchiqueteuse *	1+2 MO	1+2 MO	1+2 MO	1+2 MO
Principale	30	30	30	30
complémentaire	45	45	45	45
Total €/h rotor	122	116	123	117
<b>Coût en €/map</b>	<b>17.4</b>	<b>16.6</b>	<b>8.2</b>	<b>7.8</b>
<b>Coût en €/t sec</b>	<b>70</b>	<b>66</b>	<b>33</b>	<b>31</b>

Afin de tenir compte des temps de déplacements, on compte 2 heures de tracteur et de main d'œuvre principale pour 1 heure rotor et 1.5 heure pour la main d'œuvre complémentaire.

	<b>Machine à grappin dia 37</b>			
Investissement	99 000			
Débit horaire moyen mc/h	15 (branchage)		30 (rondin)	
Utilisation annuelle en heures de rotor/an	200	400	200	400
Volume annuelle (map)	3000	6000	6000	12000
Volume annuelle en tonnes sec	810	1620	1620	3240
Durée d'amortissement	7	5	7	5
Taux dépréciation	15	15	20	20
Valeur résiduelle	31737	43927	20762	32440
Amortissement annuel	9609	11015	11177	13312
Frais financiers annuels (4.5%)	2942	3216	2695	2957
Charges fixes/h rotor	63	35.5	69	41
Entretien/réparation	8	8	8	8
Coût /h rotor	71	43.5	77	49
Tracteur 150 ch (carb compris) **	44	44	44	44
Main d'œuvre déchiqueteuse*	1 MO	1 MO	1 MO	1 MO
	30	30	30	30
Total €/h rotor	145	118	151	123
<b>Coût en €/map</b>	<b>10</b>	<b>8</b>	<b>5</b>	<b>4</b>
<b>Coût en €/t sec</b>	<b>40</b>	<b>32</b>	<b>20</b>	<b>16</b>

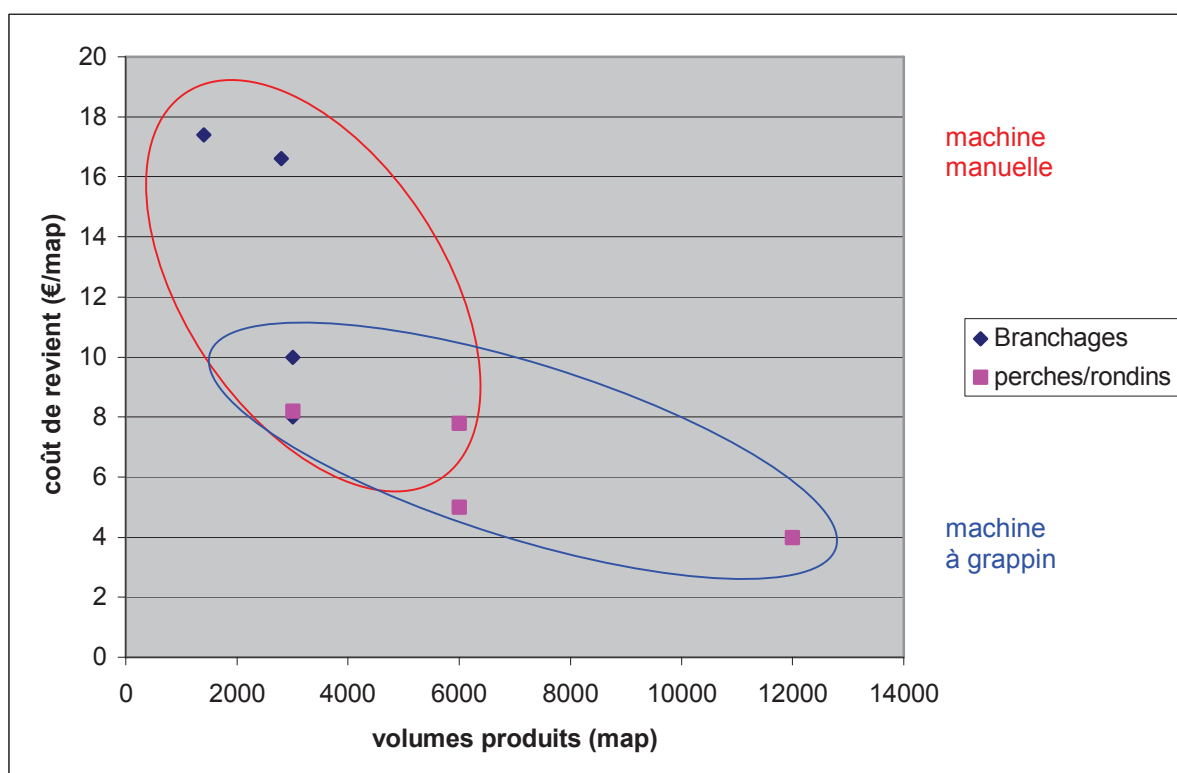
Afin de tenir compte des temps de déplacements, on compte 2 heure de tracteur et de main d'œuvre pour 1 heure rotor.

\*\* Référence prix de revient tracteur carburant compris (0.7 €/l) : 100 ch : 14 €/h, 150 ch : 22 €/h (source barème d'entraide BCMA 2008)

## Autres références

- Prix de revient déchiqueteuse source FRCUMA Centre :
  - ~ sans grappin : 30€/h
  - ~ Avec grappin : 70 €/h
- Source Ariège : Plaquette déchiquetée: 6.5 €/map
- Vendée : 5 à 7 €/map de plaquette
- Deux Sèvres : 20 €/map (disque), 7 à 8.5 €/map (grappin).
- Source CUMA Or Noir (Haute Vienne) :
  - ~ Facturation déchiqueteuse: 3.5 €/map
  - ~ Tracteur + grue + chauffeur : 70 €/h carburant compris
  - ~ Coût moyen du déchiquetage : 7.31€/map
  - ~ Consommation du tracteur (150 ch) : 1.53 l/map
- Source Cuma Innov 61 :
  - ~ 170 €/h rotor pour 30 mc/h pour la machine, le tracteur , le chauffeur, le carburant.
  - ~ 300 heures de machine facturées = 600 heures de travail avec le tracteur (déplacement) = 800 heures de MO (entretien)
- Source Cuma déchiquetage 41 :
  - ~ 220 €/h rotor pour 30 mc/h pour la machine (dia 40), le tracteur (230 ch), le chauffeur, le carburant.
- Loiret :  
Prestation de déchiquetage par un entrepreneur : 10 €/map

## Coût de revient du déchiquetage en fonction des volumes produits annuellement, de la nature du bois utilisé et de la nature de la déchiqueteuse



### **Prix de revient du transport**

Le transport est sous entendu "arrivée au premier lieu de stockage" à 10 km.

	Coût
Benne 25 mc (équivalent 14 tonnes + réhausse d'ensilage)	6.00 €/h
Tracteur 100 ch carburant compris	14 €/h
1 chauffeur	15 €/h
Coût horaire	35 €/h
Coût/map stocké à 10 km	1.40 €/map
Coût/tonne sèche	5.6 €/t

*Hypothèse* : vitesse de déplacement moyenne 15 km/h soit 1.33 de transport pour 25 m<sup>3</sup>.

### **Prix de revient du stockage**

- Investissement hangar 2000 m<sup>2</sup>, capacité de stockage 9000 mc : 280000 € HT
- Amortissement 20 ans, frais financiers 4%.
- Coût en frais fixes : 20603 €/an.
- Frais variables (entretien du bâtiment) : négligés.
- Prix de revient du hangar :  
0,00627 €/mc/jour.
- Coût du stockage pour une durée moyenne de séchage de 4 mois  
(120 jours et 3 rotations annuelles) : 0.753 €/map soit 2.8 €/tonne sèche
- Non pris en compte : frais d'entretien du hangar, formation du tas avec un chargeur  
télescopique.

### **Prix de revient de la livraison de la plaquette chez le client (à 25 km aller)**

- 3,3 heures de voyage
- Chargement + déchargement : 1 heure
- Total 4.3 heures pour une benne 25 map.
- Tracteur + benne + MO = 35 €/h x 4,3 = 150 € soit 6 €/map soit  
24 €/tonne
- Frais non pris en compte : équipement pour faciliter déchargement des plaquettes dans les  
endroits peu accessibles.

### **Achat du bois**

10 € HT/stère en moyenne (8 à 12) soit 20 € Ht/tonne sèche.

### **Abattage et façonnage**

7 à 9 € HT/stère soit 16 € Ht/tonne sèche avec une TVA : 5.5%

### **Débardage**

3.80 à 4.50 € HT/stère en 2 m soit 8 € HT/tonne sèche avec une TVA : 5.5%

## Tableau récapitulatif

	€/tonne sèche		
Achat du bois	20		
Abattage	16		
Débardage	8		
Déchiquetage	- favorable	moyenne	+ favorable
	70	32	16
1 <sup>er</sup> transport	6		
Stockage/séchage	2.8		
Livraison	24		
<b>Total € HT/t sèche</b>	<b>147</b>	<b>109</b>	<b>93</b>
<b>Total € HT/map</b>	<b>37</b>	<b>27</b>	<b>23</b>

Eléments non pris en compte :

- ~ Subventions sur l'achat de la déchiqueteuse et les bâtiments de stockage,
- ~ La marge bénéficiaire de l'activité,
- ~ Certains temps annexes (entretien du matériel, démarches administratives et commerciales),
- ~ ...

## Autres références

- Coût de production : 70 à 100 € Ht/tonne à 25%
- Dordogne :
  - Coupe : 5.7 € HT/stère
  - Débardage : 3.80 € HT/stère
  - Déchiquetage + livraison (MO et GO compris) dans un rayon de 10 km pour de la plaquette sèche : 2 MO à 10.7 €/h + déchiqueteuse à 7.60€ HT/tonne + tracteur 110 ch à 16.8€HT/h.
  - Coût de production de l'abattage à la livraison : 55 €/tonne TTC
  - Le bois n'est pas acheté. Il appartient aux agriculteurs.
- Source Ariège
  - prix de revient plaquette livrée sèche : 90 €/tonne (de l'abattage à livraison)
- Vendée : 90 €/tonne livrée hors bois
- Arbocentre : 75 €/tonne

## Les débouchés

### Prix de marché pour l'énergie

- Pour convertir des tonnes en MW, diviser par 4 (plaquette à 20%) ou 3.5 (plaquette à 25%).
- Source Arbocentre :
  - 45 à 60 € HT/tonne pour de la plaquette industrielle sèche (13 €/MW)
  - 80 à 100 € HT/tonne pour de la plaquette forestière.
- A partir de 100 €/t soit 24 €/MW
- 17 €/MW pour de la plaquette à 35%
- Livraison aux particuliers (source Loiret) : 30 €/map soit 110 €/tonne.

### Combustible à barbecue

- Mise en sac par le producteur (sac respirant).
- Vente en grandes surfaces ou jardinerie
- 6.50 € le sac de 3 kg

### Paillage de bovin

- Seule ou en mélange avec de la paille,
- Utilisation en sous couche pour stabiliser (les animaux glissent moins) et assainir la litière (fort pouvoir drainant).
- Pas blessant pour les animaux,
- Permet d'économiser la consommation de paille. Gain en autonomie pour l'exploitation vis à vis de la ressource en paille.
- Pas de références sur impact sanitaire.

### Stabilisation des sols :

Des entrées de champ, autour des abreuvoirs, chemins empruntés par les vaches, ...

### Paillage d'espace vert (en lieu et place de l'écorce de pin traditionnelle) :

- Moins cher que l'écorce de pin (150 €/tonne contre 90€/t pour la plaquette)
- Facile à installer du fait de la petite taille
- Durée de vie : 1 à 3 ans
- Prévoir 1m<sup>2</sup> autour du plant, épaisseur au pied du plant 10 à 15 cm, 8 à 15 cm en bord de paillage => 0.1 mc par mètre linéaire.
- Attention, si elle est vendue humide, l'effet de fermentation peut avoir une incidence sur la croissance du plan faisant l'objet du paillage. Attention également aux essences riches en tanins comme le chêne, le châtaignier et le robinet faux acacia.
- Certains paysagistes teignent les plaquettes ("fleurs de bois") pour obtenir un effet décoratif.
- Petit problème avec le liseron (plantes rampantes).

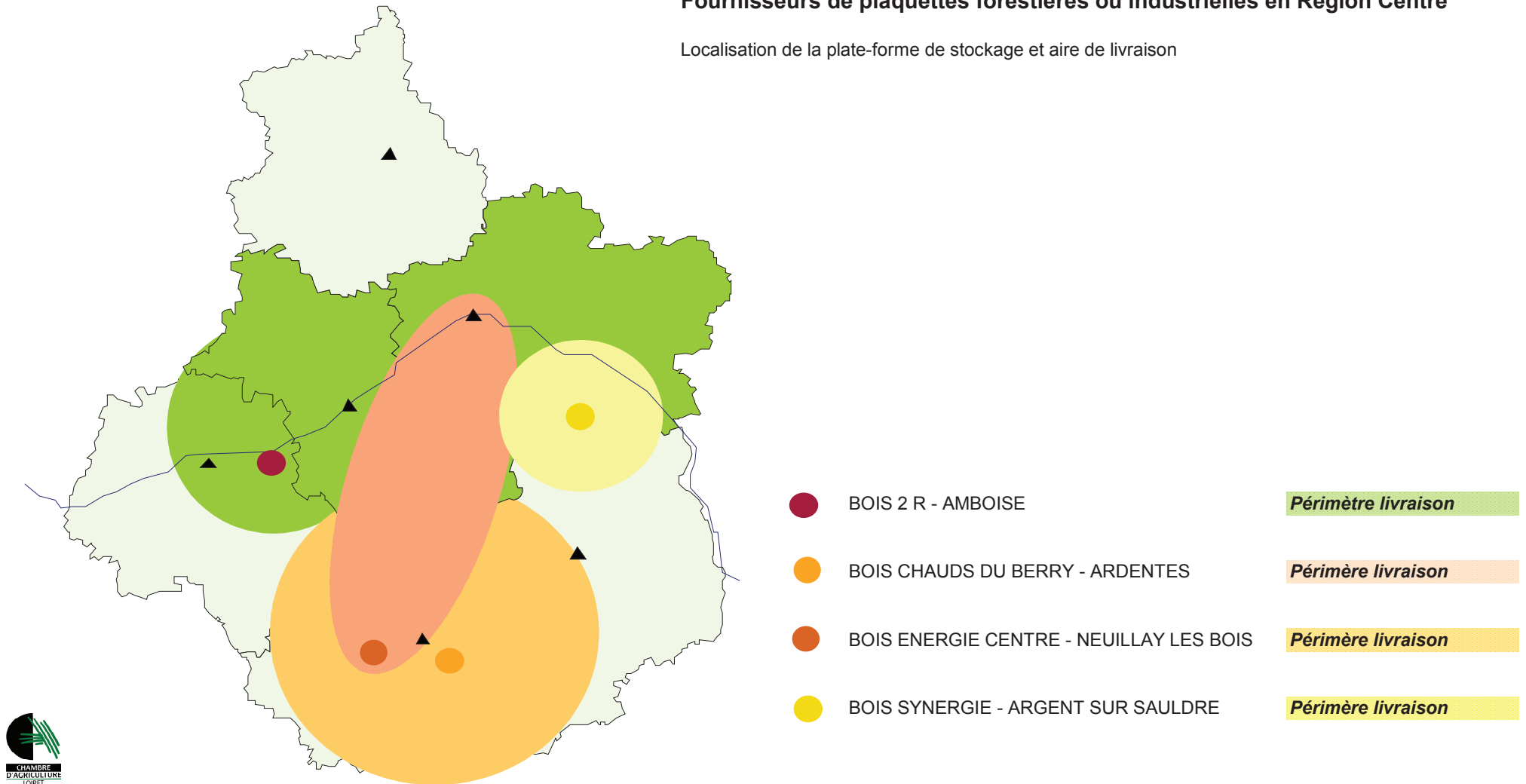


## Les fournisseurs de plaquettes, livrant dans le Loiret

Entreprise	Contact	Capacité totale de production	Conditions de livraison	Produits	Tarif standard	Observations
Bois-synergie Argent sur Sauldre (18)	JC Letierce 06 72 03 48 02 jean-christophe.letierce@boisynergie.com www.boisynergie.com	300.000t/an	50 km depuis plate-forme de stockage (9 plate-formes) mini : 5-6t/an mini : 15m3/livraison livraison de 35, 50 ou 90m3 bennage ou soufflerie	toute plaquette (criblage) humidité : 15, 25 ou 40%  granulés  bois bûche	17,5 à 30 €/MWh entrée 60 à 105 €/tonne	<ul style="list-style-type: none"> <li>association d'entreprises représentant toute la filière bois-énergie</li> <li>tarif sous réserve de changement du coût du transport</li> <li>collecte de cendre en cours d'organisation</li> </ul>
Bois chauds du Berry Ardentes (36)	02 54 36 58 40	petite	mini : 6t 30 à 90m3 100km autour de Châteauroux	plaquette bûche reconstituée bois bûche	prix départ actuel : 25-30 €/m3 100-120 €/tonne	<ul style="list-style-type: none"> <li>plate-forme bois-énergie créée en 1999</li> <li>regroupe 33 entreprises de la filière</li> </ul>
Bois Energie Centre Neuillay les Bois (36)	M Henri Darné 02 54 39 40 31	en progression	mini : 15m3 30 à 90m3 bennage ou soufflerie 130km maxi depuis nord Indre	toute plaquette (criblage, choix d'essence, taux d'H%...)	ex : 35€TTC/m3 140 €/tonne pour plaquette standard à 25% sur Châteaun./L.	<ul style="list-style-type: none"> <li>possibilité de prestation</li> <li>tracteur facturé 3€/km avec chauffeur et bennes</li> <li>contrat d'approvisionnement possible</li> </ul>
Bio Forêt Villiers Saint Benoît (89)	03 86 45 73 33 www.bioforet.com	en progression	100 à 150 km autour d'Auxerre	Petites et moyenne chaufferie, chêne, charme	120 €/tonne pour chaudière 300 kW secteur Beaugency, 200 t/an, 5 livraison/an	<ul style="list-style-type: none"> <li>achat de bois sur pied à 30 km de rayon.</li> <li>Besoin de 10000 stères/an à partir de 2007.</li> </ul>
Bois 2 R Amboise (37)	M. Alexandre 02 47 30 60 40 www.bois2R.fr	grande	¼ NO de la France (Versailles, Limoges, Rouen, Montargis) mini : 10t, 40m3 maxi : 20t, 80m3	bois recyclé plaquette forestière à l'étude plaquette criblée	ex : sud Orléans pour 200t/semaine pdt 6 mois : 40€/t	<ul style="list-style-type: none"> <li>recycler</li> <li>fournit pour chaufferies de 15kW à 15MW</li> </ul>

## Fournisseurs de plaquettes forestières ou industrielles en Région Centre

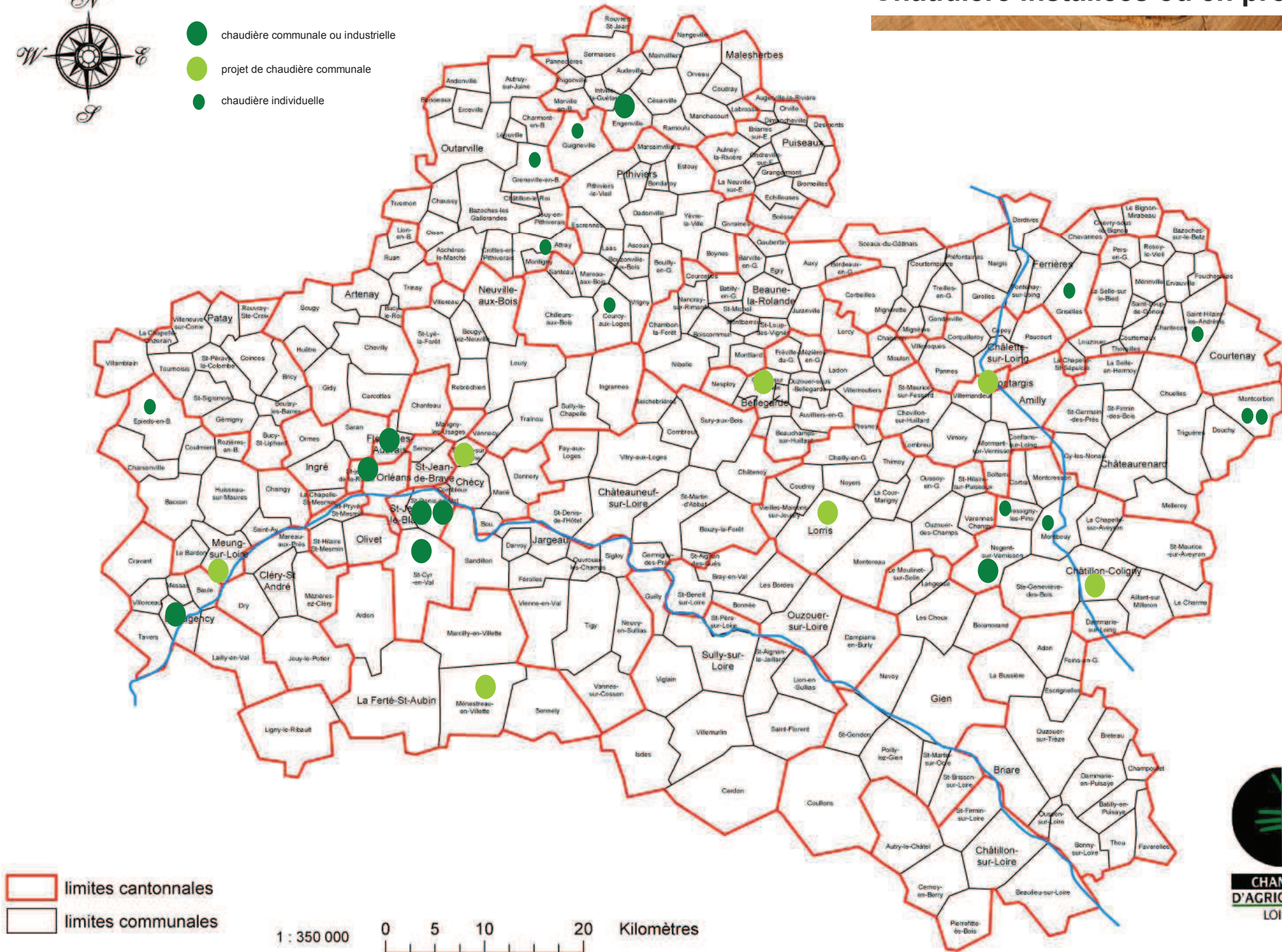
Localisation de la plate-forme de stockage et aire de livraison



# Chaudière installées ou en projet



- chaudière communale ou industrielle
- projet de chaudière communale
- chaudière individuelle



- limites cantonales
- limites communales

1 : 350 000      0    5    10    20    Kilomètres

