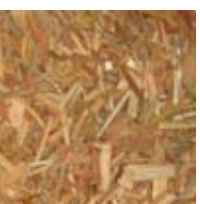


# Le bois énergie

## Une filière en plein développement

### 🌿 Développement accès sur le bois déchiqueté

- Meilleure valorisation du bois de haie (30% en plus)
- Préservation du paysage bocager
- Ressource importante et bien répartie
- Convient parfaitement aux chaudières automatiques de proximité (petite et moyenne puissance): système de chauffage confortable et économique
- Développement aval tourné vers les exploitations agricoles et les petites collectivités

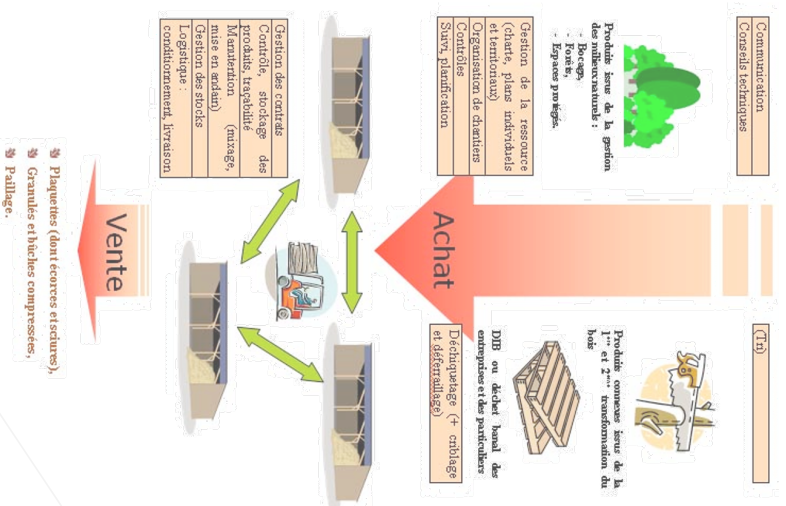
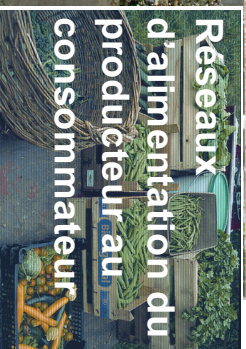


# L'énergie au delà de l'obligation, une opportunité

- Retombées potentielles d'un projet de plates-formes bois :
  - Créations et maintien d'emploi : agriculteurs, gestionnaire de plate-forme, entretien des chaufferies,
  - Dynamisme économique : constructeurs, bureaux d'études,
  - Protection de l'environnement
- **La Boucle Locale :**
  - une notion à généraliser au bénéfice du territoire



Récupération des matériaux de construction



# Le bois énergie

Une filière en plein développement

- Le bois plaquette, une énergie propre, économique, moderne : oui mais...
- ... un combustible aux propriétés très variables
- ... un produit aux multiples enjeux

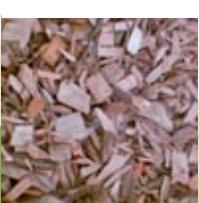
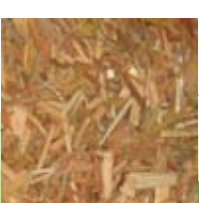
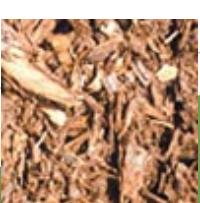


**Voici la naissance d'une nouvelle source d'énergie.**

Diabète, art de vivre, alimentation... Nous avons tout fait. Tout faitement. Mais nous ne sommes pas encore prêts à accueillir la nouvelle source d'énergie qui se présente à nous. Nous ne sommes pas encore prêts à accueillir la nouvelle source d'énergie qui se présente à nous. Nous ne sommes pas encore prêts à accueillir la nouvelle source d'énergie qui se présente à nous.

LE BOIS  
L'énergie qui se renouvelle.

Énergie-Bois  
www.energie-bois.ch

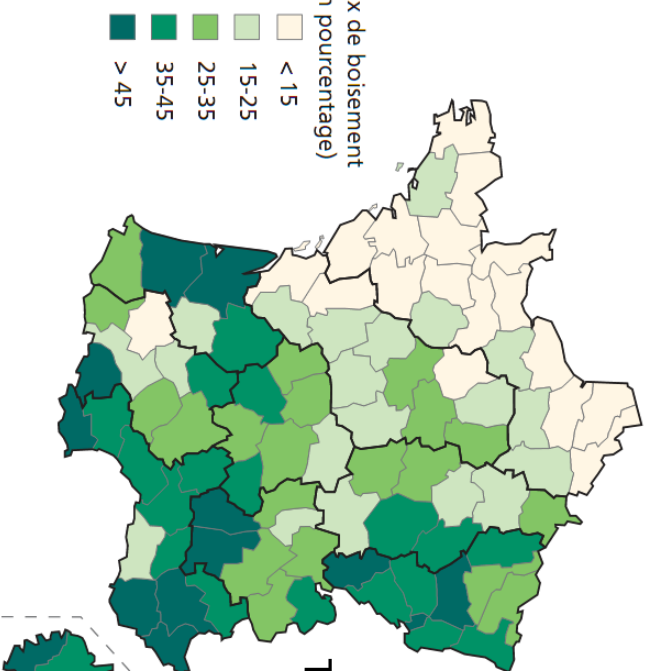




# La forêt française

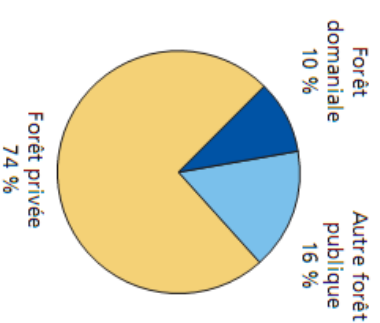
- Exploitation forestière (2017) : 64 millions de m<sup>3</sup>/an
- Accroissement de 40 000 ha/an
- Séquestration de 65 millions de tonnes de CO<sub>2</sub> par an
- **Production brute annuelle (2017) : 109 millions de m<sup>3</sup>/an**

Taux de boisement  
(en pourcentage)



Texte

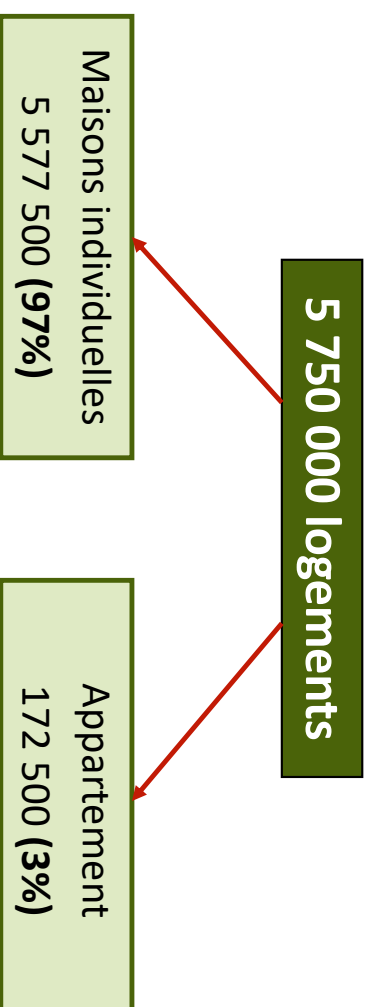
Sources : IFN, ONF





## Bois énergie dans l'habitat

- 5,75 millions de logements sur 30,8 millions en France (environ 18%) brûlent du bois pour chauffer leur résidence principale
- Les 30,8 millions de logements sont constitués de :
  - 28 millions de logements principaux
  - 1,5 millions de résidences secondaires
  - 1,5 millions de résidences vacante



# Les combustibles bois

## La bûche



- Utilisation de préférence bien sèche (séchée pendant 18 à 24 mois pour atteindre un taux d'humidité de 20% maximum)
- La qualité dépend de son origine (forêt ou bocage)
- Conditionnement en rondins ou en quartiers de 25, 33, 50 cm
- L'unité de mesure utilisée est le stère (bûches empilées de façon à constituer un cube d'1 mètre de côté)

## La brique

- Fabrication à l'aide d'une presse à partir de copeaux et de sciure naturelle
- Pouvoir calorifique très élevé (> 4,6 kWh/kg)
- Hygrométrie entre 8 et 10%
- Présentation sous la forme d'un cylindre ou d'un rectangle de 10 cm de diamètre et de 20 à 30 cm de longueur



# Les combustibles bois

## Le bois déchiqueté



- Obtenus à partir du déchetage d'arbres, de branches, de bocage ou de sous produits de l'industrie du bois
  - Granulométrie : 3 x 2 x 0,5 cm
- Hygrométrie entre 25 et 30%
- L'unité de mesure est le mètre cube apparent de bois (**MAP – Mètre cube Apparent Plaquette**)

## Le granulé

- Fabrication à base de sciure de bois naturelle compressée
- Combustible très dense
- Pouvoir calorifique très élevé (> 4,6 kWh/kg)
- Hygrométrie entre 8 et 10%
- Présentation sous la forme d'un cylindre de 6 ou 9 mm de diamètre et d'une longueur moyenne de 2cm
- Livraison en sac conditionné de 10 et 15kg





# Pouvoir calorifique

Pouvoir calorifique inférieur (PCI) de différents combustibles

COMBUSTIBLES	POUVOIR CALORIFIQUE	DENSITE	HYGROME TRIE
Fioul domestique	10 kWh pci/litre	845 kg/m <sup>3</sup>	-
Gaz naturel	10 kWh pci/m <sup>3</sup>	0,74 kg/m <sup>3</sup>	-
Propane	12,8 kWh pci/kg	2,04 kg/m <sup>3</sup>	-
Bois bûches	3,8 kWh pci/kg	400 kg/stère/m <sup>3</sup>	20%
Plaquettes	3,5 kWh pci/kg	260 kg/m <sup>3</sup>	25%
Granulés de bois	4,6 kWh pci/kg	650 kg/m <sup>3</sup>	10%

# Grenelle de l'environnement

Les objectifs du grenelle de l'environnement pour le chauffage au bois domestique :

Remplacer les appareils existants et développer le parc d'appareils de chauffage tout en réduisant les émissions polluantes, à consommation de bois constante

	2006	2020
Consommation annuelle Chauffage bois domestique	<b>7,4 Mtep</b> (5,75 millions de logements)	<b>7,4 Mtep</b> (9 millions de logements)

Source : Rapport final du comité opérationnel n°10

# Un exemple en individuel

Ferme dans la Manche

- Chauffage maison (500 m<sup>3</sup>) + eau chaude sanitaire + eau chaude salle de traite.
- Chaudière 35 kW avec racleur 3,5 m de diamètre
- Silo de 35 m<sup>3</sup> : 2 remplissages par an
- Total investissement : 23 000 € HT



Schéma de principe de l'installation

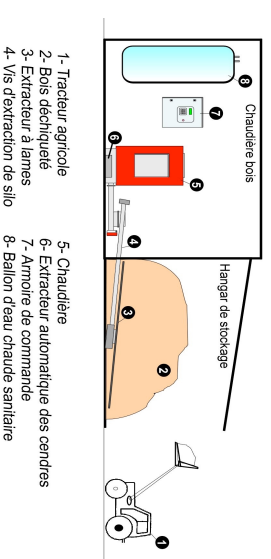


Illustration BIOMASSE NORMANDE



# Un exemple en entreprise

Le CAT du Mesnil Clinchamps – source Biomasse Normandie

- En 1986, l'ESAT s'est équipé d'une chaufferie bois à chargement manuel, dans le double objectif de valoriser les déchets issus de son activité de réparation/recyclage de palettes et d'atteindre l'autosuffisance énergétique. A l'occasion du remplacement de cet équipement, il a opté pour une chaufferie à alimentation automatique

Besoins thermiques:	1 400 MWh utiles/an
Taux de couverture bois	95 %
Équipement bois	Chaudière COMPTE de 1,1 MW
Stockage :	Stockage de plain-pied 100 m <sup>2</sup>
Alimentation:	Echelle de racleurs+ tapis + piston poussoir
Combustible	Broyat de palettes (Humidité25 %)
Consommation :	420 t/an de bois + 5 t/an de propane
Réseau de distribution	300 m
Date de mise en service	1998

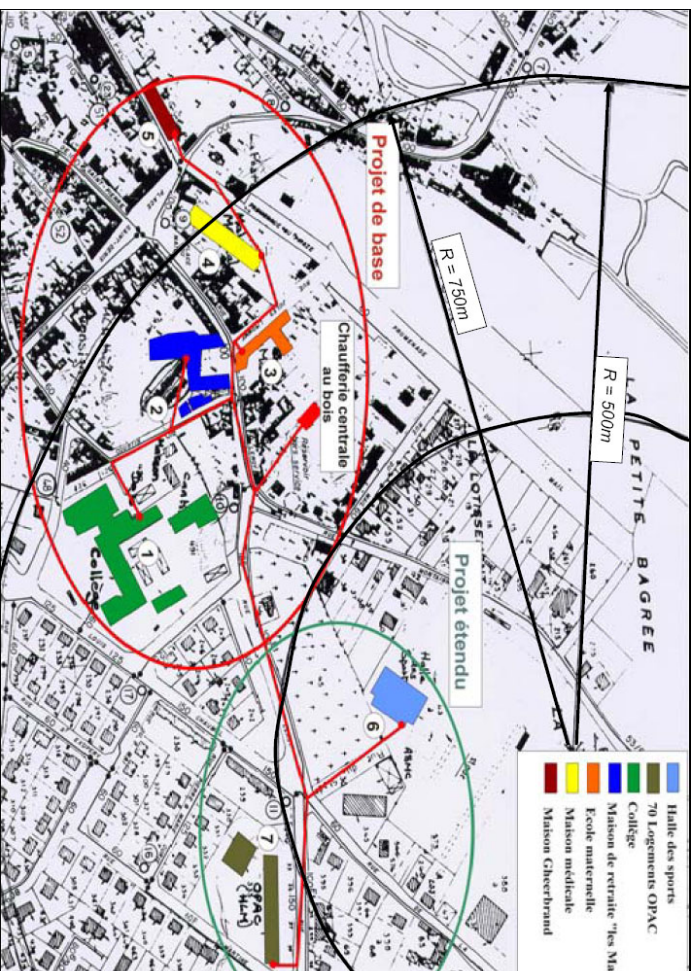
✎ **Coût total (chaufferie et réseau) 150 k€ HT**

✎ **Aides publiques :**

- Conseil régional / ADEME 75 k€
- ✎ *Coût d'exploitation 2001*
- Coût du broyage 6 € HT/t - 2,1 € HT/MWh
- Prix moyen de l'énergie 19 € TTC/MWh utile

# Un exemple de réseau de chaleur bois

Mondoubleau – Loir et Cher (1 600 habitants)



1 chaudière centrale à créer

- P. bois = 800 kW
- P. appoint = 1 600 kW

1 réseau de chaleur

- 2 x 1 100 m

Consommation combustibles

- 2 520 MWh PCI
- 600 tonnes de bois
- 475 MWh PCS gaz

# Un exemple de réseau de chaleur bois

Mondoubleau – Loir et Cher (1 600 habitants)

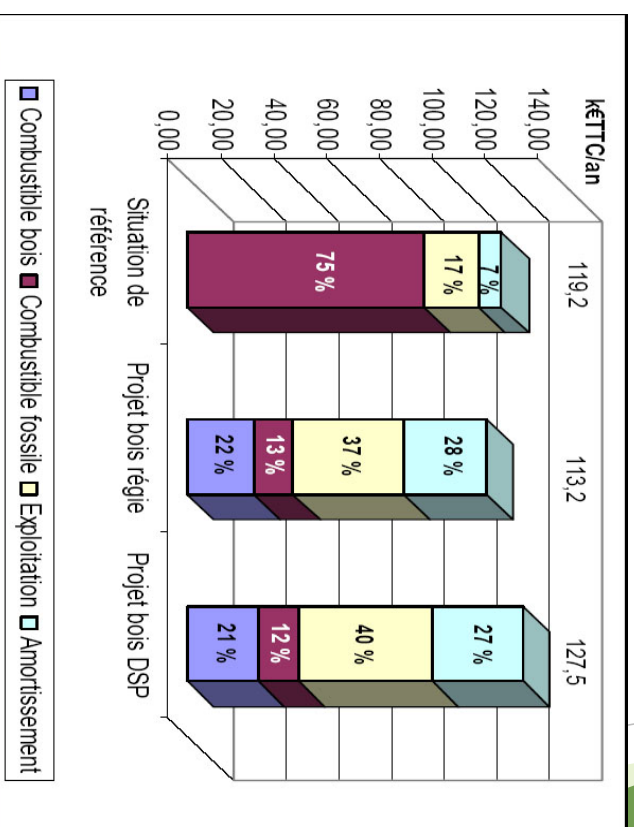
Coûts d'investissement  
955 K€ HT

Subventions 60%

## Bilan économique prévisionnel nettement amélioré depuis février 2005 :

- Augmentation des prix des énergies fossiles (25 %)
- l'économie passe de 5 % à 17,6%
- TVA réduite sur le R1 et le R2, économie passe de 17,6 % à 27,3 %

## Décomposition du coût global de l'énergie en k€ TTC / an





# Réseau de Chaleur CH St Hilaire du Harcouët (Manche)

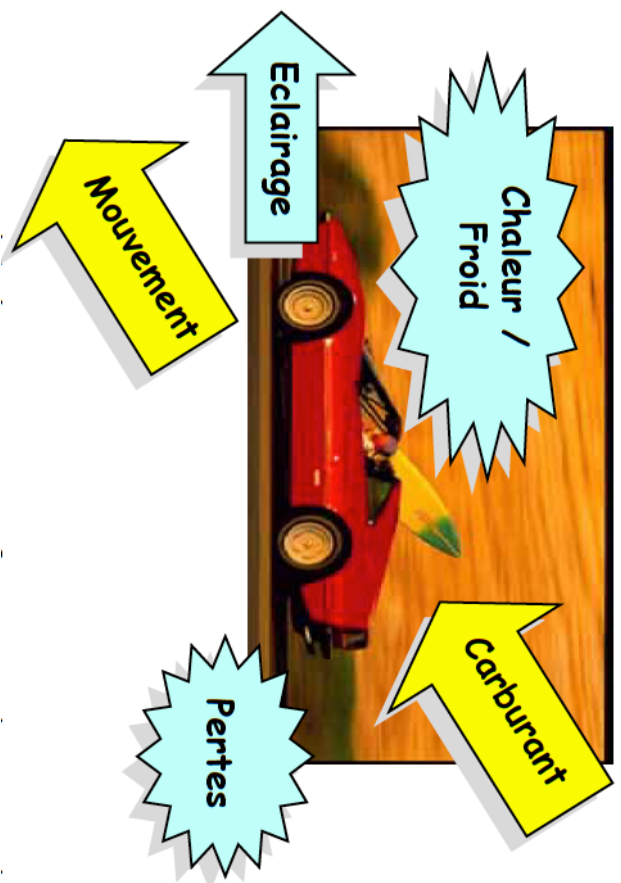


Chaudière Bois/Gaz 2 MW - Saint Hilaire du Harcouët (Manche)

# Définition de la Cogénération

La cogénération consiste en la production simultanée et l'utilisation d'énergie mécanique ou électrique et de chaleur, à partir d'une seule machine et à partir d'une seule source d'énergie primaire.

Exemple de cogénérateur : la voiture automobile



La cogénération peut se décliner sous forme de production de plus de deux énergies : exemple trigénération, quadrigénération, etc...