



Guide pour l'installation domestique de chaudière automatique à bois déchiqueté

Dossier d'aide à la décision destiné aux particuliers et agriculteurs
Version Avril 2011

« Comment fonctionne une chaudière automatique à bois déchiqueté ? »	2
« De quelle surface dois-je disposer ? »	2
« De quel volume de plaquettes de bois ai-je besoin pour une année de chauffage ? »	3
« Comment s'y retrouver entre les différentes unités de mesure du bois ? »	3
« De quelle autonomie de chauffage ai-je besoin ? »	3
« Comment choisir l' implantation de ma chaufferie ? »	4
« La chaufferie peut-elle être installée à distance de la maison ? »	5
« Quelle est la durée de vie de la chaudière ? »	5
« Y a-t-il des exemples de réalisation autour de chez moi ? »	6
« A quelles subventions puis-je prétendre pour une installation de chaudière automatique au bois déchiqueté petite puissance ? »	6
« Le chauffage au bois pour ne plus voir ses économies partir en fumée ? »	7
« Quelles différences y a t il entre les différentes formes de bois énergie ? »	9
« Quel est le prix du bois ? »	9
« Comment mesurer la qualité du combustible bois déchiqueté ? »	10
« Comment connaître le linéaire de bocage nécessaire pour couvrir ses besoins ? »	10

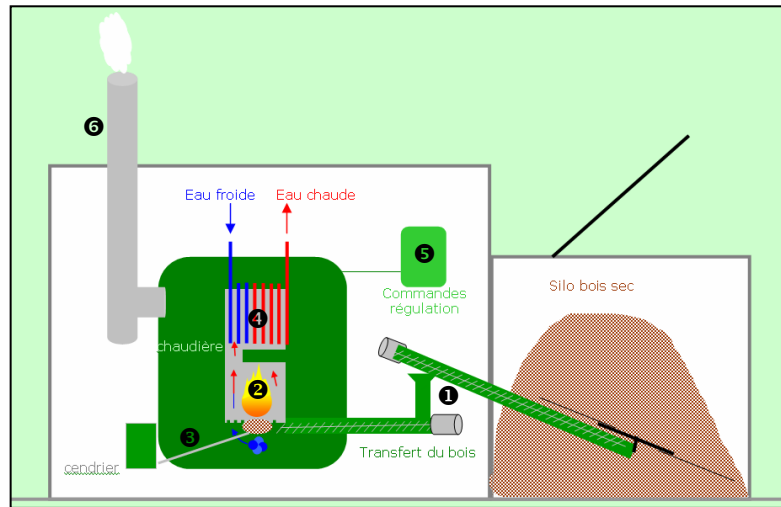
Présentation du volet agricole du Plan bois énergie Bretagne

Dans le cadre du Plan bois énergie Bretagne 2007-2013, le Conseil Régional de Bretagne, les Conseils généraux et l'ADEME souhaitent développer les installations de chaudières bois à alimentation automatique petite puissance utilisant des plaquettes de bois d'origine bocagère. Ce programme animé par l'association Aile vise à encourager la valorisation du bois issu de l'entretien des haies par le déchiquetage : il s'inscrit dans le prolongement logique des mesures incitatives concernant la plantation et l'entretien des haies et des talus qui ont été prises en direction des agriculteurs en Bretagne. Il permet également de sensibiliser le monde agricole à l'utilisation des énergies renouvelables. Les partenaires financiers souhaitent donc encourager les projets d'installation de chaudières automatiques au bois déchiqueté permettant d'entretenir de manière durable le bocage et incitant les agriculteurs à préserver, rénover et replanter des haies bocagères.



Guide pour l'installation domestique d'une chaudière automatique à bois déchiqueté

« Comment fonctionne une chaudière automatique à bois déchiqueté ? »



- ❶ Alimentation automatique à bois par vis sans fin du silo vers la chaudière :
Attention à l'humidité et la granulométrie du bois
- ❷ Combustion contrôlée par dosage des apports de bois combustible et réglage de la vitesse des ventilateurs d'air primaire et secondaire :
Nécessité d'une qualité du bois stable dans le temps
- ❸ Décendrage (automatique) du foyer :
La quantité de cendre dépend de la quantité d'imbrûlés (mauvais rendement) et de minéraux dans le bois (terre dans l'écorce)
- ❹ Echangeur thermique de la chaleur contenue dans les gaz de combustion vers l'eau contenue dans le corps de la chaudière :
Nécessité de nettoyer les échangeurs pour conserver un bon transfert de chaleur (nettoyage automatique de série ou en option)
- ❺ Régulation du système de chauffage de la maison par le pilotage d'une vanne en fonction d'une sonde de température extérieure :
La régulation permet de réaliser des économies de combustible en diminuant le régime de la chaudière sur des plages horaires programmées
- ❻ Evacuation des fumées adaptées au type de combustible brûlé
Un bon tirage et un ramonage régulier sont nécessaires pour le bon fonctionnement de la chaudière

Les fiches techniques des marques de chaudières sont en ligne sur le site internet de Aile :
<http://www.aile.asso.fr/valorisation-de-la-biomasse/bois-energie/agriculteurs/conseils-agriculteurs/agriculteurs>

« De quelle surface dois-je disposer ? »

Vous devez prévoir une zone de stockage des plaquettes humides pour qu'elles puissent sécher, puis la surface du silo d'alimentation de la chaudière. La zone de séchage doit être bétonnée, couverte et suffisamment haute pour permettre de benner des remorques agricoles.

Les deux zones ne doivent pas être trop éloignées pour que le remplissage du silo d'alimentation de la chaudière ne soit pas une opération trop longue.

La surface de chaufferie elle-même doit être au minimum de 5 m², la surface au sol du silo d'alimentation de la chaudière dépend de l'autonomie recherchée.

« De quel volume de plaquettes de bois ai-je besoin pour une année de chauffage ? »

Tout dépend des déperditions thermiques de l'habitation : elles dépendent du volume à chauffer et de l'isolation du bâtiment. Le tableau ci-dessous donne quelques repères, pour un bâtiment moyennement isolé situé en Bretagne, avec 4 habitants, pour le chauffage et l'eau chaude sanitaire.

Volume de la maison	Puissance de la chaudière	Consommation prévisionnelle en plaquettes de bois
150 m ² soit 375 m ³ :	14 kW	31 m ³ secs soit 39 m ³ humides
250 m ² soit 625 m ³	22 kW	50 m ³ secs soit 63 m ³ humides
400 m ² soit 1000 m ³	34 kW	78 m ³ secs soit 98 m ³ humides

Attention : les gammes de chaudières démarrent souvent à 25 ou 30 kW

Exemple d'une chaudière qui consomme 40 m³ de plaquettes sèches par an soit 50 m³ de plaquettes humides environ. Un espace de séchage de 25 m² au sol permettra de stocker les 50 m³ si le tas monte à 2 mètres de haut.

« Comment s'y retrouver entre les différentes unités de mesure du bois ? »

On utilise régulièrement, le stère pour le bois bûche, le mètre cube apparent pour les tas de plaquette (noté map), la tonne lorsqu'on transporte la plaquette, voir même le kWh lorsqu'on compare le pouvoir énergétique du bois aux autres énergie.

Quelle masse – Quel volume ?

1map ~ 250 kg de plaquettes à 25% d'humidité
1 map ~ 330 kg de plaquettes à 55% d'humidité
1 stère (50cm) ~ 1,5 map sec (25%)

(map : mètre cube apparent plaquette)

Quelle quantité d'énergie ?

1 t de fioul domestique = 10 MWh
1 t de propane = 12,8 MWh
1 t de plaquettes sèches ~ 3,6 MWh
(à 25% d'humidité)

Quel bilan énergétique ?

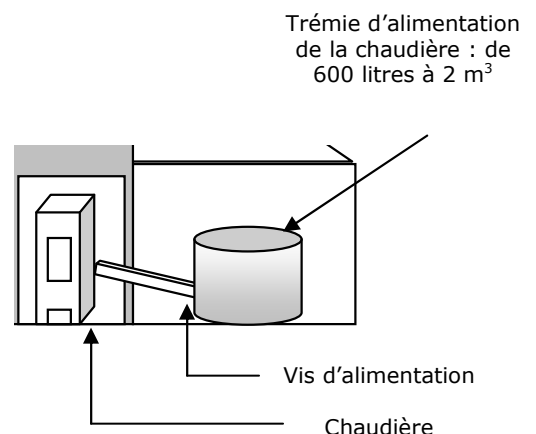
En moyenne, 1litre de carburant (10kWh) pour produire 1 map de bois (800kWh)

« De quelle autonomie de chauffage ai-je besoin ? »

La taille du silo d'alimentation de la chaudière conditionne le nombre de chargements annuels en bois.

Implantation d'une chaudière à trémie

Si un chargement du silo de votre chaudière 2 fois par semaine ne vous pose pas de problème, choisissez une chaudière avec une trémie de 600 litres à 2 m³.

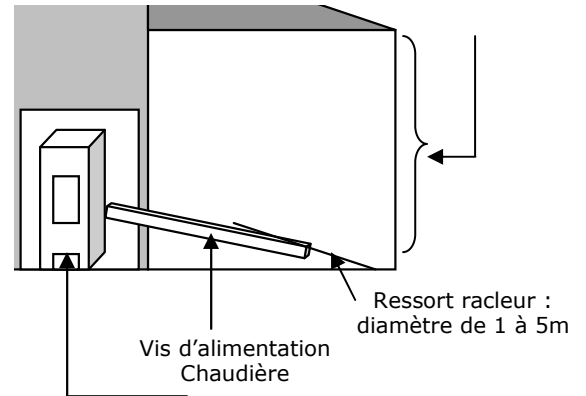


Implantation d'une chaudière à ressort racleur

Si vous avez l'habitude de vous absenter 1 ou 2 semaines pour les congés ou que vous ne souhaitez pas recharger souvent votre silo d'alimentation, choisissez une trémie supérieure à 2 m³ ou un système d'alimentation avec ressort racleur.

Il vous permettra d'avoir un silo de stockage de 8 m³ à 80 m³ : l'autonomie sera donc de plusieurs semaines à plusieurs mois (en fonction de votre consommation d'énergie).

Silo d'alimentation de la chaudière : surface au sol de 1 à 25 m², hauteur de stockage jusqu'à 3 m



« Comment choisir l'implantation de ma chaufferie ? »

➤ Vous installez une chaudière à petite trémie :

La chaufferie n'est pas forcément implantée dans un appentis ou une dépendance. Mais le chargement doit se faire manuellement, avec une poubelle ou la pelle. Le tas de plaquettes sèches doit donc se trouver à proximité de la chaudière. Le chargement peut aussi se faire avec l'aide d'un tapis ameneur si la place le permet.

Exemples de mise en œuvre de trémie :

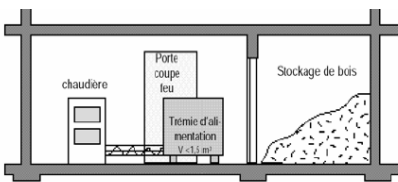


Schéma 1 : trémie fermée placée dans la chaufferie avec stockage attenant

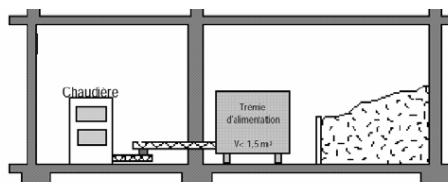


Schéma 2 - Trémie fermée avec stockage contigu

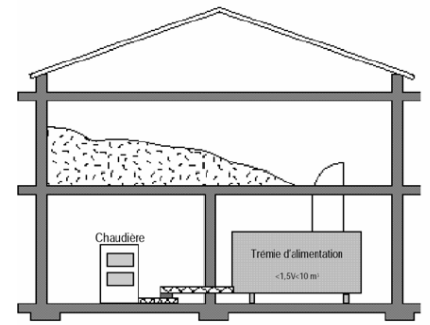


Schéma 4 : trémie placée (ouverte ou fermée) dans un local attenant avec stockage l'étage.

Source : Itebe 2004

➤ Vous installez une chaudière à système de désilage avec ressort racleur.

Le diamètre des ressorts racleurs va de 1 à 5 m.

Le système de désilage doit être posé sur une surface bétonnée plane, il doit être couvert. Le stockage peut être maçonné sur 1 mètre de hauteur et complété par un bardage à claire-voie. Le silo peut également être constitué d'une cellule à grains circulaires qui se charge par le haut.

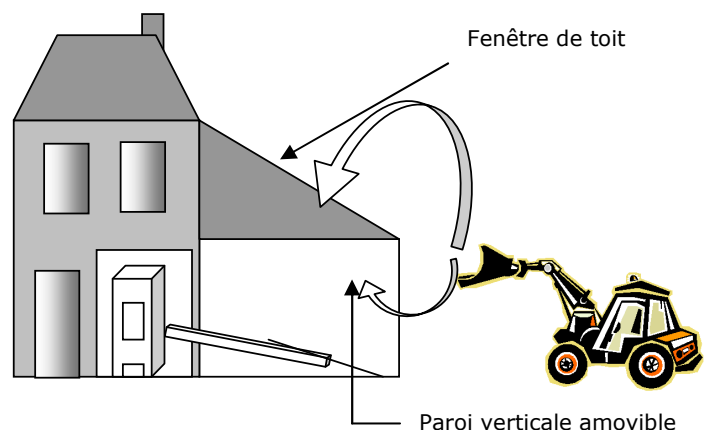
Il est conseillé de garder une possibilité de visiter le silo (trappe de visite, porte).

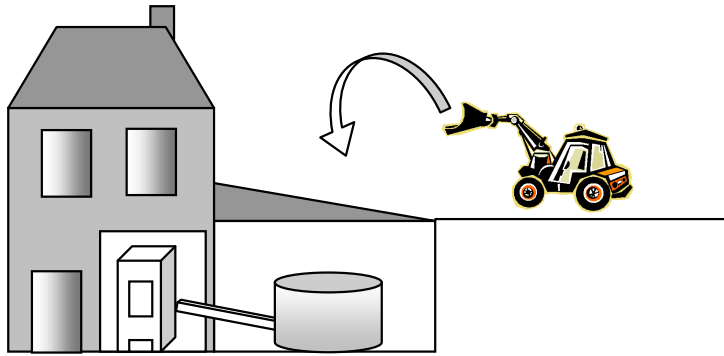
Exemples de mise en œuvre de silo :

Le chargement du silo peut se faire par un des côtés, sa paroi doit donc être amovible : bastinges ou portes coulissantes.

Le chargement peut également se faire par le toit, grâce à une fenêtre de toit ou à une ouverture sur rails.

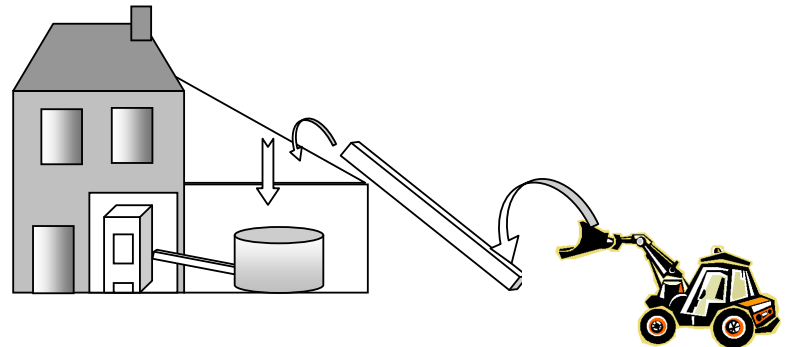
Le chargement a lieu par godet de tracteur. Le sol doit donc être porteur à proximité de la chaufferie et le toit suffisamment haut pour que le chargement soit possible.





Vous pouvez aussi utiliser une dénivellation du terrain pour charger le silo, qu'il soit constitué d'un ressort racleur ou d'une trémie d'alimentation.

Si le silo ou la trémie sont situés sous un grenier, il est possible de remplir le grenier grâce à un système de vis sans fin ou de tapis ameneur : l'approvisionnement du silo ou de la trémie pourra alors se faire régulièrement par une trappe. L'inconvénient dans ce cas est la lenteur du chargement

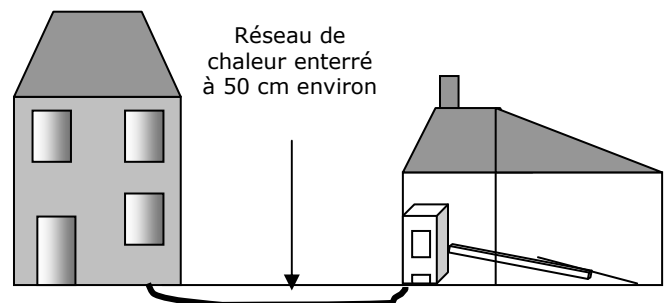


« La chaufferie peut-elle être installée à distance de la maison ? »

Si la chaufferie ne peut pas être dans la maison ou en mitoyenneté, il est possible de l'installer à l'écart grâce à un **réseau de chaleur enterré**. Il s'agit de tuyaux isolés qui contiennent le circuit d'eau chaude, et assurent une **déperdition thermique inférieure à 1°C par 100 m**. Leur prix est relativement élevé, 80 à 120 € par mètre linéaire. Les bâtiments ne doivent donc pas être trop éloignés les uns des autres.

Ce système de réseau de chaleur permet donc :

- de relier une maison avec une chaufferie située dans des dépendances ou un hangar agricole
- de chauffer plusieurs bâtiments avec la même chaudière



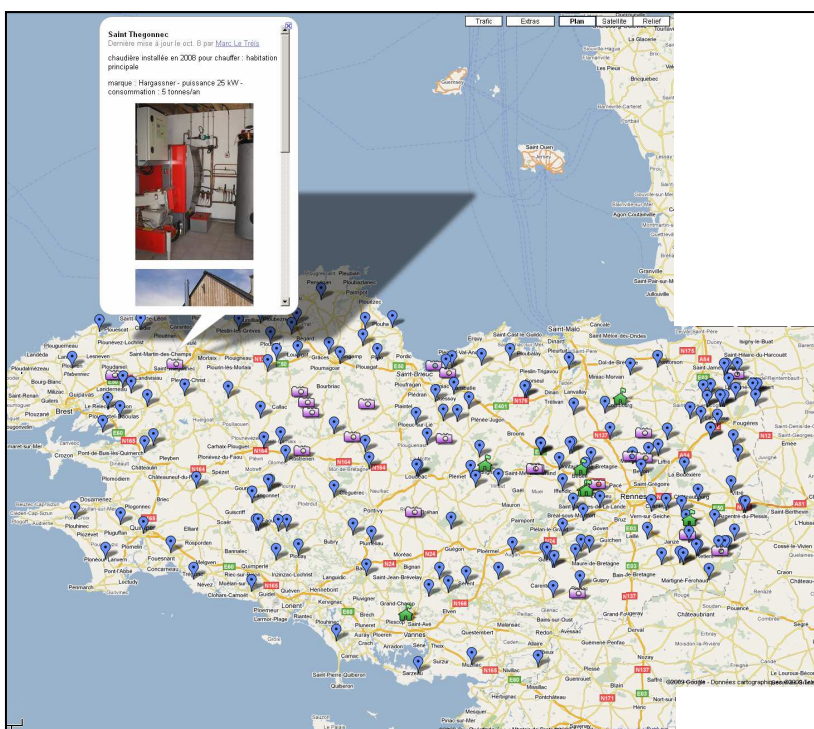
« Quelle est la durée de vie de la chaudière ? »

Selon les constructeurs le recul n'est pas le même mais il est communément admis qu'une chaudière bien entretenue peut durer plus de 20 ans. Pour cela les constructeurs et la réglementation recommandent :

- un entretien annuel des chaudières (rendu obligatoire par le décret n°2009-649 du 9 juin 2009). Un contrat de maintenance peut être signé entre l'utilisateur et le chauffagiste
- un combustible de qualité régulière dans le temps (voir « comment mesurer la qualité du combustible ? » plus loin)

« Y a-t-il des exemples de réalisation autour de chez moi ? »

L'ensemble du territoire du Grand Ouest est couvert par des réalisations. Ainsi chacun peut trouver à proximité de chez lui une personne pouvant lui témoigner de son expérience en matière de chauffage automatique au bois déchiqueté. Une carte interactive en ligne sur le site internet de Aile permet par exemple de localiser certaines réalisations, d'en faire une visite virtuelle et de prendre contact avec le distributeur de matériel.



Des visites de sites peuvent être organisées sur demande auprès des distributeurs (leur coordonnées sont dans le listing ci-joint).

<http://www.aile.asso.fr/valorisation-de-la-biomasse/bois-energie/agriculteurs>

« A quelles subventions puis-je prétendre pour une installation de chaudière automatique au bois déchiqueté petite puissance ? »

Vous êtes	Particulier : usage domestique de la chaudière pour l'habitation principale		Agriculteur : usage professionnel de la chaudière
	Non agriculteur	Agriculteur	
Aides fiscales	Crédit d'impôt de 23% (37% en cas d'un remplacement de chaudière bois) porte sur le montant TTC plafonné de la chaudière		—
Aides du Plan bois énergie Bretagne (Ademe, Conseil Régional, Conseil Général)	—	Aide forfaitaire portant sur la pose 1500 €, 2000 €, 2500 € en fonction de la présence ou non d'un réseau de chaleur enterré	30% du montant HT de l'installation complète (chaudière, pose, conduit de fumées, réseau de chaleur enterré)
Autres aides (sous conditions)	TVA 5,5%, aide de l'Anah (chaudières labellisées « Flamme verte ») Pour toutes autres aides, se renseigner auprès des Espaces Info Energies - www.energie-bretagne.fr		—

« Le chauffage au bois pour ne plus voir ses économies partir en fumée ? »

Le remplacement d'un système de chauffage est parfois une décision qui s'impose avant l'entrée dans l'hiver tout simplement parce que le matériel présente des signes de faiblesse ou parce qu'il est vieillissant et gourmand en combustible. Le bon choix permettra de réduire considérablement sa facture de chauffage.



Voici une comparaison entre un investissement dans une chaudière fioul à condensation moderne qui permettra d'économiser un peu de ce combustible de plus en plus onéreux et une chaudière à alimentation automatique à bois qui fournit un confort au moins similaire et utilise un combustible disponible tout autour de nous et bon marché.

Le bois énergie, une économie immédiate

➔ Le montant d'investissement pour chaque solution :

(Montant € TTC)*	Fioul Chaudière à condensation	Bois déchiqueté Chaudière automatique	Bois granulé Chaudière automatique
chaudière 20-25 kW	3 800 €	16 500 €	10 500 €
installation	1 800 €	3 200 €	2 500 €
conduit de fumées	1 000 €	1 900 €	1 000 €
Réserve de combustible		2 500 €	
Total	6 600 €	24 100 €	14 000 €
Subvention Plan Bois Énergie Bretagne:	-	1 500 €	-
crédit d'impôts:	15% 570 €	23% 3 680 €	23% 2 415 €
investissement final	6 030 €	18 920 €	11 585 €
surcoût d'investissement / fioul	-	<u>12 890 €</u>	<u>5 555 €</u>
mensualités de remboursement**	62 € /mois	194 € /mois	119 € /mois

Les montants fournis sont des montants moyens issus de devis

Les mensualités sont calculées pour un prêt à l'investissement à 4% sur 10 ans (certains projets peuvent bénéficier de l'éco prêt à taux zéro sur 10 ans).

➔ Le coût du combustible pour une année de chauffage :

(Montant € TTC)*	Fioul Chaudière à condensation	Bois déchiqueté Chaudière automatique	Bois granulé Chaudière automatique
Consommation de combustible /an (170m ²)	2900 Litres	9 tonnes***	6 tonnes
prix unitaire	0,90 € /Litre	40 € /tonnes****	220 € /tonnes
ou	0,09 € /kWh	0,01 € /kWh	0,05 € /kWh
soit	2 680 € /an	510 € /an	1 470 € /an
cout entretien annuel	70 €	150 €	150 €
cout mensuel de l'énergie	223 € /mois	43 € /mois	123 € /mois

Le prix du fioul est le prix public moyen TTC au premier semestre 2011.

Le prix du granulé est le prix de marché en Bretagne pour des livraisons en vrac

Le prix du bois déchiqueté est égale au coût d'autoproduction sur l'exploitation agricole, tenant compte du broyage, tracteur, remorque, tronçonneuse mais pas de la main d'œuvre.

* montants moyens obtenus à partir de plusieurs devis réalisés par des professionnels

** calculé pour le remboursement d'un prêt bancaire au taux de 4% sur 10 ans - Il existe aussi l'Eco prêt à taux zéro.

*** l'entretien de 100 mètres de haie tous les 15 ans permet de produire environ 3 tonnes (12 à 15 m³) de bois selon l'état de santé du bocage

**** cout du bois sec produit sur l'exploitation, tenant compte du broyage, tracteur, remorque, tronçonneuse mais pas de la main d'œuvre

➤ Le coût de revient total mensuel du chauffage, investissement compris est le suivant :

(Montant € TTC)*	Fioul Chaudière à condensation	Bois déchiqueté Chaudière automatique	Bois granulé Chaudière automatique
Economie annuelle de combustible / fioul	-	2 170 €	1 210 €
cout mensuel total	285 €/mois	237 €/mois	242 €/mois

Une économie réelle de 48€ dès le premier mois et de 576€ dans la première année

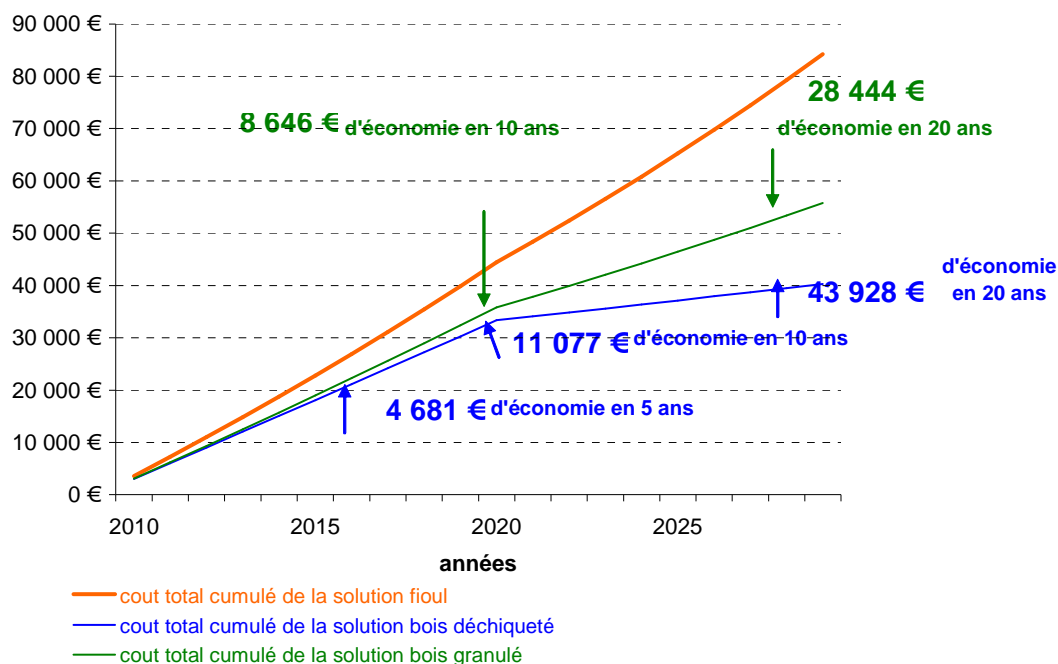
On se rend compte que la différence de coût mensuel est important et en faveur du bois malgré les coûts d'investissement élevés. C'est la différence de prix des énergies qui influence ce bilan. On peut conclure qu'une exploitation agricole par exemple a intérêt de se tourner vers la solution bois déchiqueté en produisant elle-même son combustible, pour réaliser des économies dès le premier mois de chauffage.

Le bois énergie, un placement rentable

Si on se projette dans le temps, un des arguments en faveur du combustible bois est la maîtrise de l'évolution de son prix dans le temps. Voici une simulation de l'économie engendrée par le bois au bout de 5 ans, au bout de 10 ans une fois l'emprunt remboursé, et au bout de 20ans, durée de vie minimum d'une chaudière bien entretenue :

Pour s'approcher au maximum de la réalité, l'inflation sur les combustibles est intégrée au calcul de la façon suivante, 3% d'augmentation annuelle du fioul (en dessous des niveaux observés ces dernières années) et 2% d'augmentation annuelle pour le bois granulé et 1% pour le bois déchiqueté (prix stable augmentant normalement au rythme de l'inflation).

Dépense cumulée en euros en fonction du type d'énergie et de l'inflation



Conclusion :

Le chauffage au bois permet **une économie immédiate significative** dans le cas d'une autoproduction du combustible (à la ferme). Une fois l'installation remboursée, le différentiel de prix entre le bois et le fioul permet de faire **d'importantes économies chaque année pendant toute la durée de vie de la chaudière** : l'utilisation d'une chaudière automatique à bois déchiqueté (produit soit même) permet d'économiser près de 43 000€ sur 20 ans. D'où l'intérêt de ne pas négliger son entretien...

« Quelles différences y a t il entre les différentes formes de bois énergie ? »

Le degré de fragmentation du combustible solide détermine son mode de transfert et de combustion : plus le bois est fin, plus facile sera son transport (dans l'ordre : Manuel, par tapis, par vis sans fin, par soufflerie) et meilleurs seront les échanges avec l'air (comburant) lors du processus de combustion dans la chaudière.

Ces différentes formes entraînent des différences de masse volumique (rapport masse /volume) et donc de densité énergétique (rapport volume / énergie contenue) illustrées dans la figure suivante :



Définition du bois énergie

- 6 stères de Bois bûche sec ~ 3000 kg ~ 1000 l de fioul





- Émondage
- Élagage
- Abattage





Bretagne : 2 millions de stères, 1 million de tonnes, 42% des maisons

- 12 m³ de Bois plaquettes sec ~ 3000 kg ~ 1000 l de fioul





- Émondage
- Élagage
- Abattage
- Sciage
- Broyage





Bretagne : 140 000 tonnes

- 3 m³ de Bois Granulé ~ 2000 kg ~ 1000 l de fioul





- Sciure compressée



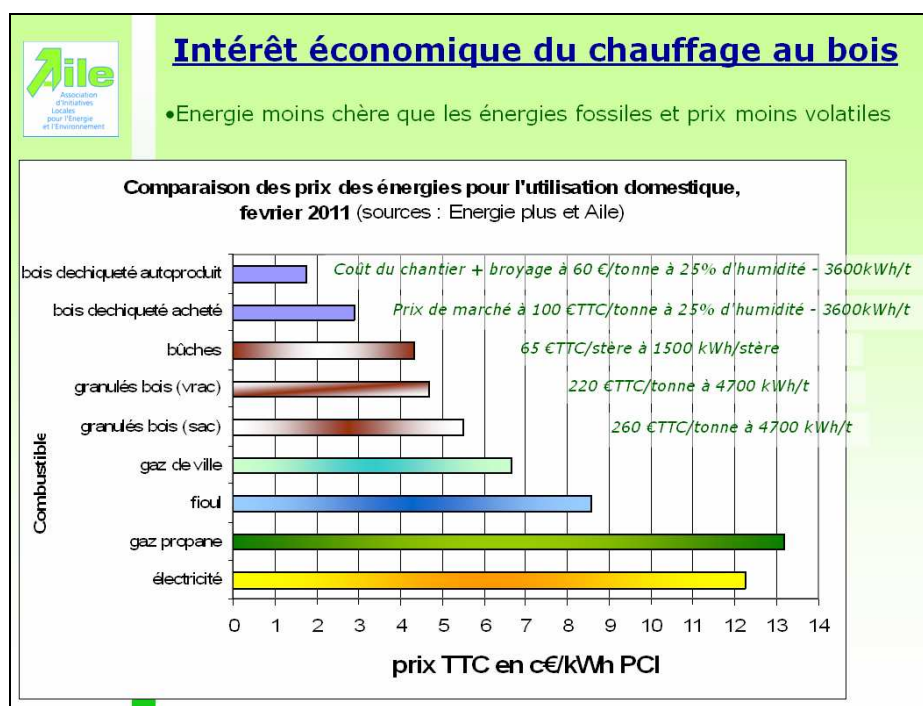




Aile, 2009

« Quel est le prix du bois ? »

le prix du bois varie en fonction de la forme, du secteur géographique, de l'origine de la matière première, de la qualité du combustible.



« Comment mesurer la qualité du combustible bois déchiqueté ? »

Les principaux paramètres influençant la qualité de la plaquette sont l'humidité, la taille (granulométrie) et la quantité de cendres après combustion

Les protocoles de mesure de tous ces paramètres sont détaillés dans la rubrique « Mesure des caractéristiques des combustibles bois » sur le site de Aile : <http://www.aile.asso.fr/valorisation-de-la-biomasse/bois-energie/agriculteurs/conseils-agriculteurs/agriculteurs>

L'humidité : mesure par étuvage, par micro-onde, par humidimètre.
L'humidité recherchée atteint généralement 25%. Avec l'habitude, elle peut être approximativement contrôlée au toucher, sinon

→ le plus simple à mettre en œuvre chez soi reste le test au micro-onde



La granulométrie : mesure par tamisage

Au-delà de la granulométrie moyenne qui peut être jugée à l'œil nu et dépend du réglage de la grille de la déchiqueteuse, il s'agit d'être vigilant aux queues de déchiquetage et aux poussières fines (particules inférieures à 1 mm).

→ le plus simple est de mesurer la quantité de fines grâce à un tamis de maçon d'1mm



endre : la présence de morceau de charbon ou de mâchefer (cendre vitrifiée) indique un problème de combustion dû à du bois humide, la présence de céréales, de terres ou un mauvais réglage chaudière. En règle générale, plus la cendre est gris clair plus la combustion est bonne.

« Comment connaître le linéaire de bocage nécessaire pour couvrir ses besoins ? »

Bien connaître sa ressource en bois consiste à évaluer la surface boisée et la production annuelle en bois. Il s'agit aussi d'appréhender le mode de gestion le plus approprié (taille, rythme des coupes, replantation, espèces). Vos conseillers agricoles pourront vous guider pour réaliser un plan de gestion bocager.



Evaluation des gisements d'une exploitation

• Bois issu de l'entretien du bocage ?

Ex : territoire à densité du bocage assez faible en Centre Bretagne :

entre 60 et 80ml/ha SAU

Exploitation de 70 ha :

entre 2 et 5 km de haies

Exemple haie de futaie ajourée :

Élagage (nacelle + tronçonnage) ts les 8 à 12 ans

Productivité moyenne de **1map/an/100ml continus**

Entre 20 map et 50 map produits par an
(consommation d'une maison ~ entre 1500l et 3500l de fioul)





Informations techniques complémentaires, instruction des demandes de subvention du
Plan bois énergie Bretagne :
Contacter Marc Le Tréis, AILE

AILE, 73, rue de Saint-Brieuc, CS 56520, 35065 Rennes cedex
Tel : 02 99 54 63 23, Fax: 02 99 54 85 49, www.aile.asso.fr, marc.le-treis@aile.asso.fr

Formulaires de demandes de subvention et listes de fournisseurs de chaudières en ligne
sur notre site Internet,