

Les nouvelles technologies de l'énergie  
Députés Bataille et Birraux  
Extrait du rapport au Parlement (15 mars 2006)

- **Le bois énergie apporte déjà une contribution importante à la lutte contre l'effet de serre, puisque le CO2 rejeté à la combustion est compensé par la photosynthèse qui assure la croissance de la plante ou de l'arbre en fixant du CO2.**
- **L'industrie, de son côté, doit mettre au point des chaudières à haut rendement pour la production de chaleur et d'électricité.**
- **Les entreprises et les collectivités doivent également être convaincues que les ressources locales peuvent contribuer d'une manière parfois décisive à la fourniture et à la distribution de chaleur, voire d'électricité.**



Le bois a été longtemps utilisé comme moyen de chauffage. Puis il est passé progressivement aux oubliettes car c'était un combustible peu pratique à utiliser en comparaison avec des combustibles liquides, fuel et gaz, ou de l'énergie facile à installer comme l'électricité.

Toutefois ces dernières années, les différents gouvernements mettent en œuvre des actions incitatives en matière de chauffage bois. D'une part le coût de l'énergie fossile qui ne cesse d'augmenter et d'autre part les problèmes écologiques poussent l'ensemble de la communauté à trouver des solutions alternatives.

# Chaufferies biomasse

Quelques données

*5 décembre 2005 Agence Européenne de l'Environnement*

50 % de la production d'énergies renouvelables provient de la biomasse

30 % de la production d'énergies renouvelables provient de l'hydraulique

12 % de la production d'énergies renouvelables provient de l'incinération des déchets

La forêt européenne représente 100 Millions d'hectare

La forêt française représente 15,5 Millions d'hectare

En gestion raisonnée, un hectare donne 1 m<sup>3</sup> de bois déchiqueté par an

1 m<sup>3</sup> de bois déchiqueté représente 0,7 à 1 MWh

soit à peu près 100l de fioul



L'un des gros avantages du bois est que ce combustible existe naturellement dans nos régions en grande quantité et il serait dommage de s'en priver.

La forêt française couvre 16 millions d'hectares aujourd'hui soit 28 % du territoire, mais c'est le double de la surface boisée à la fin du 19ème siècle.

Elle augmente chaque année d'environ 40 000 hectares (+0,3% par an depuis 1996) et en dix ans elle reprends l'équivalent d'un département. Elle produit environ 90 millions de mètre cube par an et pour nos différents usages, nous n'en consommons pas plus de 62 millions. Comme on peut le constater, on est loin en France d'un problème de déforestation. Lorsque l'on se promène dans nos forêts, on peut facilement constater qu'il existe beaucoup de bois morts, signe d'une gestion forestière défailante faute de débouchés. Il convient donc de favoriser, ainsi que le fait l'Office National des Forêts, l'implantation de chauffage au bois.

Mais il faut aussi savoir se raisonner car si tous les chauffages français utilisaient le bois énergie, il y aurait alors une surconsommation néfaste à nos forêts.

# Chaufferies biomasse

Equivalences simplifiées entre les combustibles (www.itebe.org)



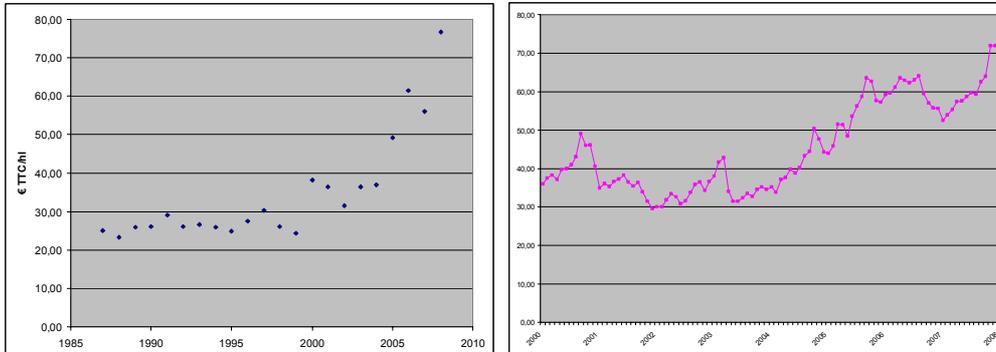
L'un des gros inconvénients du chauffage au bois par rapport aux autres énergies est qu'il nécessite plus de capacité de stockage. Avec cette petite équivalence énergétique, on constate par exemple qu'un mètre cube de bois déchiqueté donne approximativement la même quantité de chaleur que 100 litres de fuel, soit environ 1/10 de mètre cube.

De ce fait, pour le chauffage au bois le volume nécessaire pour l'installation est conséquent, ce qui se traduit essentiellement par un coût d'investissement assez élevé.

Mais le bois présente aussi des avantages, comme par exemple un coût matière première bas et sur une période de quelques années, les économies réalisées sur l'achat de matière première peuvent largement compenser le surcoût d'une installation.

# Chaufferie biomasse Tramayes

Evolution du prix du fuel



Novembre 2003 :	35,14 €/hl
Novembre 2005 :	57,69 €/hl
Novembre 2007 :	71,86 €/hl
<b>Novembre 2009 :</b>	<b>?</b>



Nous connaissons actuellement une réelle flambée du prix de l'énergie. C'est principalement du au fait que l'essentiel de notre production énergétique provient de produits en quantité limitée non facilement renouvelable. L'exemple du fuel est très parlant. Avec ce genre de graphique on peut facilement comprendre pourquoi le chauffage au fuel, qui avait tendance à être facilement implanté il y a quelques années, est de plus en plus supplanté par d'autres formes énergétiques. Ces dernières ne sont pas moins chères que dans les décennies passées, mais la montée de prix du pétrole les rends compétitives.

# Chaufferies biomasse

Prix de l'énergie en France (en Dollars/Tep)

Electricité domestique	1 728
Essence sans plomb	1 622
Gazole	1 234
Fuel domestique	1 081
Gaz naturel (usage domestique)	664
GPL	639
Electricité (prix industriel kwh)	612
Pétrole brut	513
Fuel lourd (usage industriel)	434
Gaz naturel (usage industriel)	345
Charbon	226
Bois	175

Source : Challenges 11 mai 2006

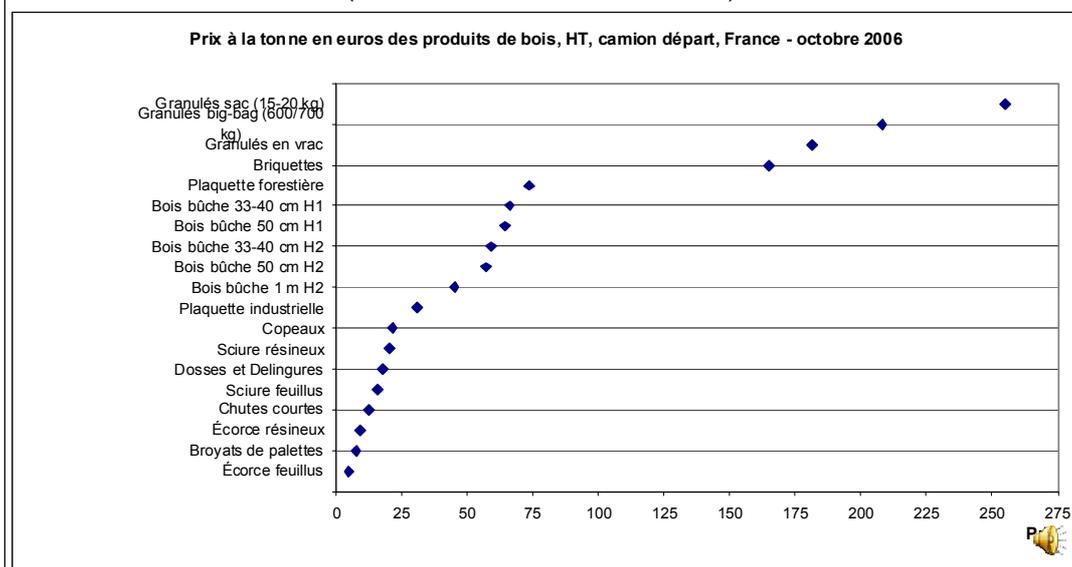


Ce tableau, issu de la revue Challenge du mois de mai 2006, nous donne un classement entre les différentes productions d'énergie. Depuis ce mois de mai, le fuel lourd a connu une augmentation de 50 % et les produits dérivés ont suivi cette tendance à la hausse.

L'électricité peut éventuellement maintenir ses tarifs si elle n'est pas produite à partir de produits pétroliers. Mais le parc de centrale hydraulique étant pratiquement complet, si l'on ne veut pas utiliser la biomasse pour la production électrique, il ne nous reste pratiquement qu'à développer le parc de centrales nucléaires pour faire face à la demande croissante de l'énergie. C'est un réel choix de société.

# Chaufferies biomasse

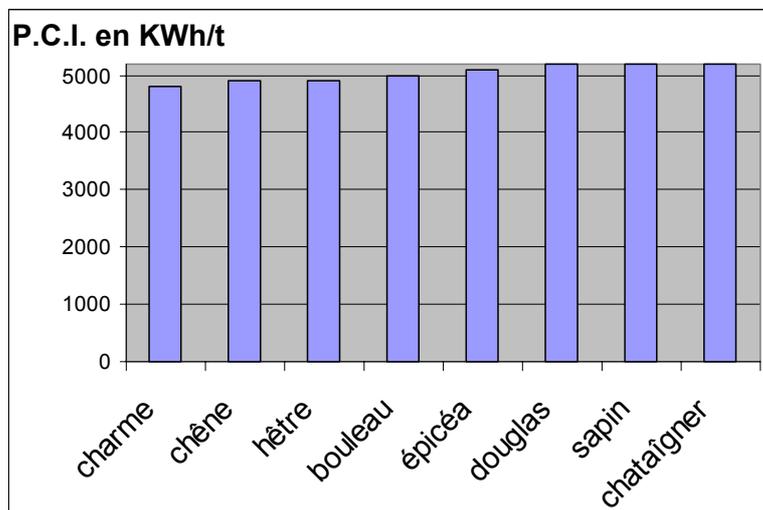
Quelques idées de coûts  
(Mercuriale CEEB octobre 2006)



Maintenant le bois commence à représenter une valeur marchande. Et dans ce domaine, comme partout, la concurrence existe. Les produits les plus manufacturés sont normalement ceux qui ont le meilleur pouvoir calorifique. Mais ils nécessitent aussi des technologies plus élaborées pour produire la chaleur requise. C'est pourquoi les produits bruts sont encore très utilisés.

# Chaudières biomasse

Variation du P.C.I. en fonction de l'essence :

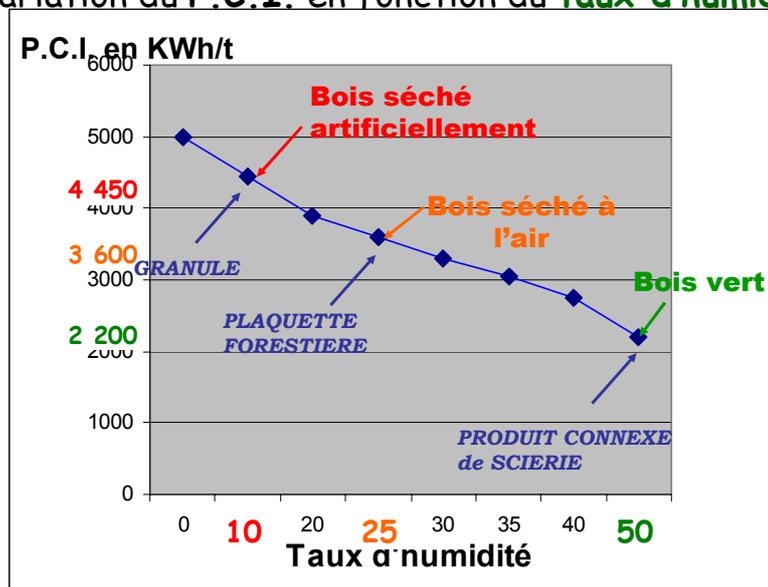


Contrairement à une idée préconçue, le pouvoir calorifique du bois est pratiquement le même quelque soit l'essence utilisée. Ce qu'il faut bien réaliser, c'est que ce pouvoir calorifique est en fait une quantité de chaleur produite par une masse donnée de combustible. Comme chacun sait le poids volumique du bois est très dépendant de la nature de ce bois. Un mètre cube de chêne est beaucoup plus lourd qu'un mètre cube de sapin. Et donc ramené au volume, on constate que le chêne produit plus de chaleur que le sapin.

Dans des chaudières à bois déchiqueté, on est relativement peu regardant sur l'origine du bois car l'alimentation de la chaudière est fait par des systèmes mécaniques. Il importe donc peu si l'on doit manipuler un volume plus grand de bois déchiqueté pour obtenir une quantité de chaleur donnée.

# Chaudières biomasse

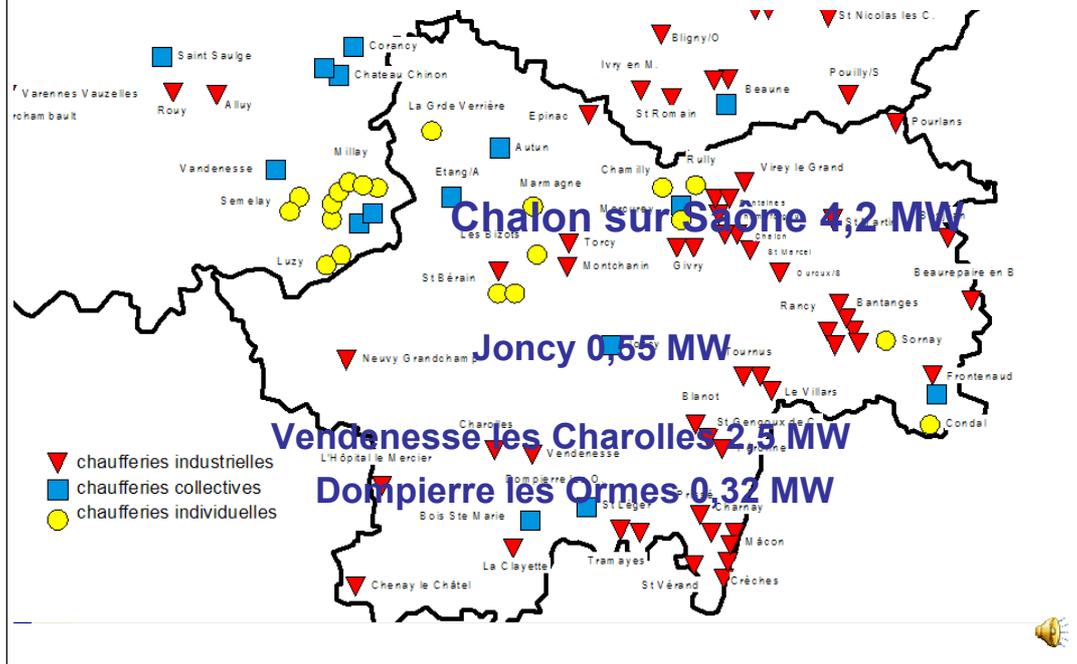
Variation du P.C.I. en fonction du **taux d'humidité** :



Par contre le pouvoir calorifique du bois est bien dépendant du taux d'humidité contenu dans le combustible. Plus ce taux est élevé et plus le pouvoir calorifique est bas. En effet un bois humide consomme de la chaleur pour transformer l'eau en vapeur. On a donc normalement intérêt à employer du bois bien sec. Mais celui-ci est plus onéreux que le bois vert, lequel ne nécessite que peu de manutention et n'occasionne que peu de frais de stockage et de séchage.

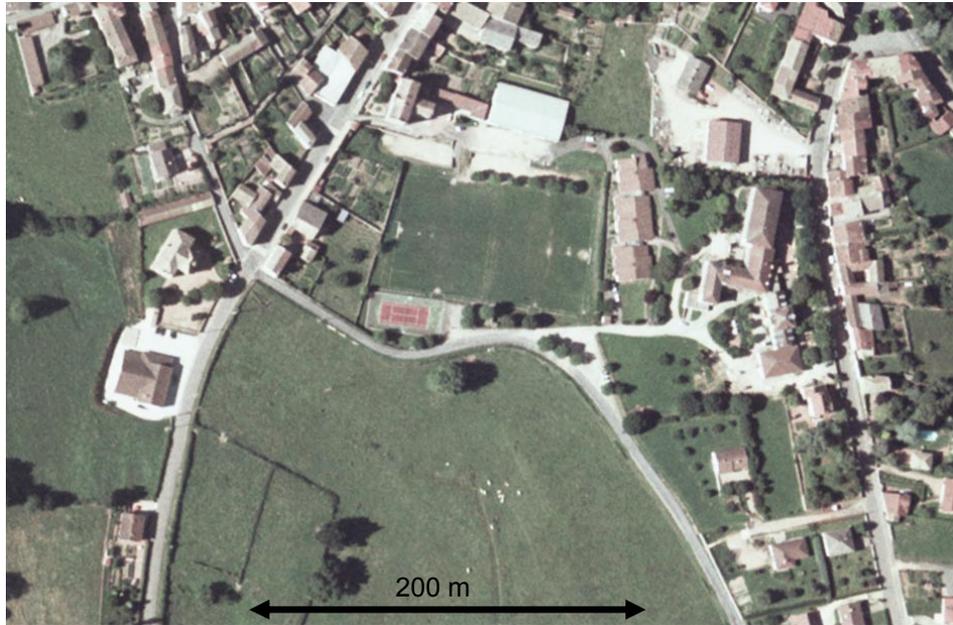
Dans les grosses chaudières bois, on peut brûler pratiquement du bois vert. A Tramayes, pour la première saison de chauffe nous avons brûlé au mois de novembre du bois qui était encore sur pied au mois d'août précédent.

## QUELQUES EXEMPLES



Les chaufferies bois existent un peu partout avec des puissances mises en œuvre très variables. On a déjà un bon retour d'expérience sur le chauffage au bois déchiqueté. En novembre 2006, le Centre de Formation des Apprentis de Mercurey a changer sa chaudière à bois déchiqueté âgée de 25 ans. Le chauffage au bois déchiqueté est très présent dans de nombreux pays d'Europe. En France la région de Normandie, pourtant relativement peu boisée, est l'une des mieux équipées en chaufferie automatique au bois. La taille des haies contribuent pour beaucoup à l'apport énergétique de ces chaufferies.

# Chaufferie biomasse Tramayes



Le projet de Tramayes est initié à la suite d'une réflexion du Conseil Municipal qui a constaté que les chaudières au fuel de la salle des fêtes, de l'école maternelle et de la mairie seraient à changer prochainement. La proximité de ces différents bâtiments publics et de l'hôpital local a incité une réflexion de réseau de chaleur. En 2003, une étude de faisabilité a permis de démontrer que le chauffage au bois était parmi les plus rentable et qu'il était aussi parmi les plus respectueux de l'environnement.

# Chaufferie biomasse Tramayes

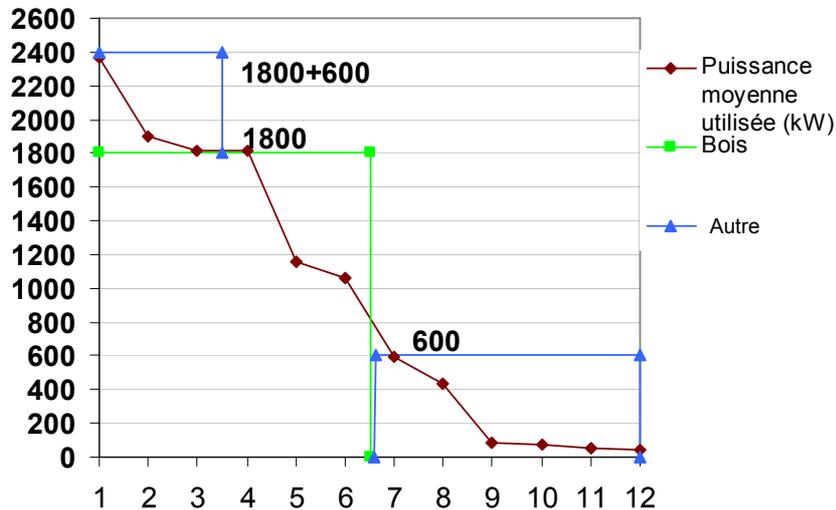
Implantation



Le réseau de chaleur véhicule de l'eau chauffée à environ 80 °C. Les conduites sont pré isolées et enterrées à environ 80 cm. On estime que l'on perd environ 1° tout les kilomètres ce qui est très peu en définitive.

# Chaufferie biomasse Tramayes

Schéma typique de fonctionnement sur une année d'une chaufferie biomasse



Dans le cas d'utilisation d'une chaudière bois, il faut généralement prévoir une deuxième chaudière pour deux raisons. D'une part, il n'est pas très bon de faire fonctionner une chaudière bois à bas régime car on a alors une perte de rendement. Il vaut mieux, lorsque la demande est faible comme par exemple pendant les mois d'été, utiliser une chaudière de plus petite puissance. Et puis cette deuxième chaudière pourra venir renforcer la chaudière principale en période de forte demande de chaleur, durant les quelques jours d'hiver très froids.

# Chaufferie biomasse Tramayes

Système d'installation en détails

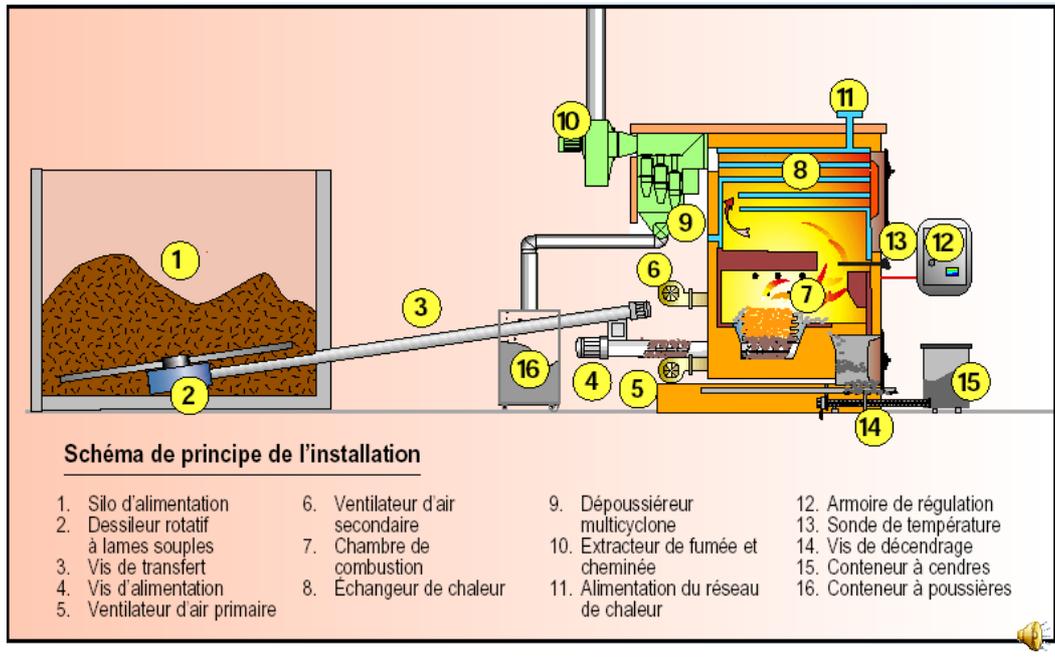
- 1 - Alimentation du silo
- 2 - Extraction du silo
- 3 - Transport du combustible
- 4 - Chaudière à grille d'avancement
- 5 - Décendrage automatique
- 6 - Armoire de commande
- 7 - Ventilateur des gaz d'émission
- 8 - Cheminée



Dans une chaufferie bois du type de celle de Tramayes, il faut prévoir un silo relativement important car la demande en bois est élevée. En période de chauffe importante, la consommation est de l'ordre de 15 mètres cube de bois par jour. En moyenne le silo de 250 mètres cube représente alors une trentaine de jour d'utilisation en hiver.

Le système de désilage est constitué de grands râteaux qui raclent le fond de silo en va et vient. Le bois décheté tombe alors dans la chaîne d'alimentation de la chaudière.

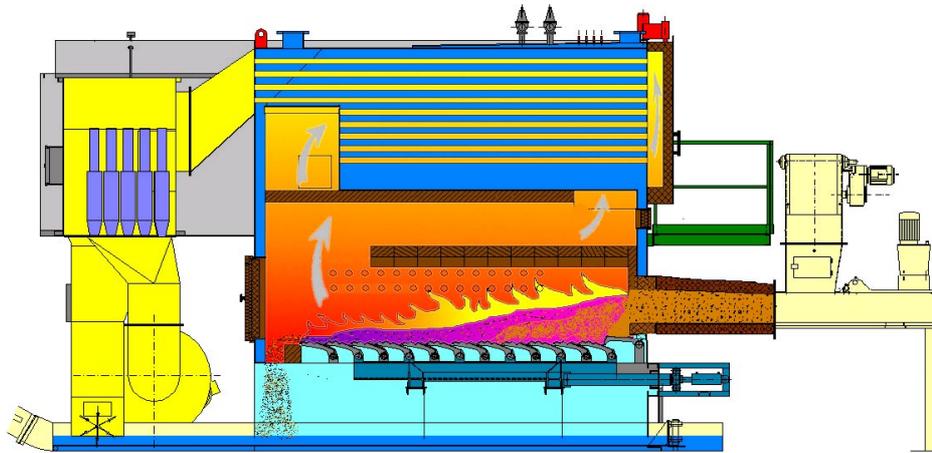
# Chaufferie biomasse Tramayes



Le bois brûle dans le foyer. La chaleur produite est essentiellement collectée au niveau d'un échangeur avec les fumées. Avant d'être rejetées à l'air ambiant, ces dernières passent dans un filtre dépoussiéreur qui permet d'éliminer les particules solides en suspension.

Une étude comparative de pollution de l'air faite par le Conseil Général de Saône et Loire à Tramayes a montré qu'en définitive l'air environnant était moins atteint par la présence de la chaufferie bois par rapport à la solution antérieure de chauffage des bâtiments au fuel.

# Chaufferie biomasse Tramayes



Le taux de cendres est calculé sur la masse sèche du combustible, il est d'environ :  
1.5 % pour les sciures humides,  
7 % pour les écorces.



Le bois est poussé dans la chambre de combustion par un vérin en fonction de la demande calorifique des usagers. Le foyer a un fond mouvant oscillant qui permet au bois déchiqueté de se consumer progressivement au fur à mesure de sa progression. A la fin les cendres récupérées se présentent sous forme de poussière. Une chaudière telle que celle utilisée à Tramayes a un système automatique d'évacuation des cendres. La collecte des cendres et des suies se fait dans un conteneur. Pratiquement pour un silo de 250 mètres cubes de bois déchiqueté, on récolte environ 1 mètre cube de cendre – suie.

# Chaufferie biomasse Tramayes

Projet complémentaire

Salle des fêtes	70 KW	480 KW
Ecole	70 KW	
Mairie	148 KW	
Salle des sports	192 KW	
Hôpital	600 KW	
Projet école	70 KW	
Lotissement	300 KW	



Le dimensionnement de la puissance de la chaudière est fait à partir des différents utilisateurs qui seront raccordés. Le projet initial de Tramayes concernait la salle des fêtes, l'école maternelle, la mairie, la salle omnisport et l'hôpital Corsin. Devant les résultats prometteurs de l'étude de faisabilité le conseil municipal a décidé de raccorder ultérieurement un futur groupe scolaire et un ensemble d'une quarantaine de logements.

# Chaufferie biomasse Tramayes

## Financement

Chaufferie équipée d'une chaudière biomasse de 1,2 MW  
complétée par une chaudière fioul (reprise sur hôpital) de 0,73 MW

Coût d'investissement :	1 059 567 €ht soit 1 267 242 €ttc	
Subvention Etat DGE :	69 000 €	6,5 %
Subvention CR:	336 120 €	31,7 %
Subvention CG :	84 030 €	7,9 %
Subvention ADEME :	84 030 €	7,9 %
Financement commune ht :	486 387 €	45,9 %
Financement commune ttc :	694 062 €	(TVA = 207 675 €)



Le coût de l'opération dépasse en hors taxes le million d'euro. Les subventions apportent un peu plus de 50% du financement. Le solde a été obtenu par un emprunt communal. Comme l'opération concerne des tiers indépendants de la commune, le taux de tva a finalement été de 5,5 %, ce qui a favorisé le rendement financier de l'opération.

# Chaufferie biomasse Tramayes

Avec une TVA à 5,5, l'hôpital économise 20 054€/an soit 28% sur le chauffage.

Avec l'extension lotissement et le groupe scolaire réalisés, c'est 28 810 €ht d'économisé par an sur la commune.

Dans le cas d'une maison actuelle de 300 mètres cubes placée à Tramayes, la puissance nécessaire est de 8 Kw et l'énergie annuelle est de 10 000 Kwh. La facture annuelle serait donc de  $8 * 50 + 10000 * 0,0252 = 652$  €ht

Le projet est auto-alimenté par l'élimination des déchets de bois du secteur.

C'est environ 170 000 litres de fioul qui ne seront pas consommés par an.

On évite le stockage annuel dans l'atmosphère d'environ 500 tonnes de gaz carbonique (CO<sup>2</sup>). On évite le rejet dans l'atmosphère d'environ 1 tonne de dioxyde de soufre (SO<sup>2</sup>).

L'économie de CO<sup>2</sup> est équivalent à 5 000 km de déplacement en voiture pour chaque habitant de Tramayes (bébés inclus!) 

Le budget chaufferie, totalement indépendant du budget communal, est équilibré en dépenses - recettes. Ces dernières proviennent d'une part d'un abonnement payé par les usagers et fonction de la puissance souscrite et d'autre part de la consommation effective relevée chez chaque usager par un compteur calorimétrique.

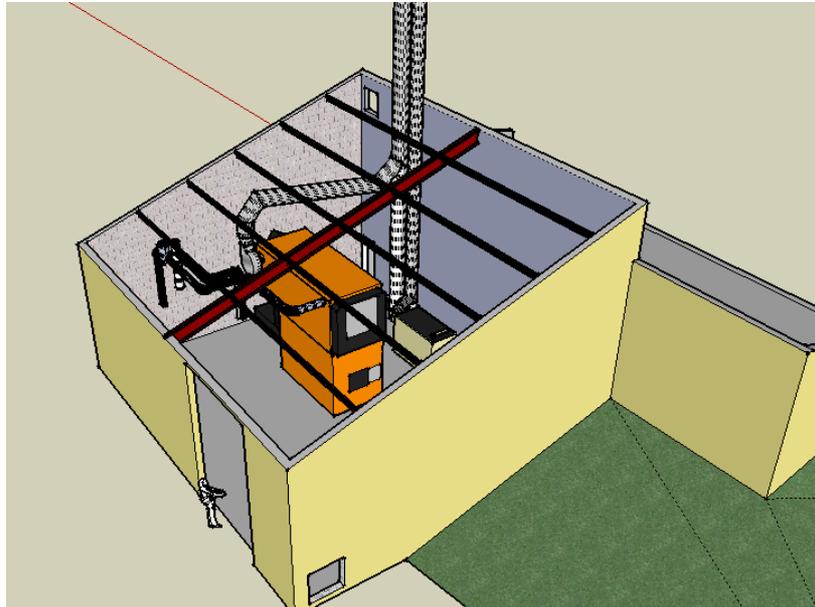
L'intérêt économique évident est complété par un intérêt écologique, en particulier en matière de rejet de gaz à effet de serre.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Le projet a nécessité la construction d'un corps de bâtiment indépendant abritant les chaudières et le stockage. Le positionnement a été fait en tenant compte de la proximité des utilisateurs, dans un endroit relativement rural.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Le volume du bâtiment est assez grand pour permettre des travaux de maintenance. La chaudière bois a été déposée en deux parties avec une grue avant la pose du toit. Une grande porte d'entrée a été prévue pour le remplacement ultérieur des corps de chauffe.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Lors de la première mise en chauffe annuelle, il faut faire un feu de manière traditionnelle dans le foyer pour assurer une montée en température de l'ensemble. Lorsque les capteurs détectent la présence de la flamme, l'automatisme prend alors le relais et l'alimentation régulière du foyer est assurée.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Les grands râteaux raclent le fonds du silo en faisant des mouvements va et vient. Ils sont commandés par l'automate en fonction de la demande en chaleur des usagers. Le bois déchiqueté tombe alors dans le tapis d'alimentation de la chaudière.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Cette photo représente les vérins qui commandent les mouvements va et vient des grands râteaux ainsi que la chaîne d'alimentation de la chaudière.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Le bois est décheté par des broyeurs spéciaux capables d'être alimenté en fûts de plusieurs dizaine de centimètres de diamètre. La consommation annuelle de la chaufferie de l'ordre de 1 600 mètres cube est assurée par le déchetage de déchets de bois d'une scierie et d'une entreprise de charpente bois situées à moins de 6 kilomètres de la chaufferie. Les agriculteurs locaux assurent le transport. Il faut compter une journée de déchetage – transport pour remplir le silo de 250 mètres cube. En hiver l'opération doit être faite environ une fois par mois.

## Chaufferie biomasse Tramayes



La chaudière prends une place importante et centrale dans la chaufferie. Les tuyaux de raccordement sont isolés thermiquement pour éviter les déperditions thermiques et favoriser un bon rendement.

## Chaufferie biomasse Tramayes



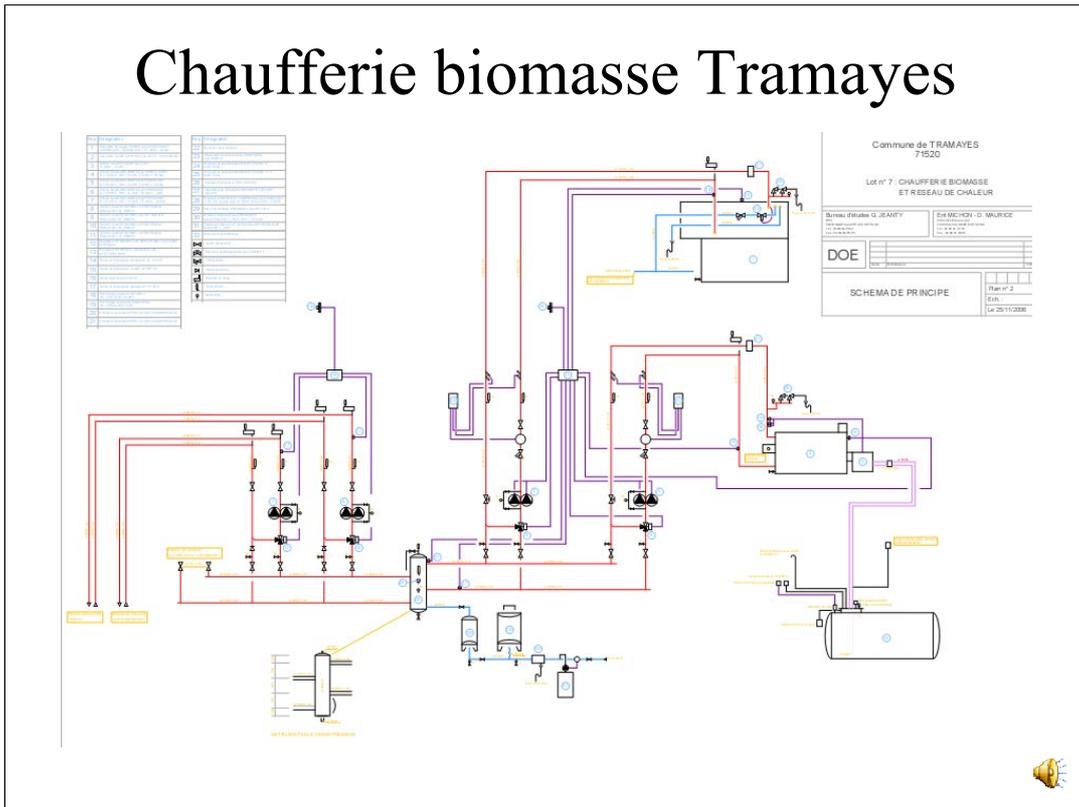
Les armoires de commandes abritent les automates de régulation. Ces derniers assurent le passage automatique d'une chaudière à une autre et surtout commandent les vannes de régulation des circuits de chauffage. D'autre part un petit ordinateur de bord permet de connaître à tout instant les différents paramètres de fonctionnement de l'installation. En cas de problème, une alerte téléphonique est automatiquement déclenchée.

## Chaufferie biomasse Tramayes



Les pompes de circulation assurent le transfert de l'eau chaude dans les circuits. Chez l'utilisateur un échangeur assure le transfert de l'énergie calorifique vers le circuit de chauffage. Les pompes sont doublées afin de sécuriser l'installation.

# Chaufferie biomasse Tramayes



Un ensemble de documents techniques permet d'avoir une vue globale de l'installation. Le fonctionnement est assuré au quotidien par des agents communaux sachant que peu d'intervention sont nécessaires. L'évacuation des cendres se fait environ une fois tous les deux mois. Deux fois par an, un nettoyage de l'installation est nécessaire.