LA BIOMASSE : **LA BONNE ÉNERGIE** POUR MES SERRES ?

ADEME

Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Producteurs horticoles et maraîchers

Comprendre pour agir

En partenariat avec :

Ctifl

Légumes de France

astredhor

Fédération Nationale FNPHP Les producteurs des végétaux d'ornement

Que vous soyez horticulteur ou maraîcher, vous savez que le chauffage de vos serres est l'un des principaux enjeux pour la compétitivité de votre exploitation. Mais saviez-vous que la biomasse peut constituer une alternative économique et durable face aux énergies fossiles ? C'est le choix qu'ont déjà fait certains de vos confrères en investissant dans une chaufferie bois ou biomasse : déjà près de 300 ha de serres sont ainsi équipées en France. Bien sûr, le montage d'un tel projet nécessite des études amont, notamment pour dimensionner précisément vos besoins et s'assurer de la disponibilité en combustible dans votre région. L'exploitation demande également un bon niveau technique, une bonne connaissance de la réglementation, et un suivi constant. Néanmoins, de réelles économies, et surtout la sérénité de ne plus directement dépendre du prix du pétrole, sont à portée de main. Ce guide a pour objectif de vous aider à étudier cette question simple en apparence mais aux réponses nuancées : « la biomasse est-elle une énergie adaptée à mon entreprise ? »

*Le rapport de l'étude « utilisation du bois énergie pour le chauffage des serres » ayant permis la rédaction de ce guide est disponible sur **www.ademe.fr/mediatheque**.*

Ce document est édité par l'ADEME
Coordination technique
ADEME, Service Agriculture et Forêt : Cédric Garnier
ADEME, Service Communication : Sylvie Cogneau
Rédaction : Olivier Barrelier – Conception graphique : opixido
Crédits photos : ADEME/Roland Bourget/Olivier Sébart/
Stéphane Leitenberger – Astredhor
Brochure Réf. 7334 téléchargeable sur **www.ademe.fr/mediatheque**

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relative à la reproduction par reprographie.

©ADEME Editions, mars 2012
ISBN : 978-2-35838-214-4
Dépôt légal : mars 2012
Imprimé en France par Maugein imprimeurs. Maugein imprimeurs est adhérant Imprim'Vert et utilise des encres à base végétale. Ce document est imprimé sur papier 100% PEFC, provenant de la gestion durable de la forêt.

DR.

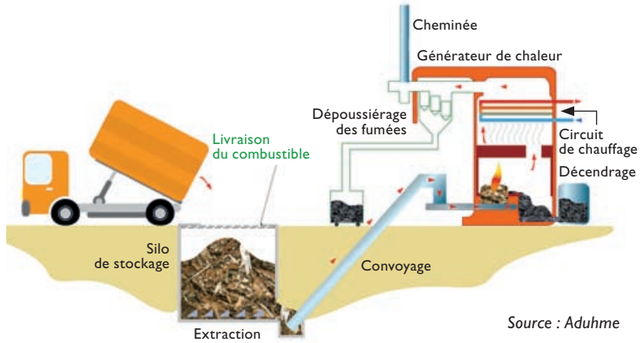
QUELLE **BIOMASSE** POUR VOTRE PROJET ?

Si le « bois bûche » est naturellement la plus connue des biomasses de chauffage, il en existe en réalité beaucoup d'autres formes, aux qualités contrastées (forme, humidité, stockage, capacité calorifique, pureté…). Chaque projet doit donc prendre en compte la biomasse disponible dans votre région, d'un point de vue technique et logistique. On distingue en effet plusieurs types de biomasses selon leurs filières de provenance :

- **La filière forestière** produit des **bûches**, dont les qualités varient très fortement (selon l'essence, le conditionnement, le séchage), et des **plaquettes forestières**, qui sont des branchages déchiquetés vendus en vrac. Les bûches et plaquettes ont notamment pour avantage de pouvoir être produites sur place par le serriste lui-même.
- **La filière industrielle** fournit des **écorces**, peu calorifiques mais bon marché, des **copeaux et sciures**, qui nécessitent des chaudières adaptées, et des **plaquettes de scierie**. Elle propose aussi des combustibles à plus forte valeur ajoutée : les **granulés ou pellets**, ainsi que les **briquettes ou bûchettes** reconstituées. Très secs, ces produits offrent de très bons rendements calorifiques, et sont faciles à transporter et à manipuler. Ils sont aussi les plus chers…
- **La filière déchets** propose du **bois déchiqueté** en fin de vie provenant de chantiers de démolition, de l'industrie, de la logistique (emballages, palettes), de déchèteries, etc. Bon marché et présentant un assez bon pouvoir énergétique, ces combustibles sont en revanche plus compliqués à utiliser (broyage, déferraillage…) et présentent rarement une qualité constante. Ils sont néanmoins très utilisés par les serristes.

À CHAQUE EXPLOITATION SA **SOLUTION** TECHNIQUE

Les chaufferies biomasse sont généralement plus grandes et complexes que celles à combustibles fossiles et les éléments périphériques de la **chaudière** doivent être compatibles et correctement dimensionnés. L'espace de **stockage** doit permettre une autonomie suffisante et favoriser le séchage. Un système d'extraction et de **convoyage**, adapté au(x) combustible(s) utilisé(s), doit être installé. Enfin, les rejets gazeux et solides, autrement dits les **fumées** et les **cendres**, doivent impérativement être traités. Le tout étant géré par un **système de commande et de régulation centralisé**.



Source : Aduhme

Le **choix de la chaudière** dépend essentiellement de la **biomasse choisie** (granulométrie, taux d'humidité, composition), de la puissance nécessaire et du système de **distribution de chaleur** préexistant dans la serre (hydraulique, air chaud, air pulsé). La sélection d'une chaudière s'effectue donc nécessairement après une **étude des besoins** et des **possibilités d'approvisionnement** en biomasse, et s'accompagne de préférence des **conseils d'un spécialiste**. Il est par exemple aisé de confondre les trois niveaux de rendements généralement utilisés (rendement de combustion, rendement utile ou de production, et rendement global).

LE DÉCHIQUETAGE SUR SITE

Vous disposez de votre propre gisement de biomasse ? Il peut être intéressant d'autoproduire tout ou partie de votre combustible in situ. Le matériel nécessaire est relativement bon marché (déchiqueteuse à disque, remorques) et simple à utiliser : la production moyenne est d'environ 5 m³ par heure à 2 ou 3 personnes. Une telle organisation permet non seulement de valoriser vos déchets verts en plaquettes, mais aussi d'acheter du bois de complément non déchiqueté, beaucoup moins cher.

EN CHIFFRES

- **2 600 ha** de serres horticoles ou maraîchères sont chauffées en France.
- Le chauffage représente jusqu'à **35 %** des charges variables d'une exploitation maraîchère.
- La surface de serres chauffées par de la biomasse a été **multipliée par 3 en 4 ans** et atteint désormais **plus de 10 %** de la surface totale.
- Le gaz naturel chauffe **60 %** environ des surfaces.

Si le **stockage** n'est pas un facteur clé avec les énergies fossiles, il devient un enjeu primordial avec la biomasse. Il s'agit en effet de trouver un **compromis entre l'autonomie et l'emprise de la zone de stockage**, sans oublier le coût d'investissement. On trouve généralement des **conteneurs métalliques** jusqu'à 30 m³ et des **silos enterrés** jusqu'à 300 m³. Pour des besoins supérieurs, un **stockage principal** peut être mis en place dans un bâtiment voisin, afin d'alimenter localement le silo relié à la chaudière.

Le **système d'alimentation automatique** doit être correctement dimensionné et ne pas se bloquer. Il gère trois opérations : le **dessilage** (extraction du combustible du silo, par pales, vis sans fin, ou racleurs), le **convoyage** (par vis sans fin, racleurs, ou tapis roulant), et l'**introduction** dans le foyer de la chaudière (par vis sans fin ou poussoir).

Le **traitement des fumées** est obligatoire et peut s'effectuer par voie sèche (dépoussiérage mécanique ou par filtration), ou par voie humide (également appelée « lavage des fumées ») qui consiste à projeter de l'eau dans les fumées pour recueillir les polluants au sein d'une boue à traiter. **Les cendres et mâchefers** (résidus solides) doivent également être traités par des procédés similaires avant d'être éventuellement valorisés, notamment par épandage agricole.

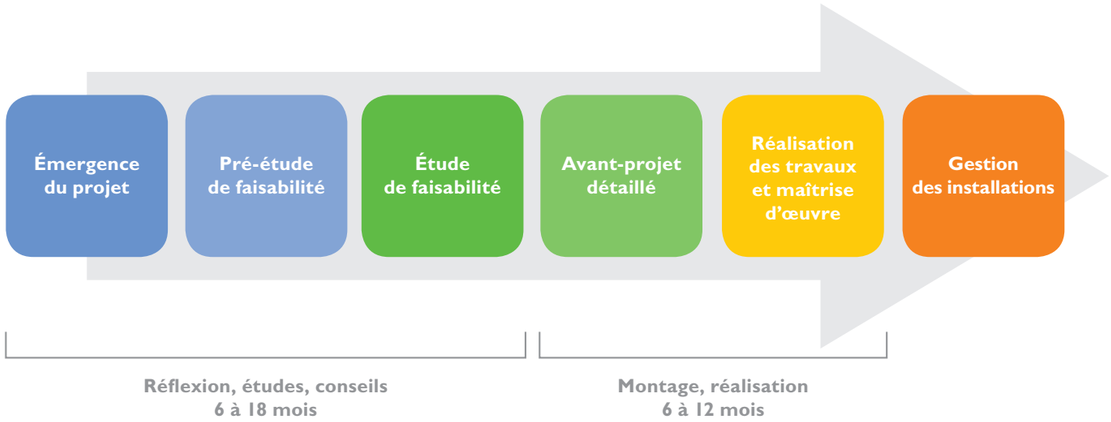
Une chaufferie biomasse est entièrement contrôlée et régulée par un **système de commande** assurant la **gestion des automatismes**, la **régulation** de la production de chaleur, et la **sécurité** de l'ensemble.

DR.

LE MONTAGE DE VOTRE PROJET DE CHAUFFERIE BIOMASSE

DR.

Investir dans une chaufferie biomasse n'est pas une conversion simple. La démarche demande une réflexion approfondie en amont. Qui fait quoi ? Quels sont vos besoins ? Quelles sont les possibilités locales d'approvisionnement ? Comment négocier un contrat avec votre fournisseur ? Comment dimensionner l'installation technique ? Chacun de ces points doit être traité avec soin avant de se lancer.



Un projet collaboratif

La variété des sujets à traiter impose de fait le **recours à des spécialistes**. Vous pouvez commencer par **contacter les organismes locaux** de votre région pour vous aiguiller. En effet, les conseillers des directions régionales de l'ADEME, des chambres d'agriculture, ou des associations locales de développement de la filière biomasse peuvent vous aider à monter le projet, à identifier les bons prestataires, et à trouver des financements.

Soyez attentif dans le choix de votre **bureau d'étude** qui réalisera l'étude de faisabilité technico-économique, et pourra peut-être prendre en charge la mise au point de votre approvisionnement en combustible. Certains bureaux suivent leurs clients jusqu'à la mise en route de la chaufferie.

Enfin, **il est fortement recommandé de faire appel à un maître d'œuvre** pour l'installation de la chaufferie. Il n'existe en effet pas de solution standard, et le chantier nécessite l'intervention de **nombreux prestataires** : installateur de la chaudière, des silos, et du système d'alimentation ; techniciens du système de distribution ; électricien ; entreprise de génie civil. Le tout agrémenté de quelques opérations administratives, toujours agréables à sous-traiter. Ajoutons que l'**indispensable formation de l'exploitant et de son personnel** peut également être dispensée par le maître d'œuvre.

PAROLES DE SERRISTES

« Heureusement que notre maître d'œuvre avait une vision globale de l'installation car c'est tout de même assez compliqué. »

« L'ADEME locale m'a aidé à y voir plus clair dans les différents choix techniques que j'avais à faire. »

L'étude de faisabilité

Avant même de vous lancer dans une étude de faisabilité du projet, **le diagnostic de votre exploitation s'impose**. Il s'agit de prendre une « photo » de la situation énergétique de vos installations, sur les plans technique et économique. D'une part, cette pré-étude (ou pré-diagnostic) permet souvent d'**optimiser l'installation en place** par des actions simples et peu onéreuses, et d'autre part, elle offre **la référence** nécessaire au calcul du retour sur investissement du projet. Notez qu'un diagnostic énergétique répond à des normes établies, et doit être mené par un bureau d'étude compétent. Des informations complémentaires sont disponibles auprès des directions régionales de l'ADEME.

Évaluez vos besoins…

Il n'est pas si facile d'évaluer les **besoins énergétiques d'une serre**. En théorie, on imagine se reporter aux consommations passées. La réalité est plus complexe, et pour plusieurs raisons. D'abord, le pré-diagnostic permet généralement de découvrir des **gisements d'économies d'énergie**, par nature non encore mesurés. Ensuite, la nouvelle chaufferie étant plus récente, et donc plus performante, bénéficie d'une meilleure régulation, qui peut notamment être asservie à des informations météorologiques et climatiques. Enfin, ces travaux s'accompagnent souvent d'un agrandissement des serres, pour lesquelles, à l'évidence, aucunes données passées ne sont disponibles. Il est donc là encore **indispensable de faire appel à un bureau d'étude** qui sera en mesure d'intégrer de multiples paramètres : sources existantes et potentielles d'apport thermique, performance des installations, contexte local (climat, type de culture, besoins en chaleur et hygrométrie), etc.

… et la biomasse disponible autour de vous.

Une fois vos besoins connus, il faut encore s'assurer que de la biomasse est disponible en quantité suffisante dans votre région. Commence alors un travail de prospection commerciale, consistant à **identifier et contacter tous les fournisseurs locaux** afin de relever :

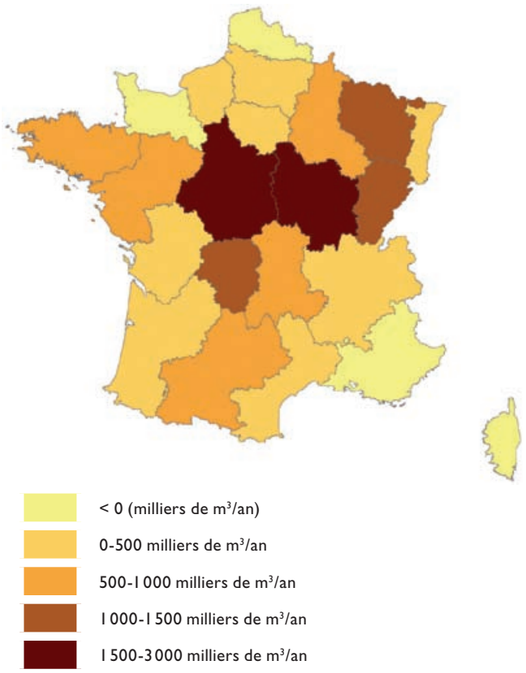
– les types de combustibles proposés ;
– leur qualité (pouvoir calorifique, humidité, densité, granulométrie…) ;
– les moyens de stockage et de transport du fournisseur ;
– les garanties d'approvisionnement offertes ;
– des éventuels services annexes (suivi de stock à distance, déchiquetage sur site…) ;
– et bien sûr : les tarifs.

Ce n'est qu'à l'issue de ces démarches préalables et essentielles que la décision d'installer une chaufferie biomasse pourra être validée.

PAROLE D'EXPERT

« Il arrive que l'on découvre des « trous » ou des insuffisances dans la filière locale d'approvisionnement. Par exemple, la matière première est disponible en quantité suffisante, mais il manque un opérateur logistique pour assurer des livraisons régulières. On peut alors se tourner vers son relais local ADEME sur le bois énergie, qui peut aider à la création d'une filière complète et opérationnelle. Bien sûr, des délais supplémentaires sont alors à prévoir… Une première approche des disponibilités locales peut être obtenue sur le site dispo-boisenergie.fr. »

DISPONIBILITÉ SUPPLÉMENTAIRE
EN BOIS D'INDUSTRIE ET BOIS ÉNERGIE



Source : ADEME www.dispo-boisenergie.fr

Votre contrat d'approvisionnement

Il s'agit probablement de **l'étape la plus importante du projet. Le contrat conditionne directement la viabilité économique de l'installation**. Cinq points sont à négocier en priorité : la qualité du combustible, les quantités assurées, les modalités de commande et de livraison, les tarifs, et la durée du contrat. Certains serristes travaillent sans contrat, et s'en satisfont… sans avoir conscience des risques financiers qu'ils font courir à leur entreprise.

1. La qualité du combustible

Votre contrat devra indiquer des tolérances pour les paramètres suivants :

– **essence de bois** : liste des essences acceptées ;
– **granulométrie** : des plaquettes trop grosses diminuent l'efficacité de la combustion, trop petites, encrassent la chaudière ;
– **taux d'humidité** : trop humide, l'énergie perdue pour l'évaporation de l'eau diminue l'efficacité de la combustion. *À noter : la combustion de combustibles humides nécessite un matériel adapté (grille mobile) et il est recommandé de mettre en place un condenseur pour récupérer la chaleur latente de l'eau contenue dans le bois ;*
– **pouvoir calorifique** inférieur (PCI) : c'est la quantité d'énergie contenue dans une unité de combustible ;
– **masse volumique** : un critère important pour stabiliser les frais de livraison, et organiser son stockage ;
– **taux de poussières et de cendres** : exprimé en pourcentage sur la masse ;
– **taux de corps étrangers** : tolérance de la présence de produits exogènes (pierres, plastique, verre, métal…). L'idéal étant bien entendu de tendre vers zéro.

Le contrat doit également prévoir des **pénalités** en cas de dépassement des taux établis.

PAROLE D'EXPERT

« L'expérience montre que les producteurs qui brûlent des plaquettes forestières ont moins de problèmes que ceux utilisant du bois de rebut, celui-ci étant souvent moins propre et pouvant contenir des résidus métalliques. Les producteurs utilisant du bois de rebut surveillent quotidiennement leur tas de broyat. »

2. Les quantités nécessaires

Cette partie du contrat illustre bien l'importance d'une bonne estimation des besoins de l'exploitation. Il s'agit d'un **calendrier prévisionnel des consommations**, indiquant les **quantités mensuelles à livrer**, exprimées dans une unité pertinente pour le combustible : masse (tonne), volume (mètre cube

DR.

apparent), ou énergie (MWh). **L'engagement des parties est mutuel**. Le fournisseur promet d'être en mesure de livrer les quantités prévues aux dates prévues. Le client s'engage à les accepter. Bien sûr, une marge de tolérance ainsi que des **pénalités** (payées par le fournisseur) ou **indemnités** (réglées par le client) peuvent être ajoutées afin de donner plus de souplesse au contrat.

PAROLES DE SERRISTES

« Il faut bien connaître le marché et cerner les subtilités de la négociation de l'achat du bois. »

« Il serait périlleux de se lancer sans assurer son approvisionnement local en qualité et en quantité. »

3. Les modalités de commande et de livraison

Sans tomber dans la négociation de détails, il faut néanmoins s'assurer que les méthodes de travail du fournisseur sont compatibles avec les vôtres et **anticiper les éventuelles contraintes techniques** lors des livraisons. On inscrit donc au contrat les modalités de commande et de livraison dont voici quelques exemples non-exhaustifs : communication (téléphone, fax, mail) ; quantités minimales ; conditions d'annulation ; délais et horaires de livraison ; type de camion ; temps de déchargement ; besoins matériels ou humains. D'éventuelles clauses de pénalités peuvent là encore être ajoutées au cas par cas.

4. Le prix des combustibles

On touche là à l'intérêt principal de la biomasse : son prix livré, très stable, n'est lié qu'à hauteur de 25 % environ sur le prix du pétrole. La négociation des tarifs constitue le cœur de la viabilité d'un projet de chaufferie biomasse. Les prix dépendent bien sûr du type de combustible mais aussi du transport, qui peut représenter jusqu'à 30 % du montant d'une commande. D'où l'intérêt de trouver un fournisseur au plus près de l'exploitation. On observe également une grande disparité des charges des fournisseurs selon leur volume d'activité et leurs méthodes de transformation.

Le contrat contient généralement un prix indicatif par unité pertinente selon le type de combustible (masse, volume, énergie) assorti de conditions de révision annuelle selon plusieurs indices : coût de la main-d'œuvre, indice des prix du transport routier de marchandise, indice des prix à la consommation. Notons enfin, que depuis le 01/01/2012, la TVA applicable aux combustibles biomasse est passée de 5,5 % à 7 %.

DR.

5. La durée du contrat

La durée du contrat engage le fournisseur à approvisionner son client en combustible sur plusieurs années. Il est conseillé, pour la viabilité d'un projet, de pouvoir étendre cette durée de contrat à la durée de retour sur investissement, ou au moins de s'en approcher (au moment où ce contrat d'approvisionnement se négocie, le dimensionnement de l'installation est théoriquement défini).

PAROLES DE SERRISTES

« L'équipement de nos 2 000 m² de serres horticoles sera amorti en 5 ans, une durée acceptable pour notre fournisseur. »

« Je n'ai qu'un seul fournisseur, et nous avons signé un contrat de 5 ans avec prix fixe. »

POUR ALLER PLUS LOIN :

Les données locales relatives à la disponibilité de la biomasse-énergie sont très inégales selon les régions. Il en est de même pour les niveaux de prix, qui **oscillent facilement du simple au double** selon le contexte. Il est donc indispensable de se rapprocher des relais locaux pour obtenir des informations chiffrées à jour et adaptées à votre projet avant de vous lancer dans une négociation. L'ADEME propose par ailleurs un contrat d'approvisionnement type, disponible sur le site www.ademe.fr/fondschaleur.

TYPE DE COMBUSTIBLE BOIS	TONNAGE ESTIMÉ/HA/AN*	COÛT ESTIMÉ
Plaquettes forestières sèches	770 à 910	45 à 100 €/t, prix rendu serriste
Plaquettes forestières vertes	1 070 à 1 360	
Plaquettes de scierie	910 à 1 360	20 à 50 €/t, prix rendu serriste
Granulés	600 à 650	Livrés par camion souffleur selon la distance et la quantité : 180 à 250 €/t En sac par palette entière : 250 € et 300 €/t (hiver 2006-2007)
Écorces broyées	1 070 à 1 870	10 à 30 €/t, prix rendu serriste
Sciures de scierie	1 070 à 1 870	30 à 60 €/t, prix rendu serriste
Broyat de bois de rebut	770 à 910	La valorisation des déchets du bois a un coût, principalement dû à la préparation du déchet avant sa valorisation : broyage, tri… Le coût du conditionnement varie entre 15 et 45 €/t et le coût du transport varie entre 15 et 45 €/t

**Calcul réalisé pour un besoin de 300 kWh/m²/an, soit 250 tep/ha*
Source : compilation de données du ministère de l'industrie, de l'ARENE, du Ctifl et de l'ITEBE

À consulter : Étude sur les prix des combustibles bois en 2010 et 2011, www.ademe.fr/mediatheque

Le dimensionnement de votre installation

Une chaudière biomasse adaptée…

Le choix de la chaudière adaptée à vos besoins se résume à une phrase : « *Trouver, **au meilleur coût**, une chaudière répondant à **80 % de vos besoins**.* »

Comme tous les systèmes à combustion, les chaudières biomasse, présentent une **puissance nominale**, offrant **le meilleur ratio puissance/consommation**. Ces conditions optimales sont généralement atteintes entre 70 % et 90 % de la puissance maximale. D'autre part, par l'inertie de leur mode de combustion, elles offrent les meilleurs temps de retour lorsqu'elles **fonctionnent sur de longues périodes** ou « en base ». En deçà de 25 % à 30 % de la puissance nominale, la qualité de combustion est en outre dégradée et la consommation s'envole.

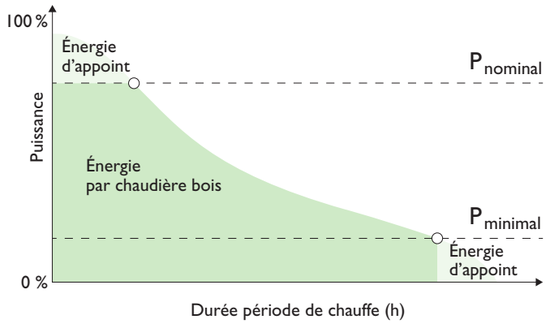
Privilégiez un modèle disposant d'une courbe de rendement la plus linéaire possible, et dont la puissance nominale correspond à environ 80 % de la puissance maximale nécessaire, autrement dit **maximisez le « taux de couverture »** des besoins. La courbe représentant la part de chauffage annuel assurée par la biomasse est appelée **« monotone de chauffage »**.

DR.

… et une chaudière d'appoint

Une chaudière d'appoint, ou « relève », est alors nécessaire pour **assurer les besoins ponctuels** de forte puissance, et les périodes de faible chauffe. Il est généralement préférable de **conserver l'ancienne chaudière**, qui pourra par ailleurs être utilisée en cas de rupture de l'approvisionnement en biomasse ou de panne.

MONOTONE DE CHAUFFAGE



STOCKER DE LA CHALEUR POUR ÉCONOMISER ENCORE PLUS : L'OPEN BUFFER.

En ajoutant un **ballon de stockage d'eau chaude** de type « open buffer », il est possible d'augmenter encore l'écart entre puissance nominale et maximale. Cette technique permet non seulement de **décorréler la production de la chaleur de sa distribution** dans la serre, mais aussi d'**augmenter la durée de fonctionnement de la chaudière à sa puissance nominale**, et donc d'**optimiser le rendement**. L'open buffer offre également l'avantage de lisser la consommation de biomasse.

PAROLES DE SERRISTES

« Nous allons installer un open buffer pour pouvoir agrandir nos serres sans changer de chaudière. »

« J'ai acquis deux chaudières bois pour plus de souplesse, et conservé ma chaudière au fioul en secours et appoint. »

DR.

DIMENSIONNEMENT ÉCONOMIQUE : SOYEZ EXHAUSTIF.

Bien sûr, le prix d'une chaufferie dépend essentiellement de la puissance installée et des **équipements thermiques** : les chaudières (biomasse et appoint), l'open buffer, les systèmes d'alimentation, de traitement des cendres et fumées, la distribution de chaleur). Mais les **services associés** ne doivent pas être oubliés : le génie civil et l'aménagement du site, les études techniques (pré-étude, topographie, étude des sols), les missions d'aide et de conseil (maîtrise d'œuvre, contrôle de conformité, formation…). Enfin, la **phase d'exploitation** masque des **coûts additionnels** à ne pas oublier : assurance, dépannage, formation continue, embauche éventuelle…

L'enjeu du stockage

L'enjeu du stockage est primordial. Pas question de se retrouver sans chaleur faute de biomasse ! Or, le pouvoir calorifique de la biomasse étant nettement inférieur à celui des hydrocarbures, **les volumes à stocker pour se prémunir d'une rupture d'approvisionnement sont vite impressionnants**. Songez qu'une chaudière de 3 MW, adaptée à une serre maraîchère de 2,5 ha, engloutit 300 m³ de bois en deux ou trois jours ! Il faut absolument éviter de sous-dimensionner son silo, et ne pas hésiter à créer si besoin un **stock tampon hors silo** (ou stock principal), a proximité immédiate de l'exploitation.

Au-delà de son volume, d'autres paramètres interviennent dans le choix d'un silo de stockage :

- le **type de biomasse** : chacun présente un volume inutile (volume mort) différent ;
- le **mode de remplissage** : type de benne et de camion ;
- l'**intégration** au sein de l'exploitation : surface disponible, emplacement, accès, protection des intempéries… ;
- la **disponibilité des équipements** (tracteur, remorque…) et du personnel pour les livraisons, l'entretien, les contrôles, les commandes…

DR.

Planifier et suivre son projet

Prenez votre temps lors de la mise en œuvre. Une **planification** et un **suivi de projet** sont fortement recommandés. Il est également indispensable de procéder à des essais avant de basculer sur la nouvelle chaufferie, sans oublier de **former en amont tout le personnel** concerné.

Pendant la première année d'exploitation, il est judicieux de se faire aider par son bureau d'étude (et l'installateur et/ou le fabricant) car **de nombreux réglages et ajustements sont nécessaires**.

Enfin, il est impératif de **suivre méticuleusement la qualité du combustible**, les **consommations**, et les **dysfonctionnements**. La tenue du **livret de chaufferie** est très précieuse à cet égard.

QUID DE LA VALORISATION DU CO_2 DES FUMÉES ?

Contrairement aux chaufferies gaz, le CO_2 contenu dans les fumées des chaudières biomasse ne peut actuellement être valorisé en serre dans des conditions techniques, économiques et sanitaires satisfaisantes. Ces fumées comportent en effet des poussières ou particules fines, et certains gaz polluants tels que des composés organiques volatils (COV), des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), des dioxines, etc. La composition des fumées est par ailleurs très dépendante de la qualité, donc de l'origine, de la biomasse.

COÛT D'INVESTISSEMENT D'UNE CHAUFFERIE AU BOIS EN FONCTION DE LA PUISSANCE ET DU TYPE DE COMBUSTIBLE

GAMME DE PUISSANCE	BOIS HUMIDES	BOIS SECS
100 à 500 kW	1 100 € HT/ kW	850 € HT/ kW
500 à 1 000 kW	500 € HT/ kW	350 € HT/ kW
1 000 à 2 500 kW	350 € HT/ kW	200 € HT/ kW

Source : ADEME/CTBA – Enquête 2002, mise à jour Astredhor 2011

L'EXPLOITATION DE VOTRE CHAUFFERIE BIOMASSE

DR.

Bien dimensionné, un projet de chaufferie biomasse peut s'amortir en 5 à 10 ans. Reste à gérer parfaitement la phase d'exploitation afin que les économies prévues soient au rendez-vous. Tout ou presque repose sur le fonctionnement technique optimal de la chaudière. La qualité de suivi et de maintenance de l'installation sont également primordiales, et demandent généralement une forte implication personnelle de l'exploitant et de son équipe. La réglementation, certes contraignante, doit d'ailleurs être vue à la lumière de ces éléments.

La réglementation sur les installations

Les règles françaises sont **de plus en plus strictes** et **dépendent de la puissance installée**, du **type de biomasse** utilisé, de la localisation (+/- 250 000 habitants), et de son statut (installation neuve ou existante). Les normes concernent essentiellement des valeurs limites d'émission (VLE) de polluants autorisées.

Les **« petites » installations** (moins de 2 MW, soit tout de même autour de 2 ha de serres) sont soumises au **règlement sanitaire départemental** (RSD) : les fumées ne doivent pas incommoder le voisinage, et les cendres sont considérées comme des déchets, donc non vendables. Ces chaufferies sont contrôlées par la DDASS (Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales) et la commune d'implantation.

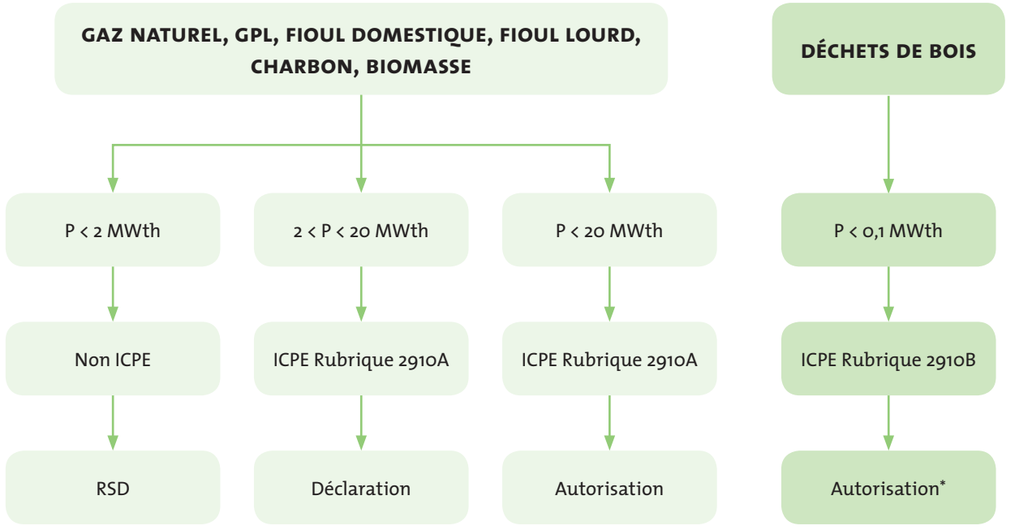
Les chaudières de **plus de 2 MW** et de moins de 20 MW doivent être **déclarées** comme **ICPE** (Installation Classées pour la Protection de l'Environnement – rubrique 2910A), et sont donc soumises à des **normes plus sévères** :

– valeurs limites en dioxyde de soufre, en NOx, en poussières et particules ;
– hauteurs de cheminées ;
– normes pour le bâtiment, les performances thermiques, et la sécurité.
– exigences sur la qualité du combustible.
– gestion, retraitement et valorisation des cendres.

Au-delà de 20 MW, ou pour une chaufferie brûlant des déchets de bois (rubrique 2910B), une **autorisation préalable** à l'installation est exigée.

DR.

RÉSUMÉ DE LA RÉGLEMENTATION FRANÇAISE APPLICABLE AUX INSTALLATIONS DE COMBUSTION



*Source : ATEE (*réglementation en cours de révision)*

Les contrôles périodiques

L'intensité des contrôles périodiques dépend de la puissance installée. **Jusqu'à 400 kW**, une **inspection annuelle**, comparable à celle des chaudières des particuliers, suffit. Un professionnel qualifié doit nettoyer et régler la chaudière, et s'assurer de son bon fonctionnement en toute sécurité. Il remet ensuite une attestation à l'exploitant.

Pour les chaudières de **plus de 400 kW** (et jusqu'à 20 MW), la réglementation s'avère plus contraignante…

La tenue du livret de chaufferie obligatoire…

Ce document interne contient les résultats de diverses **informations** et **mesures techniques** régulières :

– **description** technique de la chaudière (puissance, modèle…) ;
– consignes de **sécurité**, personnel habilité ;
– **historique** des évènements : incidents, réparations, ramonages, nettoyages, inspections… ;
– rapports des **auto-contrôles** périodiques : rendement lors des remises en marche, rendement trimestriel, pollution… ;
– rapports des **contrôles officiels**.

… nécessite de nombreux équipements de mesure…

– un indicateur de **température des gaz de combustion** à la sortie de chaudière ;
– un **analyseur des gaz de combustion** (CO_2 ou O_2) ;
– un appareil de mesure de l'**indice de noircissement** ;
– un **déprimomètre** (ou dépressiomètre), pour le réglage de la légère dépression de la chambre de combustion, permettant une meilleure combustion ;
– un indicateur d'**allure de fonctionnement** ou de **débit de combustible** ;
– un enregistreur de **pression de vapeur** (pour les chaudières de plus de 2 MW) ;
– un appareil de mesure de la **température du fluide caloporteur**.

… indispensables pour réaliser les auto-contrôles et contrôles périodiques.

À chaque remise en route, et au minimum tous les trois mois, le serriste doit **calculer le rendement** de sa chaudière, et reporter une série de mesures sur le carnet de chaufferie. Ces éléments seront utilisés d'une part par l'exploitant, pour **améliorer les performances énergétiques** de l'installation (obligation du Code de l'Environnement), et d'autre part par l'**organisme de contrôle accrédité** qui effectuera les inspections obligatoires (au minimum une fois tous les deux ans). Ces contrôles obligatoires contiennent :

– le calcul du **rendement** ;
– la vérification de l'existence et du bon fonctionnement des **équipements de mesure** ;
– la vérification du bon état des installations de **distribution** de l'énergie thermique du réseau primaire ;
– la vérification de la bonne tenue du **livret de chaufferie**.

La maintenance

Une chaufferie biomasse demande une attention quotidienne. Non seulement la chaudière elle-même doit être suivie et entretenue régulièrement, mais les périphériques, de l'alimentation au traitement des rejets, en passant par la régulation, doivent fonctionner parfaitement afin d'éviter une rupture de l'approvisionnement ou une dégradation du rendement. Le nombre de paramètres à gérer permet presque de parler de « stratégie » d'exploitation.

DR.

La mise en route : le bon réglage pour le meilleur rendement

Dés les première flammes, la **stratégie de chauffe** doit être déterminée : il s'agit de définir les **cycles de fonctionnement** permettant d'atteindre les conditions climatiques souhaitées sous serre, en prenant en compte des éléments variés tels que la météo, la puissance de la chaudière, la durée d'ensoleillement naturel, etc. Cette phase de mise en route peut en réalité durer plusieurs semaines avant de **trouver le bon équilibre**. Elle est pourtant primordiale car de mauvais réglages entraînent systématiquement une **surconsommation de combustible**, et potentiellement des surchauffes, l'encrassement de la chambre de combustion, ou d'autres dysfonctionnements pouvant réduire la durée de vie de la chaudière. Cette période de lancement est également sensible pour les autres parties de la chaufferie. Ainsi, **les premières livraisons de combustibles doivent être particulièrement surveillées**, surtout lorsque l'exploitant étrenne une nouvelle filière d'approvisionnement. En effet, **la majorité des problèmes rencontrés en début d'exploitation concerne la qualité du combustible** (granularité, taux d'humidité, corps étrangers…) **ou les modalités de livraison** (camion inadapté, non respect des délais…). Ensuite, entre les fausses manipulations, les erreurs de livraison, les blocages de bois dans le système d'alimentation, et le manque de disponibilité du personnel, la vigilance est de mise pour éviter un déclenchement trop fréquent des alarmes. L'exploitant et son équipe **doivent apprivoiser leur nouvel outil**. Il est donc fortement recommandé de **se faire aider** (par son bureau d'étude, l'installateur et les fabricants des matériels) et de mobiliser son personnel. Heureusement, après la période de rodage, la satisfaction est généralement au rendez-vous.

DR.

DR.

PAROLES DE SERRISTES

« Au début, nous avons brûlé des granulés de paille qui donnaient trop de mâchefers : la chaudière se bloquait, et malgré plusieurs nuit blanches, nous avons perdu une partie de nos rosiers. Il nous a fallu quelques mois de réglages pour trouver une solution au problème. Mais ceux-ci sont relatifs, car nous avons divisé notre facture de chauffage par deux ! »

« Nous sommes passés du bois de rebut aux plaquettes à la suite d'encrassements répétés de la chaudière. »

« Il nous a fallu quelques jours avant de comprendre que des voutâges dans le silo (ndr : les morceaux de bois s'emboîtent les uns dans les autres, jusqu'à provoquer un bouchon) provoquaient les ruptures d'approvisionnement. »

Un suivi quotidien

Lors de la saison de chauffe, **une visite quotidienne de l'installation** s'impose. Il s'agit essentiellement d'une inspection visuelle, de toute la chaîne suivie par la biomasse :

- **vérification du stock de combustible** : quantité suffisante, qualité de la biomasse, déblocage du silo, retrait des corps étrangers… ;
- **contrôle du système d'alimentation** : débourrage ou déblocage, retrait des corps étrangers, recherche d'éléments cassés ou abîmés… ;
- **inspection de la chambre de combustion** : bonne arrivée du combustible, retrait d'éventuelles cendres accumulées, des mâchefers, des corps étrangers, combustion visuellement normale… ;
- **vérification de la distribution de chaleur** : pression pour les circuits hydrauliques, températures de retour, absence de fuites sur l'échangeur… ;
- **vidage des cendres** : si nécessaire ;
- c**ontrôle de la régulation** : prise de connaissance des alarmes, vérification des paramètres, anticipation des besoins en maintenance.

Ce suivi au jour le jour s'accompagne bien sûr d'une **maintenance préventive et corrective**, similaire à celle des chaufferies classiques.

DR.

Au final, les opérations de maintenance d'une chaufferie biomasse sont non seulement **chronophages**, jusqu'à plusieurs heures par jour, mais encore demandent de véritables **compétences techniques**, notamment en automatismes. Ce point est souvent cité par les serristes ayant franchi le pas : bien que globalement satisfaits, ils trouvent leur chaufferie biomasse bien exigeante…

PAROLE D'EXPERT

Choisir un contrat de maintenance ou former son personnel ?

« La classification standard contient 4 niveaux de maintenance allant de l'approvisionnement en combustible (P1) au changement de chaudière (P4) en passant par la maintenance courante (P2) et le gros entretien incluant le remplacement de pièces (P3). Je pense que seule la maintenance courante assortie d'un dépannage sur site (P2) doit faire l'objet d'un contrat de maintenance. En effet, l'approvisionnement (P1) peut être facilement géré en interne, et il est plus avantageux financièrement de payer ses grosses réparations au coup par coup plutôt que de payer tous les mois un hypothétique remplacement de pièce (P3, P4)… **En revanche, le serriste doit être vigilant sur la qualité de son combustible pour ne pas être accusé d'avoir mis n'importe quoi dans sa chaudière** : il doit donc former le personnel aux mesures de taux d'humidité et de granularité pour contrôler chaque livraison. »

PAROLES DE SERRISTES

« Mes contrôles et travaux quotidiens, à tour de rôle avec les chefs de culture, sont importants sur la chaufferie bois et dans la zone de stockage. Ils représentent l'équivalent d'un temps plein sur sept personnes dans l'entreprise. Un agent de maintenance doit être formé et dédié à l'entretien courant. »

« Le temps de gestion de la chaudière à granulés, du stockage et des approvisionnements est minime en comparaison des gains économiques. »

« Nous avons du embaucher un responsable bois car il y a beaucoup de maintenance et d'alarmes. Ce surcroît de travail représente 2 à 3 heures d'activité par jour et par chaudière, soit presque l'équivalent d'une personne à mi-temps. Et le gérant doit être polyvalent. »

« La chaudière bois demande beaucoup d'entretien, tous les jours. Il faut compter 300 heures en plus par an, qui correspond pour nous à de la main d'œuvre familiale. »

LE FINANCEMENT DE VOTRE INSTALLATION

DR.

Le passage à une énergie « durable » telle que la biomasse énergie répond aux objectifs du Grenelle de l'environnement. Des aides et subventions existent, sont parfois cumulables, et relativement faciles à obtenir. Au final, elles permettent généralement des retours sur investissement compris entre 5 et 10 ans et des coûts d'exploitation inférieurs aux énergies fossiles.

Avant l'investissement : les aides à la décision

FranceAgriMer, les régions et les directions régionales de l'ADEME proposent des subventions permettant de financer jusqu'à **70 % des études de faisabilité**, pré-diagnostics et diagnostics énergétiques.

De nombreuses aides à l'investissement

Des dispositifs d'aides régionaux, nationaux et européens cohabitent. Certains sont simples, d'autres plus complexes, et tous subissent régulièrement des modifications. Il convient donc de se faire aider par un organisme de soutien (chambre d'agriculture, fédération professionnelle, ADEME) pour **bénéficier au maximum des subventions** auxquelles vous avez droit.

Le Fonds Chaleur Renouvelable

Ce fonds national garantit à la chaleur issue de la biomasse **un coût inférieur d'au moins 5 %** à la chaleur issue de combustibles fossiles. L'accès au dispositif et le montant de la subvention dépendent de la production annuelle de chaleur prévue. Ainsi, les aides aux petites chaufferies (jusqu'à environ 4 ha de serres, soit 1 000 tep/an) sont gérées au niveau régional, par l'ADEME et les conseils régionaux, alors que les grandes installations doivent répondre à un appel à projet annuel et national. Les montants alloués sont débloqués en plusieurs fois (à l'investissement, puis en cours d'exploitation), et décroissent avec la quantité de chaleur produite afin de compenser la part d'investissement incompressible des petites chaufferies. En moyenne **le taux d'aide aux gros projets atteint 40 %**. Les subventions du Fonds Chaleur sont cumulables avec d'autres dispositifs (dans les limites de chacun) à l'exception des Certificats d'Économies d'Énergie.

La « circulaire serres »

Bras armé du « Plan de Modernisation 2007-2013 des exploitations maraîchères et horticoles et des pépinières », ce dispositif national propose une **subvention d'investissement comprise entre 15 % et 35 %** (+5 % pour les Jeunes Agriculteurs) en fonction du type de production (maraîchage, horticulture), et d'autres critères (Jeune Agriculteur…). Divers plafonds viennent limiter la subvention (montant maximal d'argent public disponible, montant maximal d'investissement…). L'accès à la « circulaire serres » étant relativement complexe, impose l'assistance d'un technicien agréé par FranceAgriMer pour monter le dossier de demande.

Les aides du Plan Végétal pour l'Environnement

Ce mix d'aides nationales et européennes est attribué via des appel à projets nationaux, et distribué **en fonction des priorités des financeurs, dans la limite des enveloppes budgétaires** dont ils disposent. La subvention, par ailleurs cumulable, est plafonnée à 150 000 € (450 000 € pour un GAEC) et doit concerner des investissements permettant des économies d'énergie (régulation, open buffer, isolation…).

EXEMPLE DE VALORISATION DE CEE

ÉQUIPEMENT	QUANTITÉ D'ÉNERGIE ÉCONOMISÉE	EXEMPLE DE VALORISATION (4 €/MWh CUMAC/PRIX MOYEN CONSTATÉ)
SERRE MARAÎCHÈRE		
Ballon de stockage de type open buffer	3 400 MWh cumac/ha	10 200 €/ha
Ordinateur climatique avec intégration des températures	1 400 MWh cumac/ha	4 200 €/ha
SERRE HORTICOLE		
Ordinateur climatique avec intégration des températures	710 MWh cumac/ha	2 130 €/ha
Ballon d'eau chaude « classique »	1 700 MWh cumac/ha	5 100 €/ha

Les aides régionales de l'ADEME

Réservées aux petits projets (moins de 100 tep/an), et dans la limite des fonds disponibles, ces subventions sont compatibles avec les autres aides, sauf les Certificats d'Économie d'Énergie (CEE).

Les Certificats d'Économies d'Énergie (CEE)

Avant toute chose, il convient de préciser que **les CEE ne sont pas des aides publiques**, et qu'ils ne sont pas cumulables avec les aides délivrées par l'ADEME. Il faut donc réaliser une **étude chiffrée comparative** afin d'arbitrer entre les CEE et certaines subventions.

Les CEE découlent de l'obligation des fournisseurs d'énergie et de carburants français (dits « obligés ») de participer à l'effort collectif de sobriété énergétique. Ces obligés ont alors le choix : réaliser des économies d'énergie en interne, payer une pénalité libératoire à l'état, ou **démontrer qu'ils font baisser la consommation de leurs clients**, en leur achetant une **quantité d'énergie économisée**, exprimée en kWh « cumac » (pour **cum**ulés et **ac**tualisés), et baptisée « certificat ». À l'instar des actions cotées, les certificats sont **échangés librement**, et leur valeur fluctue en fonction du **marché**. En revanche, à chaque investissement amenant des économies d'énergie correspond une **quantité d'énergie cumac prédéterminée**. Ainsi, par exemple, l'installation d'un open buffer donne-t-elle le droit à l'émission d'un CEE de 3,4 GWh cumac/ha équipé. La liste des opérations éligibles (dites « opérations standardisées ») est disponible sur le site du Ministère du Développement durable.

Pour les serristes, plusieurs équipements sont éligibles à l'émission de CEE à ce jour :

– les **ballons de stockage** (open buffer ou classique) ;
– les **ordinateurs climatiques** avec module d'intégration des températures ;
– les double écrans thermiques ;
– divers équipements électriques et la récupération de chaleur sur groupe froid ;
– les **chaufferies biomasse**.

Sachez enfin que, pour être valorisée, la négociation des CEE doit s'effectuer **en amont** de l'investissement (rôle moteur de l'obligé à prouver). La négociation de **gré à gré** avec les fournisseurs d'énergie demande sans aucun doute un certain savoir-faire… Mais une solution consiste également à passer par un intermédiaire (fédération, syndicat, groupement de producteurs…), qui mutualise les projets, coordonne la négociation et valorise en général mieux les certificats en question.

POUR ALLER PLUS LOIN

- Retrouvez l'intégralité de l'étude sur **www.ademe.fr/mediatheque** et complétez votre information sur le web :
  – **www.ademe.fr/fondschaleur**
  – www.biomasse-normandie.org
  – www.cibe.fr (Comité Interprofessionnel du Bois Énergie)
- Pour une première approche de la disponibilité en biomasse dans votre région :
  – **http://www.dispo-boisenergie.fr**
- Guide « Mise en place d'une chaufferie bois », réf. 5857 – 39 euros à commander auprès d'EDP Sciences (**www.edpsciences.org** onglet « Livres »)

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) est un établissement public sous la triple tutelle du ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche et du ministère de l'Économie, des Finances et de l'Industrie. Elle participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable.

Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'Agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

*Cette brochure présente une synthèse des résultats et recommandations établies dans le cadre de l'étude **« Utilisation du bois énergie pour le chauffage des serres : Bilan des connaissances et du parc des équipements de chauffage des serres par la biomasse. Analyse des opportunités et des contraintes pour les filières – juillet 2011 »**, réalisée par le Ctifl, l'Astredhor, Les Producteurs de Légumes de France et la FNPHP et coordonnée par l'ADEME. Cette étude, dont le rapport est disponible en libre téléchargement sur le site de l'ADEME, apportera au lecteur les informations complémentaires nécessaires à la compréhension des enjeux, objectifs et recommandations regroupées dans ce document.*

L'ADEME remercie particulièrement les auteurs de l'étude
Ariane GRISEY, Éric BRAJEUL et Marc DELPORTE, Ctifl – Marie MOREL, Astredhor – Kora MENEGOZ, Anne-Sophie LE MENN et Stéphanie GUILLOCHAIN pour Producteurs de Légumes de France – Delphine VERNIER, FNPHP – pour leur contribution et l'ensemble des producteurs horticoles et maraîchers qui ont bien voulu apporter leur témoignage.

« Notre conversion énergétique en biomasse aura été amortie en 5 ans. Nous sommes très satisfaits de cet investissement qui nous a permis de nous développer, de conserver une marge économique viable pour l'entreprise, tout en limitant notre impact sur l'environnement. »
Sophie et Pascal P.,
producteurs de roses sous serres en Lot-et-Garonne

*Pour étudier votre projet biomasse énergie, rapprochez-vous de vos relais. Organisation de producteurs, fédérations professionnelles et centres techniques, votre direction régionale ADEME (**www.ademe.fr/regions**) sont à votre écoute pour vous guider et vous aider à réaliser votre projet de chaufferie biomasse.*

7334 | 2000 ex. | ISBN 978-2-35838-214-4 | Mars 2012 | Conception : opixido | Imprimé par Maugein imprimeurs

ADEME
Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

Liberté • Égalité • Fraternité
RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
MINISTÈRE DE L'ÉCOLOGIE, DU DÉVELOPPEMENT DURABLE, DES TRANSPORTS ET DU LOGEMENT
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
MINISTÈRE DE L'ÉCONOMIE, DES FINANCES ET DE L'INDUSTRIE

En partenariat avec :

Ctifl — Légumes de France — astredhor — Fédération Nationale FNPHP Les producteurs des végétaux d'ornement

9 782358 382144

ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr