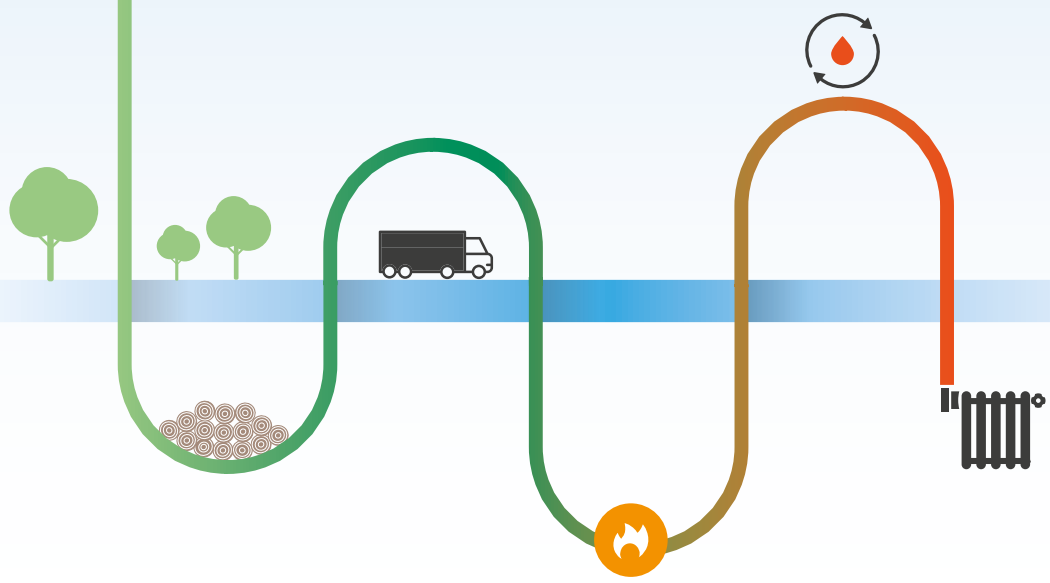




# LE BOIS ÉNERGIE

— CHAUFFERIES BOIS COLLECTIVES À ALIMENTATION AUTOMATIQUE



**Ce document est édité par l'ADEME**

**ADEME - Pays de la Loire**

5, bd Vincent Gâche - CS 90302

44 203 Nantes Cedex 2

**[www.paysdelaloire.ademe.fr](http://www.paysdelaloire.ademe.fr)**

**Coordination technique :** Cédric Garnier - ADEME Pays de la Loire  
Laura Pais - Atlanbois

**Communication :** Chrystèle Chauvet - ADEME Pays de la Loire

**Rédacteurs :** Écologie Urbaine et Communication

**Création graphique :** L'atelier de l'estuaire

**Brochure réf. 010088**

**ISBN :** 979-1-02970-664-6 - novembre 2016

**Dépôt légal :** ©ADEME Éditions, novembre 2016

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, relatives à la reproduction par reprographie.

# ENJEUX ET APPLICATIONS

## LES ENJEUX DU BOIS ÉNERGIE

Le Grenelle de l'Environnement prévoit une augmentation de la consommation d'énergie d'origine renouvelable de 20 Mtep\* (million de tonnes d'équivalent pétrole) entre 2005 et 2020. Avec une augmentation de 7,5 Mtep attendue, le bois énergie est une des filières les plus prometteuses en matière de production de chaleur renouvelable.

Depuis 2009, le Fonds Chaleur, géré par l'ADEME, participe au développement de la production de chaleur renouvelable. Destiné aux collectivités et aux entreprises, il contribue aux objectifs du paquet européen énergie-climat, qui consiste à porter la part des énergies renouvelables (EnR) à 23 % de la consommation énergétique nationale d'ici à 2020. Durant la période 2009-2015, le Fonds Chaleur a été doté de 1,5 milliard d'euros pour soutenir près de 3 600 réalisations pour une production totale de 1,8 Mtep. Ces aides financières permettent à la chaleur renouvelable d'être compétitive par rapport à celle produite à partir d'énergies conventionnelles.

[www.ademe.fr/fondschaleur](http://www.ademe.fr/fondschaleur)

\*1 tep = 11 630 kWh / 1 Mtep = 1 000 000 tep

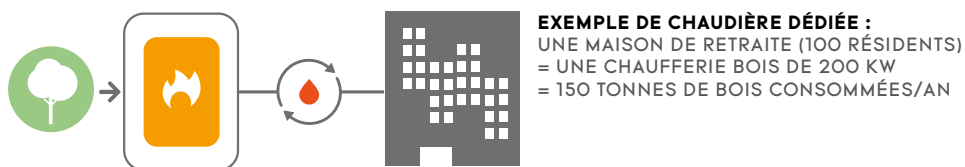
## LES DIFFÉRENTES APPLICATIONS DU BOIS ÉNERGIE

Les évolutions technologiques des chaudières permettent aujourd'hui d'opter pour le combustible biomasse aussi bien dans l'industrie, l'agriculture, le tertiaire, le logement collectif et les bâtiments publics.

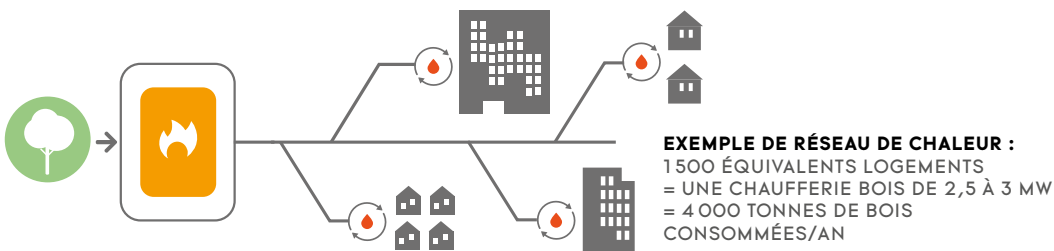
Pour les chaufferies collectives dans le secteur de l'habitat et du tertiaire, deux grandes familles de projets se distinguent selon les besoins :

- les projets réalisés pour le compte du maître d'ouvrage stricto sensu (chaufferie dédiée)
- les projets réalisés par un maître d'ouvrage pour le compte d'usagers (réseau de chaleur)

### CHAUFFERIE RACCORDÉE À UN BÂTIMENT



### CHAUFFERIE RACCORDÉE À PLUSIEURS BÂTIMENTS

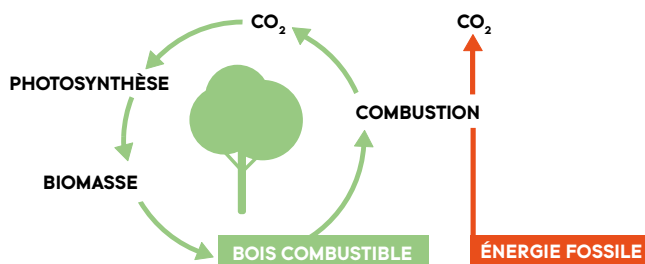


# LES AVANTAGES DU BOIS ÉNERGIE

## DES IMPACTS POSITIFS POUR L'ENVIRONNEMENT

Utiliser le bois comme énergie permet de substituer des consommations d'énergies fossiles (gaz, charbon ou fioul) dont les réserves s'épuisent.

Le bois énergie contribue à la lutte contre l'effet de serre, car la combustion du bois est un processus peu émetteur de CO<sub>2</sub> sur l'ensemble du cycle du carbone. La gestion durable des forêts et du bocage permet en outre la préservation, l'entretien et le maintien de la biodiversité du patrimoine naturel.



LE CYCLE CARBONE DU BOIS ÉNERGIE

Source : ADEME

### LE SAVIEZ-VOUS ?

La quantité de CO<sub>2</sub> dégagée lors de la combustion du bois est comparable à celle nécessaire à la croissance des arbres par la photosynthèse. Le bilan carbone de la filière bois énergie est donc très favorable dans le cadre d'une gestion forestière durable, comme cela prévaut en Europe.

Comme pour les énergies fossiles, le bois produit des polluants atmosphériques lors de sa combustion. La qualité des émissions atmosphériques est la résultante de l'interaction entre un combustible, un équipement de combustion et le dispositif de traitement des fumées. Les chaufferies automatiques contribuent de façon peu significative aux émissions globales du bois énergie, qui proviennent principalement des appareils individuels anciens et peu performants.



[www.ademe.fr/bois-energie-qualite-lair](http://www.ademe.fr/bois-energie-qualite-lair)

[www.ademe.fr/foret-attenuation-changement-climatique](http://www.ademe.fr/foret-attenuation-changement-climatique)

## UNE RESSOURCE DISPONIBLE LOCALEMENT ET DIVERSIFIÉE

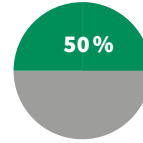
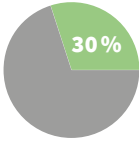
Près d'un tiers du territoire français est recouvert par des forêts. La production d'énergie à partir du bois constitue un gisement énergétique considérable et disponible sur l'ensemble du territoire.

En France métropolitaine, la récolte annuelle de bois est inférieure à l'accroissement biologique des forêts. La ressource non prélevée est encore très abondante. Par ailleurs, la filière bois énergie permet de valoriser les sous-produits et déchets d'autres filières (entretien et élagage des bois urbains, connexes des scieries, déchets d'emballages, etc.).

### LE SAVIEZ-VOUS ?

Le bois énergie est une ressource "locale" toujours disponible à l'échelle du projet (de quelques kilomètres à 150/200 kilomètres maximum). Face aux énergies fossiles importées du Moyen-Orient, d'Afrique et de Russie, la distance d'approvisionnement ne doit en aucun cas être un frein à l'émergence des projets : le bilan énergétique, environnemental et sociétal reste largement favorable.

PRÈS D'UN TIERS  
DU TERRITOIRE  
FRANÇAIS EST  
COUVERT PAR  
DES FORÊTS.



LE PRÉLÈVEMENT DE BOIS  
REPRÉSENTE LA MOITIÉ  
DE L'ACCROISSEMENT  
NATUREL DE LA FORÊT.

## UNE OPPORTUNITÉ SOCIO-ÉCONOMIQUE POUR LES TERRITOIRES

Le bois est un combustible compétitif. Son coût est 2 à 4 fois moins élevé que celui des énergies fossiles et est mieux maîtrisé.

Cette filière crée de l'emploi : sa collecte, son conditionnement, son transport et son exploitation représentaient un marché de 3,5 Mds d'euros pour plus de 10 000 emplois en 2014\*.

Le bois énergie contribue à l'indépendance énergétique et à la réduction de la facture énergétique de la France en réduisant les importations de matières premières et en réinjectant localement ces dépenses.

\* Source : ADEME, Chiffres-Clés Climat, Air et Énergie, 2015

### LE SAVIEZ-VOUS ?

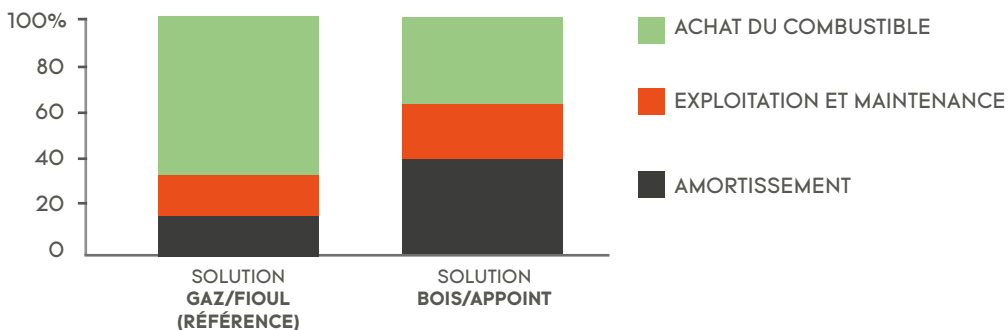
Une chaufferie bois de 2,5 à 3 MW pour desservir environ 1 500 équivalent-logements correspond chaque année à :

- 4 000 tonnes de bois consommées
- 200 à 250 000 euros injectés dans l'économie locale
- jusqu'à 4 emplois créés
- 1 000 tep d'énergie fossile économisées
- 2 à 3 000 t CO<sub>2</sub> évitées

## DÉCOMPOSITION DU COÛT DE LA CHALEUR

Pour les solutions de référence (gaz, fioul, etc.), la part du combustible correspond au 2/3 du coût total de la chaleur, avec un risque important de fluctuations à long terme.

Pour la solution bois, les charges fixes ou quasi-fixes (amortissement, exploitation et maintenance) représentent les 2/3 du coût total. Par ailleurs, le coût du combustible est stable et maîtrisé. Grâce aux subventions à l'investissement et à une TVA à taux réduit, le bois énergie devient compétitif.



Source : Atlanbois

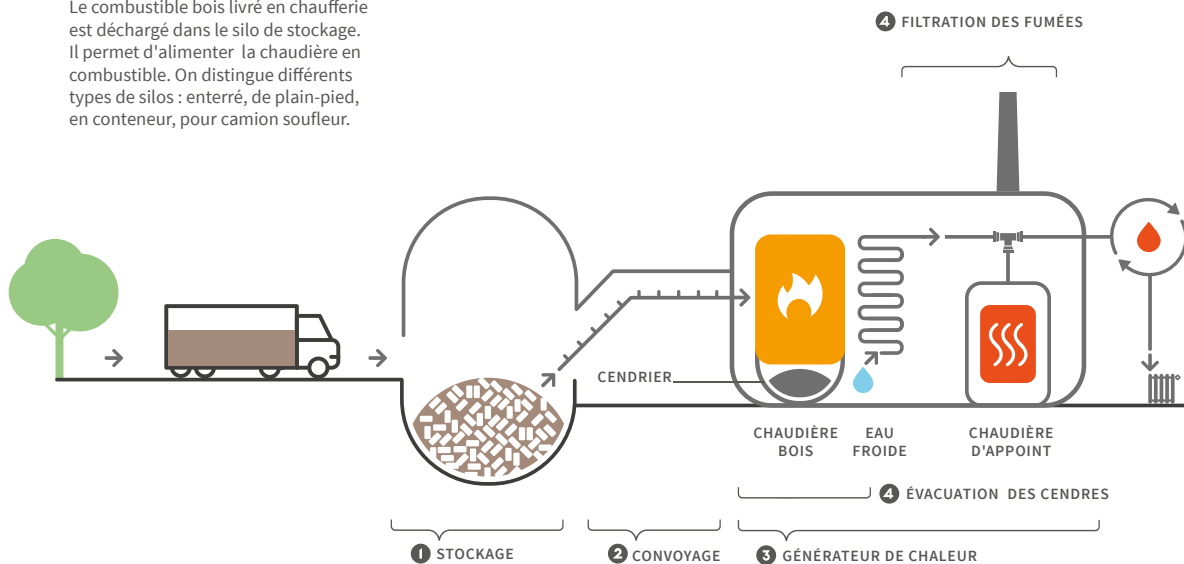
# COMMENT ÇA MARCHE ?

## LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION

Le bois énergie connaît depuis plusieurs années un renouveau favorisé par les évolutions technologiques de la filière. Il existe des solutions techniques performantes pour toutes les gammes de puissance (de 8 kW à plusieurs dizaines de MW).

### 1 LE SILO DE STOCKAGE

Le combustible bois livré en chaufferie est déchargé dans le silo de stockage. Il permet d'alimenter la chaudière en combustible. On distingue différents types de silos : enterré, de plain-pied, en conteneur, pour camion souffleur.



### 2 LE CONVOYAGE

L'alimentation automatique d'une chaufferie bois permet d'acheminer le combustible depuis le silo jusqu'au foyer. Elle comprend trois étapes :

- le dessilage du combustible
- le convoyage
- l'introduction dans le foyer

La nature du combustible bois (combustible solide et de granulométrie parfois irrégulière) nécessite des précautions particulières au niveau de l'alimentation automatique pour éviter des dysfonctionnements que l'on ne rencontre pas avec les combustibles liquides ou gazeux.

### 3 GÉNÉRATEUR DE CHALEUR

C'est l'enceinte dans laquelle l'énergie contenue dans le bois est libérée et transmise au fluide caloporteur. Il est généralement composé de deux éléments principaux :

- le foyer
- l'échangeur de chaleur

En règle générale, on prévoit une chaufferie bi-énergie avec un combustible fossile en relèvement. La chaudière d'appoint assure le complément de puissance pendant les périodes les plus froides de l'année.

### 4 FILTRATION DES FUMÉES ET ÉVACUATION DES CENDRES

Une installation de combustion biomasse génère deux types de résidus : les cendres sous foyer et les cendres volantes. Les premières tombent dans un cendrier situé sous la chaudière et sont extraites par voie sèche ou voie humide. Leur valorisation agronomique permet de restituer ces éléments au sol afin qu'ils soient réutilisés par les arbres ou les cultures. Les cendres volantes, également appelées particules de filtration des fumées émanent des systèmes de dépoussiérage.

Source : Guide "Mise en place d'une chaufferie biomasse", EDP Sciences, ADEME, 2014

## LES DIFFÉRENTS COMBUSTIBLES

Le bois se présente sous forme de combustibles divers et variés : essences, origines, qualité du broyage et du tri. Il n'y a pas de mauvais combustible mais chacun répond à un type d'installation bien défini. L'adéquation combustible/chaudière est indispensable à tous les projets, notamment pour les petites puissances (<1 MW). Il est donc nécessaire de recourir à un approvisionnement maîtrisé permettant de garantir des caractéristiques du produit connues et stables dans le temps.

### Les différents types de combustibles

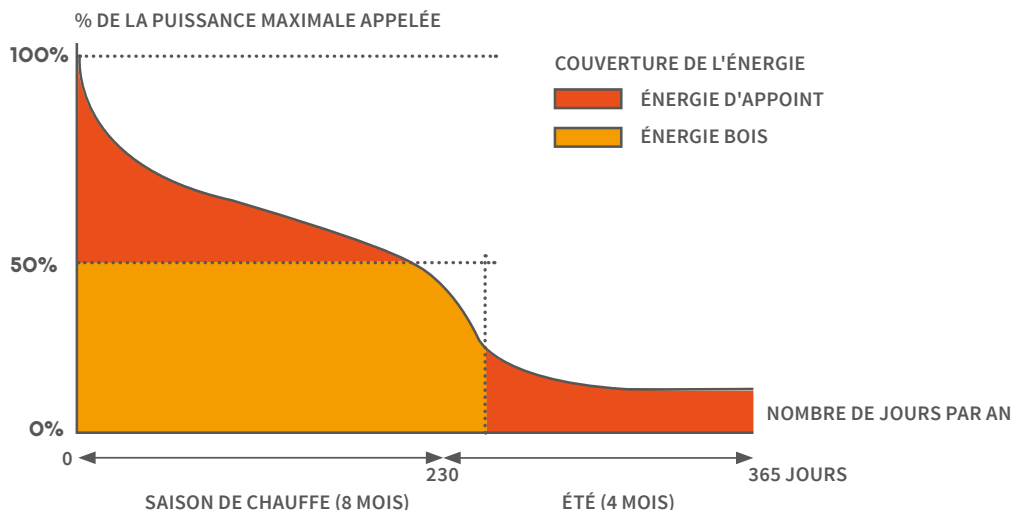
PROVENANCE	TYPE DE COMBUSTIBLES
co-produits de l'entretien de la forêt, du bocage, des espaces verts et des haies urbanisées	plaquettes (bois déchiquetés ou broyés), forestières, bocagères et urbaines
sous-produits bois des entreprises locales et les produits connexes des industries du bois	écorces sciures et copeaux granulés
bois en fin de vie déchets industriels banals de bois non traités (broyats obtenus à partir de palettes, caisses, cagettes et barquettes)	plaquettes (bois déchiquetés ou broyés)

La qualité du combustible dépend du taux d'humidité, de la granulométrie (taille et structure homogène), du pouvoir calorifique (quantité de chaleur dégagée lors de la combustion) et du taux de cendres. La norme internationale NF EN ISO 17225, entre autres certifications, permet de caractériser les différents combustibles solides et garantit le respect des caractéristiques essentielles.

## LE BON DIMENSIONNEMENT DE L'INSTALLATION

Les installations de chauffage collectif au bois fonctionnent en bi-énergie, c'est-à-dire avec une énergie d'appoint (fioul domestique, gaz, etc.) pour les jours les plus froids de l'année et/ou en secours.

La puissance d'une chaudière bois représente généralement de 40 à 60% de la puissance maximale appelée de façon à couvrir 80 à 90% des besoins annuels.



Source : ADEME



# RÉUSSIR SON INSTALLATION

Plusieurs étapes sont à respecter pour répondre aux questions d'ordre technologique, économique ou juridique. La durée de ces étapes est variable, mais une à trois années sont en général nécessaires en fonction de la complexité du projet.

## J'ÉVALUE



### AIDE À LA DÉCISION

- ✓ Je fais réaliser une étude d'opportunité gratuite et objective proposée par une structure *Relais Bois Énergie*.
- ✓ J'engage une étude de faisabilité, réalisée par un bureau d'étude spécialisé, pour vérifier la pertinence technique et économique du projet d'implantation de la chaufferie.
- ✓ Si l'étude est concluante, je rédige un cahier des charges pour la consultation des entreprises. Avec l'aide du *Relais Bois Énergie* ou de l'Assistant à Maîtrise d'Ouvrage (AMO), je rédige le programme technique pour la consultation de l'équipe de maîtrise d'oeuvre.

## JE VEILLE



### CONCEPTION / RÉALISATION

#### LORS DE LA MISE EN ŒUVRE

- ✓ Je réunis le comité de pilotage, en présence de mon *Relais Bois Énergie* et je compare l'état de réalisation avec le programme technique initial. Je me fais expliquer les éventuelles variations avec le programme prévisionnel et je demande des compléments d'études si des interrogations subsistent.
- ✓ Je consulte les fournisseurs de bois énergie. En fonction du type de combustible pressenti, j'adapte le cahier des charges de mon installation (silo, convoyage, chaudière, etc.).
- ✓ J'exige une consultation par lots détaillés afin d'être en capacité de sélectionner les prestations les plus adaptées à mes attentes.
- ✓ Je demande une formation pour les agents chargés de la conduite de l'installation (2 jours minimum) assurée par le constructeur de la chaudière.
- ✓ Je participe (avec l'AMO) aux réunions de chantier et contrôle la bonne exécution des travaux. La présence du *Relais Bois Énergie* est possible si nécessaire.



## LORS DE LA PHASE DE RÉCEPTION ET DE MISE EN SERVICE

✓ Je suis présent lors de la phase de réception et accompagné par mon *Relais Bois Énergie*, l'AMO et l'agent de chaufferie qui sera chargé de l'exploitation.

✓ Je valide le traitement des réserves (incluant les non-conformités). Je prononce la réception définitive des travaux uniquement à la levée de toutes les réserves.

✓ Lors de la mise en service, je contrôle que tous les paramètres ont été correctement réglés selon les préconisations de la fiche de mise en service proposée par les *Relais Bois Énergie*.

### JE MAÎTRISE



### EXPLOITATION / SUIVI / ÉVALUATION

## LORS DE LA PHASE D'EXPLOITATION DE LA CHAUFFERIE

✓ Je m'assure de la compétence et de la disponibilité de l'agent qui assure la conduite et l'entretien courant de l'installation et lui propose périodiquement des formations techniques adaptées à ses besoins.

✓ Je mets à disposition de l'agent de chaufferie le registre et le dossier des ouvrages exécutés (DOE).

✓ Je vérifie que l'ensemble des tâches liées à la conduite, l'entretien et la maintenance sont consignées dans le registre de chaufferie.

✓ Je prévois, *a minima*, 2 entretiens complets assurés par un prestataire extérieur compétent.

## LORS DE L'APPROVISIONNEMENT DU COMBUSTIBLE

✓ Je rédige le dossier de consultation de fourniture de combustible pour une saison complète et prévoit un délai suffisant avant la période de fourniture demandée.

✓ Je définis les quantités et qualités de combustible adaptées à ma chaudière bois (humidité, granulométrie et densité) et j'exige un combustible homogène durant toute la saison de chauffe.



# RÉUSSIR SON INSTALLATION

✓ Le conducteur de la chaufferie est présent lors des livraisons pour réceptionner le combustible (bon de livraison et pesée à demander systématiquement). Il procède périodiquement à un contrôle de l'humidité du combustible et en cas de doute sur la livraison.

✓ J'accepte que l'agent de chaufferie refuse une livraison en cas de combustible de mauvaise qualité (humidité non conforme, granulométrie inadaptée).

## LORS DU SUIVI DE PERFORMANCE DE L'INSTALLATION

✓ J'intègre, au plus tôt, l'agent de chaufferie dans les objectifs de performances à atteindre.

✓ Le conducteur de chaufferie relève périodiquement les compteurs d'énergie et les bons de livraison des combustibles.

✓ Avec le *Relais Bois Énergie*, j'analyse au minimum une fois par an les performances de l'installation et les compare aux valeurs de référence.



---

### EN SAVOIR PLUS

Afin de vous guider dans ces étapes et recommandations, l'ADEME met à votre disposition des fiches techniques et un "carnet de chaufferie".

---

## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale.

L'Agence 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.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Environnement, de l'Énergie et de la Mer et du ministère de l'Éducation nationale, de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### ILS L'ONT FAIT

*L'ADEME catalyseur* : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

*L'ADEME expert* : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### FAITS ET CHIFFRES

*L'ADEME référent* : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

*L'ADEME facilitateur* : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### HORIZONS

*L'ADEME tournée vers l'avenir* : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.



# LE BOIS ÉNERGIE

## CHAUFFERIES BOIS COLLECTIVES À ALIMENTATION AUTOMATIQUE

Ce document s'adresse aux porteurs de projet de chaufferie bois à alimentation automatique de petite ou moyenne puissance. Il propose une approche globale des enjeux, indicateurs et chiffres clés du bois énergie. Il détaille les principales étapes liées à la mise en place d'une installation bois énergie et guide les porteurs de projets lors des phases d'études préalables, de mise en œuvre et d'exploitation.

**ADEME**Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

010088

ISBN 979-1-02970-664-6



9 791029 706646

**FONDS  
CHALEUR**  
ÉNERGIES RENOUVELABLES  
ET DE RÉCUPÉRATION