

# **Etude des coûts d'investissement et d'exploitation associés aux installations biomasse énergie des secteurs collectifs et industriels**

PRODUCTION BIOMASSE ET DISTRIBUTION DE CHALEUR

**Mai 2015**

Étude réalisée pour le compte de l'ADEME par : Kalice / Biomasse Normandie  
N° de contrat : 1401C0036

**Coordination technique : Marina Boucher – François Leteurtre  
Direction Productions et Energies Durables  
Service Bioressources**



---

**SYNTHESE**

Le Fond Chaleur Renouvelable a permis depuis 2009 un fort développement de chaufferies bois, implantées au sein de bâtiments collectifs/tertiaires, d'industries et sur réseaux de chaleur.

De façon à nourrir le retour d'expérience et ainsi participer à l'optimisation des projets à venir et existants, l'ADEME a souhaité actualiser et affiner les données relatives aux **coûts d'investissement et d'exploitation des installations en fonctionnement** depuis plus d'un an, en établissant des ratios significatifs par poste (production, distribution) et taille/type de projets.

L'étude a été réalisée sur un échantillon de 129 dossiers représentatif de dossiers biomasse soutenus par le Fond Chaleur Renouvelable répartis sur 7 régions pour les projets hors BCIAT : Alsace, Basse-Normandie, Bourgogne, Pays-de-la-Loire, Picardie, Poitou-Charentes et Rhône-Alpes. La typologie des projets est la suivante :

- chaufferie dédiée avec maîtres d'ouvrages du secteur privé (tertiaire, entreprise et industrie), relevant ou non de l'appel à projets BCIAT,
- chaufferie dédiée avec maîtres d'ouvrages publics (secteur collectif),
- création d'un réseau de chaleur et d'une chaufferie bois et intégration de chaufferie bois sur un réseau de chaleur existant,
- extension pure de réseaux de chaleur.

Les ratios obtenus ont été comparés aux ratios des précédentes études ADEME sur les coûts des chaufferies biomasse réalisées (étude PERDURANCE 2009 et 2010), afin d'analyser l'évolution dans le temps des postes investissement et exploitation.

## I- Coûts d'investissement

### Coûts d'investissement production de chaleur biomasse

L'analyse des coûts d'investissement (montants HT) a été réalisée sur 129 chaufferies biomasse :

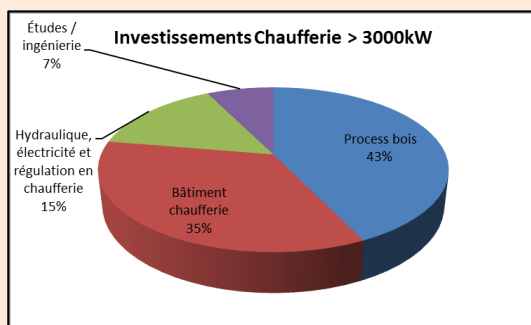
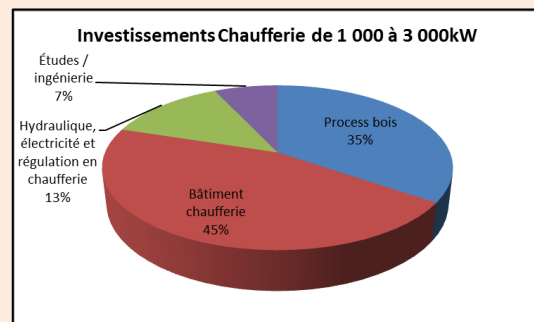
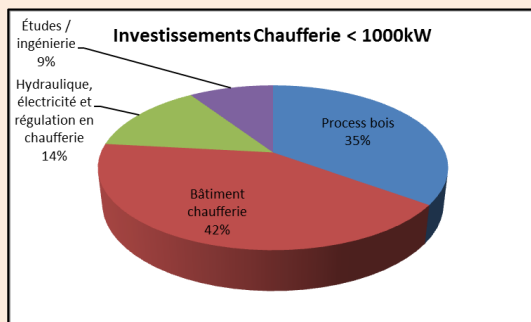
Les coûts d'investissement ont été répartis en **4 grands postes** :

- 1- **Poste « Process bois »** comprend : le système d'alimentation automatique, le générateur de chaleur (foyer/chaudière), le traitement des fumées, l'évacuation des cendres, l'armoire de régulation des automatismes et des sécurités.
- 2- **Poste « bâtiment chaufferie »** comprend : l'ensemble des coûts de construction de la chaufferie centrale : local chaufferie, espace de stockage, voies d'accès et aire de livraisons, aménagements extérieurs. Pour information la sous-répartition moyenne du poste :
- 3- **Poste « hydraulique, électricité et régulation en chaufferie »**
- 4- **Poste « Etude / Ingénierie »**

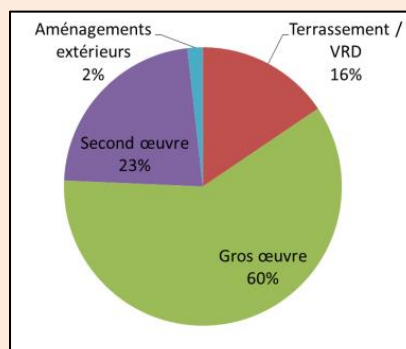
**Ratio d'investissement par gamme de puissance :**

Poste	Unité	Gamme de puissance		
		< 1 000 kW	de 1 000 à 3 000 kW	> 3 000 kW
<b>Investissement global production de chaleur</b>	<b>€ / kW biomasse</b>	<b>1 106</b>	<b>940</b>	<b>611</b>
1- Process bois	€ / kW biomasse	382	293	263
2- Bâtiment chaufferie	€ / kW biomasse	455	384	214
3- Hydraulique, électricité et régulation en chaufferie	€ / kW biomasse	152	111	92
4- Études / ingénierie	% de l'investissement global	9,2%	6,3%	7,4%
	€ / kW biomasse	101,8	59,2	45,2

**Répartition moyenne des sous-postes suivant la gamme de puissance :**

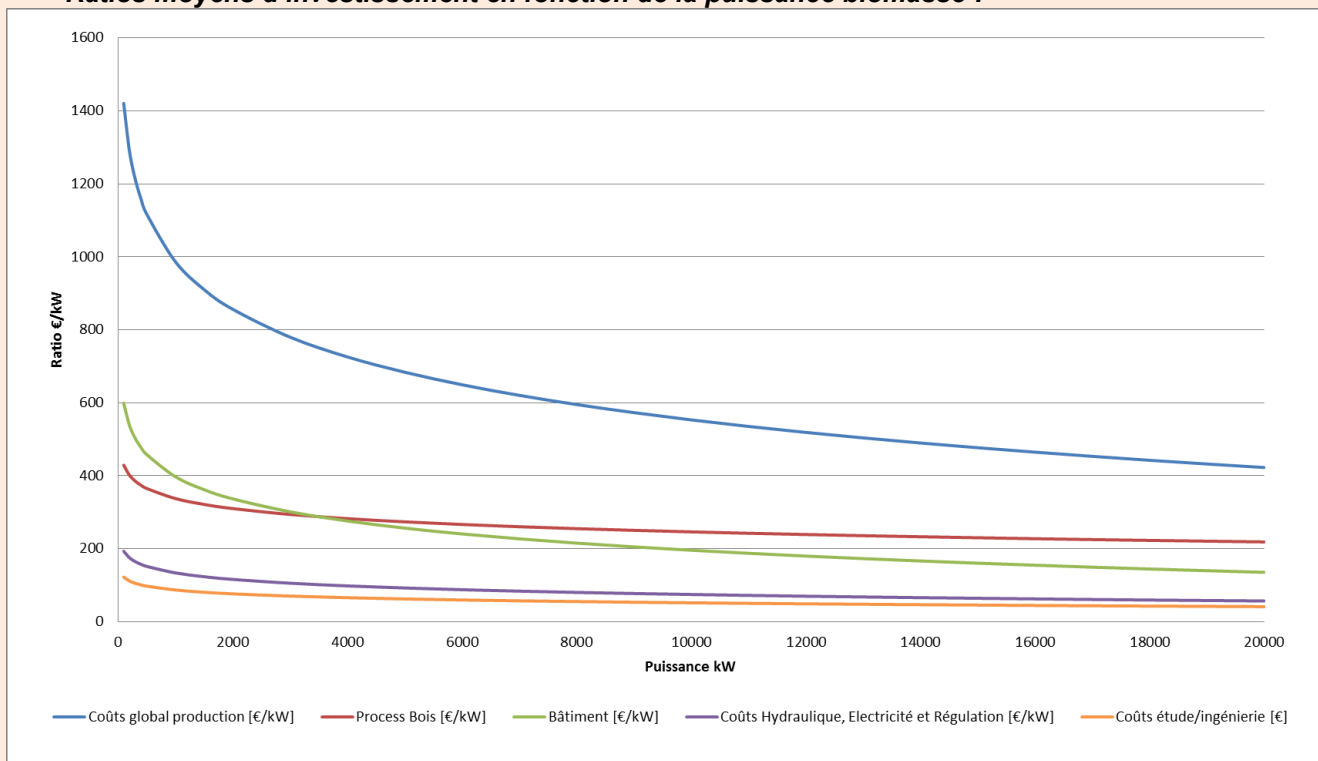


**Détails répartition des investissements bâtiment :**

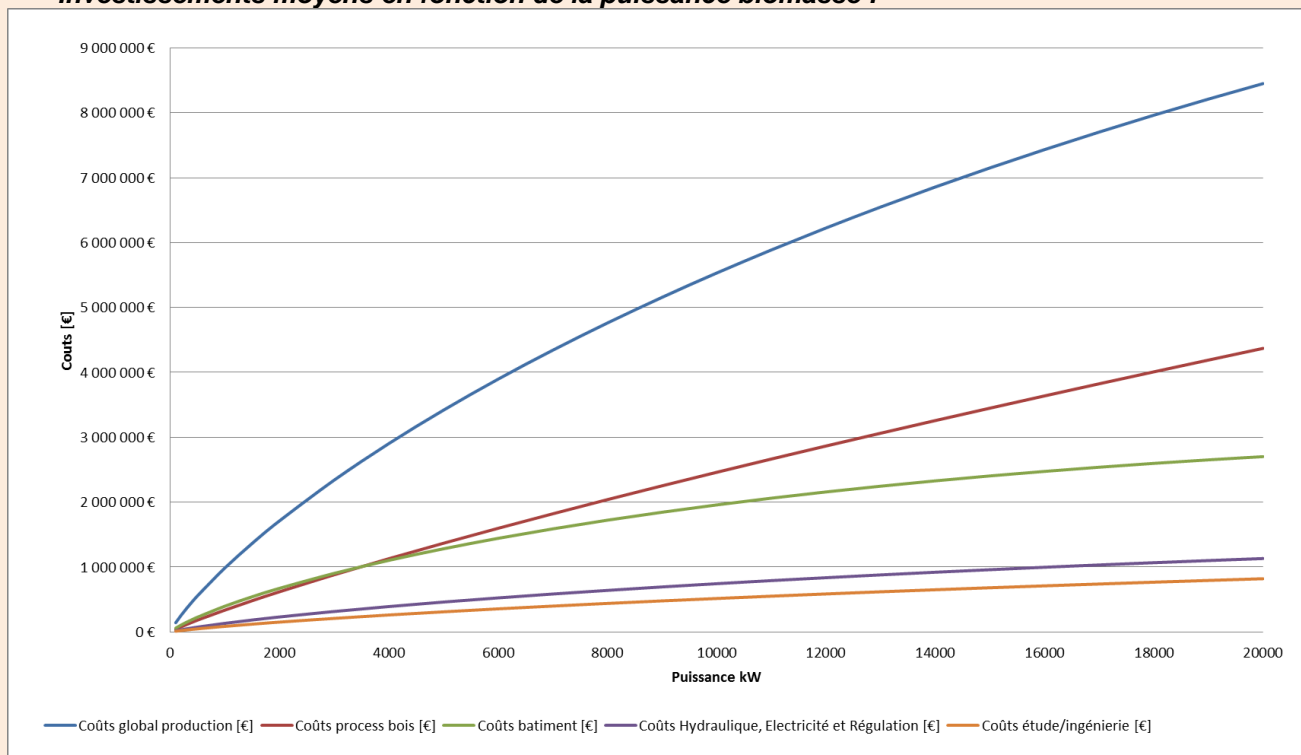


**Tendance moyenne des investissements en fonction de la puissance biomasse :**

**Ratios moyens d'investissement en fonction de la puissance biomasse :**



**Investissements moyens en fonction de la puissance biomasse :**



Les graphiques ci-dessus représentent la courbe logarithmique de tendance de l'investissement global en fonction de la puissance bois installée. Compte-tenu de la dispersion des points de l'échantillon ces illustrations est à manipuler avec beaucoup de précaution et ne constituent en aucun cas un abaque, mais bien une tendance moyenne.

## Evolution des Coûts d'investissement production de chaleur biomasse depuis 2009 :

Comparaison des ratios d'investissement de la présente étude avec ceux de l'étude 2009 « Coûts d'investissements relatifs aux installations collectives bois-énergie (2000-2006) – PERDURANCE – 2009 »

La représentativité des gammes de puissance de l'étude 2009 étant différente (orientée majoritairement sur les moyennes et petites puissances), **il a été considéré comme opportun de ne faire porter la comparaison que sur la gamme de puissance 300 à 1 200 kW**, en actualisant les ratios.

### Ratios issus de l'étude 2009 (valeurs actualisées)

		de 300 à 1 200 kW
en €HT / kW bois	<b>Production de chaleur globale</b>	<b>785</b>
	Production de chaleur (inclus hydraulique, électricité et régulation)	<b>405</b>
	Bâtiment chaufferie	<b>315</b>
en % des invest.	Études / ingénierie	<b>9</b>

### Ratios issus de la présente étude sur les opérations du secteur collectif de 300 à 1 200 kW

		de 300 à 1 200 kW
en €HT / kW bois	<b>Production de chaleur globale</b>	<b>1 054</b>
	Process bois	<b>374</b>
	Bâtiment chaufferie	<b>443</b>
	Hydraulique, électricité, régulation	<b>155</b>
en % des invest.	Études / ingénierie	<b>8,9</b>

→ **Evolution du coût moyen global de l'ordre de +34 % entre l'étude de 2009 et la présente étude.**

Comparaison poste par poste :

- « Production de chaleur » (étude 2009) et « Process bois + Hydraulique, électricité et régulation » (présente étude) : + 31 % depuis 2009
- « Bâtiment chaufferie » : + 40 % depuis 2009
- « Etudes/ingénierie » : pas d'évolution depuis 2009 en % des investissements

Cette analyse met en évidence une augmentation des coûts d'investissement des chaufferie biomasse, à la fois sur les coûts liés aux équipements (process bois et autres coûts d'hydraulique, électricité et régulation) et sur les coûts liés aux bâtiments chaufferie.

Cette hausse est liée principalement à la mise en place de traitement de fumées très performants depuis 2009 (Fonds Chaleur) de type filtre à manches et électrofiltres. Par ailleurs des contraintes architecturales plus fortes, la mise en place de façon systématiques d'équipements liés à la sécurité (passerelle, doubles trappes...) et aux automatismes et régulations, expliquent également en partie cette augmentation.

## Coûts d'investissement réseau de chaleur

Les coûts d'investissement ont été répartis en **2 grands postes** : Réseau de chaleur et sous-stations

**Poste « Réseau de chaleur »** analysé suivant deux critères : la longueur du réseau (longueur tranchée) et la puissance souscrite :

	Longueur de réseau		Puissance souscrite	
	< 2000 ml	> 2000 ml	< 2000 kW	> 2000 kW
<b>Ratio Moyen (€/ml)</b>	<b>330</b>	<b>566</b>	<b>298</b>	<b>483</b>

On note une hausse des coûts du réseau avec la longueur ou la puissance souscrite, s'expliquant principalement par des diamètres "moyens" de canalisation qui augmente en conséquence.

**Poste « sous-station »** analysé suivant deux critères : le nombre de sous-stations et la puissance souscrite :

	Nombre de sous-stations		Puissance souscrite	
	< 10 sous-stations	> 10 sous-stations	< 2000 kW	> 2000 kW
<b>Ratio Moyen (€/kW)</b>	<b>56</b>	<b>60</b>	<b>62</b>	<b>56</b>

## II- Coûts d'exploitation

L'analyse des coûts d'exploitation (montants HT) a été conduite sur 63 dossiers de l'échantillon (avec plus d'un an de fonctionnement).

L'établissement des ratios économiques et les analyses ont été réalisés pour les trois groupes d'opérations suivants :

- pour **les chaufferies dédiées en secteur collectif** (16 opérations),
- pour **les chaufferies avec réseaux de chaleur** (30 opérations),
- pour **les chaufferies dédiées du secteur privé (entreprise et BCIAT)** (17 opérations).

### Coûts d'exploitation des chaufferies dédiées en secteur collectif

Ratio d'exploitation par gamme de puissance :

		Gamme de puissance	
		0 à 1 000 kW	1 000 à 3 000 kW
Ratios économiques	<b>P2 + P3 €HT/MWh produit</b>	<b>17,5</b>	
	P2 €HT/MWh produit (charges entretien/maintenance)	11	
	P3 €HT/MWh produit (charges gros entretien/renouvellement)	6,5	
		1,40%	
	Prix du bois, €HT/MWhPCI	26	22
	P1, €HT/MWh produit	38	26
Indicateurs énergétiques	Nombre heures fonctionnement équivalent pleine puissance	1 975 h/an	2 145 h/an
	Taux de couverture bois	78%	

La valeur moyenne du P3 doit être considérée avec prudence pour les principales raisons suivantes :

D'une part, le nombre de données retenues est assez limité (10 valeurs) et la dispersion est non négligeable ; par contre, 2 ensembles de valeurs ressortent :

- entre 2 et 4 €HT/MWh produits, ratios qui semblent sous-évalués ;
- entre 7 et 11 €HT/MWh produits, ratios qui paraissent plus réalistes.

D'autre part, les chaufferies auditées sont récentes (moins de 4 années de fonctionnement), avec peu de retour d'expérience sur les besoins réels en provisions de GER.

### Evolution des Coûts d'exploitation depuis 2010 :

Comparaison des ratios de la présente étude avec ceux de l'étude ADEME « Evaluation des coûts d'exploitation associés aux chaufferies biomasse – PERDURANCE – 2010 »

Pour réaliser la comparaison avec les ratios obtenus dans la présente étude, les ratios de 2010 ont été actualisés :

	Ratio actualisé
P2, €HT/MWh produit	14,0
P3, % investissement	1,3 %

La comparaison par rapport aux résultats de la présente étude met en évidence :

- Sur le poste P2 (entretien/maintenance), une relative baisse des charges qu'il est difficile d'interpréter en l'absence d'éléments contextuels plus précis.
- Sur le poste P3, pas d'évolution constatée : néanmoins le niveau des provisions de charges de renouvellement de matériel semble globalement sous-estimé (les installations étant pour la majorité dans leurs toutes premières années d'exploitation).

## Coûts d'exploitation des chaufferies sur réseau de chaleur

### Synthèse des coûts d'exploitation pour les chaufferies et réseaux de chaleur

		Gamme de puissance		
		0 à 1 000 kW	1 000 à 3 000 kW	3 000 à 10 000 kW
Ratios économiques €/MWh livrés	<b>r21 + r22 + r23 €HT/MWh livrés</b>	<b>22,7</b>	<b>36,6*</b>	<b>22,7</b>
	r21 €HT/MWh livrés (charges électricité)	3,7		
	r22 €HT/MWh livrés (charges entretien/maintenance)	14	27*	16
	r23 €HT/MWh livrés (charges gros entretien/renouvellement)	5	5,9*	3
		1,1 % investissement		
Ratios économiques €/kW souscrit	<b>r21 + r22 + r23 €HT/kW souscrit</b>	<b>30,8</b>	<b>46*</b>	<b>30,7</b>
	r21 €HT/kW souscrit (charges électricité)	4,9		
	r22 €HT/kW souscrit (charges entretien/maintenance)	20	34*	21
	r23 €HT/kW souscrit (charges gros entretien/renouvellement)	5,9	7,1*	4,8
		1,1 % investissement		

\* Ratios moyens établis sur un nombre faible de cas dispersés

La valeur moyenne du P3 est à considérer avec une certaine prudence car il semble que ce poste soit assez souvent minimisé au niveau des comptes d'exploitation qui étaient disponibles.

Rapporté aux investissements, le montant annuel du P3 représente en moyenne 1,1 % de l'investissement initial, pour une fourchette comprise entre 0,5 % et 1,7 %.

### Evolution des Coûts d'exploitation depuis 2010 :

Comparaison des ratios d'exploitation de la présente étude avec ceux de l'étude ADEME « Evaluation des coûts d'exploitation associés aux chaufferies biomasse – PERDURANCE – 2010 », basée sur des données prévisionnelles de coûts d'exploitation.

Pour réaliser la comparaison avec les ratios obtenus dans la présente étude, les ratios de 2010 ont été actualisés :

	Ratio actualisé 2014
r21 €/MWh livré	3,5
r22 €/MWh livré	13,7
r23 % investissement	1,0 % à 1,3 %



La comparaison par rapport aux résultats de la présente étude met en évidence :

- une légère augmentation des charges d'électricité et d'entretien/maintenance ;
- des provisions pour gros entretien/renouvellement, stables (voire en légère diminution) qui semblent globalement sous-estimées ;

### Coûts d'exploitation des chaufferies dédiées en entreprise

#### Synthèse des coûts d'exploitation pour les chaufferies et réseaux de chaleur

		Gamme de puissance	
		4 à 8 MW	8 à 16 MW
Ratios économiques €/MWh produit	P2 + P3 €HT/MWh produit	7,0	6,5
	P'1, €HT/MWh produit (charges électricité)	1,2	0,7
	P2, €HT/MWh produit (charges entretien/maintenance)	5	
	P3, €HT/MWh produit (charges gros entretien/renouvellement)	0,8	
		1,1 % investissement	

*La valeur moyenne du P3 est à considérer avec une certaine prudence car il semble que ce poste soit assez souvent minimisé au niveau des comptes d'exploitation qui étaient disponibles.*

*Rapporté aux investissements, le montant annuel du P3 représente en moyenne 1,1 % de l'investissement initial, pour une fourchette comprise entre 0,6 % et 2 %.*

### Conclusion :

Les principaux enseignements de l'étude sont :

- **Concernant les investissements** : une forte dispersion des valeurs entre projets comparables, particulièrement ceux de taille petite à moyenne (< 3 MW bois). Cette dispersion est surtout marquée sur les postes « bâtiment chaufferie » et « hydraulique, électricité et régulation » ce qui souligne la particularité de chaque projet au regard de ces conditions d'implantation, avec des travaux induits spécifiques qui méritent une attention particulière en phase conception.

On constate également une décroissance du ratio moyen d'investissement en fonction de la puissance. Une analyse comparative avec une étude antérieure (Perdurance 2009) met en évidence une augmentation globale des coûts d'investissement, s'expliquant principalement par la mise en place de système de traitement très performant depuis 2009, des contraintes architecturales plus fortes, ainsi que des éléments de sécurité et d'automatisme toujours plus poussés.

- **Concernant les coûts d'exploitation** : une forte dispersion des valeurs entre projets comparables. Une analyse comparative avec une étude antérieure (Perdurance 2010) met en évidence une stabilisation globale des coûts d'exploitation. Des bilans d'exploitation déficitaires, identifiés sur un certain nombre d'opérations de toute taille, confirment que les coûts d'exploitation semblent régulièrement mal appréhendés ou sont sous-évalués, sans doute parfois aussi pour faire émerger les projets ; un rééquilibrage sur les charges inhérentes au fonctionnement des installations bois est donc sans doute à prévoir.

## 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. 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.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

