



Maîtrise de l'énergie et développement  
des énergies renouvelables

## CONSEIL PERSONNALISE POUR LA REALISATION D'UNE CHAUFFERIE AUTOMATIQUE AU BOIS POUR LA COMMUNE DE BREITENBACH

### DEMANDEUR DE LA PRE-ETUDE

**Commune de Breitenbach**

4, place de l'église  
67220 BREITENBACH  
Tél : 03 88 58 21 10

### FINANCEUR

**Région Alsace**

1, place du Wacken  
67000 Strasbourg  
Tél : 03 88 15 68 67

### PRESTATAIRE

**Alter Alsace Energies**

8, rue Adolphe Seyboth  
67000 STRASBOURG  
Tél. : 03 88 23 33 90 – Fax. : 03 88 23 10 93  
[eric.reibel@alteralsace.org](mailto:eric.reibel@alteralsace.org)

## INTRODUCTION

### *La pré-étude : un outil d'évaluation d'un projet*

La pré-étude de faisabilité, dont le coût est pris en charge par le Conseil Régional, permet d'évaluer de façon générale l'intérêt d'un projet bois énergie, en donnant les premiers éléments techniques et financiers nécessaires. Ceux-ci sont établis à partir de ratios issus d'opérations de référence.

**La pré-étude ne constitue donc en aucun cas, un document permettant l'exécution de travaux, mais permet une première approche pertinente du projet.**

Pour la poursuite de la démarche, les hypothèses et solutions retenues doivent être nécessairement validées par un bureau d'études. C'est pourquoi, dans le cadre du Contrat de plan Etat Région, une étude de faisabilité réalisée par un bureau d'études peut être financée à hauteur de 70 %. Cette étude comprend alors tous les éléments techniques et économiques validés, répondant à un cahier des charges précis.

## SOMMAIRE

INTRODUCTION .....	1
SOMMAIRE .....	1
1. DESCRIPTION DES BATIMENTS A CHAUFFER .....	3
2. LES BESOINS EN CHALEUR.....	3
3. DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET DE CHAUFFERIE .....	4
3.1. Choix de la chaudière.....	4
3.2. Le réseau de chaleur.....	5
3.3. Puissance de la chaudière bois.....	6
3.4. La chaufferie.....	6
4. APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLE .....	8
4.1. Fabrication de bois déchiqueté par un prestataire externe : .....	8
4.2. Livraison de bois déchiqueté par un prestataire externe : .....	8
5. INVESTISSEMENTS POUR LA CHAUFFERIE BOIS.....	9
6. COUTS D'EXPLOITATION DE LA CHAUFFERIE BOIS.....	10
6.2. La fourniture en eau et en électricité – P'1 .....	10
6.3. La conduite et l'entretien – P2 et P3 .....	10
6.4. Coût d'exploitation de la chaufferie bois.....	10
7. COUT D'EXPLOITATION DE LA SOLUTION ACTUELLE : FIOUL .....	11
8. BILAN ECONOMIQUE DU PROJET DE CHAUFFERIE BOIS.....	11
8.1. Montage financier du projet de chaufferie bois .....	11
8.2. Temps de retour brut du projet de chaufferie bois .....	12
8.3. Amortissements des investissements de la chaufferie bois .....	12
8.4. Bilan économique annuel des solutions étudiées.....	12
9. CONCLUSION.....	12
9.1. Pollution évitée .....	12
9.2. Temps de retour brut.....	12

Lors de cette étude, nous examinerons d'abord les besoins énergétiques de quatre bâtiments communaux et un bâtiment de logements privés :

- Ecole/logement, 1 rue des Tilleuls
- Eglise, Place de l'église
- Mairie, 4, place de l'église
- Salle des fêtes, 31, rue du Mont Saint Odile
- Logement Domial, 3, rue des Tilleuls

Cette estimation permettra d'évaluer l'intérêt du raccordement des différents bâtiments au projet bois-énergie.

Nous donnerons un estimatif des investissements au vu des techniques retenues.

Un chiffrage du coût d'exploitation sera livré, pour le confronter aux coûts d'exploitation actuels. (Chauffages au fioul ou propane)

Une comparaison technico-économique sera réalisée, pour conclure sur l'intérêt de ce projet de chauffage au bois.

## 1. DESCRIPTION DES BATIMENTS A CHAUFFER

La commune souhaite chauffer quatre bâtiments ainsi qu'un bâtiment de 4 logements privés.

Les bâtiments étudiés pour le raccordement :

- Ecole/logement, 1 rue des Tilleuls
- Eglise, Place de l'église
- Mairie, 4, place de l'église
- Salle des fêtes, 31, rue du Mont Saint Odile
- Logement Domial, 3, rue des Tilleuls

Note : les valeurs utilisées pour les 4 premiers bâtiments sont issus des études réalisées par le bureau d'étude :

GEST'ENERGIE 21, rue Bellevue 67730 LA VANCELLE

Tel : 03 88 57 90 08 Fax : 03 88 57 90 08

Les données concernant le logement DOMIAL ont été fournies par la société :

DOMIAL, Agence de Sélestat, 2, rue St Léonor, 67604 SELESTAT

03 90 57 27 70

### 1.1. Surfaces et consommations observées

- Unités	Surface chauffée m <sup>2</sup>	Volume chauffé m <sup>3</sup>	Consommation kWh
Ecole Logement	444	1154,4	48500
Eglise	629	6290	29500
Mairie	434	1128,4	40932
Salle des fêtes	209	731,5	28000
Logement domial	264	1006	51000
<b>Total</b>	<b>1980</b>	<b>10310,3</b>	<b>197932</b>

Tableau 1 - Surfaces et volumes à chauffer

Il est à noter que les volumes les plus importants sont aussi les moins chauffés. De manière générale, nous relevons des consommations plus élevées que le niveau attendu. Le vieillissement du parc de chaudières peut l'expliquer.

## 2. LES BESOINS EN CHALEUR

Bâtiment	Puissance sortie chaudière [kW]	Besoins sortie chaudière [kWh/an]
Ecole Logement	34	37000
Eglise	353	20000
Mairie	34	31000
Salle des fêtes	40	22500
Logement domial	45	40000
<b>Total</b>	<b>507</b>	<b>150500</b>

Tableau 2 - Puissances chaudières et besoins

Les besoins en sortie sont issus de données de consommation disponibles (fioul), recoupés par une estimation théorique. Ils ne correspondront pas à la consommation finale d'énergie, qui tiendra compte des différentes pertes de chaleur. (Voir plus loin)

### 3. DESCRIPTION TECHNIQUE DU PROJET DE CHAUFFERIE

#### 3.1. Choix de la chaudière

Le choix se porte ici sur une chaudière bois à alimentation automatique.  
La combustion se réalise dans un foyer volcan adapté au bois déchiqueté fourni ici.

Le bois est transporté du silo jusqu'au foyer de la chaudière par l'intermédiaire d'une vis sans fin.

Il est introduit dans la chaudière par une vis sans fin ou un poussoir.

Un ventilateur amène l'air comburant nécessaire pour garantir une combustion optimale du bois.

Les cendres issues de la combustion du bois seront collectées automatiquement dans un conteneur étanche. Le volume de cendres est estimé à 1,6 m<sup>3</sup> par an, sous conditions de respecter un cahier des charges pour les caractéristiques du combustible.

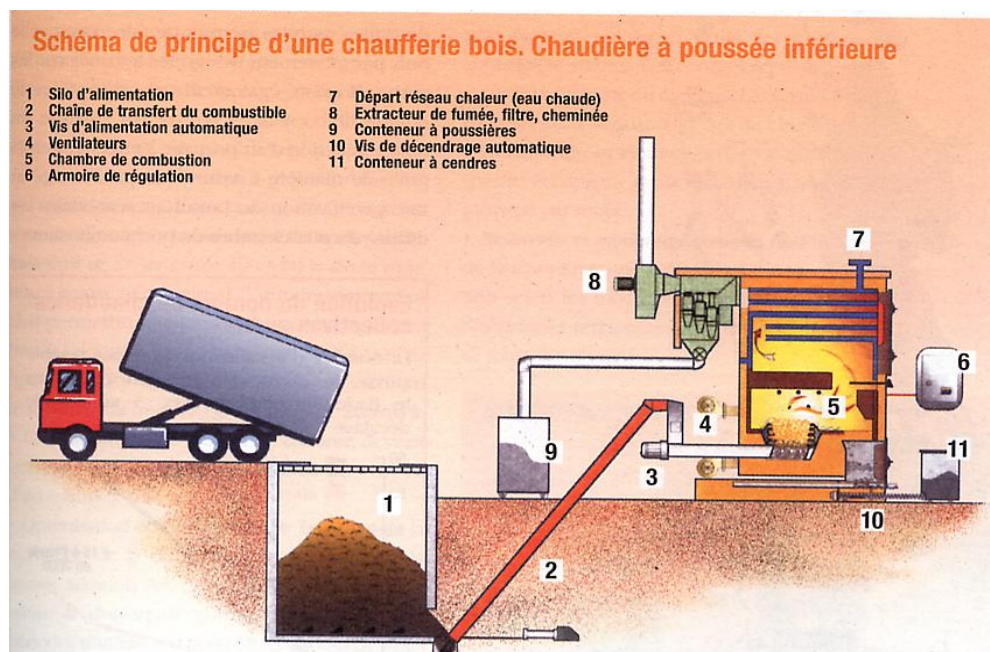


Figure 1 - Schéma de principe chaufferie bois – Source AJENA

Cette technologie de chaudière convient à un combustible sec, et bien calibré.



### 3.2. Le réseau de chaleur

On créera un réseau de chaleur entre les bâtiments.

La difficulté consiste ici à trouver un terrain pouvant accueillir la chaufferie. Les bâtiments ne pourront pas recevoir une chaufferie au bois dans leur état actuel.

Attention, nous ne garantissons pas l'emplacement exact de la chaufferie. Ce plan est donc purement donné à titre indicatif.

Longueur totale estimée du réseau : 464 mètres (estimatif)



Figure 2 - Proposition réseau et emplacement chaufferie – Source : GoogleEarth

### 3.3. Puissance de la chaudière bois

On estimera que la chaudière pourra couvrir 70 % des besoins en chaleur des bâtiments, notamment en couvrant seule les besoins en mi-saison.

Chaque site possède sa propre chaufferie au fioul ou propane. Il va de soit que cette situation multiplie les contrats d'entretien, et donc les coûts globaux de chauffage. De plus, il est alors difficile de négocier des coûts bas du combustible. Enfin, nous avons vu que l'ensemble des chaudières présentait des performances moyennes. Nous préconisons donc, dans le cadre de la réalisation d'une chaufferie bois, d'associer une seule chaudière performante au fioul d'appoint. Ce générateur sera inclus dans la chaufferie au bois.

On prendra donc en compte l'investissement dans une chaudière d'appoint au fioul, qui sera installée simultanément à la chaudière bois. Elle sera dimensionnée pour couvrir l'intégralité des besoins en chaleur à elle seule.

Cette chaudière servira d'appoint de relais en période très froides, ou de secours lors d'entretiens prolongés de la chaudière à bois.

L'eau chaude sanitaire sera faite par le réseau en saison de chauffe. Des dispositifs d'appoint estivaux, tels que des chauffe-eau solaires ou électrique seront éventuellement mis en place.

-	BOIS	FIOUL
Puissance de la chaudière [kW]	85	400
Besoins entrée chaudière [kWh/an]	133018	53654
Taux de couverture [%]	70 %	30 %

Tableau 3 - Dimensionnement chaudières

La puissance de la chaudière bois correspond à 17 % des déperditions maximales. Ce taux, relativement bas, est optimisé en fonction du rapport déperdition/consommation. En effet, l'église appelle une puissance de chauffe élevée pour une consommation globale faible.

La demande n'est pas complètement simultanée sur l'ensemble des bâtiments, mais il est vrai que les horaires de chauffe sont majoritairement situés en journée. Il sera également possible d'envisager le raccordement de logements privés.

On optimise la durée de fonctionnement à pleine puissance de la chaudière à bois. Enfin, il est toujours possible que les bâtiments soient encore mieux isolés thermiquement (murs, ...) à moyen terme.

### 3.4. La chaufferie

#### 3.4.1. Implantation de la chaufferie

Vu la puissance de la chaudière bois, et de la chaudière d'appoint, un local de 25 m<sup>2</sup> sera à prévoir.

L'emplacement de celle-ci n'est pas défini précisément.

Nous suggérons une implantation la plus centrale possible, de façon à optimiser la longueur du réseau. De manière générale, le choix se fera d'après les emplacements disponibles, la commune devant utiliser un de ses terrains, ou en acquérir.

Nous avons placé la chaufferie rue du mont Saint Odile près du cimetière – Voir plan page 5 ; cette situation présente l'avantage d'une bonne accessibilité pour la livraison. Cet emplacement n'est pas définitif, et pourra être redéfini dans une étude de faisabilité. (Voir en fin d'étude)

### 3.4.2. Le silo d'alimentation

Le point le plus épineux du silo est de garantir une autonomie suffisante. Le prestataire n'étant pas toujours immédiatement disponible, nous préconisons un silo possédant une autonomie d'une semaine environ.

Un stockage de 29 m<sup>3</sup> sera nécessaire pour autoriser une semaine d'autonomie, en plein hiver.

Ce silo sera rempli 7 fois par an.

Il sera approvisionné par un prestataire défini. Les manœuvres de livraisons devront s'effectuer en toute sécurité. Le silo étant accolé à la future chaufferie, il sera éventuellement nécessaire de prévoir une voie d'accès spécifique.

La quantité livrée sera au maximum de 20 m<sup>3</sup>, mais il reste nécessaire de s'assurer que le prestataire est bien à même de livrer ce volume en une seule fois.

On prévoira des ventilations hautes et basses dans le silo.

Consommation de bois en chaufferie	-	Unité
Quantité de bois consommée	37	tonnes/an
Volume de bois consommé	133	MAP/an*
Volume du silo d'alimentation	<b>29</b>	m <sup>3</sup>
Nombre de remplissage par an	6,6	remplissages
Taux de remplissage	<b>70</b>	%
Autonomie du silo par grand froid	7,0	jours
* MAP = mètre cube apparent de plaquette		

Tableau 4 - Stockage combustible bois

Le dessileur rotatif, moins onéreux, est bien adapté à la situation, tant pour les dimensions du silo, que par la possibilité d'utiliser des combustibles fins et homogènes (Voir paragraphe sur la filière).



## 4. APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLE

Consommation estimative annuelle en MAP : 133 MAP.

La commune de Breitenbach dispose de surfaces forestières significatives. Les quantités de bois récupérables dans les environs empruntent deux filières :

### 4.1. Fabrication de bois déchiqueté par un prestataire externe :

Le combustible sera broyé en forêt, puis devra être stocké dans un hangar de stockage. Cette filière n'a pas été retenue dans le cadre de notre entretien.

La solution de fourniture externe est ici privilégiée, notamment pour des motifs économiques.

Cependant, la commune de Breitenbach souhaite conserver un approvisionnement en bois de source locale. Dans la solution suivante, nous émettons donc l'hypothèse que le combustible sera fourni par une entreprise locale, qui récupère une majeure partie du combustible dans le secteur de Breitenbach.

### 4.2. Livraison de bois déchiqueté par un prestataire externe :

On pourra faire appel soit à un prestataire spécialisé, soit à une industrie locale de transformation du bois. Dans les deux cas, il est nécessaire de souscrire un contrat d'approvisionnement.

La commune n'a ainsi pas d'investissement à réaliser, mais dépend entièrement d'une ressource extérieure.

Coût au MAP livré, TTC : 20 € (soit 84 € la tonne)

Calcul des caractéristiques du mélange de combustible					
Combustibles	taux	hygrométrie	PCI	Prix moyen	Coût de l'énergie
	unités	%	kWh/tonne	€ TTC/tonne	centimes€ TTC/kWh
Ecorce	0	50	2180	28	1,28
Plaquette forestière livrée	1	25	3600	84	2,33
Plaquette forestière	0	30	3300	92	2,80
Broyat de palettes et emballages	0	30	3300	61	1,85
Granulés de bois	0	8	4600	165	3,59
Moyenne		25	3600	84	2,33

Tableau 5 - Combustible bois

Le prestataire pourra être désigné dans une phase ultérieure. Le contrat pourra préférentiellement être attribué à une entreprise de travaux forestiers locale.

Le taux d'humidité des plaquettes ne devra pas excéder 35 %, vu le type et la puissance de chaudière préconisée.

## 5. INVESTISSEMENTS POUR LA CHAUFFERIE BOIS

INVESTISSEMENT	Montant [€HT]
silo d'alimentation enterré de 25 m3	16000
génie civil annexe chaufferie 25 m2	27500
cheminée, hydraulique, électricité, régulation	7670
chaudière bois de 85 kW et alimentation bois	30100
chaudière d'appoint de 400 kW	10000
réseau de chaleur et sous stations	111800
ingénierie, frais de maîtrise d'oeuvre	24368
aléas de chantier	8385
<b>Total investissements</b>	<b>235823</b>

Tableau 6 - Estimation investissement

Le local chaufferie permet d'accueillir l'intégralité de la chaufferie, armoire de régulation et arrivée d'eau comprise.

Le réseau de chaleur représente à lui seul plus d'un tiers du montant des travaux. On notera par ailleurs l'importance des coûts de génie civil. L'éventuelle création d'un chemin d'accès à la chaufferie est exclue du présent bilan.

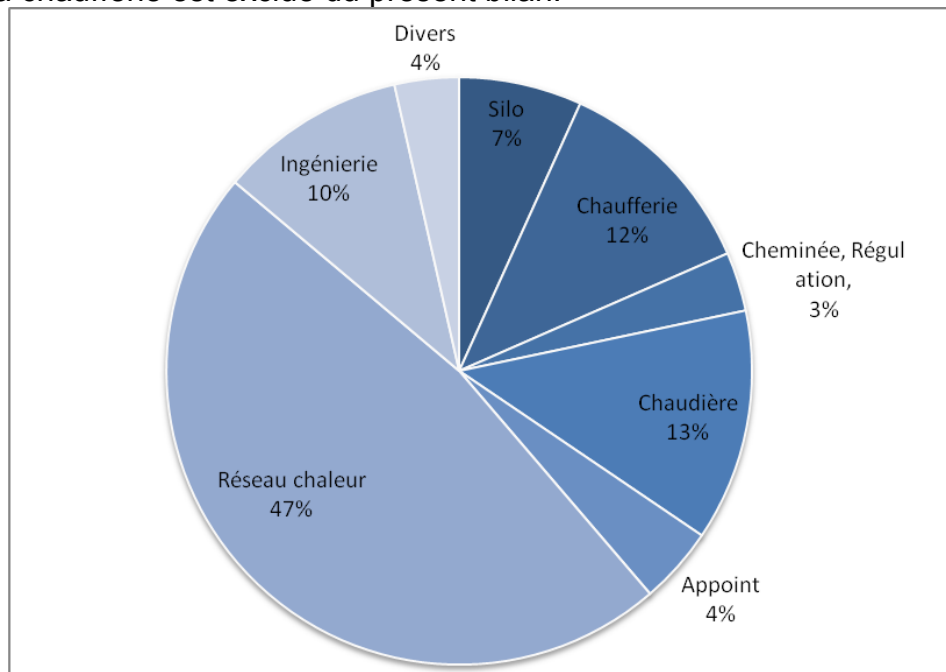


Figure 3 - Répartition des investissements

## 6. COUTS D'EXPLOITATION DE LA CHAUFFERIE BOIS

### 6.1. Calcul du P1 - Combustibles

Achat des combustibles - P1	-	Unité
Energie produite par le bois	133018	kWh / an
Rendement de la chaudière bois	80 %	
Pouvoir calorifique moyen du bois	3600	kWh / tonne
Quantité de bois consommée	37	tonnes / an
Coût moyen du bois	84	€ TTC / tonne
Coût d'achat du bois	3104	€ TTC / an
Energie produite par l'appoint	53654	kWh / an
Rendement de la chaudière d'appoint	85 %	
Pouvoir calorifique moyen de l'appoint	10	kWh PCI / litres
Quantité d'énergie d'appoint consommée	5365	litres / an
Coût moyen de l'énergie d'appoint	0,70	€ TTC / litres
Coût d'achat de l'énergie d'appoint	3756	€ TTC / an
<b>Coût total des combustibles</b>	<b>6860</b>	<b>€ TTC / an</b>

### 6.2. La fourniture en eau et en électricité – P'1

Ce poste correspond à la consommation d'électricité spécifique à la chaudière bois (moteurs, ventilateurs) soit 200 €TTC/an.

### 6.3. La conduite et l'entretien – P2 et P3

Ce poste comprend plusieurs types d'opérations :

- Un employé intercommunal vérifiera les fonctions de décendrage et le bon fonctionnement de l'installation plusieurs fois par mois, et nettoiera les échangeurs au moins deux fois par mois en hiver. Comptez une heure d'entretien sur la chaudière à bois.
- Il comprend également le nettoyage et le contrôle annuel de l'installation par un professionnel sous contrat (P2), soit 350 € TTC/an. On compte deux visites annuelles de la chaufferie.
- On inclut également le contrat d'entretien de la chaudière fioul d'appoint.
- Une provision pour effectuer des réparations plus importantes (P3) soit 301 € TTC/an.

TOTAL P2 + P3 (pièces et contrat d'entretien) = 651 € TTC par an.

### 6.4. Coût d'exploitation de la chaufferie bois

Poste	€ TTC/an
P1 - BOIS+FIOUL	6860
P'1 - Eau et électricité	200
P2 - Entretien et petites réparations	350
P3 - Provision pour grosses réparations	301
<b>TOTAL</b>	<b>7711</b>

Tableau 7 - Coût exploitation chaufferie bois

## 7. COUT D'EXPLOITATION DE LA SOLUTION ACTUELLE : FIOUL

Pour cela, il a été tenu compte :

- des consommations de combustible et d'électricité spécifique estimées,
- des coûts de contrat d'entretien des chaufferies.
- du remplacement à terme des chaufferies individuelles par des chaudières modernes

Le tableau suivant récapitule l'ensemble de ces données.

POSTE	Unités	1	2	3	4	5
<i>Bâtiment</i>		Ecole Logement	Eglise	Mairie	Salle des fêtes	Logement Domial
P1 - énergie utilisée		fioul	fioul	Propane	fioul	Propane
Prix du combustible	€ TTC / kWh PCI	0,070	0,070	0,100	0,070	0,100
Achat des combustibles	€ TTC/an	3453	2154	4133	1969	5000
Rendement en chaufferie	%	75 %	65 %	75 %	80 %	80 %
Electricité spécifique*	€ TTC/an	25	25	25	25	25
P2 - Entretien et petites réparations	€ TTC/an	200	200	200	200	600
Investissements nécessaires (I)	€ HT					
Coût de l'énergie (conso + investissement)	€ TTC/kWh	0,099	0,119	0,141	0,098	0,141

Tableau 8 - Coûts de fonctionnement dans l'état actuel

Coût global au kWh : 0,112 € TTC/kWh

Coût total d'exploitation annuel: 18 234 € TTC

## 8. BILAN ECONOMIQUE DU PROJET DE CHAUFFERIE BOIS

### 8.1. Montage financier du projet de chaufferie bois

Financement	Taux	Montant [€ HT]
ADEME	10%	20 146
Conseil régional	20%	40 291
Autres	20%	47 165
Total aides	50%	107 601
Autofinancement	50%	128 222
<b>TOTAL INVESTISSEMENT</b>	<b>100%</b>	<b>235 823</b>

Tableau 9- Montage financier

Note : les frais d'ingénierie et la chaudière fioul ne sont pas subventionnés.

Le montant d'aide ADEME/Région est applicable en 2009 en Alsace pour les chaufferies automatique au bois. En revanche la chaufferie doit être réalisée avant fin 2010.

Il existe des aides complémentaires, respectivement sur la création de bâtiments.

## 8.2. Temps de retour brut du projet de chaufferie bois

Il est calculé en divisant le surcoût de l'investissement pour la chaufferie bois déduit des subventions par l'économie annuelle d'exploitation.

**Temps de retour brut : 12,3 ans**

## 8.3. Amortissements des investissements de la chaufferie bois

Le coût de la chaufferie bois pourrait être subventionné à hauteur de 50 %.

Les annuités de remboursement sont calculées sur cette base avec un taux d'emprunt de 4% sur quinze ans, soit une valeur d'annuité de 11 532 €.

Bilan économique global :

-	--	Unité
Economie nette	10423,72	€ TTC/an
Temps de retour brut	12,30	ans

Tableau 10 - Bilan économique global

## 8.4. Bilan économique annuel des solutions étudiées

Poste	BOIS	FIOUL	Unités
P1 - Achat des combustibles	6960	16709	€ TTC / an
P'1 - Eau et électricité	200	125	€ TTC / an
P2 - Entretien et petites réparations*	350	1400	€ TTC / an
P3 - Provision pour grosses réparations	301	0	€ TTC / an
Coût d'exploitation hors amortissements	7811	18234	€ TTC / an
P4 - Amortissements	11532	0	€ TTC / an
<b>Coût de l'énergie</b>	<b>0,127</b>	<b>0,121</b>	<b>€ TTC/kWh</b>
<b>Coût global annuel</b>	<b>19343</b>	<b>18234</b>	<b>€ TTC</b>

Tableau 11 - Bilan économique annuel

Le coût final du kWh (à service rendu équivalent) est plutôt favorable à la solution fioul.

## 9. CONCLUSION

### 9.1. Pollution évitée

Emission	-	Unité
CO2 évité	35	t/an
SO2 évité	64	kg/an

Tableau 12 - Emissions évitées

### 9.2. Temps de retour brut

	Bois déchiqueté	Unité
Economies (net de P4)	10 424	€ TTC/an
Temps de retour brut	12,3	ans

Tableau 13 - Economies annuelles et temps de retour

Il est important de rappeler que ce projet nécessite un approfondissement ultérieur :

- sur le choix du combustible et notamment son origine
- le surcoût important du réseau ; Il est bien sûr nécessaire, d'un point de vue global, de chauffer l'ensemble du patrimoine communal avec une seule chaufferie bois.