

ETUDE DE FAISABILITE

Chaufferie biomasse et réseau de chaleur Mairie de Wangenbourg-Engenthal

Opération

Chaufferie biomasse et réseau de chaleur

-

Révision du mémoire technique

14/08/25 – Rév0 - Diffusion initiale

08/09/25 – Rév1 – Correction de coquilles

Client

Mairie de Wangenbourg-Engenthal

14 rue du Général de Gaulle

677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL

D. Acker – Maire - mairie@wangenbourg-engenthal.fr

M-J. Sali - Responsable Urbanisme et Bâtiments

Bureau d'études

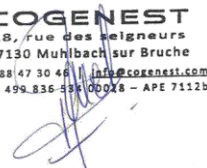
COGENEST
ETUDES, CONSEILS, INGÉNIERIE

18 rue des Seigneurs

67380 MUHLBACH-SUR-BRUCHE

Q. Rossetti - quentin.rossetti@cogenest.com

COGENEST
18, rue des seigneurs
67130 Muhlbach sur Bruche
T 03 88 47 30 46 | info@cogenest.com
Siret 499 836 524 00018 – APE 7112b



2.1 Historique et contexte

Dans un contexte d'augmentation du coût des énergies et de vieillissement des installations existantes la commune de Wangenbourg-Engenthal souhaite étudier des solutions de chauffe alternatives.

La présente étude est destinée à valider la faisabilité d'une telle chaufferie selon le cahier des charges « **Etude de faisabilité d'une chaufferie biomasse** » du programme CLIMAXION.

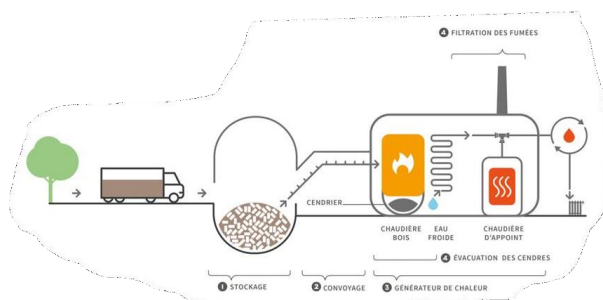


Schéma bois-énergie (source FIBOIS)

La maîtrise foncière de l'environnement proche, la présence de gros consommateurs de chaleur et leur relative proximité entre les bâtiments communaux ouvre la possibilité d'un **réseau de chaleur** alimenté par une chaufferie biomasse.

Un réseau de chaleur fonctionne comme un chauffage central, mais à l'échelle d'un ensemble de bâtiments. L'eau chaude est délivrée à chaque bâtiment via une sous-station qui transmet cette chaleur au réseau de chauffage du bâtiment. La production d'eau chaude sanitaire par cet équipement est aussi possible.

Une partie des bâtiments concernés par l'étude n'appartiennent pas à la mairie, il y a donc **revente de chaleur** et potentiellement gains financiers.

L'étude prend donc l'hypothèse de la création d'un **Budget Annexe** géré par la mairie. Les bâtiments raccordés sont alors qualifiés de clients.

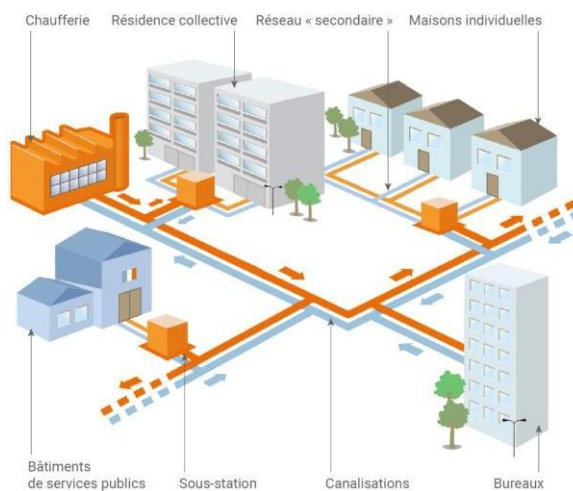
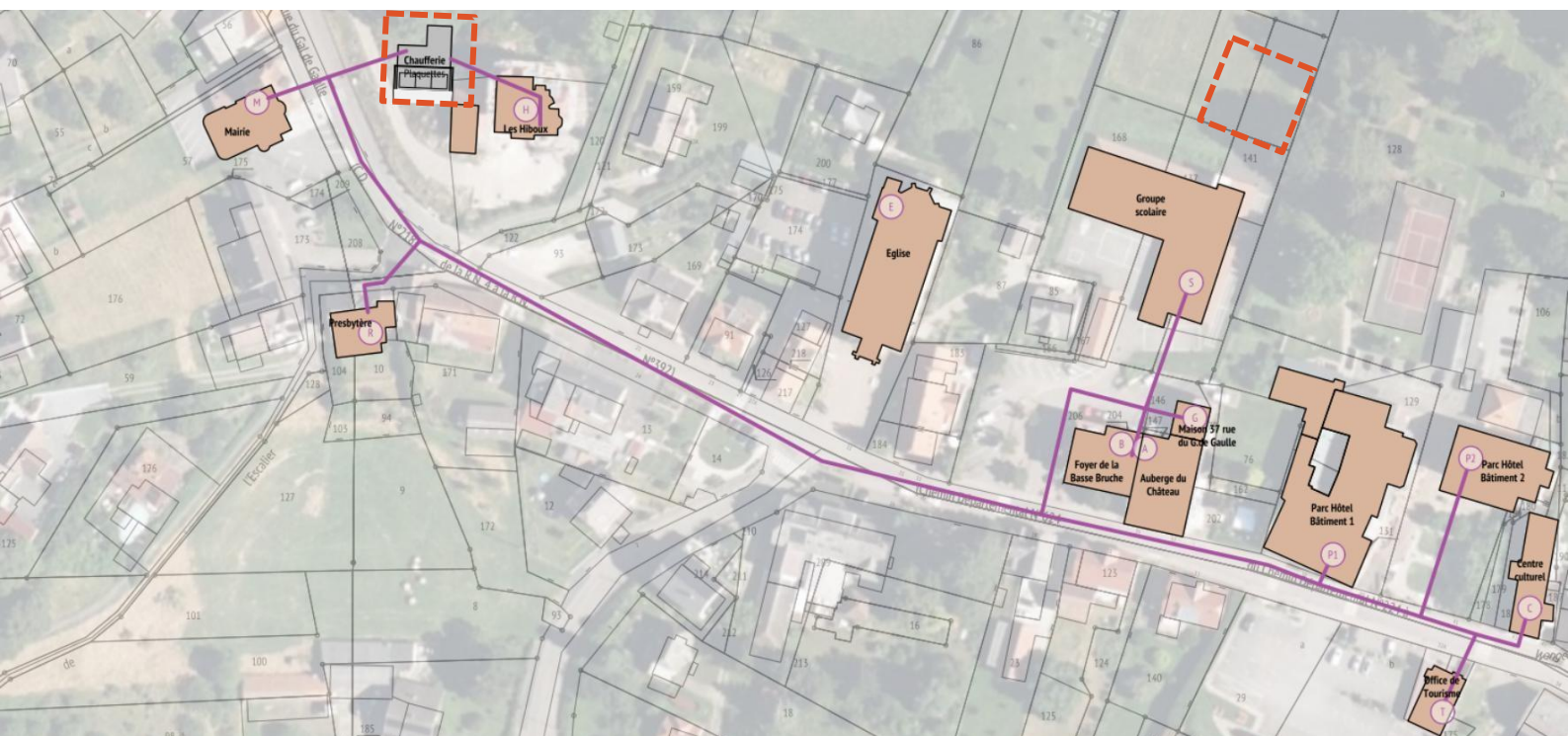


Schéma d'un réseau de chaleur type (source : CEREMA)

2.2 Identification des bâtiments



Plan du site (source fond de plan : Géoportail)

Bâtiment existant		
Bâtiment en projet		= emplacements possibles de la chaufferie
Réseau de chaleur en projet		

La mairie est propriétaire des bâtiments suivants :

Mairie	14 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Les Hiboux	15 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Groupe scolaire	35a rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Auberge du Château	35 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Maison	37 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Centre culturel	43 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL

Les bâtiments suivants peuvent également être raccordés :

Presbytère	?? rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Foyer de la Basse-Bruche	35b rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Parc Hôtel	39 rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL
Office de Tourisme	32a rue du Général de Gaulle 677110 WANGENBOURG-ENGENTHAL

3 Etude des besoins

3.1 Détails des données d'entrée

Grâce aux éléments fournis par le client :

- Plans des bâtiments
- Indications sur les modes constructifs et le niveau d'isolation, confirmé par un relevé sur site
- Consommations de fioul sur les 9 dernières années¹
- Accès aux locaux techniques et à la majorité des autres locaux en fonctionnement
- Le niveau d'occupation déclaré par la mairie

Les besoins en eau chaude sont estimés grâce à la fréquentation et à la littérature COSTIC/ADEME.

Les consommations et puissance de chauffage sont établies sur la base de ratios connus, affinés de l'analyse des consommations réelles et corrigées selon les DJU Cegibat et MétéoNorm station de Molsheim. **Les données présentées sont celles de l'état projet**, c'est-à-dire après les travaux de rénovation prescrits ci-après.

3.2 Mairie



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mairie au RdC ▪ Archives à l'étage, peu chauffé 		
Mode constructif	<p>Bâtiment ancien, XIXème siècle.</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maçonnerie de pierre 50 cm. Isolation intérieure laine de verre 5 cm ▪ Combles perdus non isolée, plancher bois à scories ou torchis, → à isoler avec R=7,5 ▪ Plancher bas sur cave en voutain ▪ Menuiserie Bois 4/12/4 années 2010 + survitrage conservé <p>Une extension de 90 m²a été créée en 2014</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Mur ossature bois isolé laine minérale 20 cm entre ossature + 12 cm extérieur ▪ Toiture plate ossature bois isolée laine minérale 40 cm ▪ Plancher bas dalle béton supposé isolé sous chape PU 6 cm ▪ Menuiserie Bois 4/10/4/12/4 		
Surfaces chauffés	≈ 303 m ²		
Volume chauffé	≈ 809 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul standard DD GT224 50 kW η _{gen} 92 %	Tuyauterie acier isolé Départs directs+mélangés Pompes à débit variable. Loi d'eau 1 zone + Horloge	Radiateurs avec têtes thermostatiques récentes Plancher chauffant basse température
Eau chaude sanitaire (ECS)	Chauffe-eau électrique 50 L	Cuivre non isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMC double flux dans l'extension. Arrêt manuel hors occupation car inconfortable ▪ VMC simple flux dans les bureaux et sanitaires 		
Besoins de chaud	<u>Puissance</u>		<u>Consommation</u>
	34 → 19 kW		29 → 15 MWh/an

3.3 Atelier

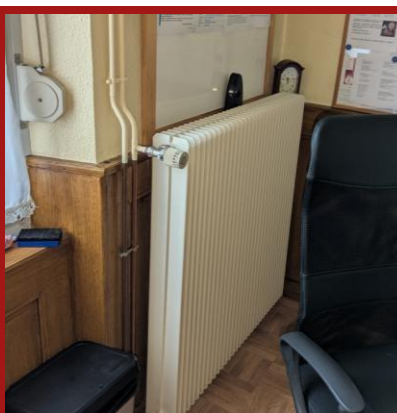


L'atelier communal est éloigné du reste des bâtiments donc son raccordement est trop coûteux.

Le chauffage y est électrique par dalle active, il faudrait remplacer tout le système par des aérotherme à eau chaude.

Pour ces raisons l'atelier est écarté de cette étude.

3.4 Presbytère



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> 1 logement 		
Mode constructif	<p>Bâtiment ancien, XIXème siècle.</p> <ul style="list-style-type: none"> Maçonnerie de pierre 50 cm. Combles perdus non isolée, plancher bois à scories ou torchis, Plancher bas sur cave en voutain Menuiserie PVC 4/16/4 		
Surfaces chauffés	≈ 209 m ²		
Volume chauffé	≈ 665 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul condensation 40 kW BOSCH FBOC 40H Loi d'eau 1 zone η _{gen} 101 %	Tuyauterie acier mal isolée Départ direct Pompes à débit variable	Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Chauffe-eau électrique	Cuivre non isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> Pas de VMC ni de conduit de ventilation naturelle 		
Besoins de chaud	<u>Puissance</u>		<u>Consommation</u>
	40 kW		50 MWh/an

3.5 Eglise

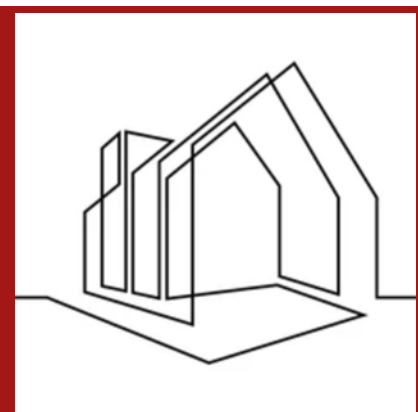
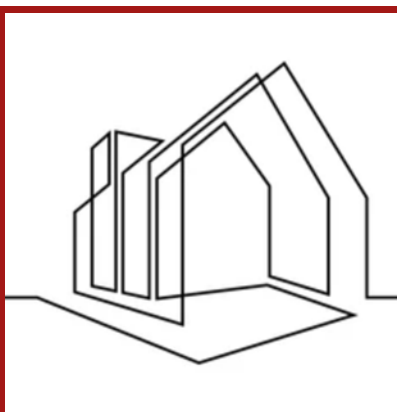


L'église est un bâtiment grand, non isolé et non maintenu en température ; cela provoque des appels de puissance très importants lors des offices. Les offices étant le dimanche **et le mercredi** il n'est pas possible de foisonner la puissance c'est-à-dire de dévier la puissance allouée à l'école+mairie vers l'église et donc de réduire la taille et le coût des chaudières.

La chaufferie de l'église est éloignée du reste du réseau, son raccordement est trop coûteux pour des consommations faibles.

Pour ces raisons **l'atelier est écarté de cette étude.**

3.6 Les Hiboux



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> Centre de soins 		
Mode constructif	Bâtiment ancien, XIXème siècle. <ul style="list-style-type: none"> Rénové en 2025. En travaux lors de la visite initial, les données sont à préciser. 		
Surfaces chauffés	≈ 365 m ²		
Volume chauffé	≈ 950 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière pellets η_gen 91 %	Tuyauterie isolée Loi d'eau par circuit Pompe débit variable	Radiateurs avec têtes thermostatiques récentes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Lié à la chaudière	Cuivre isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> VMC simple flux 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>		<u>Consommation</u>
	32 kW		39 MWh/an

3.7 Foyer de la Basse Bruche



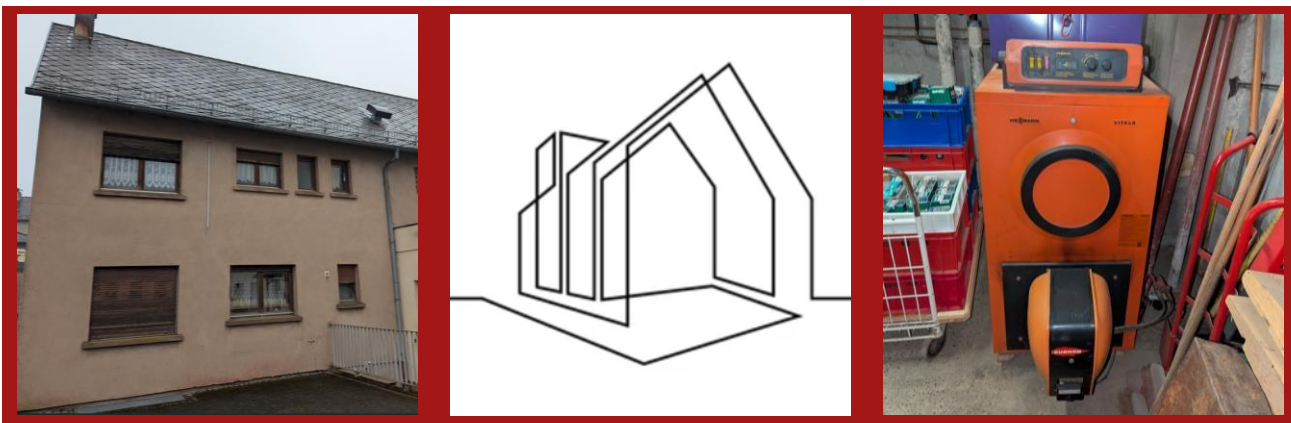
Occupation	<ul style="list-style-type: none"> 1 maison d'assistances maternelles au RdC 8 logements sociaux dans les étages 		
Mode constructif	Bâtiment ancien. <ul style="list-style-type: none"> Rénové niveau BBC en 2012 Menuiseries Bois 4/12/4/12/4 		
Surfaces chauffés	≈ 700 m ²		
Volume chauffé	≈ 1750 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière propane condensation 40 kW ATLANTIC AZURINOX η_{gen} 101 %	Tuyauterie acier isolée Départs mélangés Pompes à débit fixes	Radiateurs avec têtes thermostatiques récentes Plancher chauffant
Eau chaude sanitaire (ECS)	Préparateur lié à la chaudière ; isolation faible	Cuivre isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> VMC simple flux 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>	<u>Consommation</u>	
	51 kW	66 MWh/an	

3.8 Auberge du Château



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Restaurant au RdC ▪ 1 logement à l'étage 		
Mode constructif	Bâtiment ancien, XIXème siècle, Rénové en 2005 <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maçonnerie de pierre 50 cm ▪ Combles perdus non isolée, plancher bois à scories ou torchis → à isoler avec R=7,5 ▪ Plancher bas entrevous/poutrelles béton/béton ▪ Menuiserie Bois 4/16/4 		
Surfaces chauffés	≈ 585 m ²		
Volume chauffé	≈ 1528 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière propane 250 kW CHAPPE NRX 39 η_gen 86 %	Tuyauterie acier isolée Départs mélangés Pompes à débit fixes	Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Préparateur lié à la chaudière	Cuivre isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMC double flux 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>	<u>Consommation</u>	
	59 → 58 kW	87 → 73 MWh/an	

3.9 Maison 37 rue du Général de Gaulle



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> 1 logement 		
Mode constructif	Bâtiment ancien, XIXème siècle <ul style="list-style-type: none"> Maçonnerie de pierre 50 cm Combles perdus non isolée, plancher bois à scories ou torchis, Plancher bas entrevous/poutrelles béton/béton Menuiserie Bois 4/16/4 		
Surfaces chauffés	≈ 125 m ²		
Volume chauffé	≈ 320 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul 36 kW VIESSMANN VITOLA η_{gen} 86 %	Tuyauterie acier mal isolée Départ direct Pompe à débit fixe	Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Chaudière double service	Cuivre non isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> VMC double flux 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>	<u>Consommation</u>	
	25 kW	24 MWh/an	

3.10 Groupe scolaire



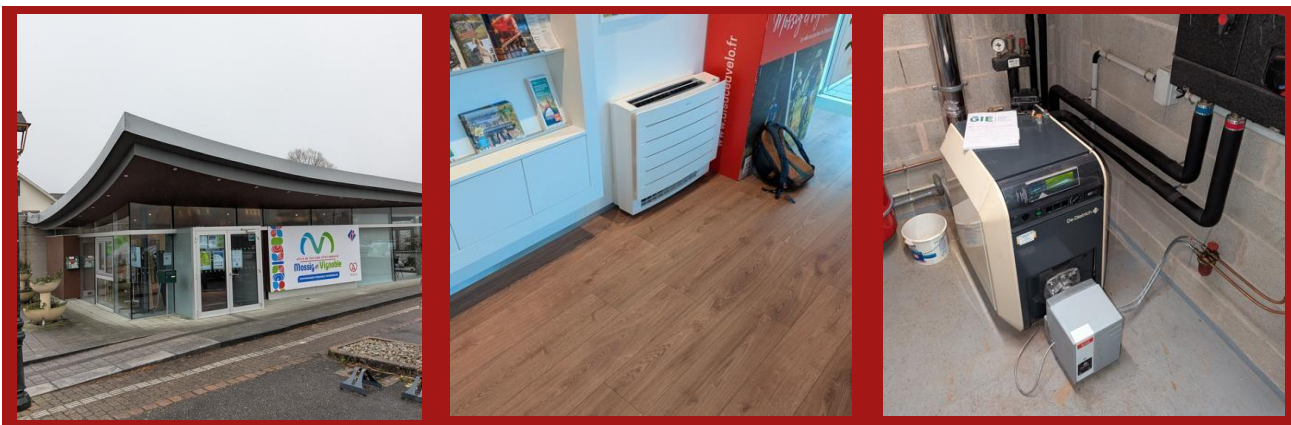
Occupation	<ul style="list-style-type: none"> Enseignement environ 90 élèves 		
Mode constructif	<p>Bâtiment construit en 2001.</p> <ul style="list-style-type: none"> Murs en ossature bois. Doublage intérieur non isolé. Bardage extérieur non isolé Plafond cathédrale avec plénum. Présence d'un « isolant » mince non efficace Plancher bas dallage béton isolé sous chape PSE 6 cm Menuiserie Bois 44.2/8/4 		
Surfaces chauffés	≈ 837 m ²		
Volume chauffé	≈ 3290 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul 150 kW DD GT 306/II Tableau simple η _{gen} 92 %	Tuyauterie acier isolée Départ direct + mélangé Pompe à débit fixe	Plancher chauffant en majorité Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Chauffe-eau électrique	Cuivre non isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> Aucune VMC ni aucune ventilation naturelle. Les défauts d'étanchéité très importants du bâtiment font de fait un certain renouvellement non maîtrisé et insatisfaisant. 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>	<u>Consommation</u>	
	107 kW	111 MWh/an	

3.11 Parc Hôtel



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Hôtellerie – Restauration ▪ Ouvert de mi-mars à fin octobre. 		
Mode constructif	Bâtiments anciens. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maçonnerie de pierre 50 cm, doublages ▪ Combles perdus isolée, plancher bois à scories ou torchis, ▪ Plancher bas entrevous/poutrelles béton/béton et voutains ▪ Menuiserie Bois 4/16/4 		
Surfaces chauffés	≈ 2100 m ²		
Volume chauffé	≈ 5250 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul 2x63 kW VIESSMANN VITOLA 200 η_{gen} 101 % + Chaudière propane 3t/an pour le « process » piscine et déshumidification conservée	Tuyauterie acier isolée Départs mélangés Pompes à débit fixes	Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes
Eau chaude sanitaire (ECS)	Préparateur lié à la chaudière	Cuivre isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMC simple flux chambres ▪ VMC double flux restauration, spa 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>		<u>Consommation</u>
	287 kW		236 MWh/an

3.12 Office de Tourisme



Occupation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bureaux 		
Mode constructif	Bâtiment construit en 2000. <ul style="list-style-type: none"> ▪ Murs en béton doublage 10+1. ▪ Toiture plate laine minérale 12 à 16 cm abîmé + PU projeté 12 cm s ▪ Plancher bas entrevous/poutrelles béton/béton isolation sous chape PU 6 cm ▪ Mur-rideau Alu 44.2/8/44.2 		
Surfaces chauffés	≈ 135 m ²		
Volume chauffé	≈ 340 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul 40 kW DD GT+ELCO η_{gen} 92 % + Clim réversible	Tuyauterie acier isolée Départs mélangés Pompes à débit fixes	Côté public convecteur caniveau Côté bureaux PCBT + convecteurs + Clim réversible
Eau chaude sanitaire (ECS)	Préparateur lié à la chaudière	Cuivre isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMP extracteur 		
Besoins de chaud	<u>Puissance</u>	<u>Consommation</u>	
	16 kW	19 MWh/an	

3.13 Centre culturel



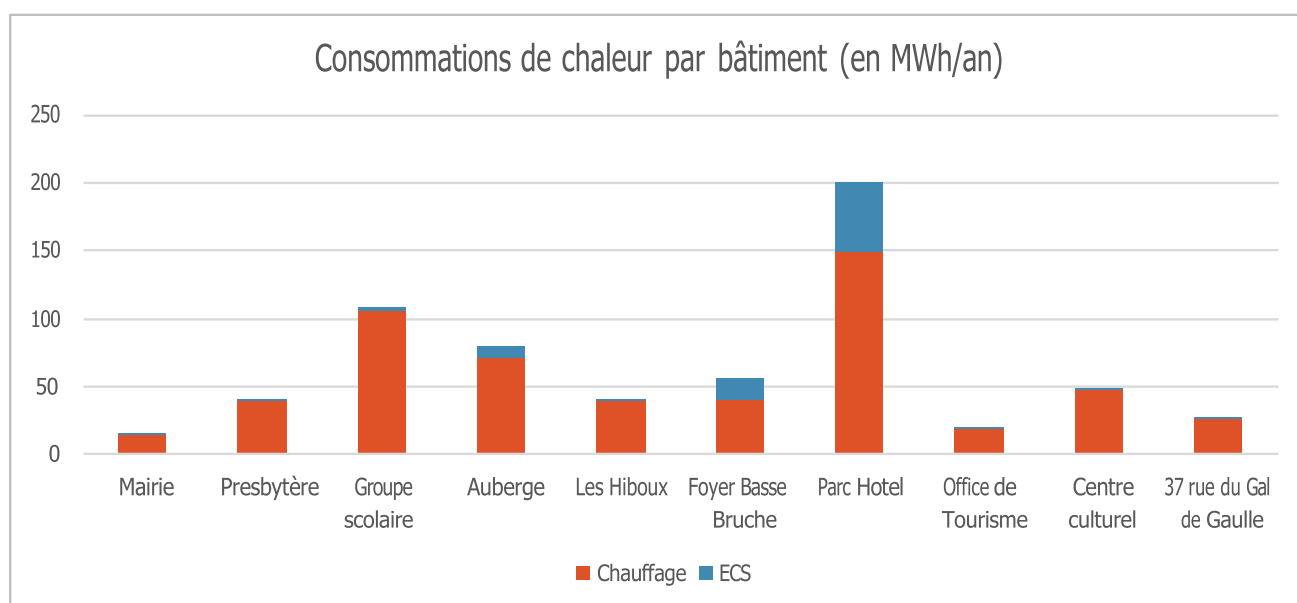
Occupation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Bibliothèque ▪ Au dernier étage salle de réception 		
Mode constructif	Bâtiment ancien, XIXème siècle <ul style="list-style-type: none"> ▪ Maçonnerie de pierre 64 cm ▪ Combles perdus isolée laine de verre 20 cm, plancher bois à scories ou torchis, ▪ Plancher bas bois à scories ou torchis. Dallage sur terre-plein ▪ Menuiserie PVC 4/16/4 		
Surfaces chauffés	≈ 561 m ²		
Volume chauffé	≈ 1421 m ³		
Chauffage	<u>Production</u>	<u>Distribution</u>	<u>Emission</u>
	Chaudière fioul 120 kW DD GT ? η_{gen} 92 %	Tuyauterie acier mal isolée Départs mélangés Pompes à débit fixes	Radiateurs avec têtes thermostatiques anciennes → remplacées par des têtes motorisées avec programmation par zone
Eau chaude sanitaire (ECS)	Préparateur lié à la chaudière + Chauffe-eau électrique	Cuivre non isolé	Mitigeurs mécaniques
Ventilation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ VMC double flux 		
<u>Besoins de chaud</u>	<u>Puissance</u>		<u>Consommation</u>
	69 → 66 kW		52 → 50 MWh/an

3.14 Synthèse des besoins

La synthèse ci-dessous prend en considération :

- Le rendement de la nouvelle chaufferie bois
- Lorsque l'eau chaude sanitaire (ECS) est fait à partir des chaudières existantes, le fonctionnement en réseau de chaleur est conservé
- Les travaux d'amélioration prescrits pour chaque bâtiment

Bâtiment	Puissance	Consommation annuelle	Surface	Niveau d'isolation	Cible ² ADEME
Mairie	19 kW	15 MWh	303 m ²	■ Moyen	135
Presbytère	40 kW	50 MWh	209 m ²	◆ Faible	131
Groupe scolaire	107 kW	111 MWh	837 m ²	◆ Faible	111
Auberge	58 kW	73 MWh	585 m ²	◆ Faible	124
Les Hiboux	32 kW	39 MWh	365 m ²	■ Moyen	120
Foyer Basse Bruche	51 kW	66 MWh	701 m ²	☆ Bon	131
Parc Hotel	287 kW	236 MWh	2 100 m ²	■ Moyen	124
Office de Tourisme	16 kW	19 MWh	135 m ²	■ Moyen	135
Centre culturel	66 kW	50 MWh	561 m ²	■ Moyen	129
37 rue du Gal de Gaulle	25 kW	24 MWh	127 m ²	◆ Faible	131
Total	701 kW	683 MWh	5 924 m²		127 kWh/m²



² La consommation cible ADEME est un indicateur de performance. Il s'agit d'une consommation maximale par m², qui prend en considération l'usage, la zone climatique et l'altitude. Les bâtiments qui dépassent ce plafond sont indiqués en rouge.

3.15 Utilisation rationnelle de l'énergie

Afin d'éviter les passoires énergétiques L'ADEME³ donne un barème de consommations plafond pour les chaufferies biomasse. Bien que cette étude ne vise pas ce cahier des charges le barème donne une bonne indication.

Le projet de chaufferie bois de la commune peut s'inscrire dans une démarche plus large l'utilisation rationnelle de l'énergie. La démarche suit le schéma ADEME EnR'Choix.

Consommation cible ADEME,
en moyenne sur tout le projet
127 kWh/m²/an

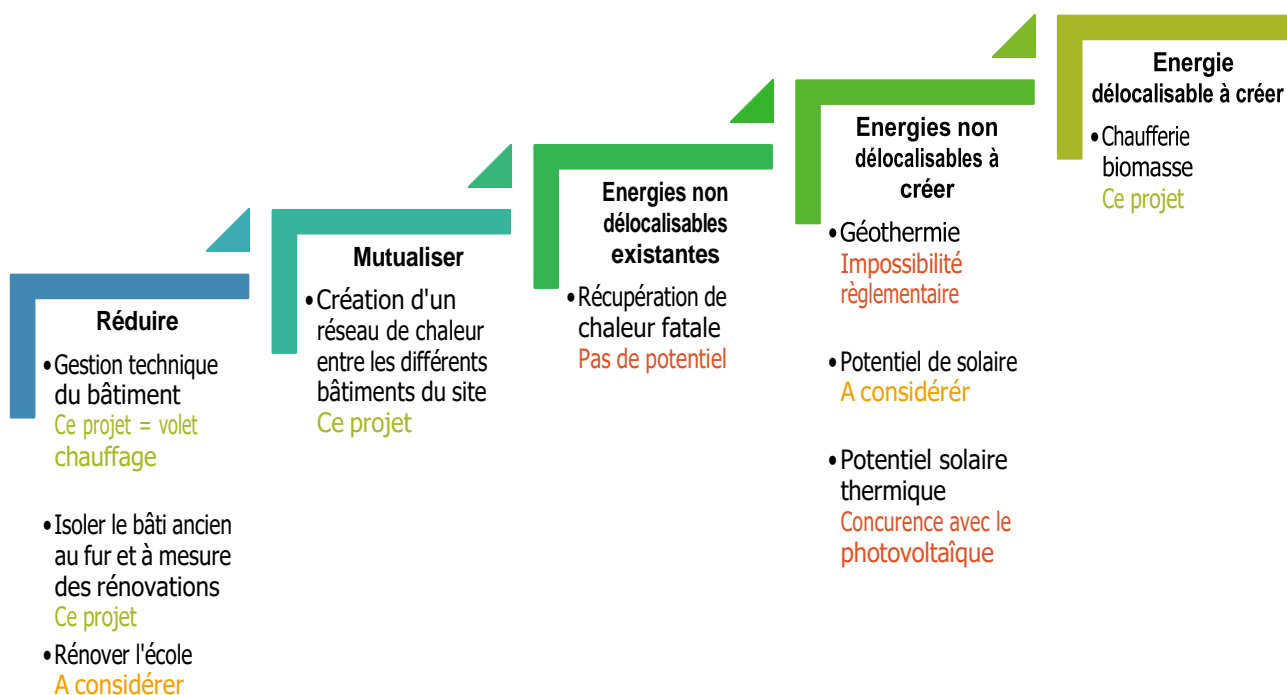
Consommation après travaux
115 kWh/m²/an

Consommation actuelle
121 kWh/m²/an

Les travaux d'amélioration prescrits ci-avant ont été sélectionnés pour répondre à la demande de la mairie ou car ils sont peu coûteux mais efficaces. Cependant à eux seuls ils ne permettent pas d'atteindre la consommation cible ADEME sur tous les bâtiments. Ce critère non bloquant pour la suite du projet indique que des efforts d'amélioration thermiques sont à continuer.

Gros consommateur, le **groupe scolaire ne dispose ni d'une isolation ni d'une ventilation suffisante**. Un programme de travaux complet sera à considérer dans les années à venir.

3.16 Parcours ADEME EnR'Choix



³ ADEME Installation biomasse énergie Conditions d'éligibilité et de financement 2024

*Pour aller plus loin...***3.16.1 Gestion technique du bâtiment**

La régulation des systèmes de chauffe permet des économies d'énergie significatives. L'objectif est de ne chauffer que lorsque l'on en a besoin et au bon niveau de confort. Pour cela il existe de nombreux systèmes, certains très performants mais qui nécessitent un suivi technique en continu ; d'autres systèmes sont plus simples et offrent un **bon compromis** au maître d'ouvrage.

Ce projet comprend un volet régulation au niveau des départs de chauffage (vannes et pompes) afin de piloter la température d'eau de chauffage en fonction de la température extérieure et des plages horaires d'occupation des bâtiments.

CE PROJET

*Pour aller plus loin...***3.16.2 Améliorations thermiques**

Ce projet inclut les travaux décrits en rouge dans le descriptif des bâtiments. C'est-à-dire l'isolation des combles de la mairie et de l'Auberge ainsi que l'ajout de robinets motorisés et une régulation sur le centre culturel.

CE PROJET

*Pour aller plus loin...***3.16.3 Rénovation énergétique de l'école**

COGENEST encourage le maître d'ouvrage à envisager ses futurs travaux d'isolation dans le cadre de **programmes complets** notamment à l'occasion de travaux de rafraîchissement. Une approche globale permet d'obtenir des financements intéressants (par exemple CLIMAXION) et de répondre à des problématiques telles que **l'absence de ventilation efficace**.

A L' ETUDE

*Pour aller plus loin...***3.16.4 Mutualiser**

La mutualisation des générateurs de chauffe permet de **réduire les coûts** initiaux et d'exploitation. En effet certaines énergies telles que la géothermie ou la biomasse sont plus pertinentes à partir d'une certaine taille d'installation. C'est le cas pour ce projet.

CE PROJET

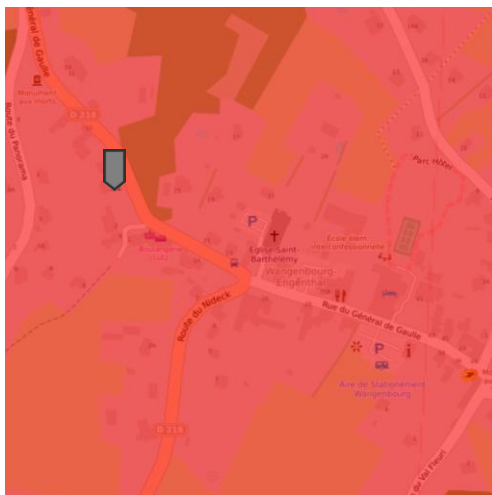
Pour aller plus loin...

- 3.16.5** **Récupération de chaleur fatale**
Aucun potentiel de chaleur fatale n'a été identifié.

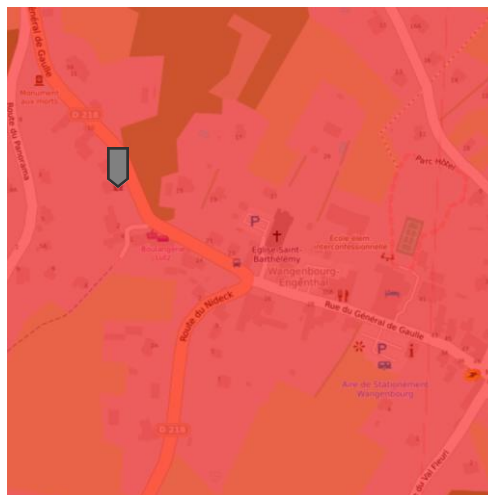
**NON
RETENU**

Pour aller plus loin...

- 3.16.6** **Géothermie**
Sur la zone concernée la géothermie n'est pas autorisée par le BRGM.



Autorisation de géothermie sur nappe



Autorisation de géothermie sur sondes

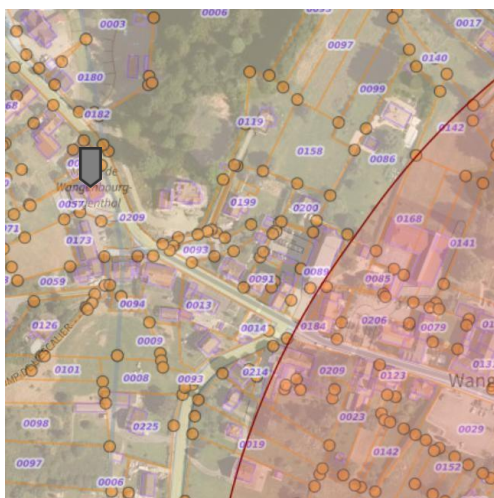
**NON
RETENU**

*Pour aller plus loin...***3.16.7 Solaire photovoltaïque**

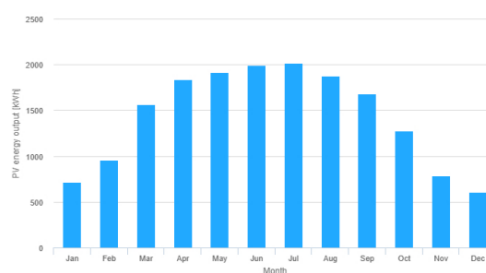
Une partie des bâtiments ne sont pas dans un périmètre dit « classé ». L'exposition Est-Ouest et l'inclinaison marquée des toitures réduisent le potentiel photovoltaïque.

En première approche on peut imaginer 1 champs de panneaux. Chaque champ (5,95 kWc) coute environ 12 000 €HT et produit 5,7 MWh/an : soit un temps de retour de 13 ans en autoconsommation + revente du surplus.

Ces travaux ne sont pas considérés dans la suite de l'étude.



Position du champ PPV



Production de 14x3 PPV

A CONSIDERER

*Pour aller plus loin...***3.16.8 Solaire thermique**

- Complexité et l'encombrement des installations
- Besoins en eau chaude l'été principalement sur le Parc Hôtel (acteur privé)
- Concurrence avec le solaire photovoltaïque

NON RETENU

*Pour aller plus loin...***3.16.9 Chauffage biomasse**

La démarche ADEME EnR'Choix aboutit donc à la création d'une chaufferie biomasse pour assurer la majorité des besoins de chaud du site.

CE PROJET

4 Réseau de chaleur

4.1 Tracés

Plusieurs configurations du réseau de chaleur sont considérées.

Pour aller plus loin...

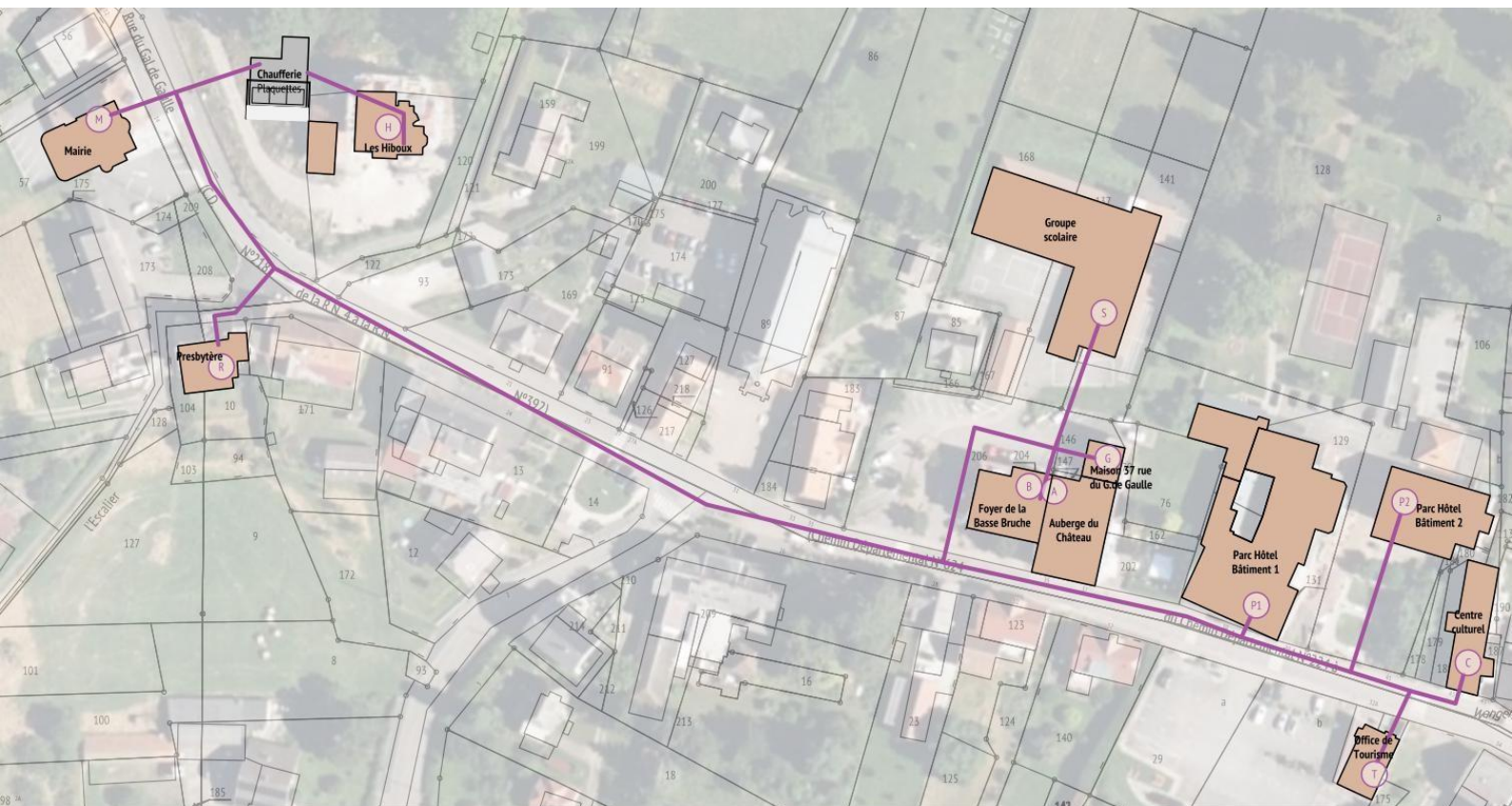
$$\text{densité de chaleur} = \frac{\text{quantité de chaleur livrée [MWh/an]}}{\text{longueur de tranchée du réseau [m]}}$$

La densité de chaleur est un indicateur qui permet d'évaluer si le réseau est compact ou trop étendu.

- **Densité $\leq 1,5$** = Réseau trop étendu, non éligible ADEME, critère de surveillance CLIMAXION
- **$1,5 \leq \text{Densité} \leq 2$** = Réseau conforme, viabilité économique incertaine
- **$2,0 \leq \text{Densité} \leq 5$** = Viabilité économique probable
- **Densité ≥ 5** = Réseau urbain dense

DENSITE DE CHALEUR

4.1.1 Tracé 1



Atouts

- Tous les bâtiments communaux dans le périmètre sont raccordés.
- Gestion centralisée complète
- **Le Parc Hôtel est raccordé**

Contraintes

- Principalement sur route départementale avec trottoirs pavés, nombreux réseaux déjà présents
- Un long tronçon sans raccordement (perte estimée à 3000 €/an sur ce tronçon uniquement)
- Densité de chaleur trop faible 1,31
- Densité de chaleur de 0,94 sans le Parc Hôtel
- Manœuvres des camions autour de la chaufferie

Réseau

Longueur du réseau	593 ml
Densité de chaleur	1,31 MWh/ml
Pompe débit	30,7 m ³ /h
Pompe pression réseau	47,6 kPa

Puissance

Puissance distribuée	701 kW
Puissance perdue	13 kW
Puissance totale hors fois.	714 kW
Perte de puissance	2%

Puissance à installer

Puissance pour chauffage	701 kW
Avec surpuissance ECS	701 kW
Avec foisonnement	567 kW
Avec pertes du réseau	579 kW

Chaleur

Chaleur distribuée	683 MWh/an
Chaleur perdue	94 MWh/an
Chaleur totale	777 MWh/an
Perte de chaleur	12%

4.1.2 Tracé 2



Atouts

- Peu de passage sur la route départementale, plus dans des espaces verts et des chaussées légères
- **Le Parc Hôtel est raccordé**
- **Densité de chaleur de 2,1**
- Densité de chaleur de 1,5 sans le Parc Hôtel
- Le réseau assure **84% des consommations** du périmètre
- Manœuvres des camions autour de la chaufferie

Contraintes

- Certains bâtiments non raccordés
- Principalement sur route départementale avec trottoirs pavés, nombreux réseaux déjà présents
- Densité de chaleur de 1,5 sans le Parc Hôtel
- Accès à la chaufferie par l'école : livraisons à planifier, et sécuriser la zone

Réseau

Longueur du réseau	292 ml
Densité de chaleur	2,13 MWh/ml
Pompe débit	26,7 m ³ /h
Pompe pression réseau	23,2 kPa

Puissance

Puissance distribuée	610 kW
Puissance perdue	6 kW
Puissance totale hors fois.	616 kW
Perte de puissance	1%

Puissance à installer




Puissance pour chauffage	610 kW
Avec surpuissance ECS	610 kW
Avec foisonnement	488 kW
Avec pertes du réseau	495 kW

Chaleur

Chaleur distribuée	579 MWh/an
Chaleur perdue	44 MWh/an
Chaleur totale	622 MWh/an
Perte de chaleur	7%

4.2 Choix du tube

En raison de leurs longueurs importantes et pour faciliter leur mise en œuvre les tuyauteries de réseau de chaleur sont livrés pré-isolé. Il existe trois familles de produits, adaptés à des contraintes de budget et performances différentes.

	Rigide	Semi-rigide	Souple
Tuyau	Acier	PER	PER
Isolant	PU ■ à ■■■	PU ■■ à ■■■■	PE ■ à ■■
Revêtement	PEHD	PEHD	PEHD
Pose			
Complexité	■■■■	■■	■
Durabilité	■■■■	■■	■
Coût	€€€	€€	€€
Détection de fuite	En option	Non	Non
Diamètres	Tous	DN100 maximum	DN65 maximum
Adapté pour	Réseaux urbains Le plus durable Pour grands diamètres	Meilleur compromis qualité-prix	Encombrement contraint Budget contraint

La configuration du projet se situe sur la limite acier/semi-rigide. Les deux peuvent être employés.
Dans la suite de l'étude il est retenu des tubes semi-rigides avec isolation renforcée ■■■.

4.3 Servitude de réseau

Un tracé optionnel mais optimisé par le Parc Hôtel nécessite une servitude de passage.

4.4 Sous-stations

Les sous-stations sont les postes de livraison de chaleur aux bâtiments. Elles remplacent les chaudières existantes. Elles sont principalement constituées :

- D'un **compteur** de chaleur qui permet la facturation au client
- D'un **échangeur de chaleur**. Cet équipement utilise l'eau chaude du réseau pour réchauffer l'eau de chauffage du client sans les mélanger. La taille de cet échangeur est déterminée par la puissance à fournir au client.
- Régulation permettant le **suivi à distance** par l'exploitant et ainsi la relève des dysfonctionnements.
- Les sous-stations sont également capables, en option, de produire l'eau chaude sanitaire avec ou sans ballon

Il y a ainsi une séparation claire entre le domaine réseau de chaleur et le domaine client.

La maintenance des sous-stations est à la charge de l'exploitant du réseau de chaleur. De la même manière qu'un compteur électrique appartient au gestionnaire du réseau électrique, les sous-stations appartiennent à l'exploitant du réseau de chaleur.

Pour bâtiment raccordé les avantages matériels par rapport à une chaudière sont notamment :

- L'encombrement réduit
- L'absence de conduit de fumée
- L'absence d'odeur de fioul
- Les faibles contraintes d'entretien
- Résistance aux inondations



Sous-station à partir de 70 kW



Sous-station jusqu'à 70 kW

5 Etude de dimensionnement

5.1 Puissance à installer



Cette puissance retenue de **579 kW pour le Tracé 1** donne une indication sur les solutions techniques.



Cette puissance retenue de **495 kW pour le Tracé 2** donne une indication sur les solutions techniques.

Pour aller plus loin...

On distingue différents types d'usage des locaux.

- Logements
- Tertiaires (bureaux, école, centre de soins)
- Centre culturel
- Restauration

Ces locaux ne sont pas occupés aux mêmes horaires, un abaissement des températures de consigne par tranche horaire est considéré.

On obtient le tableau des puissances appelées par tranche horaires suivant :

Semaine				Week-end			
0h ▶ 6h	6h ▶ 12h	12h ▶ 18h	18h ▶ 24h	0h ▶ 6h	6h ▶ 12h	12h ▶ 18h	18h ▶ 24h
322 kW	550 kW	567 kW	540 kW	299 kW	467 kW	467 kW	536 kW

FOISONNEMENT

Pour aller plus loin...

Les chauffe-eaux électriques sont conservés.

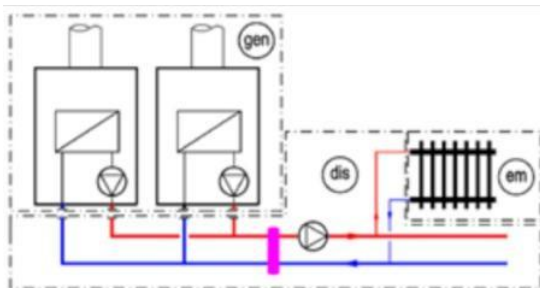
Les préparateurs ECS sont raccordés au réseau de chaleur.

ECS

Pour aller plus loin...

Sur une quantité d'énergie achetée (fioul, plaquettes, etc.) la totalité n'est pas utilisée pour chauffer le bâtiment ; une partie est dissipée à chaque étape du processus. Le rendement est la grandeur qui caractérise ces pertes.

La combustion transforme l'énergie du combustible en chaleur, c'est le **PCI** (Pouvoir Calorifique Inférieur). Après la combustion il est possible d'extraire une partie de la chaleur des fumées en les condensant, l'énergie latente des fumées est transmise à l'eau de chauffage. Ainsi un combustible dégage plus d'énergie : cette quantité d'énergie est le **PCS** (Pouvoir Calorifique Supérieur).



Les pertes d'un système de chauffage sont :

Liées au générateur (η_{gen}) : Température et débit des fumées, combustible non consommé (CO dans les fumées, cendres), rayonnement de la chaudière vers le local, les pompes de recirculations de chaudière, pertes à l'arrêt.

- Liées au stockage (η_{sto}) : Lorsqu'un ballon tampon est utilisé, par exemple pour l'eau chaude sanitaire, les pompes de maintien en température
- Liées à la distribution (η_{dist}) : La pompe de distribution de l'eau depuis la chaufferie vers les émetteurs, les pertes en lignes, la régulation des vannes et des pompes, l'équilibrage du réseau
- Liées aux émetteurs (η_{em}) : Les pertes au dos, les phénomènes de convection et de stratification, la réactivité des robinets
- Liées à la régulation (η_{regul}) : C'est le décalage entre le moment où les locaux arrivent à une certaine température et le moment où les sondes/vannes/chaudières/émetteurs réagissent en fonction. Plus le système est rapide, plus le rendement est grand.

Il est important de différencier les rendements :

- **Commerciaux** issus du fabricant et non vérifiables
- **Nominaux** issus d'essais dans des conditions normalisées
- **Saisonniers** prenant en compte la variation de la demande et des conditions climatiques sur une année.

Cette étude utilisera uniquement des valeurs de rendement saisonnier sur PCI.

5.2 Implantation

Les données de puissance et de consommation ci-avant déterminent une taille minimum de bâtiment et d'accessibilité aux camions de livraison de combustible, limitant les possibilités d'implantation.

Ne disposant pas d'un local existant suffisamment grand, les emplacements retenus conjointement par la maîtrise d'ouvrage et le bureau d'étude sont : (voir plans ci-avant)

- **Tracé 1** : En contrebas des Hiboux
- **Tracé 2** : Derrière l'école

La chaufferie étant de puissance équivalente dans les deux cas, seul change sont implantation et ses accès camion.

Le bâtiment sera dédié uniquement à la fonction de production de chaud.



Insertion dans le site

Atouts

- Maître d'ouvrage propriétaire du terrain
- Pente naturelle du terrain permettant une livraison par dépotage et des chaudières au même niveau que le silo
- Intégration paysagère simplifiée en intégrant le profil du terrain
- Proximité des consommateurs (**Tracé 2**)





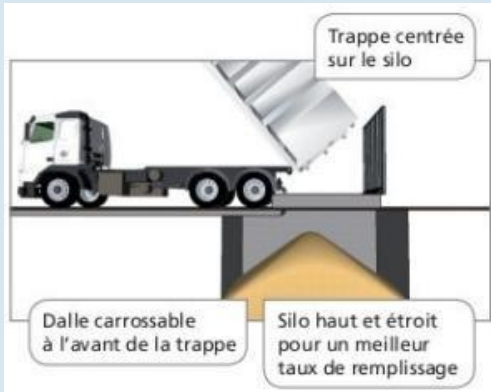
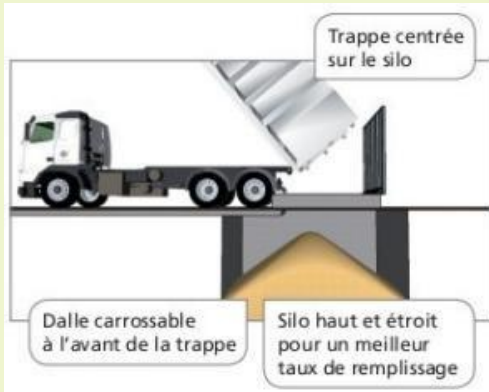
Contraintes

- Construction neuve, donc pas d'économie lié au réemploi d'un local existant
- Réduction des espaces verts
- **Sécurisations des abords**
- **Livraisons des camions à programmer** en dehors des temps de récréation et d'entrée-sortie des écoliers (**Tracé 2**)

5.3 Accès des camions de livraison

Dans les deux configurations proposées la livraison s'effectuera par camions de 30m³ à 35 m³.

- **Tracé 1** : L'accès est bon mais la giration est obstruée par le parking des Hiboux. Une **modification du parking** devra être réalisée ou la **sortie du camion sera une difficile** marche arrière en pente.
- **Tracé 2** : L'accès et les girations sur site sont bons

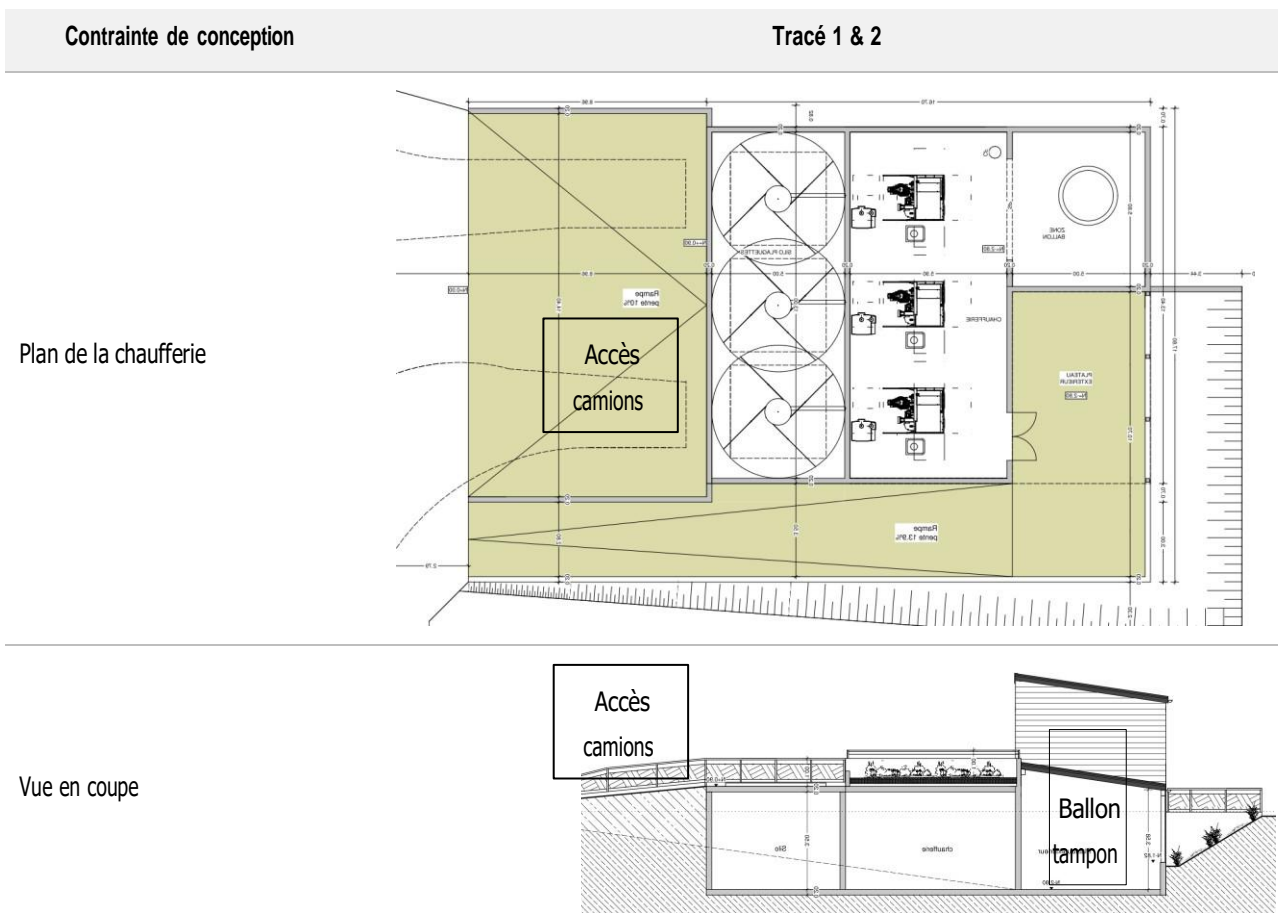
	Tracé 1	Tracé 2
Accès	<p>Arrivée du camion en marche avant Sortie en marche arrière difficile</p> 	<p>Arrivée et sortie du camion en marche avant</p> 
Aire de manœuvre	<p>Retournement difficile</p> 	<p>Aire de retournement avant la livraison</p> 
Mode de livraison	<p>Dépotage</p>  <p>Trappe centrée sur le silo</p> <p>Dalle carrossable à l'avant de la trappe</p> <p>Silo haut et étroit pour un meilleur taux de remplissage</p>	<p>Dépotage</p>  <p>Trappe centrée sur le silo</p> <p>Dalle carrossable à l'avant de la trappe</p> <p>Silo haut et étroit pour un meilleur taux de remplissage</p>

5.4 Agencement de la chaufferie

L'étude a permis d'identifier une solution adaptée à la demande du client dans les deux configurations.

La plaquette de bois déchiqueté est le combustible le plus adapté au niveau de consommation et est largement disponible sur le secteur.

Considérant les contraintes de conception, l'agencement préconisé est celui-ci :



La tenue mécanique du combustible dans le silo, son bon convoyage vers la chaudière

Il faut réduire le nombre de manipulation du combustible. Avoir la chaudière et le silo au même niveau permet cela car la distance convoyée est réduite au minimum.

Les points de fragilités tels que les vis-sans-fin doivent être le moins nombreux possible

Cette conception avec **2 à 3 trappes de dépotage coulissante** en direct sur les désileurs permet d'éviter des vis-sans-fin de répartition.

La réalisation d'une **cascade biomasse de 3 chaudières** avec leurs alimentation indépendantes augmente fortement la fiabilité de l'installation biomasse.

Pannes « courantes », issues du retour de maitres d'ouvrages

Oubli de remplissage du silo.

Quelques déchets peuvent se glisser dans le combustible et viennent bloquer la vis sans fin. Une petite intervention manuelle est alors requise. La probabilité de bloquer les 2 voire 3 chaudières en même temps est infime.

Contrainte de conception	Tracé 1 & 2
Respect des réglementations en vigueur	Bâtiment dédié à la chaufferie. Silo fermé. Pas de hangar de stockage sur site. Chaudières de puissance unitaire inférieure à 1000 kW.
Lors de la construction d'une chaufferie biomasse, l'une des plus grandes variables est le coût du génie civil pour créer ou aménager les locaux.	Une solution pour limiter les coûts est d'avoir les chaudières et le silo sur le même niveau. Les désileurs rotatifs donnants directement sur leurs chaudières respectives il n'y a pas de place perdue en convoyage. Le bâtiment prend alors une forme compacte.
L'installation ne doit pas être bruyante en fonctionnement	Eviter les vis-sans-fin en extérieur => aucune Limiter le nombre de camions
L'accès limité aux camions de grande taille (combustible moins cher)	Accès et giration possible des camions jusqu'à 35 m3 mais pas au-delà. La pente du terrain devient un avantage pour permettre une livraison en dépotage.

5.5 Equipements

5.5.1 Chaudière plaquettes haute performance

L'agencement de la chaufferie est optimal pour une cascade de chaudières plaquettes de moyenne puissance. Comme aujourd'hui, le client réalisera lui-même la conduite de la chaufferie ; les chaudières de **moyenne puissance** offrent une **fiabilité** et un **confort d'exploitation** plus important que les chaudières de forte puissance (> 400 kW).

Pour aller plus loin...

Ce type de chaudière est adapté à des combustibles calibrés fin (P16 à P45) et peu humides (M35). Le combustible est amené par une vis-sans-fin ou un poussoir dans la chambre de combustion. Un système de grilles mobiles permet de faire avancer le bois par glissement des grilles les unes sur les autres. Ce type de chaudière accepte également les pellets ou du miscanthus. La plage de modulation est de 40 % à 100 % de la puissance nominale.



Exemple de chaudière à multi-combustibles (source : GUNTAMATIC)

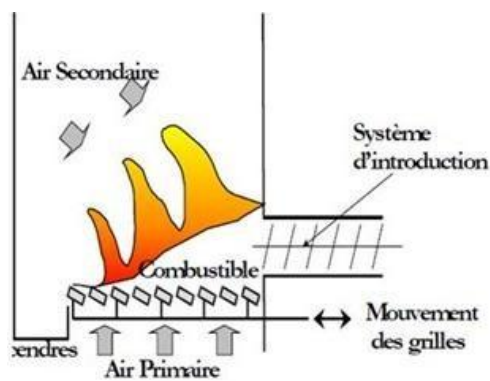


Schéma foyer grille mobile (source : GuidEnR)

5.5.2 Qualité de l'air

Les chaudières préconisées offrent de **bonnes performances**. Elles seront en plus équipées d'**électrofiltres** pour parer à une variabilité de la qualité des plaquettes et en raison de la proximité d'établissements sensibles (écoles).

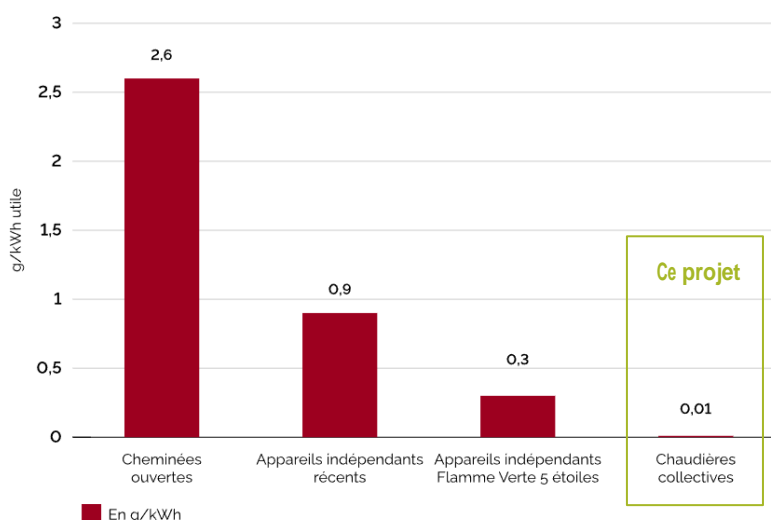
Pour aller plus loin...

Avec ces chaudières l'emploi de filtration complémentaire n'est pas obligatoire. Les chiffres sont indiqués en sortie de chaudière, **sans électrofiltre**.

Combustion à 10 % d'O ₂	Critère de la norme	Critère ADEME > 500 kW	Projet
Taux de CO	500 mg/m ³	366 mg/m ³	106 mg/m ³
Taux de COV	20 mg/m ³	-	3 mg/m ³
Taux de poussières	40 mg/m ³	30 mg/m ³	26 mg/m ³
Taux de NOx	-	366 mg/m ³	91 mg/m ³
Taux de SO ₂	-	146 mg/m ³	Sans objet

EMISSION DE POLLUANTS

Pour aller plus loin...



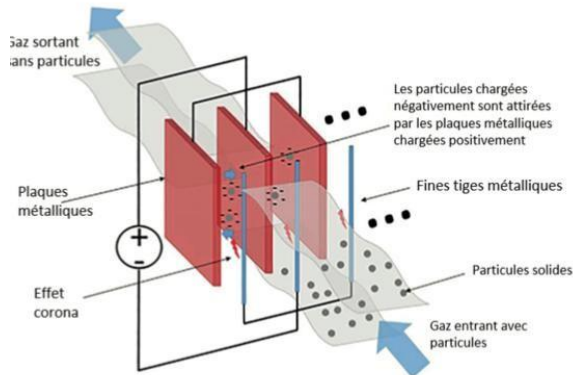
La pollution de l'air causé par la combustion du bois doit être mise en perspective de la technologie utilisée.

Les chaudières du projet émettent près de **280 fois moins de poussière polluantes** qu'une cheminée traditionnelle.

EMISSIONS DE POUSSIÈRES

Emission de particules par technologie (source CLIMAXION)

Pour aller plus loin...



1Principe de fonctionnement des électrofiltres

L'ajout d'électrofiltres permet d'encore abaisser ces taux de particules nocives.

Un électrofiltre est un caisson raccordé entre la chaudière et la cheminée et contenant des plaques métalliques. Un faible courant électrique provoque la précipitation des particules contenues dans les fumées vers le bas du filtre.

ELECTROFILTRE

5.5.3 Fumisterie

Lors des études de projet un **relevé géomètre** permettra de déterminer la hauteur du conduit de cheminée par rapport aux obstacles (bâtiments) proches. En attente de ce relevé une hauteur de débouché à **1 m au-dessus de la chaufferie** est retenue. Le ballon tampon étant haut il permet de créer un édicule qui servira de fixation à la cheminée.

La **proximité d'établissements sensibles** (école, centre de soins) devra être prise en compte.

Pour aller plus loin...

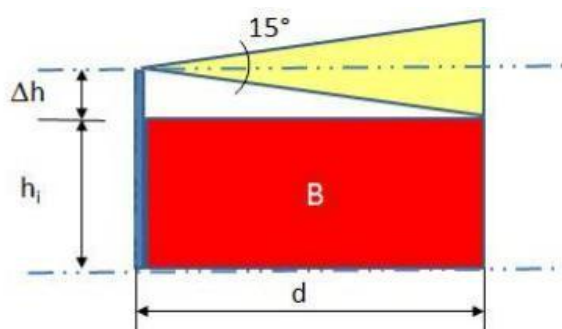


Figure 2 Calcul de la hauteur des cheminées

Les exigences applicables au calcul de la hauteur de la cheminée sont :

- Recommandations fabricant
- Recommandations ADEME
- Règles de calcul DTU et normes
- Règles de calcul ICPE (dérogations pour chaudières inférieures à 1000 kW)







HAUTEUR DE CHEMINÉE

5.5.4 Décendrage

La combustion de plaquette génère une quantité non négligeable de cendres et poussières. Les moyens de collecte sont à entretenir régulièrement.

	Cendres sous foyer	Fines de filtration
Emplacement de collecte	Sous le foyer de combustion	Sous l'électrofiltre
Moyen de collecte	Décendrage automatique des chaudières vers un cendrier de 40 L Puis voie sèche pneumatique dans des conteneurs sur roues de 240 L	Intégré à l'électrofiltre 50 L
Production Tracé 1	0,80 t/an	0,01 t/an
Production Tracé 2	0,60 t/an	0,01 t/an
Débouché	Possible valorisation par la filière agricole. Sinon déchet non incinérable	Déchet non incinérable
Fréquence de vidage	1 fois par an minimum	1 fois par an minimum

5.6 Choix du combustible

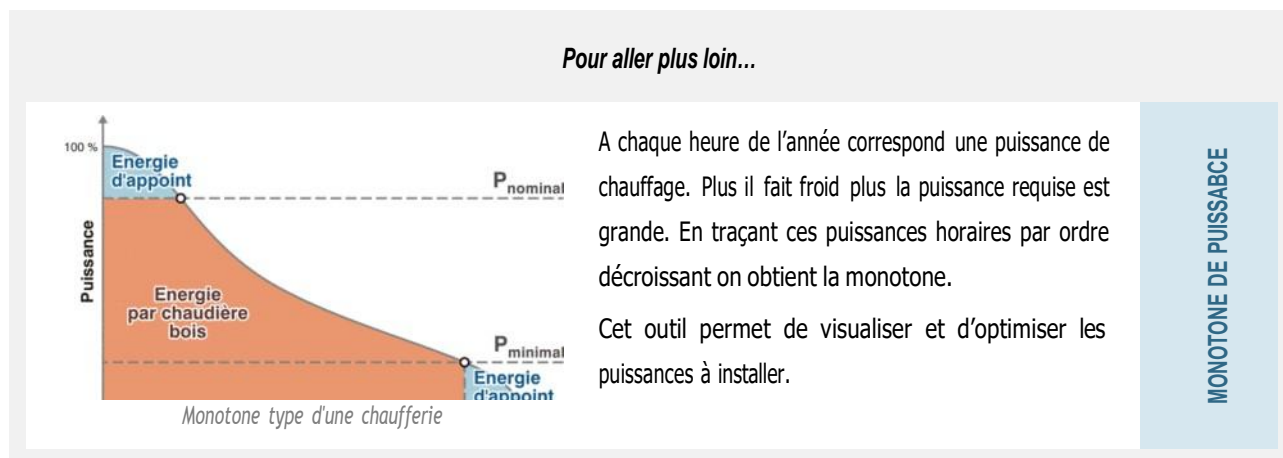
	Plaquettes forestières moyennes	Plaquettes forestières fines	Pellets (« Granulés de bois »)
			
Référentiels	Classe CIBE : C2 Arrêté ICPE 2910-A	Classe CIBE : C1 Arrêté ICPE 2910-A	Qualité A1 selon ENplus, DINplus ou MARQUE NF
Nature	Plaquettes forestières, paysagère ou bocagères, calibrées moyen, ressuyé	Plaquettes forestières, calibrées fin, sec	Produits issus de la 1 ^{ère} ou 2 ^{ème} transformation du bois
Granulométrie	P31 à P63	P16 à P45	Calibré D6 à D8 mm
Taux d'humidité	30 % à 40 %	15 % à 25 %	2 % à 8 %
Masse volumique	0,26 t/m ³	0,25 t/m ³	0,69 t/m ³
PCI massique	2,96 MWh/t	3,52 MWh/t	4,63 MWh/t
PCI volumique	0,76 MWh/m ³	0,89 MWh/m ³	3,19 MWh/m ³
Taux de cendres	0,4%	0,4%	1,4%
Taux de fines	2,0%	2,3%	1,0%
Fournisseur	Achat fournisseur (ONF Energie, FOREST Energie, FBV Energie Bois, JUNG)	Achat fournisseur (ONF Energie, FOREST Energie, FBV Energie Bois, JUNG)	Achat fournisseur (ONF Energie, Bois d'or)
Livraison	 Camion fond mouvant 90 m ³	 Camion benne 35 m ³	 Camion souffleur 30 m ³
Taux de bois certifié	29 % minimum	29 % minimum	20 % minimum
Atouts	Coût faible	Coût faible Compatible avec les chaudières < 400 kW	Compatible avec les chaudières < 400 kW
Contraintes	Nécessite un silo plus grand Pas de possibilité d'accès	Nécessite un silo plus grand	Coût plus élevé
	29,00 € HT/MWh TVA 10,0 % 31,90 € TTC/MWh	41,00 € HT/MWh TVA 10,0 % 45,10 € TTC/MWh	70,00 € HT/MWh TVA 10,0 % 77,00 € TTC/MWh

5.7 Autonomie et fréquence des livraisons

	Silo Tracé 1	Silo Tracé 2	Remarque
Dimensions brutes intérieures	13,50 x 5,00 m x 3,50 ht m	13,50 x 5,00 m x 3,50 ht m	L'emprise au sol du silo a été déterminée pour avoir un désileur par chaudière. La hauteur est définie par le fait de pouvoir vider un camion de livraison plein.
Volume brut	236 m ³	236 m ³	
Volume de réserve	15%	15%	Afin de ne pas tomber en défaut de combustible il convient de remplir le silo lorsqu'il reste une partie précédentes livraisons
Volume utile	141 m ³	141 m ³	On considère également le fait que l'on ne remplit pas parfaitement le silo du sol au plafond
Capacité en camion	4 camions	4 camions	A noter que certains livreurs disposent de camion équipé d'une remorque dont l'accès reste confirmer par une visite.
Nombre de camions par an	17 camions	15 camions	
Durée de remplissage	20 minutes/camion, soit 6 h/an	20 minutes/camion, soit 5 h/an	Le remplissage est très rapide puisqu'il s'agit d'un simple dépotage.
Capacité en énergie	157 MWh	157 MWh	
Autonomie d'un camion	11 jours	13 jours	Au plus froid de l'hiver
<u>Autonomie du silo plein</u>	<u>45 jours</u>	<u>54 jours</u>	<u>Au plus froid de l'hiver</u>

5.8 Puissances d'appoint-secours

5.8.1 Détermination de l'appoint



5.8.2 Détermination du besoin de secours

- La réglementation impose des locaux séparés pour les énergies différentes. Ajouter un appoint fioul à la chaufferie revient donc à construire une seconde chaufferie ce qui est plus coûteux que de passer à 3 chaudières biomasse.
- La présence de deux établissements sensibles : l'école et le centre de soin nécessite une puissance restante d'au moins 75 % en cas de panne.
- En raison de la bonne fiabilité d'une cascade de chaudière bois, des coûts de maintenance d'une chaudière fioul à l'arrêt et des problèmes de qualité de fioul immobile dans une cuve il n'est recommandé d'avoir un secours fioul.
- Le risque de défaut d'approvisionnement est faible car l'autonomie du silo est de 45 à 54 jours au plus froid de l'hiver.

Risque	Puissance restante	
	Tracé 1	Tracé 2
1 chaudière en panne/maintenance	86 %	100 %
2 chaudières en panne/maintenance	43 %	50 %

La chaufferie préconisée est composée de :

- **Tracé 1** : 3 chaudières plaquettes de 250 kW
- **Tracé 2** : 3 chaudières plaquettes de 250 kW.

Une optimisation pourra être de n'installer que 2 chaudières dans un premier temps et d'installer la 3^{ème} en cas d'agrandissement du réseau.

Une réduction de la puissance unitaire autour de 190 kW est aussi envisageable mais ne permet pas d'extension du réseau.

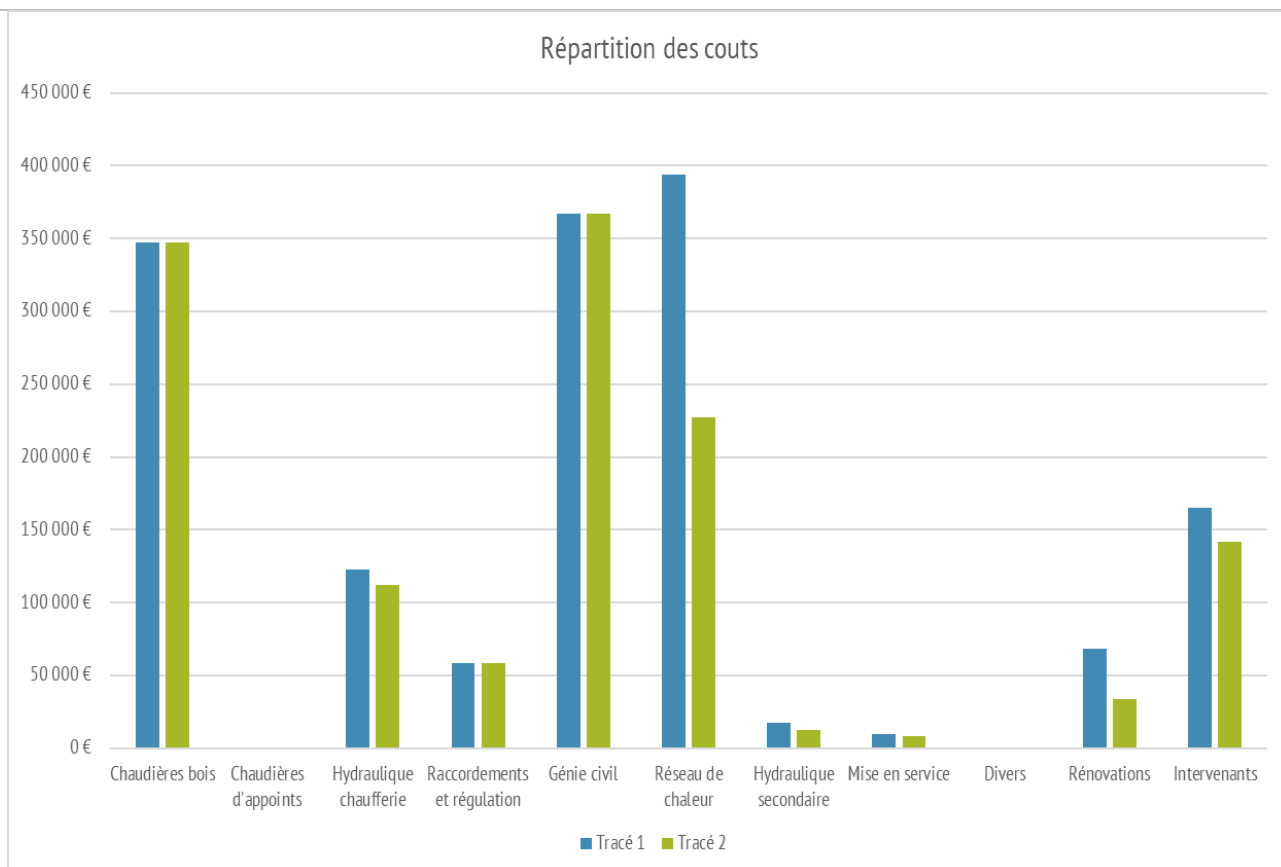
5.9 Solutions techniques

	Tracé 1	Tracé 2
Puissances installées	750 kW	200 kW
Chaudière bois	3 x 250 kW plaquettes = 750 kW	1 x 150 kW pellets = 150 kW
Combustible bois	Plaquettes C1 (calibre fin sec)	Pellets
Alimentation bois	Désileur rotatif ► Vis	Vis ► Aspiration pneumatique
Chaudière d'appoint	- = Aucune	- = Aucune
Chaudière de secours	(1 chaudière en panne = 86 % des besoins couverts en -15°C extérieur) = Aucune	Conservation de 1 x 50 kW fioul à l'école maternelle = 50 kW
Volume tampon	20 L/kW bois x modulation = 15,0 m ³	20 L/kW bois x modulation = 3,5 m ³
Conception des locaux	Semi-enterrée	En élévation
Couverture fossile	0 %	2 %
Couverture électricité	0 %	3 %
Couverture bois	100 %	95 %
Fonctionnement bois	1036 h/an	830 h/an
Atouts	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Tous les bâtiments raccordés à 100 % énergies renouvelables ▪ Taux de couverture biomasse maximisé ▪ Cascade bois qui agit en tant qu'appoint et secours ▪ Tarif de la plaquette stable 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Majorité des bâtiments (84%) à 100 % énergies renouvelables ▪ Taux de couverture biomasse maximisé ▪ Cascade bois qui agit en tant qu'appoint et secours ▪ Tarif de la plaquette stable
Contraintes	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investissement initial élevé ▪ Chaudière bois un peu plus complexe à exploiter (blocage des vis si le combustible est de mauvaise qualité) ▪ Peu d'heures de fonctionnement biomasse 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Investissement initial élevé ▪ Chaudière bois un peu plus complexe à exploiter (blocage des vis si le combustible est de mauvaise qualité) ▪ Peu d'heures de fonctionnement biomasse ▪ Conservation du fioul pour le bâtiment de la mairie

6 Etude économique

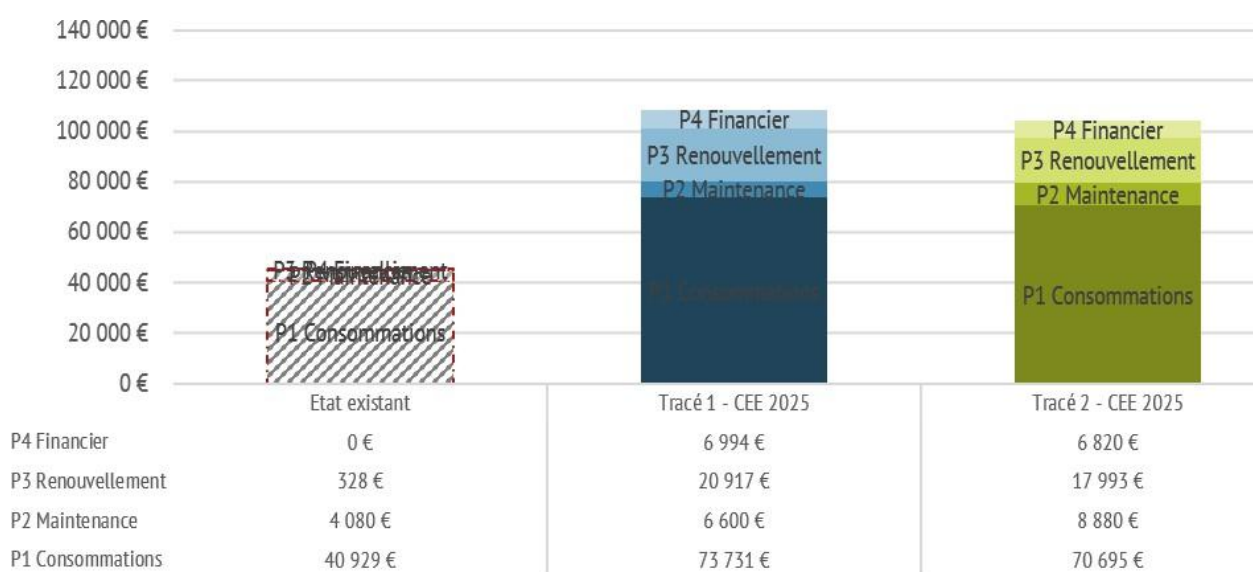
6.1 Investissement

	Tracé 1	Tracé 2
Chaudières bois	347 500 €	347 500 €
Chaudières d'appoints	0 €	0 €
Hydraulique chaufferie	122 700 €	112 100 €
Raccordements et régulation	58 600 €	58 600 €
Génie civil	367 300 €	367 300 €
Réseau de chaleur	394 100 €	227 200 €
Hydraulique secondaire	17 500 €	12 500 €
Mise en service	9 600 €	8 400 €
Divers	0 €	0 €
Rénovations	68 500 €	33 700 €
Intervenants	165 000 €	142 000 €
TOTAL HT	1 550 800 €	1 309 300 €
TOTAL TTC	<u>1 860 960 €</u>	<u>1 571 160 €</u>
Retour FCTVA	305 272 €	257 733 €
CEE	534 000 €	402 000 €
DETR/DSIL/Autres (hypothèse de 15%)	232 620 €	196 395 €
Climaxion (40 % des dépenses éligibles)	497 640 €	430 800 €
Reste à charge TTC	<u>291 400 €</u>	<u>284 152 €</u>
Taux de financement (tout compris)	84 %	82 %
Taux de financement (hors CEE & FCTVA)	39 %	40 %
Temps de retour sans financement	Aucun	Aucun
Temps de retour avec financement	11 ans	14 ans



6.2 Coûts d'exploitations

	Tracé 1	Tracé 2
P1 Consommations	Ce poste regroupe les consommations d'énergies. Les tarifs des énergies sont les prix courants du marché et des relevés des factures fournies par la mairie.	
	73 700 €	70 700 €
P2 Entretien courant	La surveillance de la chaufferie et des livraisons, l'entretien courant et annuel de la chaufferie : ajustement des niveaux d'eau, vidage des bacs à cendres, la maintenance de la GTB. Aussi la maintenance des chaufferies restantes (mairie, les Hiboux)	
	6 600 €	8 900 €
P3 Renouvellement des équipements	Ce poste correspond aux réparations plus importantes et à une provision pour le renouvellement des installations en fin de vie. Ces hypothèses exercent une influence majeure sur l'étude économique . Dans cette étude on fait l' hypothèse d'un financement de 60 % . Autrement dit en fin de vie, la mairie devra payer 40 % des équipements. Le poste P3 est alimenté chaque année en prévision de ce remplacement futur.	
	20 910 €	18 000 €
P4 Coûts financiers	Financement du solde de l'investissement non couvert par les subventions. Nous considérerons un financement par emprunt au taux annuel de 4,0 % sur 5 ans avec en première approche une capacité d'autofinancement de 0 € .	
	7 000 € pendant le prêt	6 800 € pendant le prêt
TOTAL	108 200 €/an	104 400 €/an



6.3 Revenus

La revente de chaleur génère des revenus décomposés comme ci-dessous :

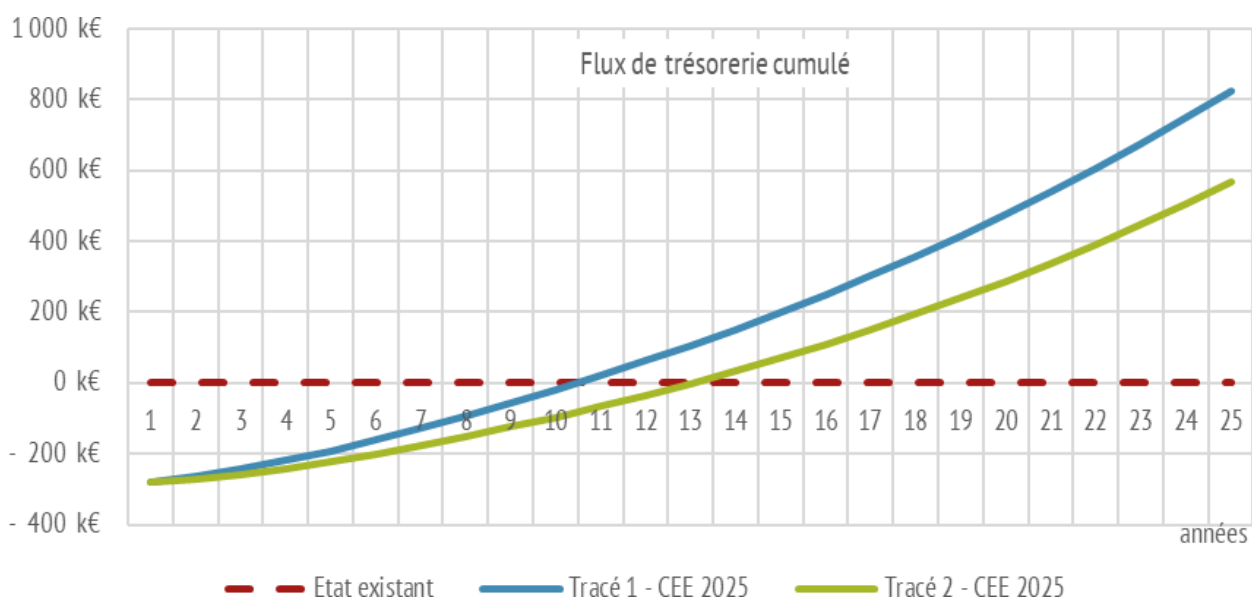
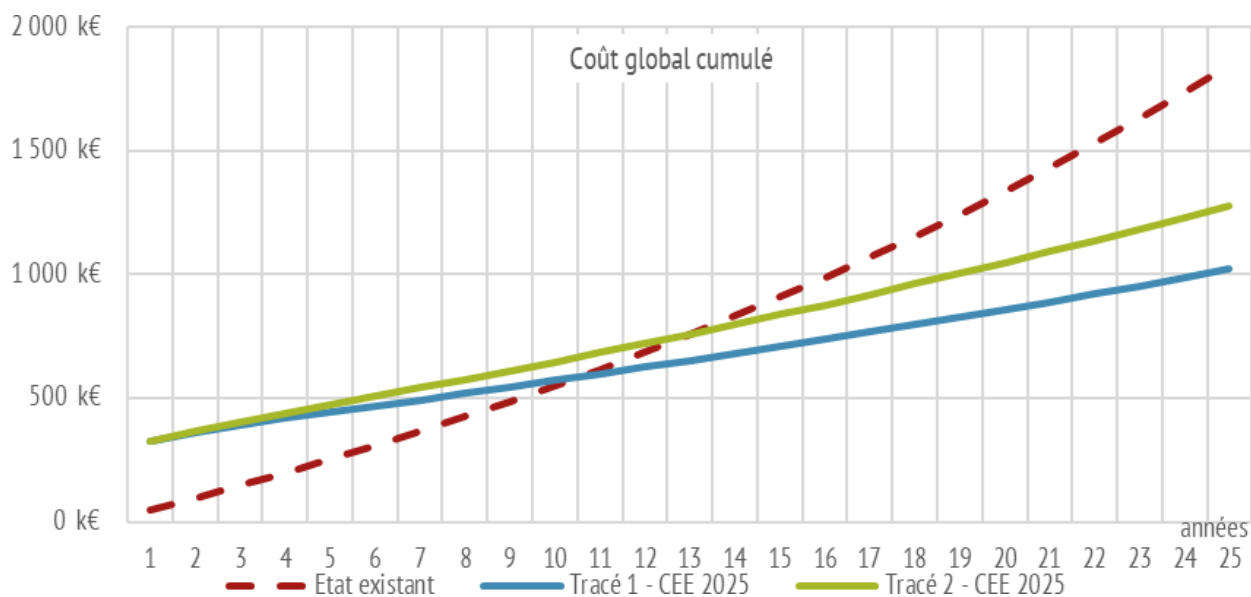
	Tracé 1	Tracé 2
R0 Frais de raccordements	Lorsqu'un client se raccorde pour la première fois il paye au réseau des frais de raccordement. La structure de tarification varie en fonction des projets. En première approche les frais de raccordements sont offerts, compensés dans l'abonnement.	
	0 €	0 €
R1 Vente de chaleur	Le montant R1 correspond à la part variable de la facture des clients. Il dépend de la consommation de l'abonné et de l'achat en combustible de la chaufferie. L'estimation de la tarification du R1 est directement lié aux : <ul style="list-style-type: none"> ▪ Coût en combustible biomasse, plaquette bois ▪ Coût lié à la revalorisation ou retraitement des cendres ▪ Coût lié à l'ensemble des consommations électriques de la chaufferie avec abonnement) Ici, le montant a été choisi pour une chaleur vendue à prix coûtant.	
	45,63 €TTC/MWh TVA 5,5%	45,63 €TTC/MWh TVA 5,5%
R2 Abonnement	Le montant R2 correspond à la part fixe – l'abonnement – du client. Pour la régie il a vocation à rembourser l'investissement sur la chaufferie, et ses frais de fonctionnement. Il est proportionnel à la puissance souscrite. <p>Ici, le montant a été choisi permet :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Un temps de retour de 15 ans (durée des polices d'abonnement classiques) ▪ Intéressant pour les abonnés par rapport à leurs solutions de chauffe actuelles ▪ En dessous des valeurs pratiquées en réseau de chaleur urbain 	
	73,85 €TTC/kW TVA 5,5%	73,85 €TTC/kW TVA 5,5%
TOTAL	78 600 €/an	67 800 €/an

Dans cette configuration la mairie est abonnée de son budget annexe.

Les tarifs de revente proposé est volontairement attractif pour les abonnés. Le budget annexe dispose d'une marge de manœuvre dans le choix de ses tarifs.

6.4 Calcul du coût global

On cherche à déterminer l'impact de la création de la chaufferie bois sur le budget de la commune. Les subventions citées ci-avant sont incluses dans le calcul.



On retrouve les temps de retour précédemment énoncé :

- **Tracé 1 : 11 ans**
- **Tracé 2 : 14 ans**

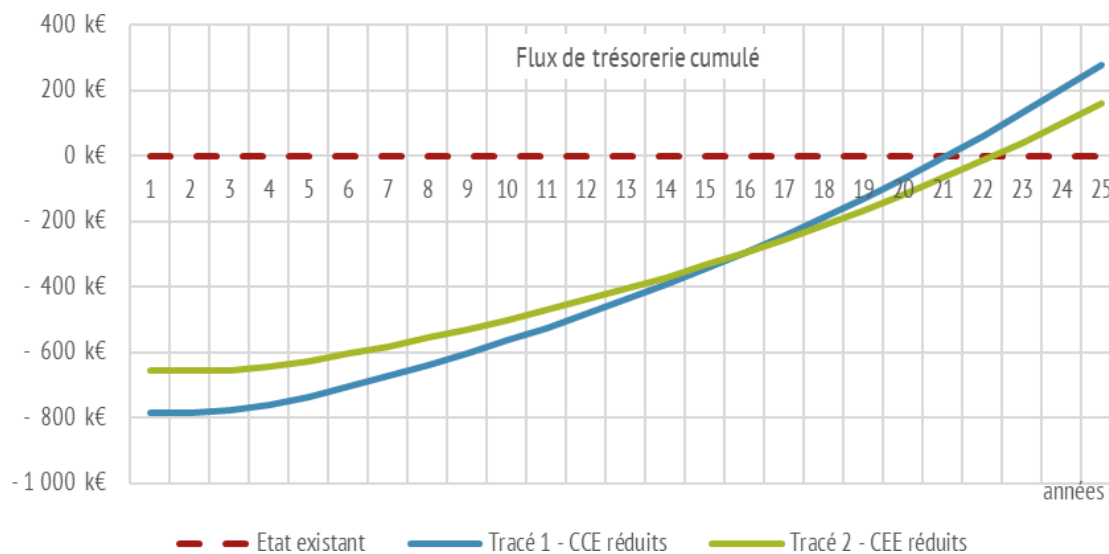
7 Scénarios non formalisés

7.1 Impact des CEE

Le dispositif des CEE propose actuellement de très forte valorisation pour le raccordement/création d'un réseau de chaleur via le « Coup de pouce "Chauffage des bâtiments résidentiels collectifs et tertiaires" ».

La reconduction du « Coup de pouce » dans un calendrier réaliste de travaux n'est pas garanti.

En réduisant l'aide CEE à des niveaux constatés hors Coup de pouce on obtient un temps de retour différent.



COGENEST attire également l'attention sur le dispositif des CEE en général qui est régulièrement soumis à des contrôles drastiques et des interprétations à géométries variable. Par exemple il n'est pas toujours possible de bénéficier de CEE à moins de 2 ans d'intervalles ou si la chaudière à déjà était financée par les CEE.

Avec des CCE classiques le temps de retour est de :

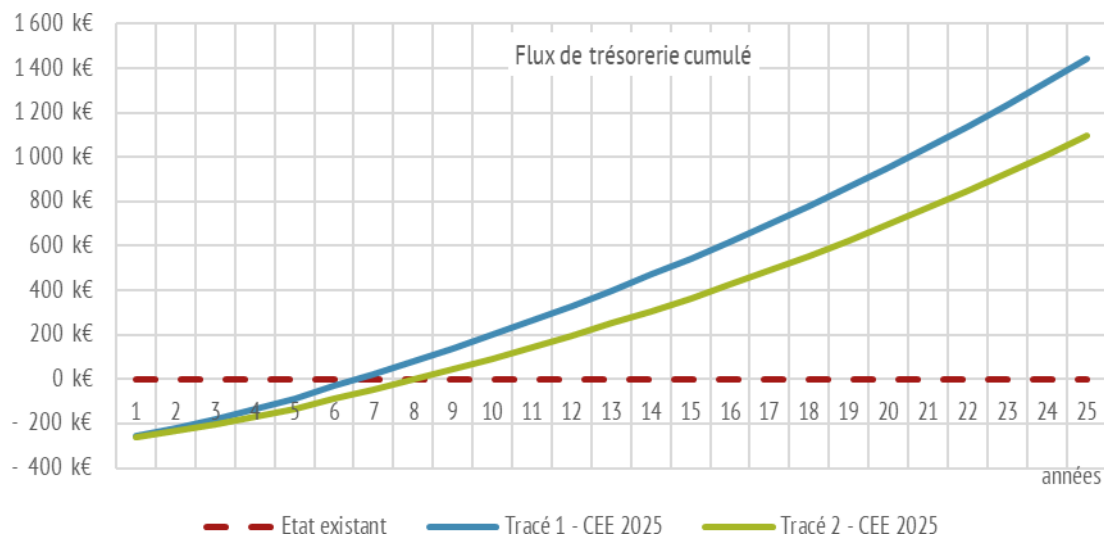
- **Tracé 1 : 21 ans**
- **Tracé 2 : 22 ans**

7.2 Impact du P3

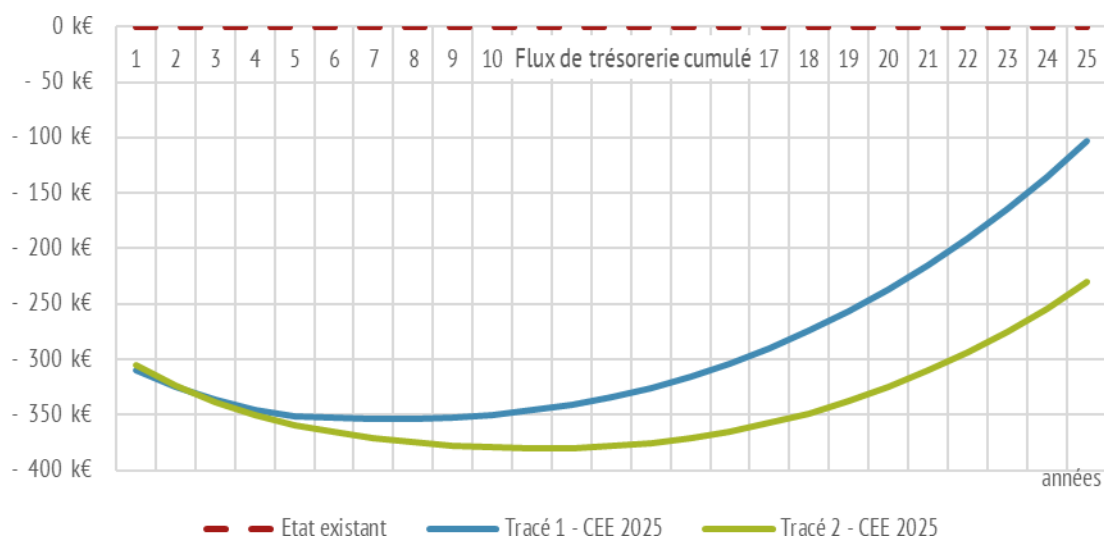
Ce poste correspond aux réparations plus importantes et à une provision pour le renouvellement des installations en fin de vie.

Ces **hypothèses exercent une influence majeure sur l'étude économique**. Dans cette étude on fait l'hypothèse d'un financement de 60 %. Autrement dit en fin de vie, la mairie devra payer **P3 = 40 %** des équipements. Le poste P3 est alimenté chaque année en prévision de ce remplacement futur.

Sans considérer de poste **P3 = 0%**

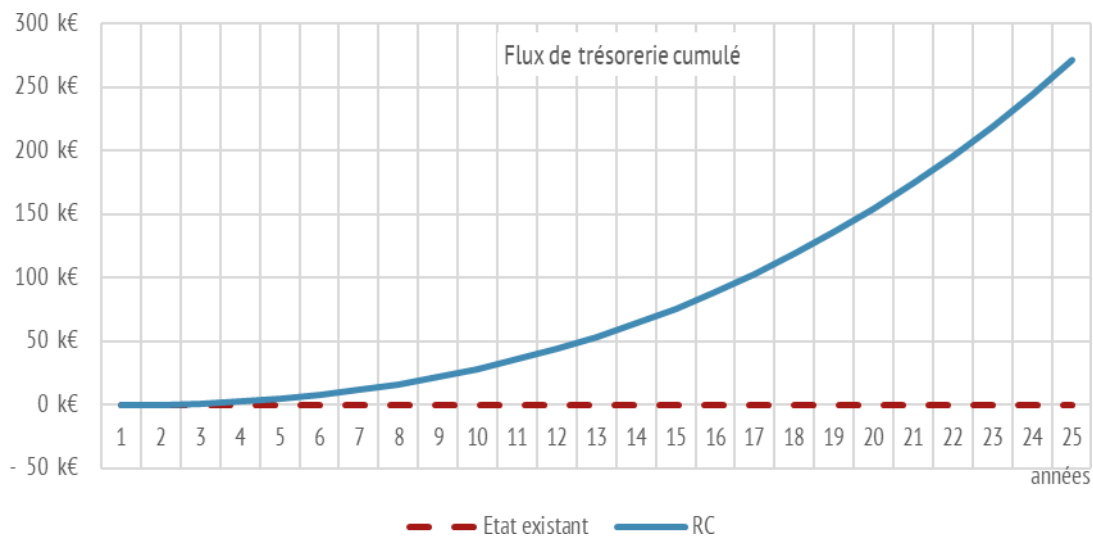


En considérant aucune aide en fin de vie des équipements, **P3 = 100 %**



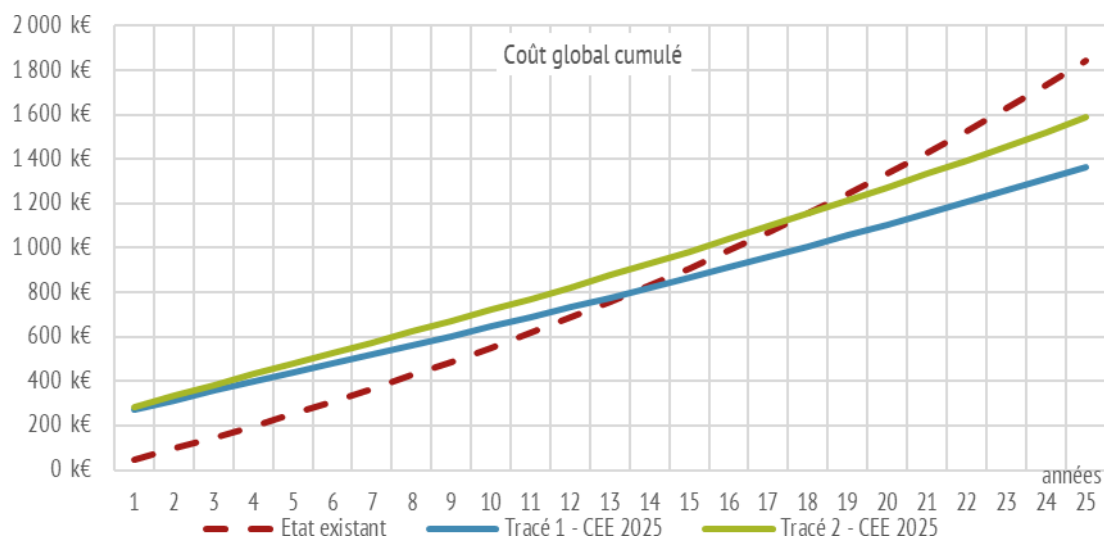
7.3 Impact du Parc Hôtel

D'un point de vue du Parc Hôtel le raccordement au réseau est bénéfique économiquement. Ici le temps de retour est immédiat puisque les frais de raccordements sont offerts et que la chaleur + abonnement est inférieur au cout annuel du fioul.



Le gain environnemental est également important l'Hôtel pourra se prévaloir d'être chauffé aux énergies renouvelables.

Pendant en cas de non-raccordement du Parc Hôtel la rentabilité du projet baisse.



Sans le Parc Hôtel le temps de retour :

- **Tracé 1 : 14 ans**
- **Tracé 2 : 18 ans**

8 Note environnementale

Le remplacement des chaudières fioul par une chaufferie biomasse centralisée permettra des gains environnementaux importants.

	Tracé 1	Tracé 2
Report d'énergie fossile	683 MWh = 58,7 TEP/an	573 MWh = 49,2 TEP/an
CO2 évité en t/an	180 tCO2/an	151 tCO2/an
CO2 évité en équivalent habitant	16 éq. Habitant	14 éq. Habitant
SO2 évité en kg/an	345 kgSO2/an	289 kgSO2/an

9 Conclusion

Le projet étudié apparaît comme cohérent, techniquement, économiquement et commercialement. **A terme le réseau de chaleur passe de charge à source de revenus pour la commune.**

- **Tracé 1** : Raccorder tous les bâtiments dans le périmètre de l'étude, créer une chaufferie de 3x250 kW aux plaquettes de bois déchiqueté en contrebas des Hiboux. Il s'agit de la **solution la plus complète**, cependant l'accessibilité aux camions à la chaufferie est difficile. Déplacer la chaufferie derrière l'école réduirait encore la densité de chaleur. La solution élimine les énergies fossiles du fonctionnement courant des bâtiment.
- **Tracé 2** : Raccorder les bâtiments dans un périmètre plus réduit, créer une chaufferie de 3x250 kW aux plaquettes de bois déchiqueté derrière l'école. Il s'agit de la **solution la cohérente techniquement**, La solution élimine les énergies fossiles du fonctionnement courant des bâtiments raccordé mais conserve le fioul à la mairie et au presbytère.

Sur ces bâtiments des travaux d'isolation sont à prévoir pour baisser les consommations. Un raccordement de la mairie sur la chaufferie des Hiboux peut être envisagée si les puissances le permettent : des investigations complémentaires et une saison de chauffe complète des Hiboux sont souhaitable pour préciser cette hypothèse.

Le Parc Hôtel est un bâtiment qui consomme beaucoup d'énergie, proche des autres il aide à densifier le réseau et donc à raccourcir le temps de retour. Son raccordement au réseau de chaleur est bénéfique à la mairie et à l'hôtelier.

Le dispositif actuel des CEE Coup de pouce a un impact très important sur le financement et la rentabilité. COGENEST invite la mairie à rester attentives à l'évolution de ce dispositif.