

ETUDES DE FAISABILITE D'UN PROJET DE CHAUFFERIE BIOMASSE ET D'UN RESEAU DE CHALEUR POUR LA COMMUNE DE LARRA (31)

Maitre d'ouvrage :

Mairie de LARRA
Place Maurice Pontich,
31330 Larra,

825, route de Molières - Lieudit Gatille
82000 MONTAUBAN - Tél. : 05.63.03.67.63

Site internet : www.sudecowatt.fr
E-mail : contacts@sudecowatt.fr

Sarl au capital de 25 000 euros - SIRET 492 784 111 00022 - Code APE 7112B

SOMMAIRE

1) Généralité	2
Contexte	2
2) Implantation du projet.....	3
3) Analyse des consommations.....	4
3.1 Consommations par site.....	4
3.2 Synthèse consommations/puissance	13
4) Etude de l’approvisionnement	14
4.1 Le combustible	14
4.2 Approvisionnement combustible.....	15
4.3 Evacuation des centres	15
5) Etude technique de la chaufferie et des réseaux	16
5.1 Détail des appels de puissance max	16
5.2 Implantation/accès de la chaufferie et du silo	17
5.3 Point de distribution et réseaux a créer de distribution à créer	18
5.4 Tracé du réseau de chaleur.....	24
6) Etude technique des solutions Chaufferie Bois.....	26
6.1 Principes de chaufferie proposés	26
7) Etude économique des solutions Chaufferie Bois	31
7.1 Hypothèses de l’étude	31
7.2 Couts d’investissement.....	32
7.3 Etude économique des solutions.....	33
8) Conclusion	37

1) Généralité

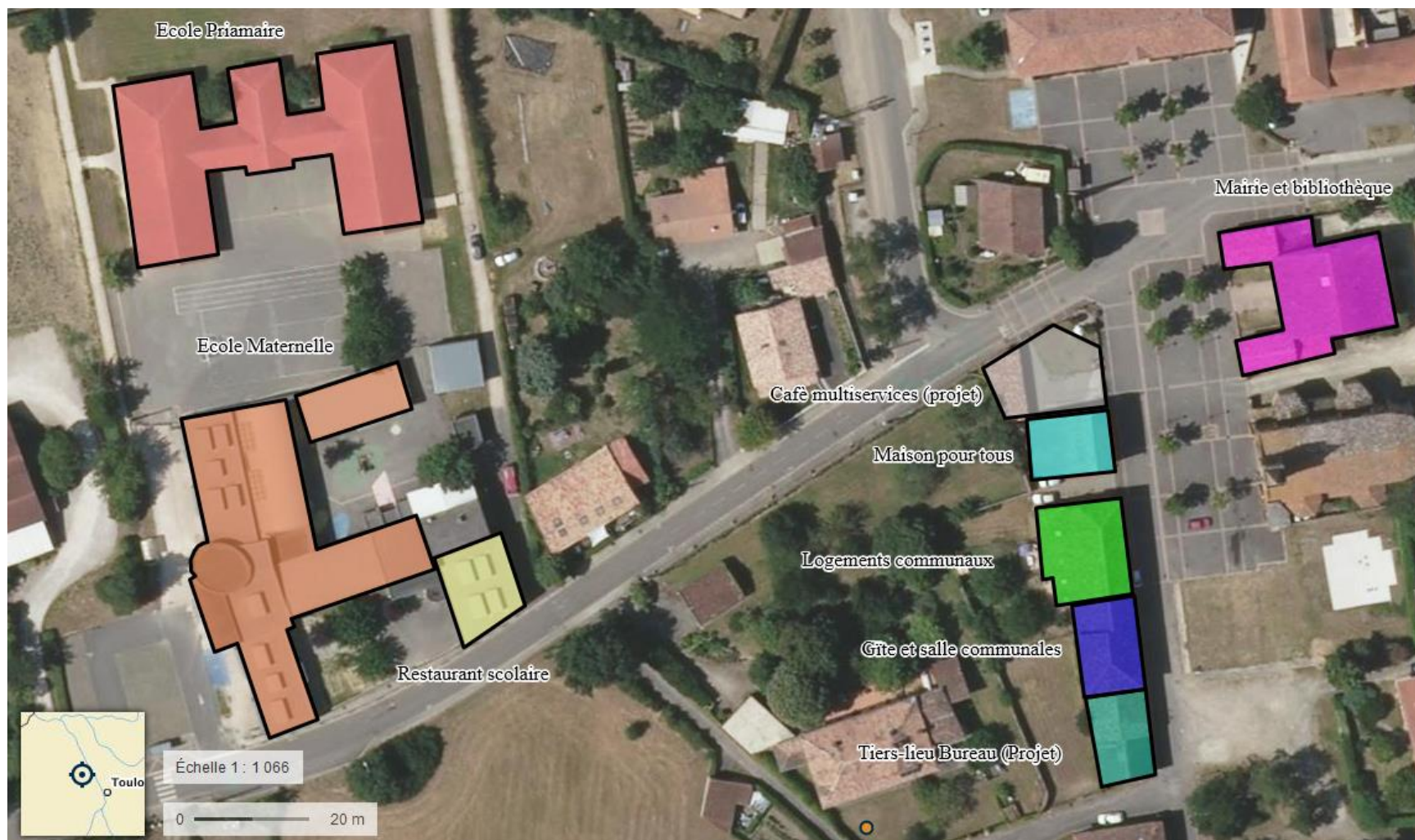
Contexte

Le maire de la commune de Larra, Mr Moigne, souhaite réduire la facture énergétique de la commune, sensible aux énergies renouvelables, il a contacté l'ALEC SOLEVAL qui a réalisé une étude d'opportunité afin de déployer un réseau de chaleur au bois pour alimenter divers bâtiments communaux. Suite à la réalisation de cette étude d'opportunité, la commune de LARRA, accompagnée par SOLEVAL, a missionné le bureau d'études SudEcoWatt afin de valider les hypothèses et d'étudier la faisabilité technico-économique du déploiement d'un service de distribution de chaleur alimenté par chaudière bois sur la commune.

Réseau de chaleur LARRA	
31330 LARRA	
Situation géographique	Altitude : 150 m
Climat	Climat océanique tempéré
Localisation	Haute Garonne Zone H2c
Température extérieure de base	-5 °C
Température intérieure	20°C
DJu base 18 °C	2275 °C
Bâtiment/Site étudiés	Mairie et bibliothèque Café Multi service (Projet) Maison pour tous (Existant en projet de rénovation) Logements communaux Gîte et salles communales Tiers-lieu bureau (projet) Ecole Primaire Ecole Maternelle Restaurant scolaire
Surface étudiée : ~4 056 m²	

2) Implantation du projet

Ci-dessous le plan de l'implantation de bâtiments potentiellement raccordables au réseau de chaleur.



3) Analyse des consommations

3.1 Consommations par site

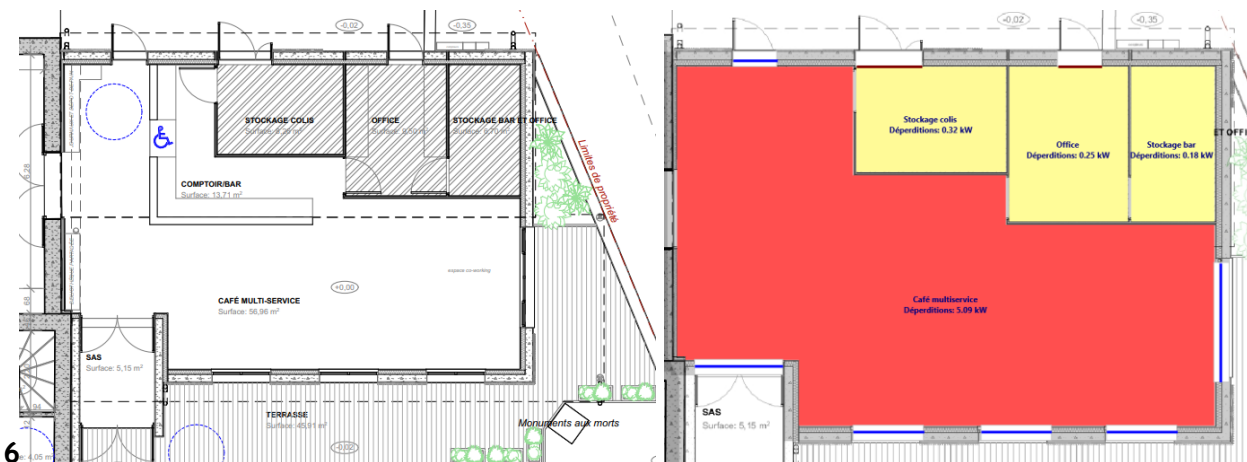
Mairie et bibliothèque

Bâtiment ancien rénové chauffé par convecteur électrique, la zone bibliothèque est chauffée par des PAC monosplit.

Type de bâtiment	Mairie et bibliothèque
Surface	550 m ²
Mairie	~550 m ²
Bibliothèques	~50 m ²
	
Source d'énergie pour la production du chauffage	Radiateurs électriques
Mairie	Pompe à chaleur
Bibliothèque	
Consommations (extrapolation d'après factures)	
Mairie	21 582 kWh
Bibliothèque	2 158 kWh
Rendement global / COP	
Mairie	100 %
Bibliothèque	2
Besoins en chauffage	
Mairie	21 582 kWh
Bibliothèque	4 316 kWh
Besoin en puissance retenu	35 750 kW
Coût du kWh retenu	0,18 €/kWh
Coût annuel moyen projeté	4 273 €

Café Multi service

Projet de construction d'un bâtiment communale de 200 m² (permis déposé).

Type de bâtiment	Bâtiment multi service
Surface (projet)	100 m ²
	
Source d'énergie considérée pour la référence	Electrique (Pompe à chaleur)
Besoins (Estimation)	4 500 kWh
COP annuel	2,5
Consommation en chauffage	1 800 kWh
Besoin en puissance retenu chauffage	5,8 kW
Coût du kWh	0,18 €/kWh
Coût annuel (chauffage)	324 €

Maison pour tous

Bâtiment existant chauffé par pompe à chaleur, il est pris en compte dans l'étude une prévision d'augmentation de l'utilisation après les travaux.

Type de bâtiment	Maison pour tous
Surface	170 m ²
	
Source d'énergie pour la production du chauffage	Electrique (Pompe à chaleur)
Consommations (estimation)	5 394 kWh
Rendement/COP	2,5
Estimation des besoins en chauffage	13 485 kWh
Besoin en puissance retenu chauffage	14,5 kW
Coût du kWh	0,18 €/kWh
Coût annuel (chauffage)	970 €

Logements communaux

Bâtiment ancien chauffé par radiateurs électriques. Les logements sont occupés et gérés par un bailleur social, ils n'ont pas pu être visités.

Type de bâtiment	Logements
Surface	~400 m ²
	
Source d'énergie pour la production du chauffage	Electrique
Consommations chauffage	30 000 kWh
Rendement	100 %
Estimation des besoins en chauffage	30 000 kWh
Besoin en puissance retenu (hors ECS)	28 kW
Coût du kWh	0,18 €/kWh
Coût annuel moyen (Chauffage)	5 400 €

Gîte et salle communales

Bâtiments anciens destinés à être entièrement réaménagés afin de créer un gîte et des salles d'accueil.

Type de bâtiment	Gîte et salle communale
Surface	360 m ²
	
Source d'énergie pour la production du chauffage	Electrique (Pompe à chaleur)
Estimation des besoins en chauffage	25 200 kWh
Rendement/COP	2.5
Estimation des consommations en chauffage	8 640 kWh
Besoin en puissance retenu (hors ECS)	18 kW
Coût du kWh	0,18 €/kWh
Coût annuel (Chauffage seul)	1 555 €

⁽¹⁾ *Détail en annexe*

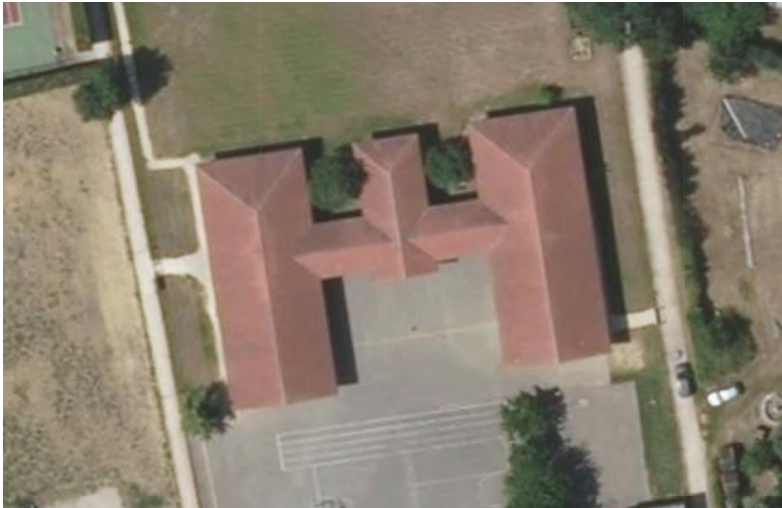
Tiers-lieu bureau (projet)

Projet de construction d'un tiers-lieu (bureaux partagés).

Type de bâtiment	Bureaux partagées
Surface (projet)	~ 300 m ²
	
Source d'énergie considérée pour le chauffage	Electrique (Pompe à chaleur)
Estimation des besoins en chauffage	13 500 kWh
COP annuel	2,5
Estimation des consommations en chauffage	5 400 kWh
Besoin en puissance retenu chauffage	16,5 kW
Coût du kWh	0,18 €/kWh
Coût annuel (chauffage)	972 €

Ecole Primaire

Bâtiment construit en 2000 chauffé par une chaufferie fioul.

Type de bâtiment	Ecoles primaire
Surface	675 m ²
	
Source d'énergie actuelle	Fioul
Consommation (répartition d'après facture 2018 → 2020)	53 667 kWh
Rendement/COP	85 %
Besoins en chauffage	45 617 kWh
Besoin en puissance retenu chauffage (d'après audit)	46 kW
Coût du kWh	0,09 €/kWh
Coût annuel (chauffage)	4 830 €

Ecole Maternelle

Bâtiment construit en 2008 + extension en 2010 chauffé par une chaufferie fioul.

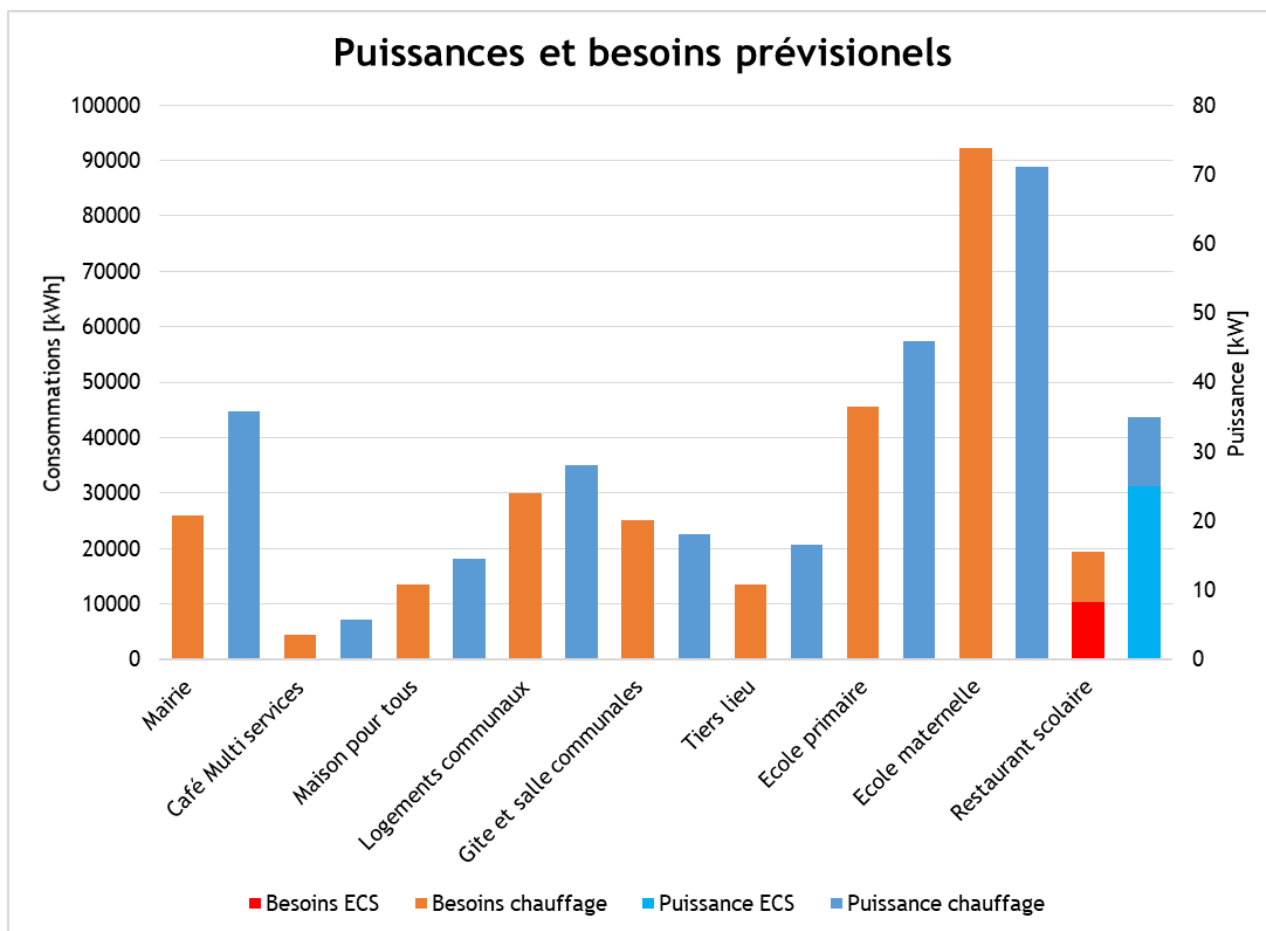
Type de bâtiment	Ecoles maternelle
Surface (projet)	1 365 m ²
	
Source d'énergie actuelle	Fioul
Consommation (répartition d'après facture 2018 → 2020)	108 526 kWh
Rendement/COP	85 %
Besoins en chauffage	92 247 kWh
Besoin en puissance retenu chauffage (d'après audit)	71 kW
Coût du kWh	0,09 €/kWh
Coût annuel (chauffage)	9 767 €

Restaurant scolaire

Bâtiment construit en 2008 chauffé par une chaufferie fioul.

Type de bâtiment	Restaurant scolaire
Surface (projet)	136 m ²
	
Source d'énergie actuelle	Fioul Gaz propane
<i>Chauffage</i> ECS	
Consommation (d'après facture 2019)	10 813 kWh 11 454 kWh
<i>Chauffage</i> ECS	
Rendement/COP	85 % 90 %
<i>Chauffage</i> ECS	
Besoins	9 191 kWh 10 309 kWh
<i>Chauffage</i> ECS	
Besoin en puissance retenu chauffage	10 kW 25 kW (pour un stockage de 350 L)
<i>Chauffage</i> ECS	
Coût du kWh	0,09 €/kWh 0,15 €/kWh
<i>Chauffage</i> ECS	
Coût annuel (chauffage)	973 € 1 718
<i>Chauffage</i> ECS	

3.2 Synthèse consommations/puissance



	Besoins chauffage [kWh]	Besoins ECS [kWh]	Puissance chauffage [kW]	Puissance ECS [kW]
Mairie	25 898		36	
Café Multi services	4 500		6	
Maison pour tous	13 485		15	
Logements communaux	30 000		28	
Gite et salle communales	25 200		18	
Tiers lieu	13 500		17	
Ecole primaire	45 617		46	
Ecole maternelle	92 247		71	
Restaurant scolaire	9 191	10 309	10	25
TOTAL	259 638	10 309	246	25
	269 947 kWh		271 kW	

4) Etude de l'approvisionnement

4.1 Le combustible

Pour cette puissance de chaufferie deux types de combustibles sont envisageables qui sont le granulé Bois et/ou la plaquette forestière (bois broyé).



Granules de bois



Plaquettes bois

Avantages/caractéristiques du granulé Bois :

- Réseau de distribution bien établi.
- Simplicité de la manutention et du stockage du granulé (livré par camion souffleur) ce qui induit un investissement en matériel plus limité.
- Produit bien calibré, normalisé, avec un taux d'humidité < à 10 %, 100% sciure de bois permettant une fiabilité de fonctionnement comparable à une chaufferie fioul.
- Coût de l'ordre de 0,055 € /kWh
- Coût d'investissement de chaufferie plus faible.
- PCI : 4 500 à 5 000 kWh/tonne
- Masse volumique 650 à 750 kg/m³

Avantages/caractéristiques de la plaquette forestière:

- Les chaudières Bois sont en générales poly combustible, ce qui permet dans le futur d'envisager l'utilisation d'autres types de combustible.
- Possibilité de valoriser des ressources bois locales.
- Son coût inférieur au granulé ; il est de l'ordre de 0,03 € /kWh
- Bois d'élagage (séché sous abri pendant 8 mois, palette de récupération non souillée, taux d'humidité 25 % à 30 %.
- PCI : 2 700 à 3 700 kWh/tonne
- Masse volumique 200 à 300 kg/m³

4.2 Approvisionnement combustible

Le Granulé

Ci-dessous une liste non exhaustive de fournisseurs capable d'assurer la distribution de granulé sur le département :

- L'entreprise DELDOSSI (81) distribue dans le Tarn, Tarn et Garonne et Haute Garonne du granulé exclusivement par camion de 10 t,
- L'entreprise PECHAVY (47) distribue dans le Sud-Ouest du granulé exclusivement par camion de 10 tonnes.
- L'entreprise GRASASA (24) distribue dans le département de la Dordogne et du Tarn et Garonne du granulé exclusivement par camion de 10 tonnes.

La Plaquette forestière

Ci-dessous une liste non exhaustive de fournisseurs capable d'assurer la distribution de bois déchiqueté sur le département :

- L'entreprise Alliance FORET BOIS (31/82/46) distribue sur la région de la plaquette forestière par camion 30-70-90 m³.
- L'entreprise CLER VERTS (31) distribue sur le département de la plaquette forestière par camion 30 et 40 m³.
- L'entreprise COFOGAR à Longages (31) distribue sur la région de la plaquette forestière par camion de 30, 60 ou 90 m³.
- Le SIVOM à Saint GAUDENS a mis en place une plateforme Plaquette Bois susceptible de livrer une chaufferie comme celle-ci.

4.3 Evacuation des centres

Quantité annuelles estimées :

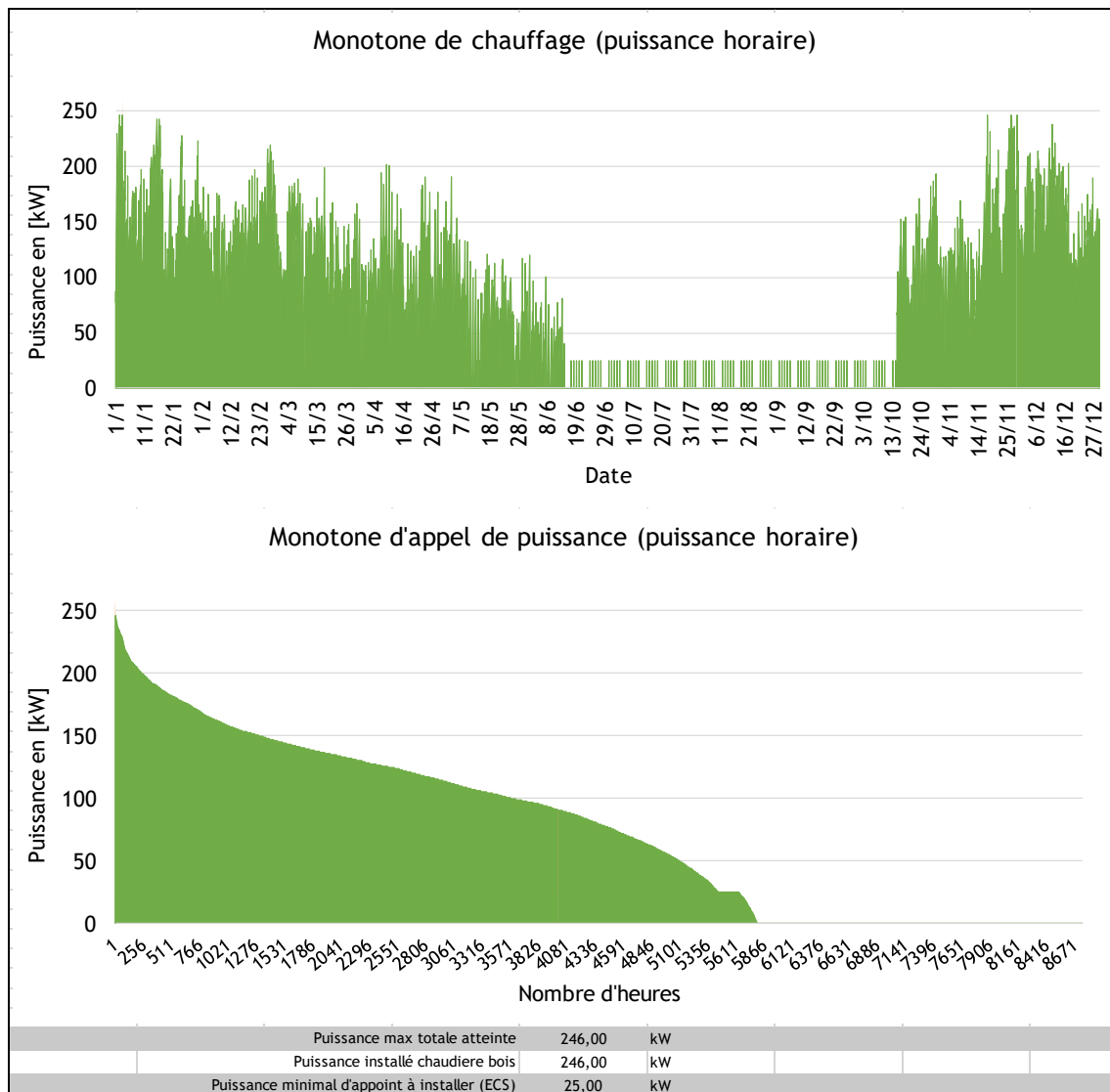
- si granulé : 65 Tonnes
- Si bois déchiqueté : 84 Tonnes soit 300 m³ ce qui correspond à 9 livraisons en camion de 30 m³ soit 1 livraison / 10 J en plein hiver.

Le volume de cendre estimatif pour ce projet est détaillé dans le tableau ci-dessous en fonction du type de combustible :

Estimation du taux de cendre		
	Taux (%)	
	mini	maxi
Granulé	0,4%	0,8%
	259 kg	518 kg
	<i>Volume cendres seches</i>	0,43 m ³
Plaquette	1,5%	3,0%
	1259 kg	2519 kg
	<i>Volume cendres seches</i>	2,10 m ³

5) Etude technique de la chaufferie et des réseaux

5.1 Détail des appels de puissance max



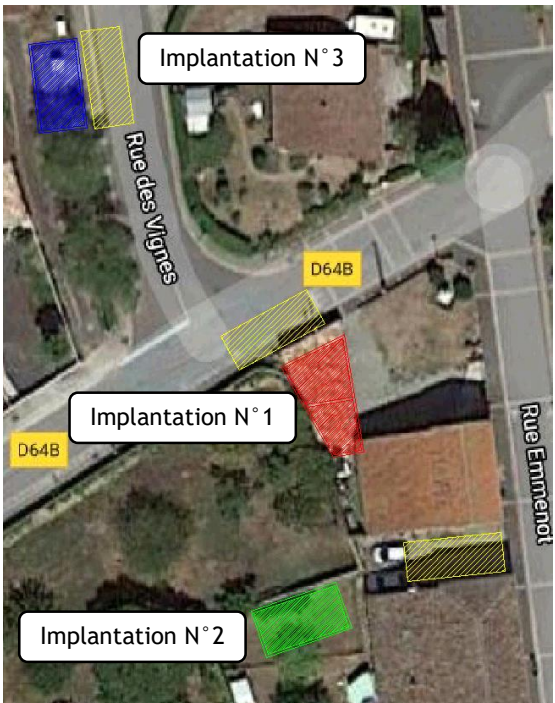
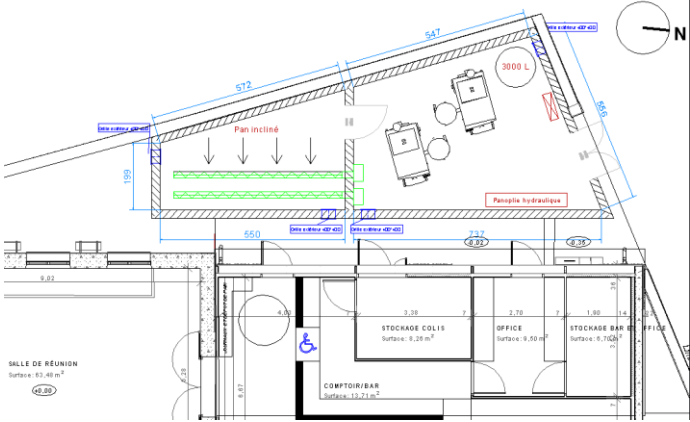
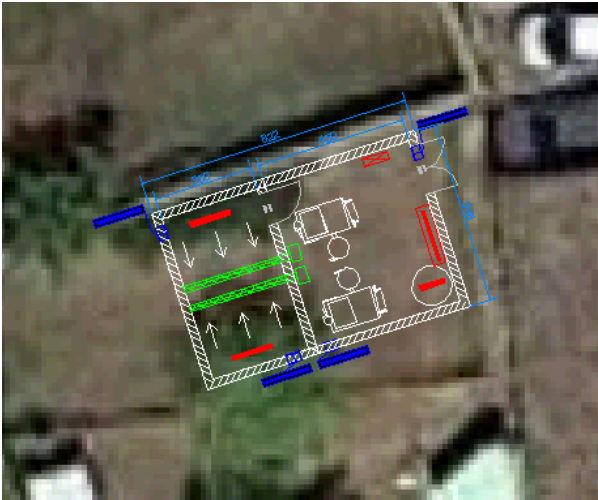
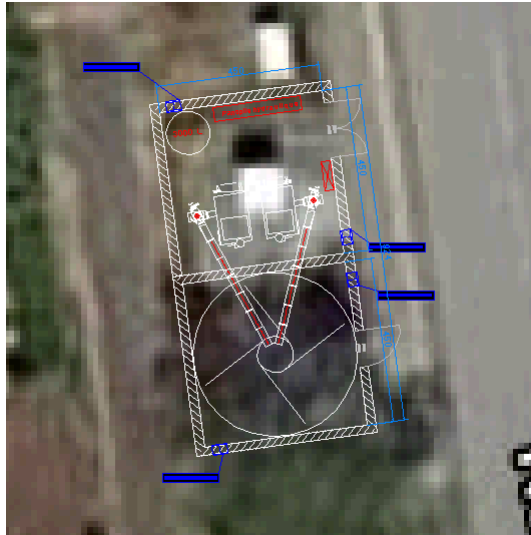
Afin de sécuriser l'installation il pourra être installé deux chaudières à granulé assurant chacune 50% de la puissance max, soit ~140 kW par chaudière, elle seront couplé à un volume d'hydro-accumulation d'au moins 3000 L pour lisser les phases de relance et également éviter les courts cycle notamment durant la première année de fonctionnement pendant laquelle la totalité des bâtiment ne serait pas en fonctionnement.

Afin de sécuriser le groupe scolaire il sera mis dans la chaufferie existante une chaudière gaz permettant d'assurer la production d'eau chaude sanitaire hors période de chauffe et le secours de chauffage.

Les deux chaudières assureront un taux de couverture de l'ordre de 98 %, les 2% restant étant l'eau chaude sanitaire de la cantine hors période de chauffage. En été la chaufferie bois sera mise à l'arrêt.

5.2 Implantation/accès de la chaufferie et du silo

Plusieurs solutions d'implantation ont été identifiées sur la commune pour ce projet :

	Implantation N°1	Implantation N°2	Implantation N°3
	 La chaufferie est desservie par la départementale D648 et ne pose pas de difficultés d'accès particulières. Le bâtiment peut être intégré dans le futur projet de construction du café multiservice. Pour la livraison du granulé le camion devra stationner sur la route le temps du déchargement. Pas de difficultés particulières pour réaliser les travaux	 La chaufferie est desservie par la rue Emmenot et ne pose pas de difficultés d'accès particulières. Pour la livraison, le camion pourra stationner sur le parking contre le logement. Accès à la parcelle pour les travaux assez contraint.	 La chaufferie est desservie par la rue des vignes et ne pose pas de difficultés d'accès particulières. Pour la livraison du granulé le camion devra stationner sur la route le temps du déchargement.

Les contraintes d'implantation assez fortes des solutions 1 et 2 ne permettront pas la mise en place de chaudière mixte elles seront donc en granulé, la troisième proposition permettra la création d'une chaudière mixte (en livraison soufflé seul) à condition de pouvoir empiéter de ~50 cm sur l'accès de l'antenne relais ou le trottoir (et suivant le passage des réseaux existants de l'antenne relais). Deux autres implantations ont été étudiées (derrière la mairie et en lieu et place la chaufferie de l'école) mais impliquant un sûr coût sans justifications techniques.

5.3 Point de distribution et réseaux à créer de distribution à créer

Mairie et bibliothèque

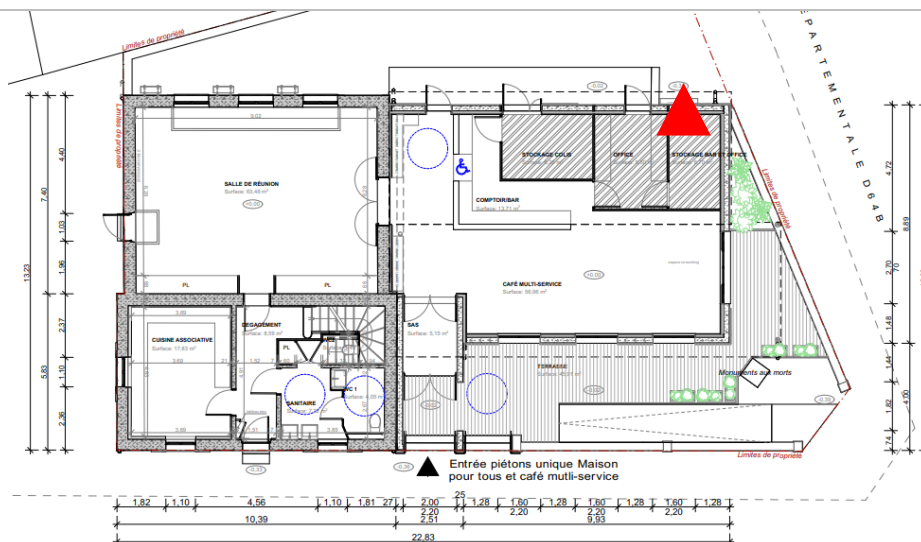


La mairie est actuellement chauffée par radiateurs électriques.

Une sous station équipée (placard technique ~400*800) devra être mise en place pour desservir la mairie et la bibliothèque, elle pourra être mise en place dans l'atelier/dépôt où des travaux sont prévus.

Un réseau de distribution avec radiateur sera à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

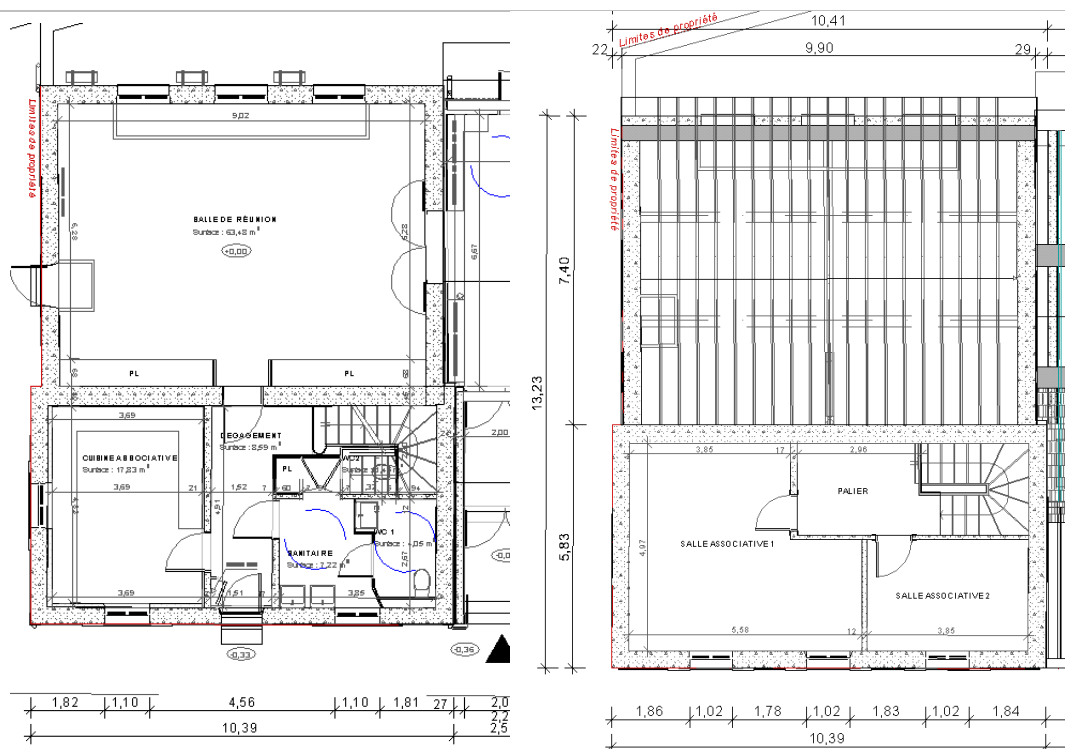
Café Multiservice



Le projet du café Multiservice est en phase « permis de construire » et il faudra donc prévoir dans le projet un réseau de distribution hydraulique

Une sous station équipée (placard technique ~400*800) devra également être intégrée,

Maison pour tous

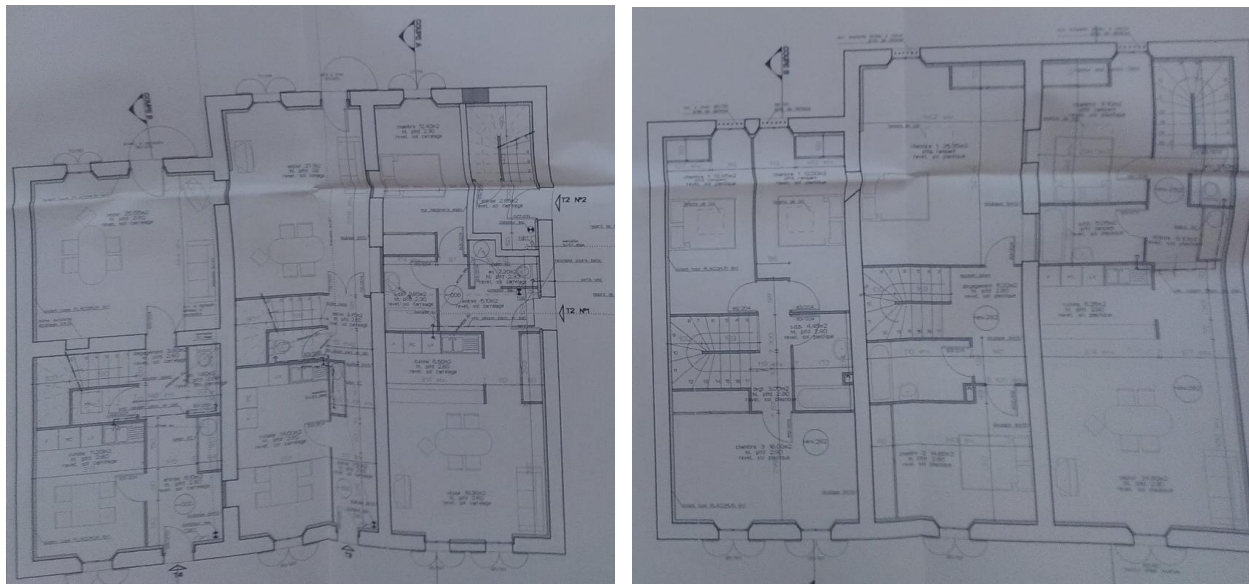


Le bâtiment est actuellement chauffé par radiateurs électriques.

Une sous station équipée (placard technique ~400*600) devra être mise en place pour desservir le bâtiment.

Un réseau de distribution avec radiateur sera à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

Logements communaux



Les quatre logements sont actuellement chauffés par radiateur électrique.

Une sous station équipée devra être mise en place pour chaque logements, les logements n'ont pas pu être visités, la position des sous station sera à déterminer en phase projet.

Un réseau de distribution avec radiateur sera à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

Gite et salle communale



Le bâtiment existant mais sera entièrement restructuré.

Une sous station équipée (placard technique ~400*600) devra être mise en place pour desservir le bâtiment.

Un réseau de distribution avec radiateur erra à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

Tiers-lieu (bureau partagés)

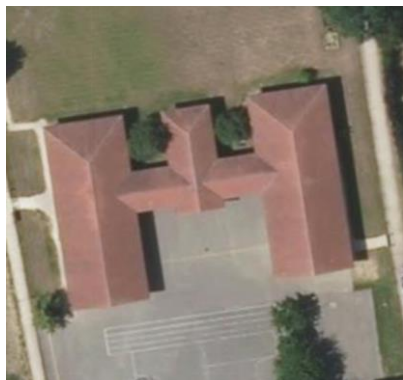


Un bâtiment de bureaux partagés sera créé en lieu et place du hangar existant.

Une sous station équipée (placard technique ~400*600) devra être mise en place pour desservir le bâtiment.

Un réseau de distribution avec radiateur sera à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

Ecoles primaire/maternelle et cantine



L'ensemble du groupe scolaire est chauffé par une chaufferie fioul, l'eau chaude sanitaire est assurée par un accumulateur gaz.

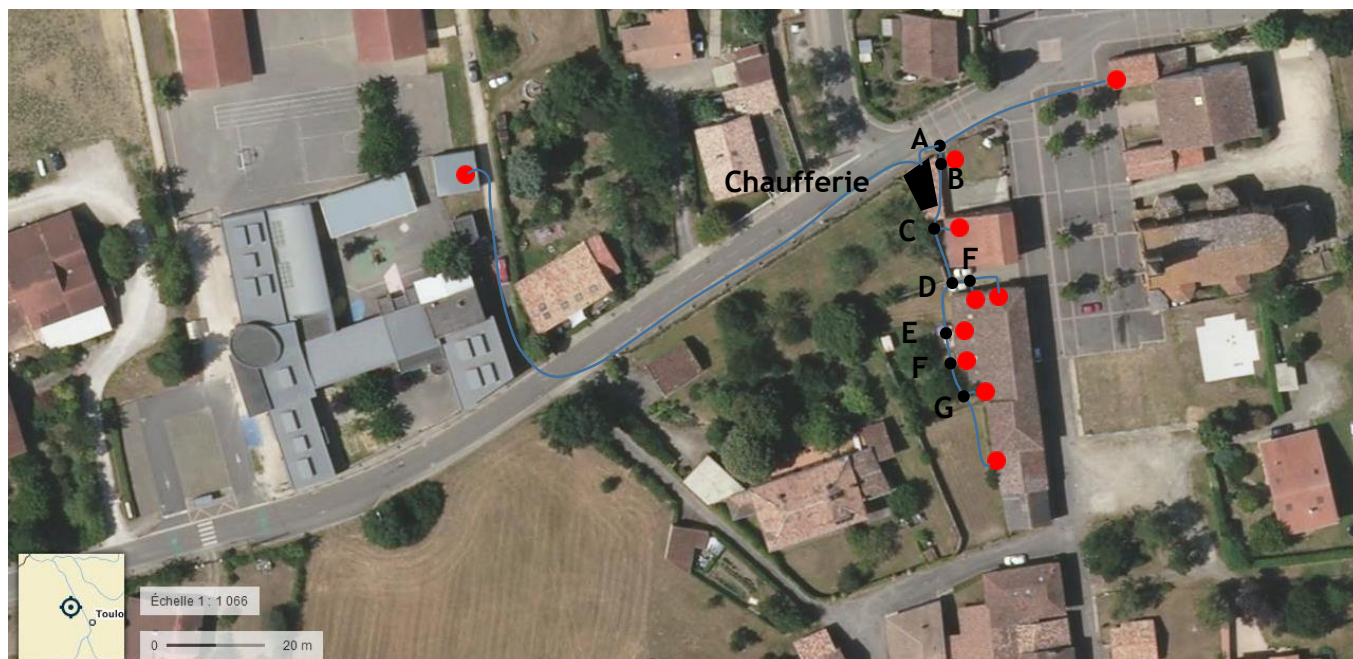
Le bâtiment chaufferie sera transformé en local sous-station, la chaudière fioul et l'accumulateur gaz seront déposées. Une chaudière gaz sera mise en place afin d'assurer la production d'eau chaude sanitaire hors période de chauffage ainsi que le secours de chauffage de l'école.

Un réseau de distribution avec radiateur sera à créer, le gestionnaire du site devra également le raccordement à la sous-station.

5.4 Tracé du réseau de chaleur

Tracé N°1 (implantation 1 et 2 semblablement identique) :

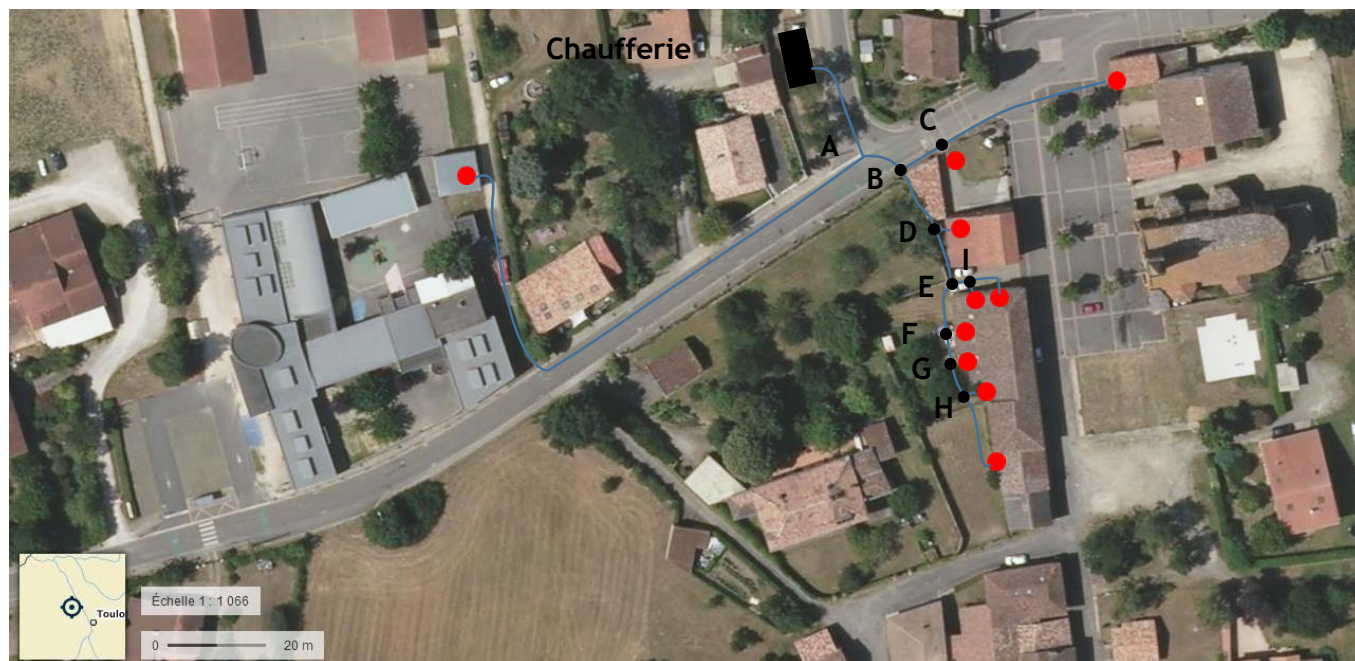
●	Sous-station à créer
---	----------------------



Tronçon	Puissance max nécessaire [kW]	Type de réseau	Longueur de réseau
Chaufferie → Groupe scolaire	127 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (63x5,8)	138 m
Chaufferie → A	119 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (63x5,8)	2 m
A → Mairie	36 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	38 m
A → B	83 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (63x5,8)	2 m
B → Café multiservice	6 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
B → C	77 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	14 m
C → Maison pour tous	15 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
C → D	62 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	11 m
D → E	47 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	10 m
E → Lgt 1	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
E → F	39,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	5 m
F → Lgt 2	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
F → G	35 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	8 m
G → Gite	18 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	2 m
G → Tiers-lieu	17 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	15 m
D → F	15 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	2 m
F → Lgt 3	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
F → Lgt 4	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	4 m
			256 m

Fonctionnent période de chauffage
La densité thermique de l'extension réseau sera d'environ ° : $\frac{269 \text{ MWh}}{256 \text{ ml}} = 1,05 \text{ MWh/ml}$

Tracé N°2 (implantation 3) :



Tronçon	Puissance max nécessaire [kW]	Type de réseau	Longueur de réseau
Chaufferie → A	246 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (75x6,8)	25 m
A → Groupe scolaire	127 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (63x5,8)	115 m
A → B	119 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (63x5,8)	10 m
B → C	42 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	7 m
C → Mairie	36 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	38 m
C → Café multiservice	6 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
B → D	77 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	12 m
D → Maison pour tous	15 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
D → E	62 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	9 m
E → F	47 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	10 m
F → Lgt 1	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
F → G	39,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	5 m
G → Lgt 2	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
G → H	35 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	8 m
H → Gite	18 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	2 m
H → Tiers-lieu	17 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	15 m
E → I	15 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (40x3,7)	2 m
I → Lgt 3	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	1 m
I → Lgt 4	7,5 kW	Tube PE Pré-isolé bi -tube (25x2,3)	4 m
			267 m

Fonctionnent période de chauffage
La densité thermique de l'extension réseau
sera d'environ °: $\frac{269 \text{ MWh}}{267 \text{ ml}} = 1,01 \text{ MWh/ml}$

6) Etude technique des solutions Chauffage Bois

6.1 Principes de chauffage proposés

Solution N° 1 (Combustible granulés livraison soufflée) :

Implantation 1 ou 2 (globalement équivalente financièrement).

Tous les bâtiments sont raccordés au réseau de chaleur.

Installation de deux chaudières bois granulé en cascade de 140 kW. Un découplage de 3000 Litres sera prévu pour assurer une bonne modularité de l'installation.

Le système de chargement de combustible des chaudières sera indépendant pour chaque chaudière afin éviter l'arrêt de la chaufferie en cas de panne sur un système de chargement.

Le bâtiment chaufferie du groupe scolaire sera transformé en local sous-station, la chaudière fioul et l'accumulateur gaz seront déposées. Une chaudière gaz sera mise en place afin d'assurer la production d'eau chaude sanitaire hors période de chauffage ainsi que le secours de chauffage de l'école.

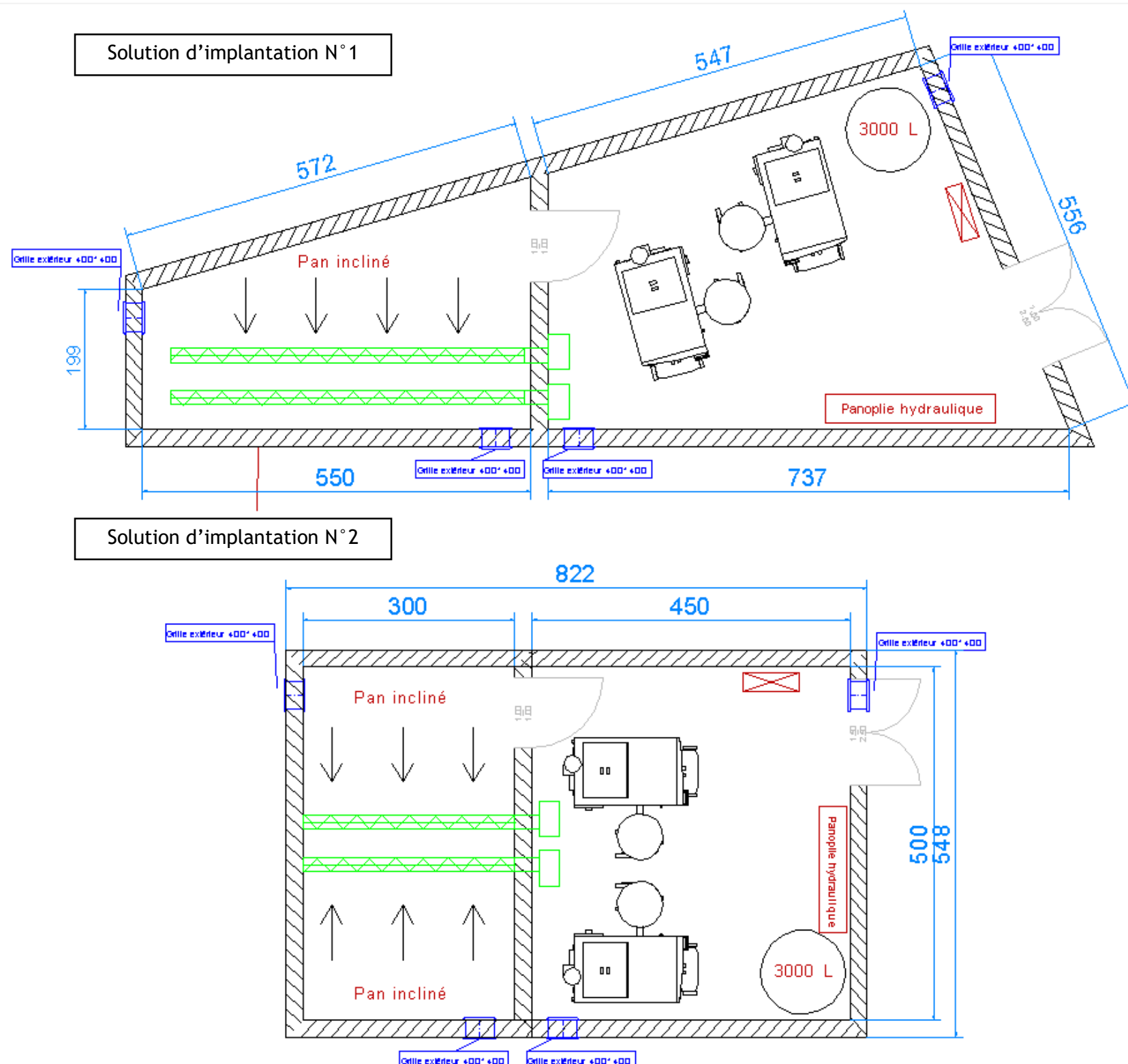
Chaufferie <1MW non soumi à déclaration ICPE (Installation classée pour la protection de l'environnement)

Avantage :

- Conduite de chaufferie semblable à une chaufferie fioul (la gestion des cendres en plus),
- Bonne modularité en mi- saison.
- Le secours de l'école sera assuré par une chaudière gaz
- Livraison du bois par camion souffleur
- Coût de la chaufferie moins élevé qu'en chaufferie mixte

Inconvénients :

- Coût du combustible plus élevé que la plaquette
- Pas de possibilité d'évolution en chaufferie fonctionnant à la plaquette





Solution N°2 (Combustible granulé ou plaquette) :

Implantation 3.

Tous les bâtiments sont raccordés au réseau de chaleur.

Installation de deux chaudières bois **mixtes** en cascade de 140 kW chacune. Un découplage de 3000 Litres sera prévu pour assurer une bonne modularité de l'installation.

Le désileur est commun aux deux chaudières.

Le bâtiment chaufferie du groupe scolaire sera transformé en local sous-station, la chaudière fioul et l'accumulateur gaz seront déposées. Une chaudière gaz sera mise en place afin d'assurer la production d'eau chaude sanitaire hors période de chauffage ainsi que le secours de chauffage de l'école.

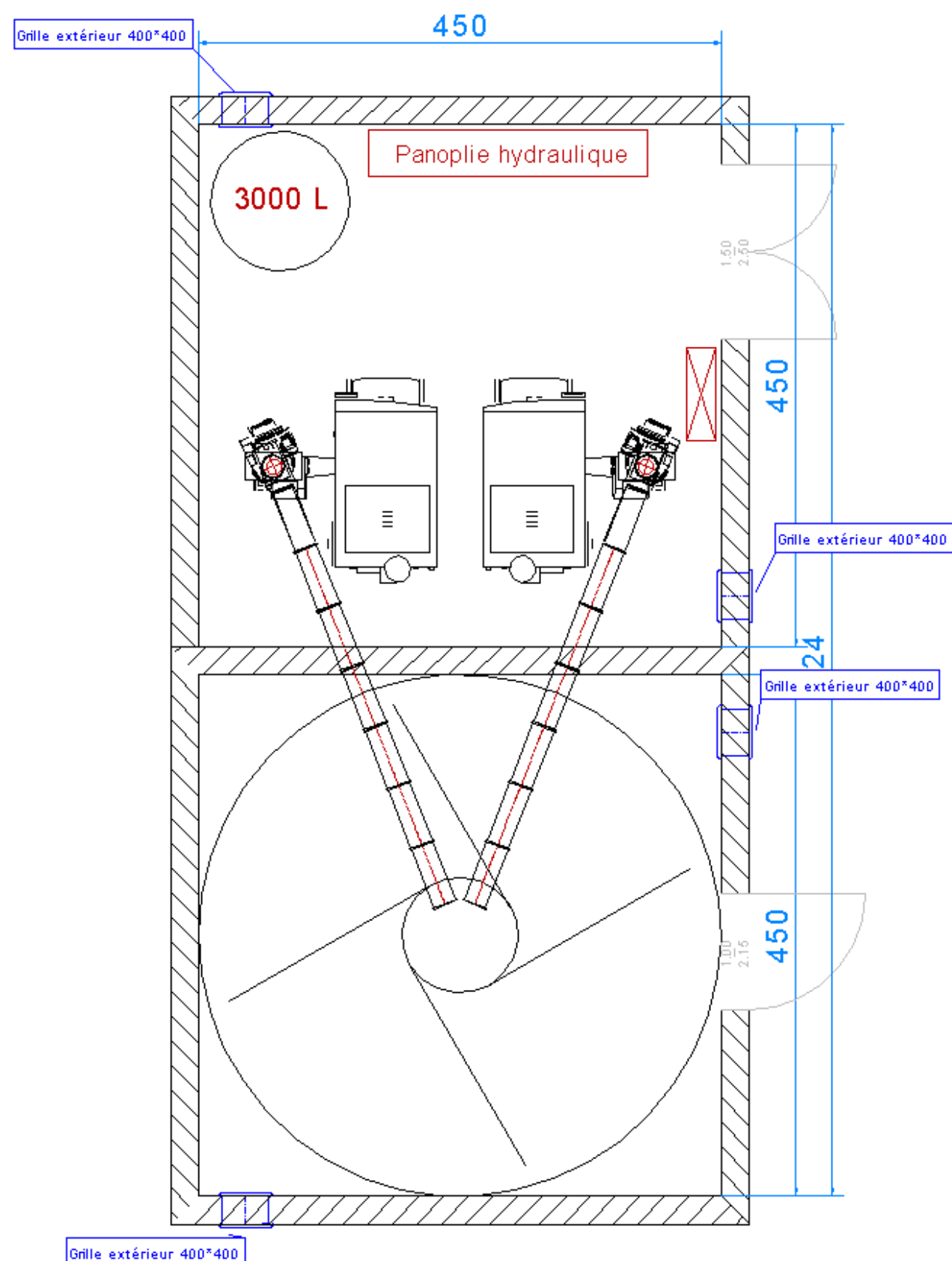
Chaufferie <1MW non soumi à déclaration ICPE (Installation classée pour la protection de l'environnement)

Avantage :

- Chaufferie mixte granulé/plaquette (seulement possible en livraison soufflées)
- Bonne modularité en mi- saison.
- Le secours de l'école sera assuré par une chaudière gaz

Inconvénients :

- Surveillance chaufferie et évacuation des cendres plus importante en fonctionnement plaquettes.
- Cout de la chaufferie plus élevé qu'en chaufferie granulé seul
- Coût du combustible plus élevé si fonctionnement en granulé
- Nombre de livraison important si fonctionnement en plaquette





Solution de référence :

Pour la solution de référence il sera pris en compte :

- MAIRIE → état de fonctionnement actuel (Radiateur électrique + PAC),
- CAFE MULTISERVICE → Pompe à chaleur AIR/AIR (DRV)
- MAISON POUR TOUS → état de fonctionnement actuel,
- LOGEMENTS COMMUNAUX → état de fonctionnement actuel,
- GÎTES ET SALLE COMMUNALE → Pompe à chaleur AIR/AIR (DRV)
- TIERS-LIEU → Pompe à chaleur AIR/AIR (DRV)
- GROUPE SCOLAIRE → état de fonctionnement actuel.

Site desservi	Besoins [kWh]	Source d'énergie	Rendement / cop annuel	Consommation annuelle retenue [kWh]	Tarif retenue pour l'étude [€/kWh]	Coût annuel (P1)	Entretien et maintenance courante (P2)*	Gros entretiens et renouvellement (P3)*
MAIRIE BIBLIOTHEQUE	21 582	Electrique	100 %	21 582	0,18	3 885 €		110 €
	4 316	Electrique (PAC)	2,5	2 158		388 €		250 €
CAFE MULTISERVICE	4 500	Electrique (PAC)	2,5	1 800	0,18	324 €		175 €
MAISON POUR TOUS	13 485	Electrique (PAC)	2,5	5 394	0,18	972 €		300 €
LOGEMENTS COMMUNAUX	30 000	Electrique	100 %	30 000	0,18	5 400 €		175 €
GÎTES ET SALLE COMMUNALE	25 200	Electrique (PAC)	2,5	8 640	0,18	1 555 €	150 €	300 €
TIERS-LIEU	13 500	Electrique (PAC)	2,5	5 400	0,18	972 €	150 €	225 €
GROUPE SCOLAIRE	147 055	Fioul	85 %	173 006	0,09	15 571 €	250 €	500 €
	10 309	Gaz propane	90 %	11 454	0,15	1 718 €	150 €	
Total	269 947 MWh	/	/	259 434 MWh	/	30 785 €	700 €	2 035 €

7) Etude économique des solutions Chaufferie Bois

7.1 Hypothèses de l'étude

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des données prises en compte pour réaliser l'étude économique.

Généralités		
Désignation	Valeur	Unité
PCI combustible bois déchiqueté (25 % HR)	3 700	kWh/t
PCI combustible granulé	4 800	kWh/t
Cout du kWh bois déchiqueté en livraison soufflé	0,045	€/kWh
Cout du kWh bois déchiqueté en livraison 90 m3	0,027	€/kWh
Cout du kWh granulé de bois	0,052	€/kWh
Cout du kWh de gaz propane	0,150	€/kWh
Cout du kWh de fioul	0,090	€/kWh
Cout du kWh électrique	0,180	€/kWh
Généralités ensemble chaufferie		
Désignation	Valeur	Unité
Besoins en énergie utile	269 947	kWh
Taux de couverture bois		98%
Rendement moyen réseaux enterré		95%
Rendement Chaudière bois		90%
Rendement Chaudière secours chaufferie école + ECS été		90%
Conso Annuel combustible (Granulé)	65	Tonnes
Nbr Livraison en 10 t		6
Conso Annuel combustible (bois déchiqueté)	84	tonnes
Nbr Livraison en 35 m3	300	M3
Conso Annuel gaz	0,34	tonnes
Cout annuel en Plaque livraison soufflé (P1)	13 980	€
Cout annuel en granulé (P1)	15 857	€
Cout annuel en Propane (P1)	648	€
Récapitulatif des besoins (énergie utile)		
Désignation	Valeur	Unité
Besoins ensemble Mairie	21 582	kWh
Besoins ensemble bibliothèque	4 316	kWh
Besoins ensemble Café multiservice	4 500	kWh
Besoins ensemble maison pour tous	13 485	kWh
Besoins ensemble logements communaux	30 000	kWh
Besoins ensemble gîtes et salle communale	25 200	kWh
Besoins ensemble tiers-lieu	13 500	kWh
Besoins ensemble chauffage écoles	147 055	kWh
Besoins ensemble ECS cantine	10 309	kWh

7.2 Coûts d'investissement

Le tableau ci-dessous regroupe l'ensemble des coûts d'investissement par solution.

Option Chauffage étudiée	Nature des travaux	Coût par travaux	Estimation Projet en HT
Solution 1 : Chaudières granulé 2*140 kW	Démolition Bâtiment existant	2 500,00	369 918 €
	Terrassement + Voirie	13 165,00	
	Gros-œuvre	43 435,00	
	Serrurerie	6 500,00	
	Ensemble chaudière bois	80 000,00	
	Chaudière appoint/Secours du groupe scolaire	15 000,00	
	Alimentation combustible	6 500,00	
	Hydraulique chauffage (hors pompes), regulation/électricité	29 500,00	
	Fumisterie	6 000,00	
	Evacuation des cendres	-	
	Réseaux enterrés de distribution Chauffage	15 360,00	
	Tranchées/reprise voiries	30 208,00	
	Sous station	37 000,00	
	Réseaux interne bâtiment	40 750,00	
	Ingénierie (10%) /Maitrise d'œuvre/PC	44 000,00	
Solution 2 : Chaudière mixte 2*140 kW	Démolition Bâtiment existant	500,00	385 796 €
	Terrassement + Voirie	14 165,00	
	Gros-œuvre	47 355,00	
	Serrurerie	8 000,00	
	Ensemble chaudière bois	86 000,00	
	Chaudière appoint/Secours du groupe scolaire	15 000,00	
	Alimentation combustible	7 000,00	
	Hydraulique chauffage (hors pompes), regulation/électricité	31 500,00	
	Fumisterie	6 000,00	
	Evacuation des cendres	-	
	Réseaux enterrés de distribution Chauffage	16 020,00	
	Tranchées/reprise voiries	31 506,00	
	Sous station	37 000,00	
	Réseaux interne bâtiment	40 750,00	
	Ingénierie (10%) /Maitrise d'œuvre/PC	45 000,00	
Solution de référence	Mairie : état de fonctionnement actuel inchangé	-	17 500 €
	Café multiservice : Mise en place d'une PAC AIR/AIR	3 500,00	
	Maison pour tous : état de fonctionnement actuel inchangé	-	
	Logements communaux : état de fonctionnement actuel inchangé	-	
	Gîtes et salle communale : Mise en place d'une PAC AIR/AIR	6 000,00	
	Tiers-lieux : Mise en place d'une PAC AIR/AIR	4 500,00	
	Ecole : Remplacement de la chaudière	3 500,00	

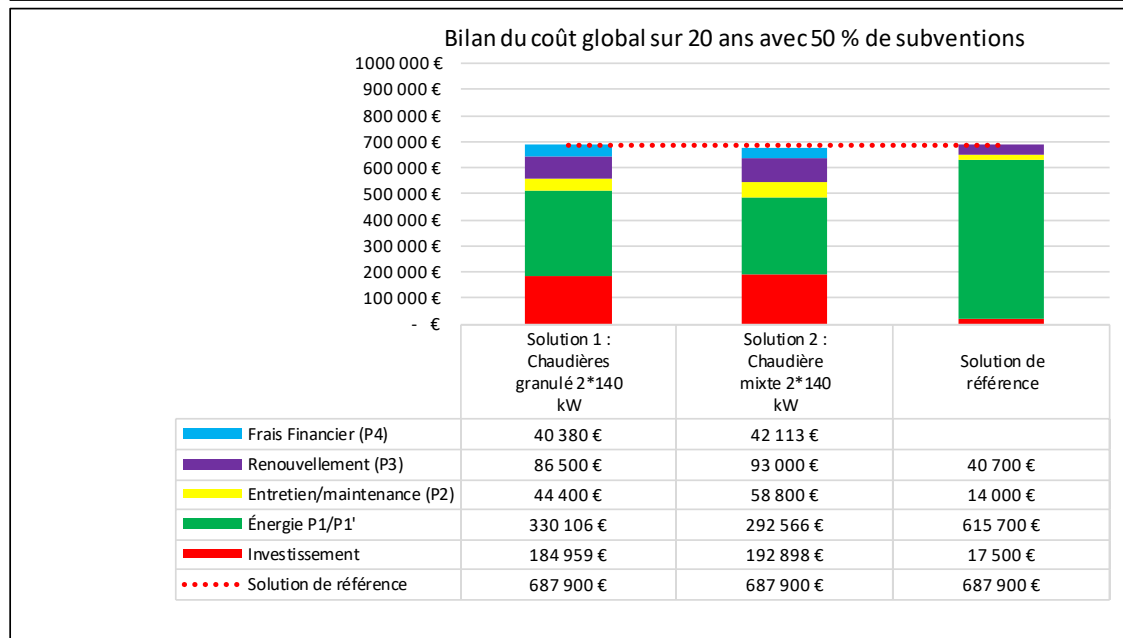
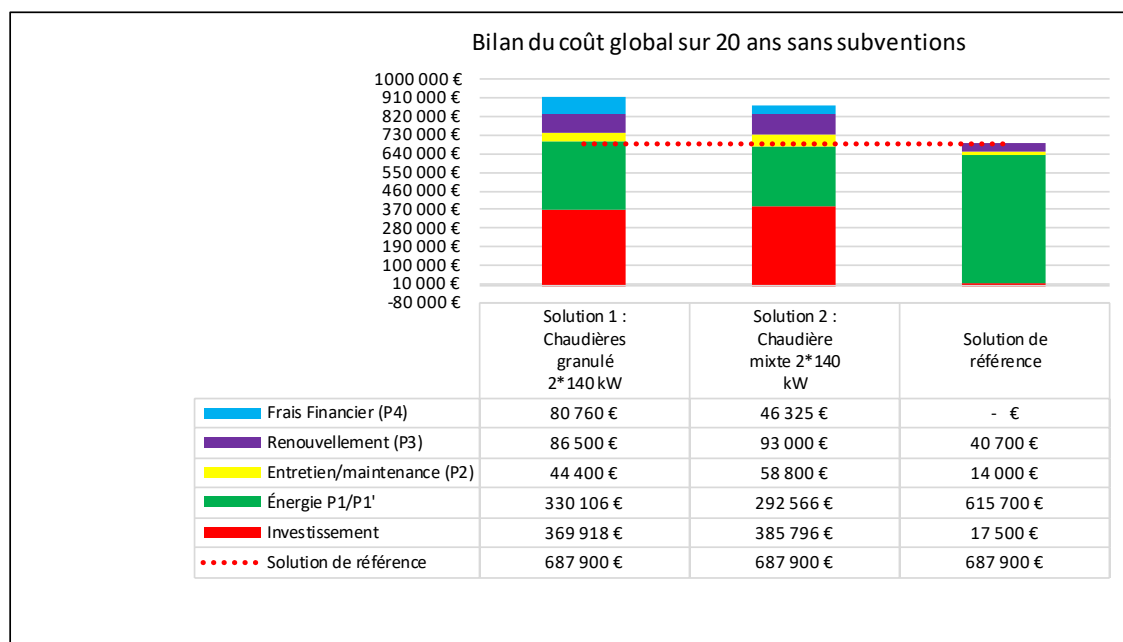
7.3 Etude économique des solutions

Le tableau ci-dessous les résultats du calcul des consommations par solution ainsi que le détail du coût d'exploitation :

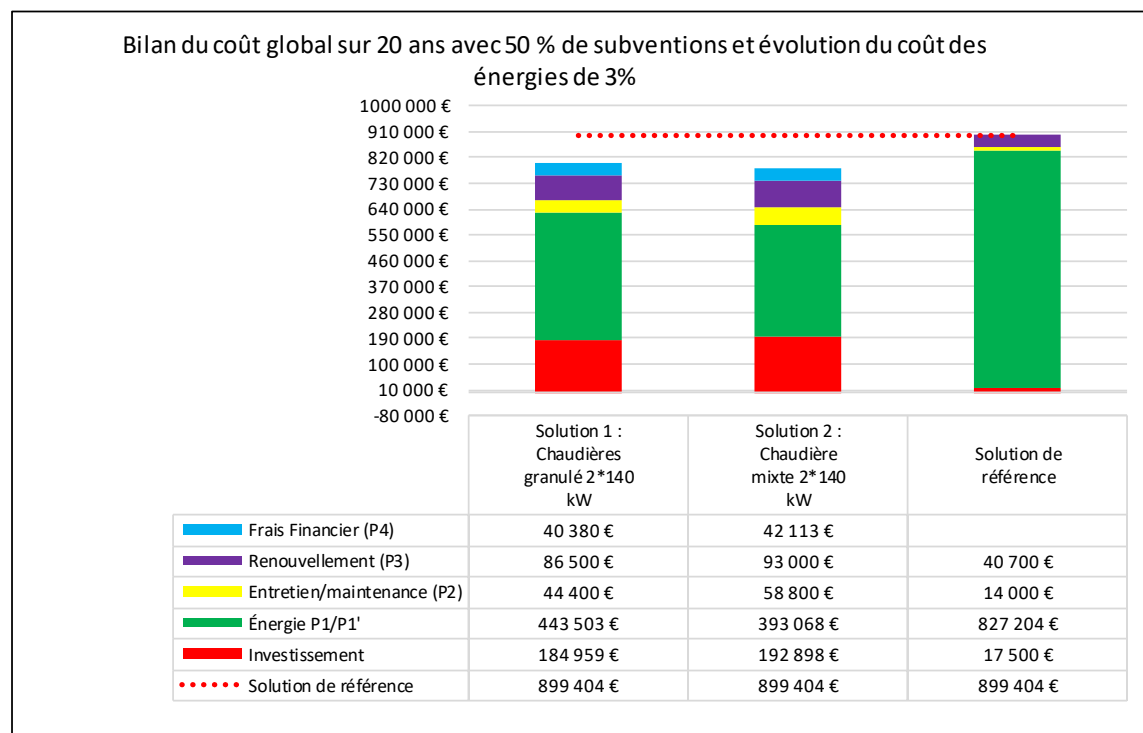
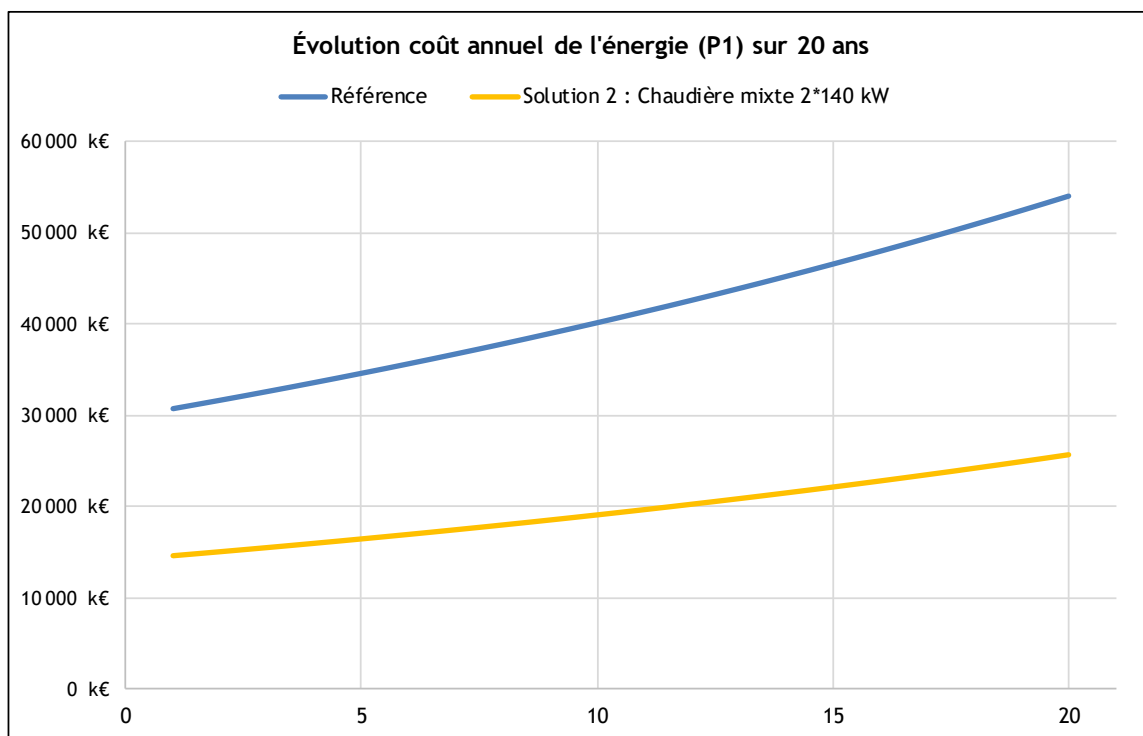
Simulation des coûts du kWh produit			
Solution de référence			
Solution 1 : Chaudières granulé 2*140 kW			
Solution 2 : Chaudière mixte 2*140 kW			
	Solution 1 : Chaudières granulé 2*140 kW	Solution 2 : Chaudière mixte 2*140 kW	Solution de référence
Estimation du cout d'investissement			
Montant Total de l'investissement chaufferie Bois HT	369 918 €	385 796 €	17 500 €
Estimation des charges d'exploitation annuelles			
P3 - Cout gros entretiens et renouvellement	4 325 €	4 650 €	2 035 €
P2 - Cout d'entretien et maintenance courante	2 220 €	2 940 €	700 €
P1 - Coût du combustible Bois	15 857 €	13 980 €	
P1 - Coût du combustible (Fioul)			15 571 €
P1 - Coût du combustible (Propane)	648 €	648 €	1 718 €
P1 - Coût du combustible (Electrique)			13 496 €
Total du coût d'exploitation annuel	23 050 €	22 218 €	33 520 €

Le tableau regroupe de détail du coût global.

Calcul du coût global			
Nb années d'amortissement	20	20	20
P4 - Amortissement annuel	18 496 €	19 290 €	875 €
Frais financier (100% du montant avec Prêt à 2% sur 20 ans)	4 038 €	4 211 €	
Cout global annuel P1+P2+P4	45 584 €	45 719 €	34 395 €
Cout global du kWh produit en HT	0,169 €	0,169 €	0,127 €



SIMULATION du prix de revient du Kwh en HT produit en fonction du montant de la subvention à l'investissement	Cout global du kWh scénario 1	Cout global du kWh scénario 2
Cout global du kWh Sans subvention	0,169 €	0,169 €
Cout global du kWh avec une subvention de 45% de	0,131 €	0,130 €
Cout global du kWh avec une subvention de 50% de	0,127 €	0,126 €
Cout global du kWh avec une subvention de 55% de	0,123 €	0,121 €



Calcul de la Valeur Actuelle Net (VAN) et du Taux de Rentabilité Interne (TRI) du projet sur la base de 20 ans avec l'hypothèse d'un niveau de subvention de 50% sur l'investissement

Solutions	Solution bois	Version 2
Montant de l'investissement avec une subvention de 50 %	184 959 €	192 898 €
Economies par Année avec un taux d'actualisation de 2%		
1	10 470	11 302
2	10 260	11 076
3	10 055	10 854
4	9 854	10 637
5	9 657	10 424
6	9 464	10 216
7	9 275	10 012
8	9 089	9 811
9	8 907	9 615
10	8 729	9 423
11	8 555	9 234
12	8 383	9 050
13	8 216	8 869
14	8 051	8 691
15	7 890	8 517
16	6 990	7 545
17	6 850	7 394
18	6 713	7 246
19	6 579	7 101
20	6 447	6 959
Valeur Actuelle Nette (VAN)	22 622 €	31 178 €
Taux de Rentabilité Interne (TRI)	3,00%	3,30%

8) Conclusion

Techniquement les contraintes d'implantation ne permettront pas la création d'une chaufferie bois plaquette avec un déchargement par bennage, le remplissage du silo ne pourra se faire que par soufflage.

Economiquement les deux solutions étudiées sont sensiblement identiques avec un bémol pour la chaufferie mixte car actuellement aucun fournisseur ne propose de livraison de plaquette soufflée sur le département.

L'étude économique en coût global montre que la solution Bois est compétitive par rapport à la solution de référence si une subvention Ademe/Région est accordée à ce projet.

Suivant le financeur qui accompagnera le projet une aide complémentaire pourra être accordée dans le cadre des certificats d'économie d'énergie.

Sur le plan environnemental, la réalisation d'une chaufferie biomasse permettrait de diminuer de 95 % les émissions de gaz à effet de serres, soit 102 tonnes en équivalent CO₂.

	Facteur de conversion kWh => émission GES en équivalent CO ₂	Solution 1 : livraison plaquette 90 m ³ -2 chaudière bois +appoint gaz	Solution 2 : livraison 30 m ³ -2 chaudière bois +appoint gaz	Solution de référence
Gaz naturel	0,234			
Gaz propane/butane	0,274	1 384 kg	1 384 kg	3 139 kg
Electricité	0,18			52 284 kg
Fioul	0,3			51 902 kg
Bois	0,013	4 039 kg	4 039 kg	
Total		5 423 kg	5 423 kg	107 324 kg



ANNEXE
