

DEPARTEMENT DE LA LOIRE-ATLANTIQUE

VILLE DE SAINT-NAZAIRE

EXTENSION DE LA MAISON DE L'APPRENTISSAGE

PC

**ETUDE DE FAISABILITE DES
APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE RE2020**

MAITRISE D'OUVRAGE

CCI NANTES SAINT NAZAIRE
CENTRE DE SALORGES
16 QUAI ERNEST RENAUD
44105 NANTES

☎ 02 40 44 60 00

ATELIER TÉQUI ARCHITECTES
10 RUE DE PARADIS - 75010 PARIS
01 48 01 03 08 - contact@atelier-tequi.fr
sarl au capital de 15 000€ - naf 7112Z
rcs paris b 484 007 521 - ordre df S01476

MAITRISE D'ŒUVRE

BUREAU D'ETUDES

BERIM
3 Boulevard Salvador Allende
44100 NANTES

☎ 02.40.20.69.69

berim
Société d'ingénierie

RGE Certificat
n°78 12 0150
OPQIBi
L'INGÉNIERIE QUALIFIÉE
Efficacité énergétique ENR

MARS 2024

SOMMAIRE

PAGES

1	PREAMBULE	1
2	DESCRIPTION DE L'OPERATION	2
3	HYPOTHESES DE CALCULS.....	4
3.1	DOCUMENTS MIS A NOTRE DISPOSITION POUR L'ETUDE :	4
3.2	LOGICIEL DE CALCULS :	4
3.3	CARACTERISTIQUES GENERALES DE BATIMENT	4
3.4	CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES :	4
3.5	CONDITIONS DE TEMPERATURES INTERIEURES :	5
3.6	ENVELOPPE DU BATIMENT	5
4	TARIFS DES ENERGIES	6
5	SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE PRESSENTI	7
5.1	PRODUCTION DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS	7
5.2	VENTILATION	8
5.3	DISTRIBUTION HYDRAULIQUE	8
5.4	EMISSIONS	9
6	SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ETUDIES.....	10
6.1	SYSTEME PRESSENTI : RESEAU DE CHALEUR.....	10
6.2	VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ.....	10
6.3	VARIANTE 2 : CHAUFFERIE BOIS.....	10
6.4	VARIANTE 3 : PAC AIR / EAU + PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUE.....	10
6.5	VARIANTE 5 : SOLAIRE THERMIQUE	10
6.6	VARIANTE 6 : GEOTHERMIE	10
6.7	VARIANTE 7 : COGENERATION	10
6.8	VARIANTE 8 : EOLIEN	10
6.9	INVESTISSEMENTS.....	11
6.10	COUTS D'ENTRETIEN, DE MAINTENANCE ET GARANTIE TOTALE	11
6.11	AIDES / SUBVENTIONS	11
6.11.1	AUTRES VARIANTES	11
7	CONSOMMATIONS – RESULTATS	12
7.1	SYSTEME PRESSENTI.....	12
7.2	VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ	12
7.3	VARIANTE 2 : CHAUFFERIE BOIS.....	12
7.4	VARIANTE 3 : PAC AIR/EAU + PV	13
7.5	VARIANTE : GEOTHERMIE	13
7.6	VARIANTE 6 : SOLAIRE THERMIQUE	13
7.7	VARIANTE 7 : EOLIEN	13
7.8	VARIANTE 8 : COGENERATION	13
8	ETIQUETTES.....	14

8.1	ENERGIE – CONSOMMATIONS ENERGETIQUES	14
8.2	CLIMAT – EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE	14
9	RECAPITULATIF.....	15
9.1	RESULTATS DE L'ETUDE	15
9.2	AVANTAGES / INCONVENIENTS	15
10	CONCLUSION	17

1 PREAMBULE

Dans le cadre de l'application de l'arrêté du 9 décembre 2021 relatif à l'étude de faisabilité relative aux diverses solutions d'approvisionnement en énergie pour la constructions de bâtiments neufs et existants, le présent document a pour but d'étudier la faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie, notamment pour le chauffage, le refroidissement, la production d'eau chaude sanitaire, l'éclairage, la mobilité interne au bâtiment, et les auxiliaires, déduction faite de la production d'électricité à demeure.

L'objectif de cette étude est de comparer le système pressenti à l'ensemble des variantes étudiées sur les critères suivants :

- **Coût d'investissement en €TTC,**
- **Consommation d'énergie en kWh_{EP}/m²Sréf.an et en MWh_{EP}/an,**
- **Emissions de gaz à effet de serre (GES) en kgCO₂/m²Sréf.an et en TCO₂/an,**
- **Classes « énergie » et « climat »,**
- **Coûts annuels d'exploitation en €TTC/an,**
- **Temps de retour brut en années,**
- **Avantages et inconvénients.**

Le calcul des indicateurs supplémentaires au sens des alinéas V. et VI. de l'article 3 n'est pas prévu.

NOTA IMPORTANT :

Les consommations indiquées dans ce document sont calculées de manière conventionnelle à partir du moteur **TH- BCE 2020 V.2022.E3.0.0** développé par le CSTB.

Des écarts peuvent être constatés par rapport aux futures consommations réelles du bâtiment en raison notamment :

- des écarts entre les données climatiques réelles et les données standards du site sélectionné,
- de la prise en compte d'un scénario conventionnel d'occupation,
- d'une température de chauffage et de refroidissement conventionnelle,
- de besoins forfaitaires d'eau chaude sanitaire.

De plus, d'éventuelles modifications entre ce document et le projet final peuvent impacter sur la valeur des consommations.

Les économies éventuelles ainsi que les temps de retour sont déterminés sur la base des tarifs des énergies en vigueur à la date de réalisation de ce document.

Les études comparatives ont été réalisées sur une version du projet qui peut sensiblement évoluer par la suite. Ces modifications ne remettent pas en cause les résultats obtenus.

2 DESCRIPTION DE L'OPERATION

La présente étude est réalisée dans le cadre du dépôt du permis de construire afin d'être conforme à la réglementation environnementale 2020 pour l'opération :

Extension de la Maison de l'Apprentissage – à Saint Nazaire

Le projet se compose de salle de classe, de type enseignement secondaire.

Afin de comparer les solutions de production d'énergie, les différents cas étudiés sont :

- Réseau de chaleur correspond à l'état **pressenti**,
- La chaufferie gaz à condensation,
- La chaufferie bois et la chaufferie gaz en appoint,
- Le solaire thermique,
- Photovoltaïque,
- Géothermie
- PAC réversible de l'hôtel remplacé par réseau de chaleur et groupe froid.
- Cogénération.

Le maître d'ouvrage a la liberté de choisir la ou les sources d'énergie de la construction, guidé par les conclusions de cette étude qui vise notamment à raisonner selon des indicateurs énergétiques, environnementaux et économiques.

Après analyses, les variantes suivantes ne peuvent pas être réalisées :

- Eolien :
La localisation du projet ne permet pas bénéficier de vents suffisamment réguliers et forts, tout au long de l'année. La production d'énergie éolienne ne sera que très peu efficiente ;

Le site du projet n'est pas propice à l'exploitation de la ressource éolienne.
- Géothermie :
Aucune étude ne garantit la présence de nappe phréatique, proche de la surface ou profonde, pouvant être exploitée à proximité du projet. Le projet nécessiterait une exploitation géothermique de forte profondeur ou une surface de forage importante. Cette variante n'est pas envisageable.
- Solaire thermique :
Cette solution est intéressante pour couvrir les besoins d'ECS or ceux-ci sont minime dans notre projet. La solution n'est donc pas pertinente.
- Chaufferie bois :
Il n'y'a pas de ressource de bois énergie suffisante à proximité du site. Cette variante nécessite de ce fait une surface de terrain suffisante pour le stockage du bois et l'installation de la chaufferie. Nécessité de créer un accès routier pour l'approvisionnement et la livraison de combustible. Tous ces éléments rendent la solution inenvisageable pour notre projet.

- Cogénération :

La configuration du projet ne permet pas l'autoconsommation de l'électricité et la revente de l'électricité produite par ce système n'est pas possible du fait de rendement non garantis. La solution n'est pas compatible avec le projet.

3 HYPOTHESES DE CALCULS

3.1 DOCUMENTS MIS A NOTRE DISPOSITION POUR L'ETUDE :

Dossier de plans architecte daté du 11/03/2024

3.2 LOGICIEL DE CALCULS :

L'étude comparative de production d'énergie a été réalisée avec le logiciel PLEIADES : version **6.24.1.2 du 15/01/2024** et le moteur THDBC 2020 (**V.E3.0.0 du 03/11/2022**) conçu par le CSTB.

Mise en garde :

L'étude s'appuie sur le moteur de calcul et les versions des logiciels en vigueur à la date de la réalisation de l'étude. Des évolutions dans ces derniers peuvent entraîner des variations sur les résultats. Dans ce cas, la responsabilité du bureau d'études ne pourra être engagée

3.3 CARACTERISTIQUES GENERALES DE BATIMENT

BATIMENT ENSEIGNEMENT	
Surface Utile (Sréf)	3352 m ²

La perméabilité à l'air de bâtiment sous 4 Pa pour le bâtiment est de **1,70 m³/h.m²**.

NB : la valeur de perméabilité à l'air prise en compte dans les calculs doit être justifiée lors de la mise en œuvre par la réalisation d'un test d'étanchéité à l'air. Pour les bâtiments tertiaires, dans le cas où la valeur par défaut fixée par la réglementation a été prise en compte, aucune justification n'est nécessaire.

3.4 CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES :

Zone climatique	:	H2b (Département 44 altitude inférieure à 400 m)
Température extérieure de base	:	-4°C
Classe d'exposition au bruit des infrastructures et transport	:	BR1
Catégorie des locaux	:	Cat 1
Chauffage/ECS	:	Réseau de chaleur
Types d'usage du bâtiment	:	Enseignement
Occupation	:	Continue / Discontinu
Classe d'Inertie quotidienne	:	Lourde

3.5 CONDITIONS DE TEMPERATURES INTERIEURES :

+19°C dans le bâtiment

3.6 ENVELOPPE DU BATIMENT

PAROIS	ISOLATION PROPOSEE	U [W/m².K]
Mur extérieur à Ossature Bois (isolation extérieure et intérieure)	Laine de bois 190 mm (R = 5,00 m²K/W)+ Laine de bois 50 mm + BA13 (R = 1,32 m²K/W) <i>hypothèse : montant 50 mm et entraxe de 600 mm</i>	0,176
Plancher bas béton sur Terre Plein – Isolation sous dallage	K-Foam D300 160 mm (R = 5,50 m²K/W)	0,171
Toiture béton	Efigreen duo 160 mm (R = 7,30 m²K/W)	0,132




TYPE	COMPOSITION	PERFORMANCE	
		SANS PROTECTION	AVEC PROTECTION
Baies vitrées façades	Menuiserie Bois/Aluminium Double vitrage 4/16/4 avec lame d'argon Protection Store intérieure	Uw = 1,3 Facteur solaire Swhiver=0,44 Swété=0,45 TL = 0,62	Uw = 1,3 Facteur solaire Swété=0,33 TL = 0,10

4 TARIFS DES ENERGIES

ENERGIE	PRIX
Electricité	0,172 €/kWh
Gaz	0,1043 €/kWh
Bois	0,26 €/kg
Réseau de chaleur	0,050 €/kWh
Revente électricité	0,10€/kWh (installation <9kWc)

5 SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE PRESSENTI

5.1 PRODUCTION DE CHAUFFAGE, DE REFROIDISSEMENT ET D'ECS



	<p><u>Sous-station raccordée au chauffage urbain :</u> Une estimation de la performance du futur réseau de chaleur est prise en compte.</p> <p>Puissance estimative : 122 kW</p> <p>Taux d'ENR du réseau de chaleur : 75 %*</p> <p>Contenu CO₂ du réseau de chaleur calcul énergie : 0,06 kg/kWh*</p> <p>Contenu CO₂ du réseau de chaleur calcul ACV : 0,083 kg/kWh*</p>
	<p><u>Production ECS électrique :</u></p> <p>Usage : Sanitaires</p> <p>Type : ballon électrique</p> <p>Volume : 30 litres / bloc sanitaire (2 mini par compartiment)</p> <p>Puissance électrique : 2 kW</p> <p>Température de stockage ECS : 65°C</p> <p>Hystérésis de la régulation : 2°C</p> <p>Cr = 0.5 (Wh/l.K.j)</p>
	<p><u>Détente directe :</u> Multi Split</p> <p>Puissance en froid : 7 kW</p> <p>Fluide R410A</p> <p>EER = 3</p> <p>EG : 7/12°C</p>

- Programmation : horloge à heure fixe avec contrôle d'ambiance, température de départ en fonction de la température extérieure pour le chauffage.

***Nota :** Dans le cadre de l'application de la RE2020, le facteur d'émission et le ratio d'énergie renouvelable et de récupération pris en compte pour les réseaux de chaleur et de froid sont détaillés dans l'annexe 7 de l'arrêté du 21 octobre 2021 modifiant l'arrêté du 15 septembre 2006. Ces données sont décrites dans la colonne 4 pour le contenu CO₂ du calcul énergie, dans la colonne 5 pour le contenu CO₂ du calcul ACV et dans la colonne 6 pour le ratio de la part ENR.





5.2

VENTILATION

	<p><u>3 CTA Double Flux : (DAC)</u></p> <p>Classe d'étanchéité des réseaux de ventilation classe B</p> <p>Puissance électrique ventilateurs de soufflage et de reprise : 0.70 W/(m³/h)</p> <p>Rendement récupérateur : 75% mini</p> <p>Batterie de préchauffage eau chaude</p>
	<p><u>Extracteur VMC type : basse consommation Autoréglable Certifié</u></p> <p>Puissance électrique du moteur : 0.20 W/(m³/h)</p>



5.3

DISTRIBUTION HYDRAULIQUE

	<p><u>Chauffage</u> : (canalisations, vannes, clapets, filtres et tous organes)</p> <p>Système bi-tube</p> <p>Calorifugeage des réseaux en sous-station : Classe 3</p> <p>Calorifugeage des réseaux en volume non chauffée : Classe 3</p> <p>Calorifugeage des réseaux en volume chauffé (y.c. dévoiements en faux plafond) : Classe 3</p> <p>Calorifugeage des réseaux apparente : Néant</p>
	<p><u>Eau glacée</u> : (canalisations, vannes, clapets, filtres et tous organes)</p> <p>Système bi-tube</p> <p>Calorifugeage des réseaux en extérieur : Classe 4</p> <p>Calorifugeage des réseaux en LT : Classe 4</p> <p>Calorifugeage des réseaux en volume non chauffés : Classe 4</p> <p>Calorifugeage des réseaux en volume chauffé (y.c. faux plafond) : Classe 4</p> <p>Calorifugeage des réseaux apparente : Classe 4</p>
	<p><u>Eau chaude sanitaire et bouclage</u> : (canalisations, vannes, clapets, filtres et tous organes)</p> <p>Réseaux hors volume habitable : Calorifuge Classe 4</p> <p>Réseaux en volume habitable : Calorifuge Classe 4</p>
	<p><u>Circulateurs</u> :</p> <p>Pompes à vitesse variable avec maintien de la pression différentielle constante</p>

5.4

EMISSIONS

	<p><u>Panneaux Rayonnant Plafonnier :</u></p> <p>Température nominale Eau Chaude : 40°C /10K Régulation : Vanne 6 voies motorisée 0/10Volt + Sonde d'ambiance EUBAC : Chaud : 0,2K Froid : 0,2K</p> <p>Couple Régulateur-Emetteur permettant un arrêt total de l'émission</p>
	<p><u>Radiateur à eau chaude :</u></p> <p>Régulation : Robinet thermostatique certifiée avec variation temporelle connue de 0,30°C Régime d'eau : 70°C /15K</p>
	<p><u>Plancher chauffant :</u></p> <p>Température nominale : 40°C /10K Régulation : Vanne 2 voies motorisée 3 points ou 0/10 volt + Sonde d'ambiance par pièce ou zone de 100 m² maxi EUBAC : Chaud : 0.5K</p> <p>Régulation : Couple régulateur émetteur permettant un arrêt total de l'émission</p>
	<p><u>Split système réversible :</u></p> <p>Puissance absorbée par les ventilateurs : PV 116 W – MV 116 W – GV 233 W (valeurs données à titre indicatif)</p> <p>Régulation : Couple régulateur émetteur permettant un arrêt total de l'émission</p> <p>Localisation : Salle de training, Salon de coiffure, Salle mixte</p>

6 SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ETUDIES

6.1 SYSTEME PRESENTI : RESEAU DE CHALEUR

Cette variante consiste à se raccorder au futur réseau de chaleur afin de couvrir l'ensemble des besoins de chauffage.

6.2 VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ

Cette variante consiste à prévoir une chaufferie gaz pour l'ensemble du bâtiment. L'installation comprend deux chaudières gaz à condensation dimensionnées chacune aux 2/3 des besoins de chauffage.

La puissance des chaudières est estimée à $2 \times 60 = 120$ kW

Les autres productions, émissions et ventilation restent inchangées.

6.3 VARIANTE 2 : CHAUFFERIE BOIS

Cette variante consiste à prévoir une chaufferie bois, couvrant 100% des besoins de chauffage. La chaufferie est constituée d'une chaudière à plaquettes forestières.

Les autres productions, émissions et ventilation restent inchangées.

6.4 VARIANTE 3 : PAC AIR / EAU + PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUE

Cette variante consiste à prévoir la mise en place d'une PAC Air/Eau, afin de couvrir l'ensemble des besoins en chauffage.

Les autres productions, émissions et ventilation restent inchangées.

Il sera installé 80 m² de cellules photovoltaïques inclinées à 25° et orientées sud, implantées sur la toiture, la production sera revendue à EDF.

6.5 VARIANTE 5 : SOLAIRE THERMIQUE

Variante non réalisée.

6.6 VARIANTE 6 : GEOTHERMIE

Variante non réalisée.

6.7 VARIANTE 7 : COGENERATION

Variante non réalisée.

6.8 VARIANTE 8 : EOLIEN

Variante non réalisée.

6.9

INVESTISSEMENTS

Les investissements indiqués ci-dessous ont été établis pour l'ensemble des équipements de production de chaleur et de refroidissement du bâtiment (équipements de ventilation, distribution et émission non compris). De plus, les estimations ci-dessous n'intègrent pas le stockage du bois pour la solution 2.

SOLUTIONS	COUT D'INVESTISSEMENT €TTC
Système pressenti	147 447
Variante 1 : Chauffage gaz + PV	185 166
Variante 2 : Chauffage bois	168 199
Variante 3 : PAC Air / eau	189 992

6.10

COÛTS D'ENTRETIEN, DE MAINTENANCE ET GARANTIE TOTALE

Les coûts d'entretien, maintenance et de garantie totale indiqués ci-dessous ne s'appliquent qu'aux modes de production.

SOLUTIONS	COUT D'EXPLOITATION €TTC/AN
Système pressenti	1 778
Variante 1 : Chauffage gaz + PV	37 368
Variante 2 : Chauffage bois	171 010
Variante 3 : PAC Air / eau	46 078

6.11

AIDES / SUBVENTIONS

Dans la présente étude, aucune subvention n'a été prise en compte et notamment dans le calcul du temps de retour sur investissement.

Cependant, des aides à l'investissement (à l'exclusion des aides aux études de faisabilité) peuvent être obtenues.

Ces valeurs sont théoriques et maximales. Une demande de subventions spécifiques devra être faite. Il n'est pas garanti que les montants réellement obtenus soient ceux considérés ici.

6.11.1

AUTRES VARIANTES

Les autres variantes ne bénéficient pas de subvention, toutefois des subventions peuvent être demandées au cas par cas.

7 CONSOMMATIONS – RESULTATS

Les dépenses ci-dessous n'intègrent pas les abonnements.

7.1 SYSTEME PRESENTI

Système pressenti - RCU			
Consommations	Energie Finale (kWh/an)	Energie Primaire (kWhEP/an/m²)	Dépenses (€/an) HT
Chauffage	28936	22,9	1447
Refroidissement	0	0	0
Eclairage	8428	6,67	421
Ventilateurs	36328	28,75	1816
ECS	1453	1,15	73
Productions Photovoltaïques	0		0
Total			3757

7.2 VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ

Variante 1 : Chaufferie gaz			
Consommations	Energie Finale (kWh/an)	Energie Primaire (kWhEP/an/m²)	Dépenses (€/an) HT
Chauffage	27798	22	2899
Refroidissement	0	0	0
Eclairage	8428	6,67	879
Ventilateurs	36328	28,75	3789
ECS	1453	1,15	152
Productions Photovoltaïques	0	0	0
Total			7719

7.3 VARIANTE 2 : CHAUFFERIE BOIS

Variante 2 : Chaufferie Bois			
Consommations	Energie Finale (kWh/an)	Energie Primaire (kWhEP/an/m²)	Dépenses (€/an) HT
Chauffage	30995	24,53	1984
Refroidissement	0	0	0
Eclairage	8428	6,67	539
Ventilateurs	36328	28,75	2325
ECS	1453	1,15	93
Productions Photovoltaïques	0	0	0
Total			4941

7.4 **VARIANTE 3 : PAC AIR/EAU + PV**

Variante 3 : PAC Air/Eau + PV			
Consommations	Energie Finale (kWh/an)	Energie Primaire (kWhEP/an/m²)	Dépenses (€/an) HT
Chauffage	30831	24,4	6141
Refroidissement	0	0	0
Eclairage	8428	6,67	1517
Ventilateurs	36328	28,75	6539
Auxiliaires	1453	1,15	262
Productions Photovoltaïques	-16679	-13,2	-3002
Total			11456

7.5 **VARIANTE : GEOTHERMIE**

Sans objet.

7.6 **VARIANTE 6 : SOLAIRE THERMIQUE**

Sans objet.

7.7 **VARIANTE 7 : EOLIEN**

Sans Objet.

7.8 **VARIANTE 8 : COGENERATION**

Sans Objet.

8 ETIQUETTES

8.1

ENERGIE – CONSOMMATIONS ENERGETIQUES

Consommation énergétique (KWH EP/m².an) *	Solution pressentie	Gaz	Bois	PAC + PV
<= 50 A				48
51 à 90 B	60	59	61	
91 à 150 C				
151 à 230 D				
231 à 330 E				
331 à 450 F				
> 450 G				

8.2

CLIMAT – EMISSIONS DE GAZ A EFFET DE SERRE

Emission de gaz à effet de serre (Kg éq CO ₂ /m².an) *	Solution pressentie	Gaz	Bois	PAC + PV
< 5 A	2		2	2
6 à 10 B		6		
11 à 20 C				
21 à 35 D				
36 à 55 E				
56 à 80 F				
> 80 G				

9 RECAPITULATIF

9.1 RESULTATS DE L'ETUDE

VARIANTES	SOLUTION PRESENTIE	VARIANTE 1 GAZ + PV	VARIANTE 2 BOIS	VARIANTE 3 PAC
Consommations en kWh _{EP} /m²Srt.an	60	59	61	48
Ecart de consommations avec le système pressentie (kWh _{EP} /m²Srt.an)	-	-1	+1	-12
Emission de GES en kgCO ₂ /m²Srt.an	2	6	2	2
Ecart d'émission GES avec le système pressentie (kgCO ₂ /m²Srt.an)	-	+4	0	0

9.2 AVANTAGES / INCONVENIENTS

Le tableau ci-dessous indique les avantages et inconvénients des variantes par rapport au système pressenti. Il liste également l'ensemble des éléments ayant un impact technique et/ou économique sur le projet

SYSTEME	AVANTAGES	INCONVENIENTS	IMPACTS TECHNIQUES OU ECONOMIQUES
Etat pressenti : Réseau de chaleur	Réseau de chaleur : Prix de l'énergie élevé par rapport au gaz, mais incluant l'entretien Entretien limité	Performances du réseau de chaleur non connus	Non réalisation de l'état pressenti ou retard éventuel de livraison si le RCU n'est pas livré à temps avec des performances similaires aux hypothèses prises.
Variante 1 : Chaufferie Gaz	Bonne performance énergétique par rapport de l'état pressenti Maintenance courante et plus usuelle pour les exploitants.	Emission de CO ₂ la plus élevée Mise en œuvre contraignante (canalisation gaz, conduits de fumées) Coût d'installation et de maintenance plus élevé par rapport de l'état pressenti	Chaufferie à prévoir avec accès direct depuis l'extérieur dans certains cas. Perte de surface pour le conduit de fumée strictement vertical, visitable si P> 300kW.
Variante 2 : Chaufferie Bois	Prix de l'énergie faible par rapport au gaz Ressource renouvelable	Chaufferie à planter au sol avec un impact volumique très important. Encombrement important du silo de stockage. Sortie fumée très contraignante (cf. réglementation). Accès à prévoir pour l'approvisionnement en combustibles par semi – remorques, avec aire de retournement. Entretien important et complexe nécessitant des compétences spécifiques.	Locaux techniques et soli à rdc obligatoirement. Aire de livraison avec zone de retournement hors voie de circulation. Investissement le plus élevé.

<p>Variante 3 : PAC Air / Eau + PV</p>	<p>Installation simple Le système n'émet pas de polluant (gaz à effet de serre,...) PV : Energie inépuisable Peu d'entretien</p>	<p>PAC : Traitement acoustique à prévoir Performance dégradée s'il fait trop froid ou trop chaud. Maintenance de la PAC nécessitant des compétences techniques spécifiques</p> <p>PV : Emplacement à prévoir en terrasse pour les capteurs Incompatible avec la végétalisation d'une partie de la terrasse. Une production d'énergie irrégulière et autoconsommation obligatoire. Coût élevé des panneaux et des installations de stockage de l'énergie. Temps de retour moyen.</p>	<p>PAC : Espaces extérieurs à l'air libre pour la PAC (terrasse ou rdc) pour assurer le bon fonctionnement de l'appareil. Traitement acoustique à prévoir de l'unité extérieure de la PAC.</p> <p>PV : Capteurs en terrasse. Peu d'impact dans les locaux techniques et trémie.</p>
---	--	---	---

10 CONCLUSION

La solution réseau urbain pour l'ensemble du projet, est une solution énergétiquement plus économique, mais peu poser des difficultés de gestion entre les différentes entités du projet. De plus, le RCU n'est aujourd'hui pas créé, les données performanciels sont des estimations, les résultats ne sont donc pas fiables et ne pourront être garantis avant la réception du réseau de chaleur urbain.

A l'issue des études comparatives complémentaires, le maître d'ouvrage envisage, sous réserve de faisabilité technique, l'installation suivante :

L'état pressenti : le réseau de chaleur couvrant l'ensemble des besoins de chauffage.

Nota : L'étude de faisabilité énergétique a pour but d'étudier les possibilités en approvisionnement énergétique du bâtiment.

Elle ne préjuge pas des conclusions des études techniques qui seront menées en vue de l'obtention des objectifs environnementaux du projet.