



PERMIS DE CONSTRUIRE

Opération « TREED IT »

Lot V1

Cité Descartes_ZAC de la Haute Maison_Champs-sur-Marne

PC16-1 – ETUDE DE FAISABILITE DES APPROVISIONNEMENTS EN ENERGIE BATIMENT D

PERMIS DE CONSTRUIRE

ADIM Paris Île de France / Vinci Construction France_Maître d'ouvrage_61Avenue Jules Quentin_92000 NANTERRE
ISABELLE MENU LUC SAISON_Maître d'œuvre_73 Boulevard montebello_59000 LILLE_T. +33 (0)3 20 36 56 69
ART'UR Architectes_Maître d'oeuvre associé_31 rue Saint Didier_75116 PARIS_T. 01 47 27 53 90
BERIM Ingénierie_Bureau d'études techniques_149 Avenue Jean Lolive_93500 PANTIN_T. 01 41 83 36 36
SLAP_Paysagiste_48 rue Parmentier_59370 MONS-EN-BAROEUL_T. 03 62 52 83 91
AGI2D_Bureau d'études HQE_149 Avenue Jean Lolive_93695 PANTIN_T. 01 41 83 37 17
VERITAS Construction_Bureau de contrôle_38 Avenue Lingenfeld_77100 TORCY BEFSIA_Bureau
d'études SSI_25 rue du Maréchal Foch_78000 VERSAILLES_T. 01 39 50 57 83

SOMMAIRE

PAGES

1	PREAMBULE	1
2	DESCRIPTION DE L'OPERATION	2
3	HYPOTHESES DE CALCULS.....	4
3.1	LOGICIEL DE CALCULS:.....	4
3.2	CARACTERISTIQUES GENERALES DE BATIMENT	4
3.3	CONDITIONS CLIMATIQUES EXTERIEURES :	4
3.4	CONDITIONS DE TEMPERATURES INTERIEURES :	4
3.5	ENVELOPPE DU BATIMENT	5
3.5.1	CATALOGUE DES PAROIS.....	5
3.5.2	CATALOGUE DES VITRAGES.....	5
4	TARIFS DES ENERGIES ET ABONNEMENTS.....	6
4.1	GAZ NATUREL.....	6
4.2	GAZ	6
4.3	ELECTRICITE.....	6
4.4	RESEAU DE CHALEUR.....	6
4.5	RACHAT D'ELECTRICITE D'ORIGINE RENOUVELABLE	6
5	SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE PRESSENTI	7
5.1	PRODUCTION DE CHALEUR, DE FROID ET D'ECS	7
5.2	VENTILATION	8
5.3	DISTRIBUTION.....	8
5.4	EMISSIONS	8
5.5	PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES.....	9
6	SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ETUDIES.....	10
6.1	VARIANTE 1 : CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION ET GROUPE FROID SUR AIR	10
6.2	VARIANTE 2 : RESEAU 85% ENR ET GROUPE FROID SUR AIR	10
6.3	INVESTISSEMENTS.....	10
6.4	COUTS D'ENTRETIEN, DE MAINTENANCE ET GARANTIE TOTALE.....	11
6.5	AIDES / SUBVENTIONS	11
6.5.1	SOLAIRE THERMIQUE	11
6.5.2	AUTRES VARIANTES	11
7	CONSOMMATIONS – RESULTATS	12
7.1	SYSTEME PRESSENTI.....	12
7.2	VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ COLLECTIF ET PAC AIR.....	13
7.3	VARIANTE 2 : RESEAU DE CHALEUR + PAC	14
8	RECAPITULATIF.....	15
8.1	AVANTAGES / INCONVENIENTS	16
9	CONCLUSIONS.....	17

1 PREAMBULE

Dans le cadre de l'application de l'arrêté du 18 décembre 2007 relatif à l'étude de faisabilité d'approvisionnement en énergie pour les bâtiments neufs et existants, le présent document a pour but d'étudier la faisabilité technique et économique des diverses solutions d'approvisionnement en énergie, pour le chauffage, la ventilation, le refroidissement, la production d'ECS et l'éclairage des locaux.

NOTA IMPORTANT :

Les consommations indiquées dans ce document sont calculées de manière conventionnelle à partir du moteur **TH- BCE2012 V.7.5.0.1** 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 thermique 2012 pour l'opération :

TREED IT à Champs Sur Marne

Ce mémoire concerne l'immeuble intitulé « Conjugo », l'immeuble de bureaux. (Bât D).



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

- La chaufferie gaz à condensation pour le chauffage, des ballons électriques pour l'eau chaude sanitaire. Une Pac sur air pour la climatisation.
- Le réseau de chaleur 85% EnR pour le chauffage, des ballons électriques pour l'eau chaude sanitaire. Une Pac sur air pour la climatisation.
- Une pompe à chaleur réversible sur nappe en base du chauffage et de la climatisation, des ballons électriques pour l'eau chaude sanitaire. Une Pac sur air en appoint de la climatisation. Des panneaux photovoltaïques assurent une efficacité énergétique $Cep < Cep_{-40\%}$. Cette solution correspond à l'état pressenti.

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.

Les variantes suivantes n'ont pas été étudiées :

- 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 efficace ;

- 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 n'est pas pertinente pour un immeuble de bureaux.

- 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 LOGICIEL DE CALCULS:

L'étude comparative de production d'énergie a été réalisée avec le logiciel PERRENOUD : U22 version **5.1.23 du 05/09/2017** et le moteur THBCE 2012 (**V 7.5.0.1 du 14/12/2016**) 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

3.2 CARACTÉRISTIQUES GENERALES DE BATIMENT

BATIMENT	BATIMENT CONJUGO
Surface Rt	4033.45 m ²
Surface de plancher	3972.30 m ²

La perméabilité à l'air des bâtiments sous 4 Pa pour le bâtiment est de **0,80 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 dans le cas ou cette valeur est différente de la valeur par défaut de la réglementation.

3.3 CONDITIONS CLIMATIQUES EXTÉRIEURES :

Zone climatique pour calcul RT2012 :	H1a (Département 77 altitude inférieure à 400 m)
Classe d'exposition au bruit des infrastructures et transport :	BR1
Types d'usage du bâtiment et Occupation :	Bureaux - Continue
Classe d'Inertie quotidienne :	Très Lourde
Classe d'Inertie séquentielle :	Moyenne

3.4 CONDITIONS DE TEMPÉRATURES INTÉRIEURES :

Température par défaut :	19°C
Température sanitaires et vestiaires :	21°C

3.5 ENVELOPPE DU BÂTIMENT

3.5.1 CATALOGUE DES PAROIS

Code	Type	Désignation	U W/m ² .°C	b
ME1	Mur extérieur (A1)	Mur Extérieur ITE	0,140	1,000
MI1	Mur intérieur (A1)	Mur sur circulation	0,186	0,950
MI2	Mur intérieur (A1)	Mur sur chaufferie	0,186	0,900
Cloi	Mur intérieur (A1)	Cloison sur faux plafond	3,333	0,050
TP	Plancher sur terre-plein (A4)	Plancher sur TP	0,159	1,000
TT Acc	Plafond extérieur (A3)	Toiture terrasse accessible	0,106	1,000
TT NAcc	Plafond extérieur (A3)	Toiture terrasse non acc	0,106	1,000
Fx Plaf	Plafond intérieur (A2)	Faux plafond RDC	1,575	0,050

3.5.2 CATALOGUE DES VITRAGES

Code	Désignation	Long m	Haut m	Type Ouvrant	Type Vitre	Type Fermeture
BV	Fenêtre Alu Rpth	0.80	2.20	Fen. Mét. Rupt. (Uf=1.2) Argon (E=0.03)	Double +15mm	Vol. Roul. PVC (e>12mm)

4 TARIFS DES ENERGIES ET ABONNEMENTS

4.1 GAZ NATUREL

4.2 GAZ

	Abonnement		Coût	
Tarif de base	80,93	€/an	0,09060	€/kWh
Tarif B0	95,49	€/an	0,07380	€/kWh
Tarif B1 et 3Gb	238,15	€/an	0,05180	€/kWh
Tarif B2I	238,15	€/an	0,05180	€/kWh
Evol. Pessimiste	7,00	%	Moyen	3,00 %
			Opt.	1,00 %

4.3 ELECTRICITÉ

Tarif vert – Version TLU

HIVER			Prime Fixe Annuelle (€ / kW)
Pointe	Pleines	Creuses	74,16
0,07154	0,05820	4,30000	
en € / kWh			
ETE			
Heures Pleines	Heures Creuses		
2,81000	1,84000		
en € / kWh			

4.4 RÉSEAU DE CHALEUR

Réseau de chaleur hiver	0,0418 €/kWh	Evol. Pessimiste	0,00 %
Réseau de chaleur été	0,0268 €/kWh	Moyen	3,00 %
Abonnement Réseau de chaleur	25,10 €/kW	Optimiste	0,00 %

4.5 RACHAT D'ELECTRICITÉ D'ORIGINE RENOUVELABLE

Electricité d'origine renouvelable : Photovoltaïque			
Capteurs intégrés	0,56	€/ kWh	Evolution annuelle
Capteurs non intégrés	0,30	€/ kWh	
			3,00 %

5 SYSTEME D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE PRESENTI

5.1 PRODUCTION DE CHALEUR, DE FROID ET D'ECS

La production de chauffage et de froid est assurée par deux pompes à chaleur sur géothermie.

Puissance chaud : 60 kW chacune




Puissance froid : 70 kW chacune.

L'eau chaude sanitaire est assurée par des ballons ECS implantés dans les cellules sanitaires : 50L, 1800W chacun.

L'appoint de climatisation est assuré par un groupe froid sur air.




Puissance froid : 140 kW.

Des panneaux photovoltaïques assurent une performance énergétique $Cep < Cep-40\%$


	<p><u>Production de chaleur et de froid.</u></p> <p>Refroidisseur de liquide à condensation par eau et réversible. Marque : Carrier Type : 30XW</p> <p>Puissance chaud : 60 kW COP = 4</p> <p>Puissance froid : 70 kW EER = 4</p> <p>Quantité : 2 unités.</p> <p>Émission : Ventilo convecteurs</p>
	<p><u>Production d'eau chaude sanitaire</u></p> <p>Ballon d'eau chaude mural</p> <p>Type : blindé</p> <p>Capacité » : 50L</p> <p>Puissance : 1800W</p>
	<p><u>Production de froid :</u></p> <p>Refroidisseur de liquide.</p> <p>Puissance froid : 140 kW. EER = 4</p>

Horloge générale de programmation permettant d'assurer une température minimale fixée par l'utilisateur. Programmation à heures fixes



5.2 VENTILATION

	<p>CTA double flux</p> <p>Puissance électrique du moteur soufflage : 2188 W Puissance électrique du moteur reprise : 1750 W</p> <p>Echangeur Efficacité : 75% certifié Puissance électrique des auxiliaires : 0W</p> <p><u>Localisation</u> : Les bureaux et SdR.</p>
	<p>Extracteur simple flux</p> <p>Puissance électrique du moteur reprise : 141 W</p> <p><u>Localisation</u> : Locaux simple flux sauf sanitaires.</p>
	<p>Extracteur simple flux</p> <p>Puissance électrique du moteur reprise : 481 W</p> <p><u>Localisation</u> : Sanitaires.</p>

5.3 DISTRIBUTION

	<p><u>Chauffage et ECS</u>: Réseaux hors volume habitable : Calorifuge Classe 3 Réseaux en volume habitable : nu à l'air libre</p>
---	--

5.4 EMISSIONS

	<p>Ventilo convecteurs :</p> <p>Régime chaud: 55/45°C. Régime froid : 7°C/12°C. (logements sociaux) Classe de variation spatiale : Classe B2 Régulation : Couple régulateur – émetteur permettant un arrêt total de l'émission.</p>
	<p>Radiateur à eau chaude :</p> <p>Température nominale : 50/40°C Classe de variation spatiale : Classe C Régulation : Régulation terminale certifiée. Valeur de VT (certifiée) = 0,2°C</p>

5.5

PANNEAUX PHOTOVOLTAIQUES

Panneaux photovoltaïques :

Technologie : multicristallin

Surface estimée : 220 m².

6 SYSTEMES D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE ETUDIES

6.1 VARIANTE 1 : CHAUDIERE GAZ A CONDENSATION ET GROUPE FROID SUR AIR

Cette variante consiste à prévoir une chaufferie gaz pour les besoins de chauffage. L'eau chaude sanitaire est assurée par des ballons électriques implantés en cellules sanitaires. Un groupe froid sur air assure la climatisation.

La puissance des chaudières est estimée à 2 x 117 kW.

Capacité des ballons : 50L.

Puissance d'un ballon : 1800W

La puissance du groupe froid est estimée à 140 kW.

6.2 VARIANTE 2 : RESEAU 85% ENR ET GROUPE FROID SUR AIR

Cette variante consiste à prévoir un réseau 85% EnR pour les besoins de chauffage. L'eau chaude sanitaire est assurée par des ballons électriques implantés en cellules sanitaires. Un groupe froid sur air assure la climatisation.

La puissance du réseau est estimée à 200 kW.

Capacité des ballons : 50L

Puissance d'un ballon : 1800W.

La puissance du groupe froid est estimée à 140 kW.

6.3 INVESTISSEMENTS

Les investissements indiqués ci-dessous ont été établis pour l'ensemble des équipements de production de chaleur du bâtiment (équipements de ventilation, distribution et émission non compris).

SOLUTIONS	MONTANT INVESTISSEMENT €H.T.
Système pressenti : PAC eau + PAC air + ballons + PV	697 814
Variante 1 : Chaufferie Gaz + PAC air + ballons	546 228
Variante 2 : Réseau + PAC air + ballons	572 808

6.4 **COUTS 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	MONTANT € H.T. /AN
Système pressenti : PAC eau + PAC air + ballons + PV	95 452
Variante 1 : Chaufferie Gaz + PACair + ballons	112 357
Variante 2 : Réseau + PACAir + ballons	44 845

6.5 **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.

6.5.1 **SOLAIRE THERMIQUE**

Le Conseil Régional peut financer à hauteur de 30% du coût de l'installation

6.5.2 **AUTRES VARIANTES**

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

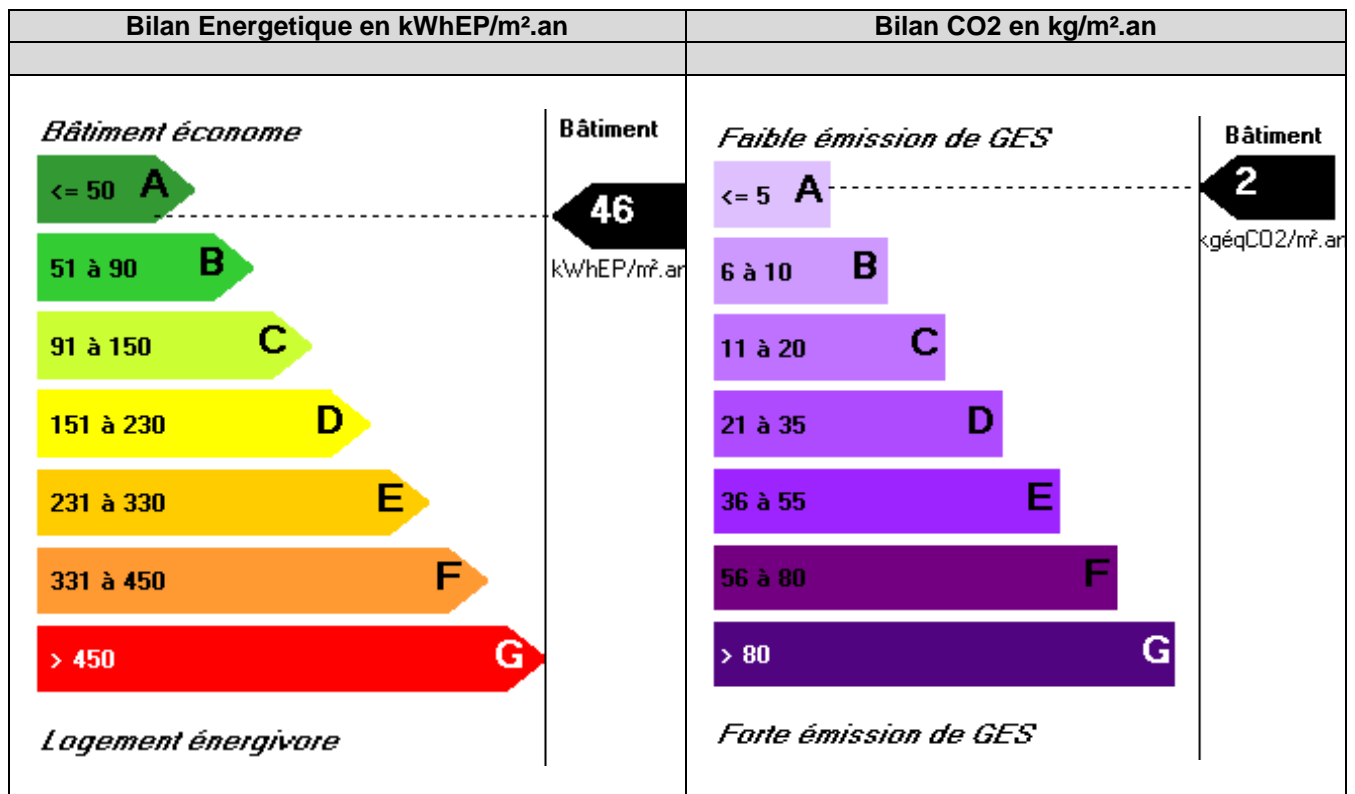
7 CONSOMMATIONS – RÉSULTATS

7.1 SYSTÈME PRESENTI

 Surface SRT : 4033.45 m²

Investissements : 697814 €

Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an/m ²)	Dépenses (€/an) TTC	Consommations en kWhEP/m ² de SRT
CHAUFFAGE	22183,96	14,20	1438,90	<p> Chauffage (14,20) Refroidissement (8,70) ECS (10,90) Eclairage (15,40) Auxil. + Ventil. (14,20) </p>
REFROIDISSEMENT	13713,72	8,70	1214,99	
ECS	16940,48	10,90	924,50	
ECLAIRAGE	24200,68	15,40	2161,85	
VENTILATEURS	20167,23	12,80	1801,54	
AUXILIAIRES	2420,07	1,40	216,18	
PHOTOVOLTAIQUE	-27427,44	-17,54	-15359,37	
TOTAL	72198,70	45,86	-7601,40	
ABONNEMENTS EDF			415,84	
ABONNEMENTS Autres			0,00	
ENTRETIEN			95452,00	
TOTAL DEPENSES ANNUELLES			88266,45	

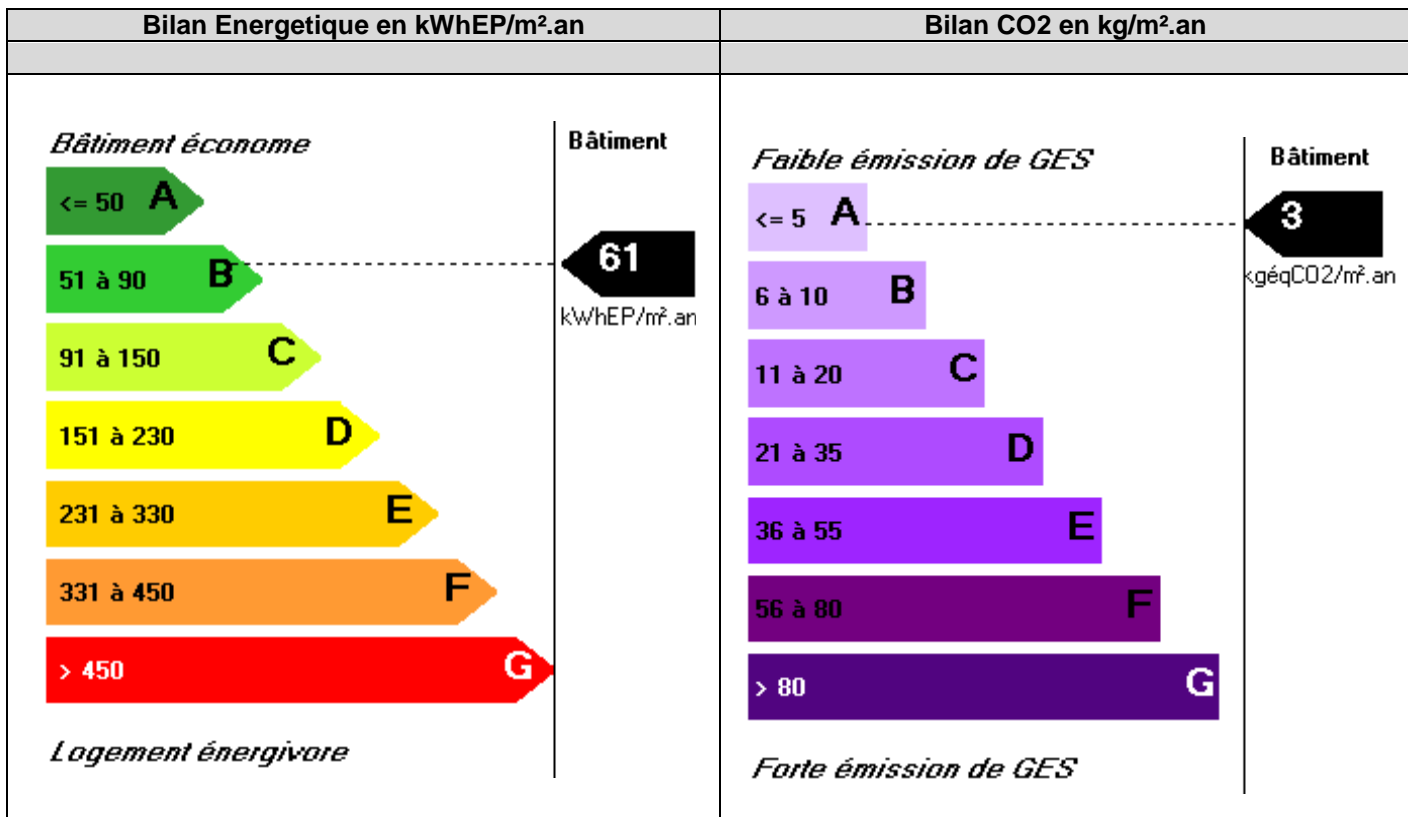


7.2 VARIANTE 1 : CHAUFFERIE GAZ COLLECTIF ET PAC AIR

 Surface SRT : 4033.45 m²

Investissements : 546228 €

Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an/m ²)	Dépenses (€/an) TTC	Consommations en kWhEP/m ² de SRT
CHAUFFAGE	39124,44	9,80	2755,16	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (9,80) ■ Refroidissement (11,50) ■ ECS (10,90) ■ Eclairage (14,10) ■ Auxil.+Ventil. (14,30)
REFROIDISSEMENT	18150,51	11,50	1606,02	
ECS	16940,48	10,90	924,50	
ECLAIRAGE	22183,96	14,10	1981,69	
VENTILATEURS	20167,23	12,90	1801,54	
AUXILIAIRES	2420,07	1,40	216,18	
TOTAL	118986,70	60,60	9285,10	
ABONNEMENTS EDF			415,84	
ABONNEMENTS Autres			208,74	
ENTRETIEN			112357,00	
TOTAL DEPENSES ANNUELLES			122266,70	

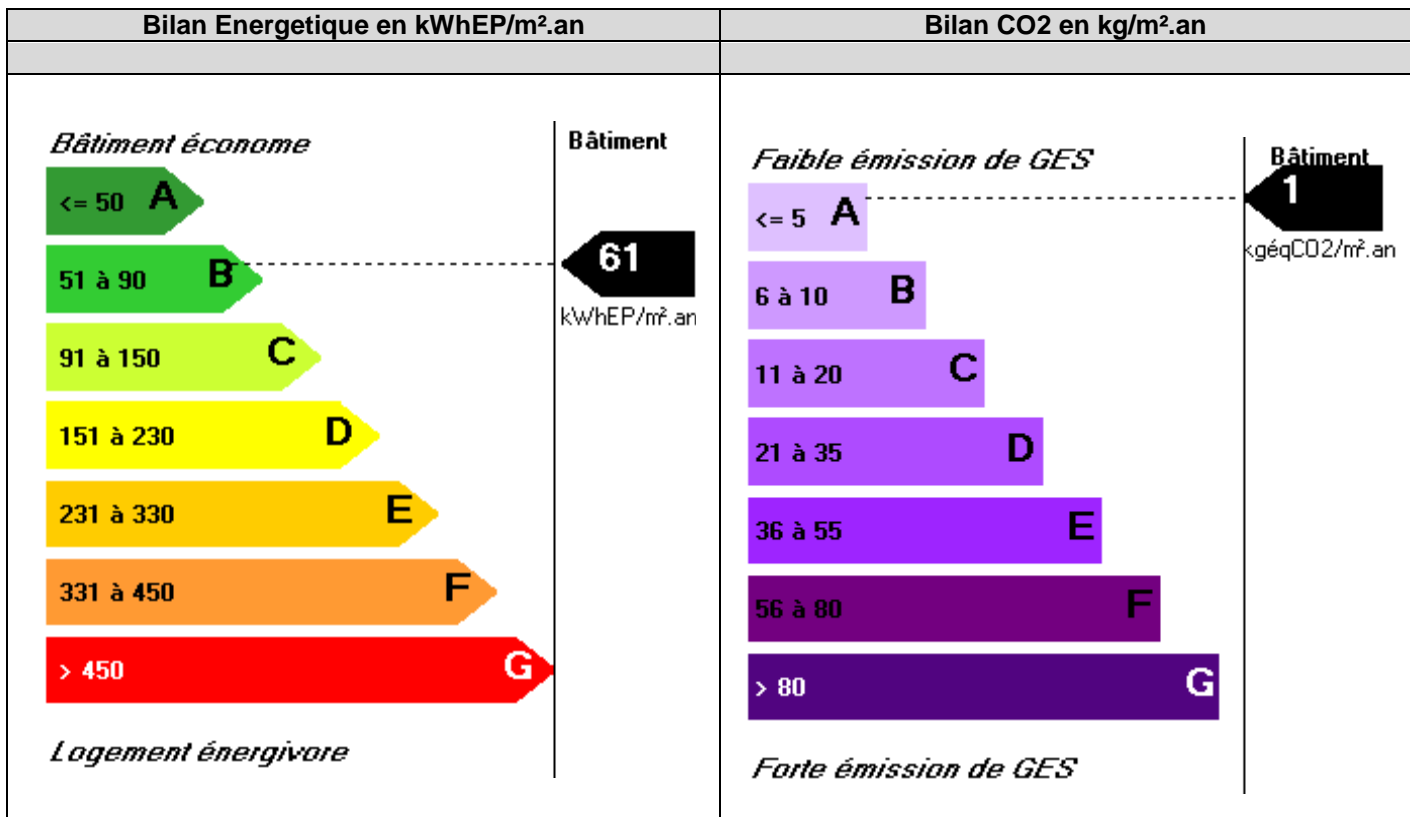


7.3 VARIANTE 2 : RESEAU DE CHALEUR + PAC

 Surface SRT : 4033.45 m²

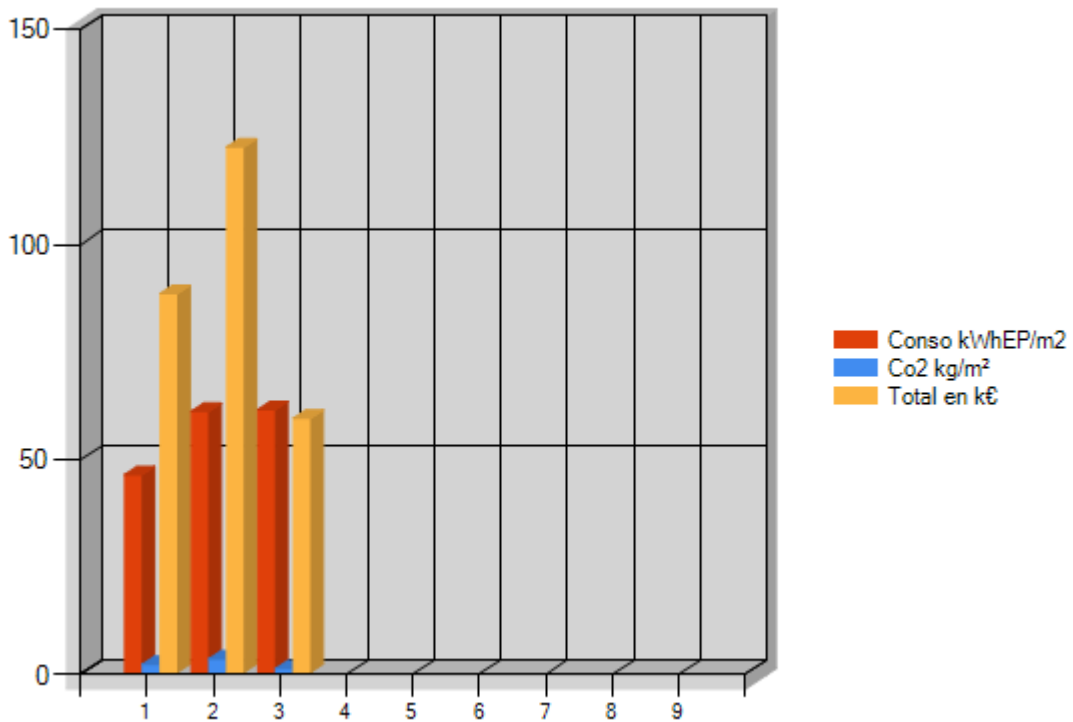
Investissements : 572808 €

Consommations	Energie finale (kWh/an)	Energie primaire (kWhEP/an/m ²)	Dépenses (€/an) TTC	Consommations en kWhEP/m ² de SRT
CHAUFFAGE	40334,47	10,00	2016,43	<ul style="list-style-type: none"> ■ Chauffage (10,00) ■ Refroidissement (11,70) ■ ECS (10,90) ■ Eclairage (14,10) ■ Auxil.+Ventil. (14,30)
REFROIDISSEMENT	18150,51	11,70	1633,95	
ECS	16940,48	10,90	924,50	
ECLAIRAGE	22183,96	14,10	1981,69	
VENTILATEURS	20167,23	12,90	1801,54	
AUXILIAIRES	2420,07	1,40	216,18	
TOTAL	120196,70	61,00	8574,30	
ABONNEMENTS EDF			415,84	
ABONNEMENTS Autres			5296,10	
ENTRETIEN			44845,00	
TOTAL DEPENSES ANNUELLES			59131,25	



8 RECAPITULATIF

	Intitulé	Total EP MWh	Total EP kWh/m ²	Co2 kg/m ²	Total €	Différence Invest.	Temps de retour brute
0	Etat pressenti	185,0	45,9	1,8	88 266		
1	Chaudière condensation	244,4	60,6	3,1	122 267	-151 586	
7	Réseau de chaleur	246,0	61,0	0,8	59 131	-125 006	



8.1

AVANTAGES / INCONVÉNIENTS

Le tableau ci-dessous indique les avantages et inconvénients des variantes par rapport au système pressenti.

SYSTEME	AVANTAGES	INCONVENIENTS
Etat pressenti	Très bonnes performances énergétiques. Utilisation de ressources renouvelables.	Investissements lourds
Variante 1 : Gaz+PAC	Installation classique, investissement minimum.	Pas de label.
Variante 2 : Reseau+PAC	Installation classique. Utilisation des énergies renouvelables.	Objectif de label possible mais avec des investissements supplémentaires.

9 CONCLUSIONS

La solution chaudière condensation et Pac présente un investissement moindre, des performances énergétiques, mais pas de label possible.

La solution réseau 85% EnR et Pac présente un investissement acceptable, des performances énergétiques intéressantes, avec possibilité de labéliser avec des investissements supplémentaires.

La solution pressentie, avec la Pac à eau sur le chauffage et la climatisation, une Pac à air en appoint, et les panneaux photovoltaïques, est la solution la plus couteuse, mais elle permet d'obtenir une très bonne performance énergétique.

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

L'installation correspondant à la variante n°1, chauffage par le gaz, refroidissement par une pompe à chaleur, et ECS par ballons électriques.

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.