



UJPE Nîmes

Projet de restructuration et d'extension de l'UJPE de Nîmes

NT DCE ETUDE D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

Référence document	Ind	Date	Observations
NT DCE ETUDE D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE	0	27/04/2026	Première diffusion

Maître d'Ouvrage

DIRECTION TERRITORIALE PROTECTION JUDICIAIRE JEUNESSE GARD LOZERE (DTPJJ)
Unité judiciaire à priorité éducative – Site du mas du noyer
400 Chemin de L'Aérodrome
30 000 NIMES

Architecte mandataire

SEUIL ARCHITECTURE
18 rue Adonis
31200 TOULOUSE

UJPE Nîmes

Projet de restructuration et d'extension de l'UJPE de Nîmes



ETUDE D'APPROVISIONNEMENT EN ENERGIE

Notice technique

DCE

Indice	Date	Rédaction	Vérification	Commentaire
0	27/04/2026	VSC	QHU	Première diffusion

SOMMAIRE

1	PRESENTATION DE L'ETUDE	3
1.1	Contexte	3
1.2	Objet	3
1.3	Périmètre de l'étude	3
2	METHODOLOGIE	4
2.1	Principe	4
2.2	La simulation thermique dynamique	4
2.3	Le calcul en coût global	5
3	DONNEES D'ENTREE	6
3.1	Economiques	6
4	SOLUTION N°1 : POMPE A CHALEUR AIR/EAU	7
4.1	Principe de la solution	7
4.2	Equipements techniques	7
4.3	Coût d'investissement	7
4.4	Consommations et coûts différés	8
4.5	Inconvénients de la variante	8
5	SOLUTION N°2 : POMPE A CHALEUR GEOTHERMIQUE	9
5.1	Principe de la solution	9
5.2	Equipements techniques	10
5.3	Coût d'investissement	10
5.4	Consommations et coûts différés	10
5.5	Coûts liés à la maintenance	11
5.6	Avantages et inconvénients de la variante	11
6	COMPARATIF EN COUT GLOBAL ET ENVIRONNEMENTAL	12
6.1	Principe de décomposition	12
6.2	Résultats	12
6.3	Comparatif environnemental	13
7	CONCLUSION	14
8	ANNEXE : GRAPHIQUE COUT GLOBAL	15

1 PRESENTATION DE L'ETUDE

1.1 Contexte

Le présent rapport a pour objet de présenter une étude d'approvisionnement énergétique concernant le projet d'extension et de réhabilitation de l'unité judiciaire à priorité éducative (UJPE) de Nîmes (30).

- Rez-de-chausséeSalles de classe & d'activités
- Etage supérieurLocaux de sommeil

Cette étude sera mise à jour au cours des phases suivantes en fonction des modifications faites sur le projet.

1.2 Objet

Cette étude de faisabilité comparative sur la production énergétique a pour objet de fournir au Maître d'Ouvrage l'ensemble des données techniques et économiques lui permettant d'opérer un choix en toute connaissance de cause et en fonction de ses attentes et de ses sensibilités. Elle vise à comparer différentes solutions de production énergétique calorifique en intégrant pour chacune d'elle les impacts en termes de travaux (faisabilité technique), les données financières (investissement et exploitation) et l'intérêt et/ou les contraintes sur le plan énergétique et environnemental.

1.3 Périmètre de l'étude

Cette étude porte sur la production calorifique nécessaire au chauffage et l'eau chaude sanitaire de ce bâtiment. Il ne sera pas étudié la production de rafraîchissement active puisque cette solution native sera activée à un horizon lointain (lorsque le rafraîchissement passif ne sera plus en mesure d'assouvir le bâtiment).

2 METHODOLOGIE

2.1 Principe

Cette étude de faisabilité comparative vise à définir les différents coûts pour les solutions étudiées, que sont le coût d'investissement, les coûts d'entretien et de maintenance, les coûts de remplacement des gros équipements (GER) et les coûts d'exploitation. Afin de définir les couts d'exploitation, il convient d'estimer les niveaux de consommation pour les postes de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Pour que celles-ci soient le plus réaliste possible, nous nous appuyons sur une simulation thermique du comportement du bâtiment sur une année intégrant un fichier météorologique local. Les consommations issues de cette simulation tiennent compte des équipements techniques installés et de leurs performances.

2.2 La simulation thermique dynamique

2.2.1 Présentation

La simulation thermique dynamique a pour objectif de définir le comportement futur des bâtiments en termes de températures intérieures et de consommations énergétiques, par rapport à un fonctionnement qui se veut le plus proche de la réalité et faisant intervenir divers scénarios (occupation, consignes de température, débits de ventilation, infiltrations d'air, puissance dissipée par les équipements internes, occultations, etc.).

Afin de produire des estimations fiables, le fonctionnement thermique du bâtiment est approché au plus près de la réalité et tient compte des éléments suivants :

- **Enveloppe thermique** : dimensions, orientations, caractéristiques des parois, surfaces vitrées, etc.
- **Apports internes** : occupants, éclairage, matériel informatique, etc.
- **Usages** : planning d'occupation et régulation des différentes installations techniques
- **Météorologie** : conditions météorologiques locales par pas de temps horaires et sur toute l'année.

2.2.2 Méthodologie

Le bâtiment est alors saisi dans sa totalité en tenant également compte des pièces inoccupées et non chauffées (locaux techniques, espaces tampons). Il est ensuite découpé en différentes zones thermiquement homogènes afin de suivre pour chacune d'elle l'évolution des températures et les niveaux de consommations.

L'articulation des différents éléments intervenants dans la simulation thermique dynamique est représentée sur le schéma ci-après, qui permet de mieux appréhender les étapes logiques de la méthode utilisée.

Variables d'entrées	Bâtiment	Environnement	Résultats
Caractéristiques des parois <i>Matériaux et épaisseurs mises en œuvre</i> Caractéristiques des menuiseries <i>Performance thermique, facteur solaire, transmission lumineuse</i> Ponts thermiques <i>Linéiques importés des règles Th-U</i> Ecrans végétaux Scénarios <i>Consignes de température</i> <i>Occupation</i> <i>Débits de ventilation</i> <i>Puissances dissipées</i> <i>Occultations</i> Infiltrations d'air	Architecture <i>Dimensions des parois</i> <i>Orientations des parois</i> <i>Pièces et contacts</i> <i>Masques intégrés</i> Implantation <i>Masques lointains</i> Zonage <i>Zones thermiques</i>	Météo <i>Données météorologiques horaires</i> Site <i>Altitude</i> <i>Température du sol</i> <i>Latitude et longitude</i>	Températures par heure et par zone <i>Températures résultantes intérieures</i> <i>Température extérieure</i> Besoins heure par heure <i>Besoins de chaud</i> <i>Besoins de froid</i> Puissances heure par heure <i>Puissances de chauffage</i> <i>Puissances de rafraîchissement</i> <i>Puissances dissipées</i> Apports solaires
Fonctionnement		Environnement	Résultats

2.2.3 Outil

La simulation thermique dynamique ainsi que la modélisation géométrique en 3D des bâtiments ont été réalisés à l'aide du logiciel PLEIADES version 6.25.8.1 développé par IZUBA ENERGIES.

2.3 Le calcul en coût global

2.3.1 Définitions et normes

Définition générale : « Le coût global est le coût cumulé d'un produit tout au long de son cycle de vie, depuis le début de sa conception jusqu'à son démantèlement. L'analyse et l'évaluation de ce coût est un outil managérial d'aide à la décision, il permet de guider les choix de conception et d'éclairer un acheteur pour la sélection d'un produit. »

Norme NF EN 60300-3-3, décembre 2005

Définition appliquée au domaine du bâtiment : « Le coût global d'une opération immobilière est défini comme l'ensemble des coûts d'investissement et des coûts d'exploitation prévisibles pour le chauffage, l'eau chaude sanitaire, la ventilation, la climatisation si elle existe et les éléments de l'enveloppe du bâtiment liés au choix du système énergétique, sur la totalité de son cycle de vie. »

Méthode conventionnelle française de calcul du coût global énergétique des bâtiments

La norme en vigueur est la norme ISO 15686-5. Elle indique des lignes directrices relatives à l'analyse du coût global des bâtiments, et de leurs composants. En France, il a découlé de cette norme ISO la « Méthode conventionnelle française de calcul du coût global énergétique des bâtiments » du 29 Mai 2002. Ce texte définit la méthode qui doit être utilisée par les professionnels de la construction pour choisir, avant la construction d'une opération, et parmi différentes solutions possibles, une solution optimale en matière énergétique. Elle dissocie deux méthodes de calcul :

- **Coût global actualisé :** C'est la somme sur la durée d'utilisation des dépenses d'investissement, des dépenses annuelles de conduite, d'exploitation et de maintenance, des dépenses de gros entretien et de remplacement des équipements en fin de vie. Toutes ces dépenses, sauf l'investissement initial, sont actualisées afin de ramener la valeur de leurs coûts (intervenant à des années différentes) à l'année zéro, où est réalisé l'investissement.
- **Coût global annualisé :** C'est la somme des dépenses annuelles de conduite, d'exploitation et de maintenance, des dépenses de gros entretien, dépense de remplacement des équipements en fin de vie (les éléments à durée de vie indéfinie étant considérés comme remplacés à la fin de la période d'amortissement du bâtiment) ramenés à un montant annuel des dépenses. Le coût global annualisé correspond à une forme de loyer annuel du système énergétique, toutes dépenses comprises. Ainsi, un remplacement intervenant tous les 8 ans sera réparti sur cette même durée. De la même façon, on définit une durée d'amortissement afin de répartir l'investissement sur une durée précise.

Dans notre cas, nous nous baserons sur une approche en coût global actualisé.

2.3.2 Méthodologie

Afin de produire des estimations fiables, l'approche globale tient compte :

- Du contexte économique et financier
- Des investissements relatifs aux installations techniques
- Des consommations énergétiques du bâtiment et des tarifications énergétiques associées
- Des coûts différés relatifs à l'entretien, la maintenance et le remplacement

L'articulation des éléments intervenants dans l'approche en coût global énergétique est représentée sur le schéma ci-après, qui permet de mieux appréhender les étapes logiques de la méthode utilisée.

Contexte économique	Tarifs énergétiques	Consommations	Données financières	Résultats
Durée d'utilisation du bâtiment	Choix des énergies	Consommations énergétiques issues d'un calcul STD	Coût d'investissement	Economie
Taux d'actualisation	Electricité		Coût annuel d'entretien et de maintenance	Coût global actualisé
Taux d'inflation	Gaz naturel	Postes de consommations	Coût et fréquence de remplacement des gros équipements selon leur durée de vie typique (DVT)	Part de l'investissement
Taux d'évolution de l'entretien	Biomasse	Chauffage		Part des coûts d'exploitation
TVA	Etc.	Climatisation		Energie
	Détermination	ECS		Consommations
	Du prix de l'abonnement			Bilan environnemental
	Du prix du kWh			

3 DONNEES D'ENTREE

3.1 Economiques

3.1.1 Durée du calcul

La durée du calcul prise en compte correspond à la durée de vie prévisionnelle du bâtiment. Elle est fixée à **50 ans**.

3.1.2 Contexte financier

Afin d'anticiper l'évolution des tarifs énergétiques, l'actualisation de la monnaie ainsi que l'évolution des prix de l'entretien, quatre taux sont pris en compte dans le calcul du coût global :

- taux d'actualisation générale :3 %
- taux d'évolution du prix de l'entretien :2,0 %
- taux d'évolution du prix de l'électricité :6,0 %
- taux d'évolution du prix des granulés :4,0 %
- taux d'évolution du prix du gaz naturel :6,0 %
- Maintenance P2 :2,0 %
- GER P3 :2,0 %

3.1.3 Tarifications énergétiques

Les tarifs énergétiques pris en compte dans la suite des calculs pour l'évaluation des coûts d'exploitation tiennent compte pour chaque source d'énergie des valeurs suivantes (valeurs issues de la base de données gouvernementale Pégase, disponible sur « www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr »).

- Electricité // kWh :0,2208 € TTC / kWh
- Electricité // Abonnement :48,78 € TTC / kVA
- Bois // kWh :0,0756 € TTC / kWh

4 Solution n°1 : Pompe à chaleur Air/Eau

4.1 Principe de la solution

Dans cette solution, l'ensemble des productions calorifiques sur sondes géothermiques verticales sont remplacées par deux systèmes de production calorifique type Pompe à chaleur Air/Eau.

Le dimensionnement des Pompe à chaleur est similaire à la solution géothermique préconisée pour la phase APD. Cette solution est détaillée ci-après.

4.2 Equipements techniques

4.2.1 Unité // Chauffage

La pompe à chaleur prise en compte dans l'étude est du type Air / Eau. Il s'agit d'un système produit par CARRIER modèle AquaSnap 040P qui présente les caractéristiques suivantes :

- Puissance calorifique nominale (+7°C/35°C) :48 kW
- Puissance absorbée (+7°C/35°C) :13 kW
- Nombre d'Unités : 1 Unité

4.2.2 Unité // Eau chaude sanitaire

La pompe à chaleur prise en compte dans l'étude est du type Air / Eau. Il s'agit d'un système produit par ECOFOREST modèle ecoAIR+ EVI 4-20 qui présente les caractéristiques suivantes :

- Puissance calorifique nominale (+7°C/55°C) :20,8 kW
- Puissance absorbée (+7°C/55°C) :7,8 kW
- Nombre d'Unité : 1 Unité



4.3 Coût d'investissement

L'investissement présenté ci-après intègre uniquement les coûts variant au niveau de la production calorifique. Dans le cadre de cette étude d'approvisionnement énergétique, nous considérons que la distribution hydraulique et l'émission de chaleur sera identique entre les deux solutions étudiées.

INVESTISSEMENT				
Désignation	U	Qté	PU	Montant
Groupe extérieur	Ens	1	45 000,00 €	45 000,00 €
PAC ECS	Ens	1	15 000,00 €	15 000,00 €
Ballon tampon	Ens	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Ballon tampon ECS	Ens	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Alimentation / Régulation	Ens	1	15 000,00 €	15 000,00 €
Réseaux en chaufferie	Ens	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Alimentation / Régulation	Ens	1	15 000,00 €	15 000,00 €
TOTAL HT				148 000,00 €

Ainsi, le coût d'investissement initial est estimé à 148 000 € HT.

4.4 Consommations et coûts différés

4.4.1 Estimation des consommations

Les consommations sont issues de la simulation thermique dynamique témoin réalisée à l'aide du logiciel PLEIADES, tout en tenant compte de l'ensemble des éléments présentés ci-avant dans le rapport et des rendements standards de la solution technologique utilisée. Elles sont présentées par poste en kWh d'énergie finale.

Consommations énergétiques annuelles kWh				
Postes	Chauffage	ECS	Auxiliaires	Total
Electricité	29 677	3917	3 931	37 525
Bois	-	-	-	-
Gaz	-	-	-	-

Le total annuel des consommations sujettes à cette étude est de 37 525 kWh.

La décomposition des consommations et des coûts d'exploitation associés par énergie est la suivante (les coûts présentés ci-dessous intègrent l'abonnement énergétique pour les différentes énergies utilisés dans le cadre de cette configuration) :

Energie	Unités	Coût d'exploitation
Electricité	37 525 kWh	8 286 €
Abonnement élec	100 kVA	4 878 €
Total	37 525 kWh	12 773 €

Le coût d'exploitation annuel de cette solution est donc de 12 773 € HT.

4.4.2 Coûts liés à la maintenance

Dans le cadre de l'exploitation de système thermodynamique, il convient de procéder à un contrôle périodique des équipements. Derrière il faut contrôler également le bon fonctionnement de l'ensemble des équipements (régulation, vannes...). Il faut également intégrer dans le prix de l'entretien et la maintenance les consommables tels que le filtre à condensats.

Equipement	Coût d'entretien
PAC AIR EAU	1200
PAC ECS + Accessoires	1200
Total	2 400 € HT

4.4.3 Coûts liés au GER

On entend par GER, Gros Entretien et Remplacement. Cela concerne les gros matériels de production, tels que les générateurs. Afin d'estimer ce coût de GER, nous nous basons sur les durées de vie typiques (DVT) présentes dans notre base de données, ainsi que sur le coût d'investissement à l'année 0 (pour lequel il faut ensuite tenir compte de l'inflation et l'actualisation).

Les données saisies sont les suivantes :

Désignation	PU	DVT	GER annuel
Unité extérieure double service	56 260,44 €	15	3 750,70 €
PAC ECS	18 753,48 €	15	1 250,23 €
Ballon tampon	5 387,42 €	20	269,37 €
Ballon tampon ECS	5 387,42 €	20	269,37 €
Circulateur double	11 252,09 €	15	750,14 €
TOTAL HT	97 040,85 €	-	6 289,81 €

4.5 Inconvénients de la variante

Avantages	Inconvénients
Investissement contenu	Coût d'exploitation élevé
Coûts d'entretien et maintenance maîtrisés	Performance de l'installation variable, dégradée en fonction des températures extérieures
	Nécessite un espace extérieur pour leur mise en œuvre
	Gène acoustique

5 Solution n°2 : Pompe à chaleur géothermique

5.1 Principe de la solution

Dans cette solution, la production fossile est remplacée par un système de production de type Pompe à chaleur Eau/Eau. Il ne pourra être étudié qu'une production centralisée.

Le principe de la géothermie est d'utiliser la température du sol en profondeur qui est relativement constante aux alentours de 10/12°C en hiver afin d'alimenter le primaire d'une pompe à chaleur. L'avantage est dans un premier temps que l'échange au niveau de l'évaporateur est meilleur avec un vecteur eau qu'avec un vecteur air (PAC Air / Eau), et dans un second temps que la température du sol est en moyenne bien supérieure à la température de l'air extérieur sur la période hivernale. Ainsi, le rendement de la PAC (COP) est également meilleur. Une installation géothermique est taillée pour atteindre un COP de 6.

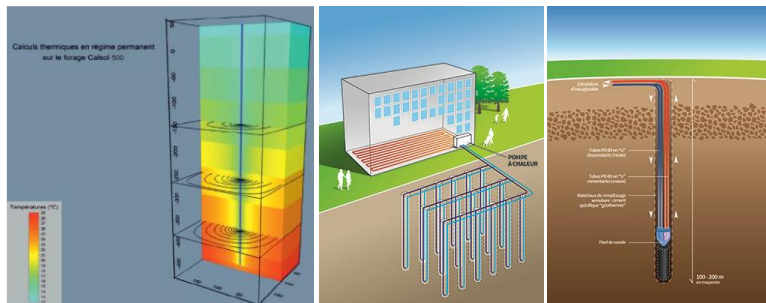
Le plus de cette solution résulte aussi par l'absence de nuisances acoustiques et esthétiques. **L'installation est invisible pour les usagers.** Seules les PAC seront contenues dans les locaux techniques, avec des dispositifs d'assises pour contrer la propagation des vibrations.

De plus, à prix équivalent, les PAC choisies pourront être (dès la livraison) être en mesure de produire du froid dit actif. Ainsi, à l'avenir il pourra être envisager de raccorder de nouveaux émetteurs dans les circulations pour diffuser du chaud et du froid (actif comme passif, à savoir du géocooling). Cela permettant de créer des îlots de fraîcheur pour les enfants à iso-champ de forages. L'astuce est d'inclure dès aujourd'hui des attentes (antennes de plomberie) dimensionnées pour les futurs besoins de l'école.

Afin de récupérer des calories dans le sol, on installe des sondes (tubes en U) dans lesquelles circulent de l'eau ou de l'eau glycolée, puis on comble l'espace entre le forage et le tube avec un mélange à base de bentonite pour favoriser l'échange de chaleur avec le sol. L'ensemble des sondes sont ensuite connectées hydrauliquement en chaufferie via des liaisons en enterré afin d'alimenter le primaire de la PAC.

Dans le cas de la géothermie adaptée à la taille du projet, on se limite généralement à 150 ml de profondeur. En effet, au-delà de cette profondeur, le sol commence à se réchauffer, ce qui est moins propice au rafraîchissement (développé un peu plus loin dans ce paragraphe).

Dans le cadre de la géothermie, le régime côté primaire (au niveau du captage dans le sol) est aux alentours de 2/3°C afin de maximiser l'échange avec le sol qui est fonction du ΔT avec le sol.



La mise en œuvre des sondes obéit à certaines règles de bonnes pratiques. Il faut veiller à :

- Espacer de 3m les sondes vis-à-vis des ouvrages pour limiter les risques de croisement des réseaux
- Espacer de 5m les sondes des arbres pour limiter les risques de détérioration avec les systèmes racinaires
- Espacer les sondes entre elles de 8 à 10m afin qu'elles ne s'influencent pas du point de vue thermique et pour ne pas épuiser le sol localement par un trop fort soutirage.

On notera en complément que la géothermie présente certains avantages tels que le faible encombrement. Les sondes peuvent être installées sous voirie ou sous espace vert et ne mobilisent donc pas de surface au sol pour les aménagements extérieurs. La PAC est relativement compacte et nécessite une réserve tampon ce qui représente un espace réduit en local technique. Elle est donc installée en intérieur, ce qui en fait un équipement plus durable qu'une PAC sur air extérieur. Acoustiquement, elle ne génère pas de nuisances (niveau sonore plus bas qu'une PAC sur air extérieur et freiné par des socles anti-vibratiles).

5.2 Equipements techniques

5.2.1 PAC Eau / Eau

Les PAC de chauffage prises en compte dans l'étude sont des ECOFOREST ecoGEO 5-22. Elles présentent les caractéristiques suivantes :

- Puissance nominale (B0/W35) :22,8 kW
- Nombre d'unités :2 Unités
- Puissance totale :45,6 KW
- Puissance absorbée (B0/W35) :6 kW
- COP (B0/W35) :4,9

5.3 Coût d'investissement

L'investissement présenté ci-après intègre l'ensemble des coûts variant entre les différentes solutions, excepté pour les distributions hydrauliques, les systèmes d'émission qui sont également chiffrés. Ces variations de coûts sont liées à la nature des équipements mis en œuvre.

Ainsi, les postes concernés par la variation de prix sont les suivants :

- Production calorifique pour le chauffage / l'eau chaude sanitaire / refroidissement (état futur)
- Circuit primaire de captage

Les prix ci-dessus sont donnés à titre indicatif et ne font donc pas office de devis.

Désignation	U	Qté	PU	Montant
Pompe à chaleur Eau/Eau	Ens	2	20 000,00 €	40 000,00 €
Circuit primaire de captage	Ens	1	12 360,00 €	12 360,00 €
Sondes géothermique verticales	Ens	1	129 730,00 €	129 730,00 €
Ballons tampon	Ens	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Ballon tampon ECS	Ens	1	4 000,00 €	4 000,00 €
Réseaux en chaufferie	Ens	1	50 000,00 €	50 000,00 €
Alimentation / Régulation	Ens	1	15 000,00 €	15 000,00 €
TOTAL HT				255 090,00 €

Ainsi, le coût d'investissement initial est estimé à 255 090 € HT.

5.4 Consommations et coûts différés

5.4.1 Estimation des consommations

Les consommations sont issues de la simulation thermique dynamique témoin réalisée à l'aide du logiciel PLEIADES, tout en tenant compte de l'ensemble des éléments présentés ci-avant dans le rapport et des rendements standards de la solution technologique utilisée. Elles sont présentées par poste en kWh d'énergie finale.

Consommations énergétiques annuelles kWh				
Postes	Chauffage	ECS	Auxiliaires	Total
Electricité	11 870	2 428	3 931	18 229

Le total annuel des consommations sujettes à cette étude est de 18 229 kWh.

Seule l'énergie électrique est sollicitée dans le cadre de cette solution pour la production calorifique. Les consommations totales ainsi que le coût d'exploitation associé sont les suivants :

Energie	Unités	Coût d'exploitation
Electricité	18 229 kWh	4 025 €
Abonnement élec	72 kVA	3 512 €
Total	18 229 kWh	7 537 €

Le coût d'exploitation annuel de cette solution est donc de 7 537 € HT.

5.5 Coûts liés à la maintenance

Au niveau des PAC, les opérations de maintenance consistent à une vérification périodique de l'équipement, intégrant un contrôle du compresseur et des pressions HP/BP, ainsi que la vérification de l'étanchéité du circuit frigorifique s'il contient plus de 2 kg, ce qui est le cas.

Equipement	Coût d'entretien
Pompe à chaleur Eau / Eau	2 x 1 000 € HT
Total	2 000 € HT

5.5.1 Coûts liés au GER

On entend par GER, Gros Entretien et Remplacement. Cela concerne les gros matériels de production, tels que les générateurs. Afin d'estimer ce coût de GER, nous nous basons sur les durées de vie typiques (DVT) présentes dans notre base de données, ainsi que sur le coût d'investissement à l'année 0 (pour lequel il faut ensuite tenir compte de l'inflation et l'actualisation).

Les données saisies sont les suivantes :

Désignation	PU	DVT	GER annuel
Pompe à chaleur Eau/Eau	53 874,20 €	20	2 693,71 €
Ballons tampon	5 387,42 €	20	269,37 €
Ballon tampon ECS	5 387,42 €	20	269,37 €
Circulateur double	11 252,09 €	15	750,14 €
TOTAL HT	75 901,13 €		3 982,59 €

5.6 Avantages et inconvénients de la variante

Avantages	Inconvénients
Valorisation des énergies renouvelables	Coût d'investissement élevé
Installation simple de fonctionnement et d'exploitation	
Coût d'exploitation très faible, rafraîchissement gratuit	
Possibilité de faire du rafraîchissement passif	

6 Comparatif en coût global et environnemental

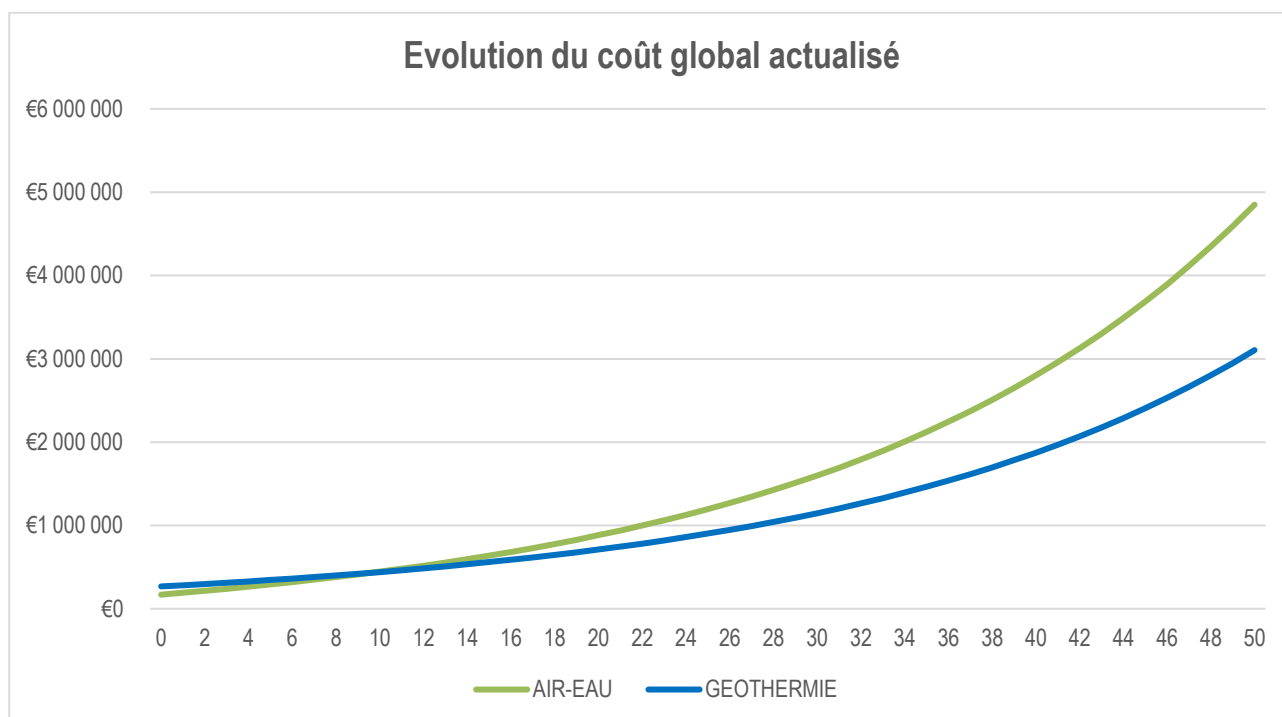
6.1 Principe de décomposition

Ce paragraphe reprend l'ensemble des résultats présentés ci-avant, qui sont définis à l'année 0, année de l'investissement et du premier exercice d'exploitation, et présente les résultats du calcul en coût global sur 20 ans en tenant compte de la périodicité d'intervention des différents coûts, et de l'évolution des différents coûts sur la période considérée.

Ainsi, on dissocie :

- L'investissement
- Le coût de fourniture de l'énergie : noté P1
- Le coût d'entretien et de maintenance : noté P2
- Le coût de GER : noté P3

6.2 Résultats



NOTA : Le présent graphique est disponible en annexe.

Pour rappel, la solution géothermique est la solution qui présente l'investissement le plus important, à savoir 255 000 euros HT contre 148 000 euros HT pour la solution aérothermique. Soit 100 000 euros d'écart ! On retrouve cet écart sur le présent graphique (nous vous invitons à consulter l'annexe pour plus de lisibilité).

En revanche, le pouvoir d'efficacité énergétique allouable par la géothermie surclasse la solution Air/Eau à partir de la 12^{ème} année d'exploitation. Pour rappel, nous avons tenu compte que :

- Le financement extérieur (subventions) n'est pas recevable pour la maîtrise d'ouvrage en raison de son statut public.
- L'abonnement en puissance électrique a été augmenté pour la première solution puisque que le coefficient de performance (COP) est moins performant. Ce qui engendre une augmentation de la puissance absorbée, à savoir la puissance électrique.

Cela s'explique par l'absence d'impact des conditions météorologiques extérieures sur l'installation. Le fonctionnement est permanent et régulier, permettant de surclasser les autres solutions technologiques.

La solution Pompe à chaleur Air Eau présente coût d'investissement le plus faible. Son installation est aisée. Elle est la solution qui présente le moins de contraintes de réalisations. <

Cependant, son bouquet capacitaire thermodynamique n'est pas aussi performant que la géothermie.

Cette fois-ci, cette technologie est constamment victime des conditions extérieures.

De plus, elle peut être la cause de nuisance sonore continue. Les unités extérieures devront être en façade Nord (celle de la Kitchenette ou dans le prolongement du local technique) pour tirer profit des murs porteurs afin de ne pas gêner les occupants en période nocturne.

Les données reprises sur le graphique ci-dessus sont synthétisées dans le tableau ci-après qui reprend la décomposition du coût global sur 50 ans.

	GÉOTHERMIE	AIR/EAU
Investissement	255 090,00 €	148 000,00 €
GER	3 982,59 €	6 289,81 €
Entretien maintenance	2 000,00 €	2 400 €
Electricité	7 537 €	12 773 €
TOTAL Année 0	268 610,00 €	169 463,09 €
TOTAL Année 50	3 104 329,00 €	4 850 195,87 €

6.3 Comparatif environnemental

Une consommation moyenne de 70 MWh de fioul rejette 22 680 tonnes de CO₂eq à raison de 324 gCO₂eq/kWh.

Or, à raison de :

- 84 gCO₂eq/kWh_{EF} pour l'électricité

	GÉOTHERMIE	AIR/EAU
Consommations Électriques	18 229 kWh	37 525 kWh
Réduction en (CO ₂ eq)	1 531 Tonnes	3152 Tonnes

À minima, le double des émissions de la solution Air/Eau pourrait être évitée grâce à la géothermie !

7 Conclusion

Au vu des résultats de l'étude de faisabilité, la solution d'installation 100% géothermie se positionne comme étant la solution la plus intéressante sur le long terme malgré son investissement initial très important.

Les résultats sont toutefois à tempérer car il est important d'intégrer une notion parallèle à la vision économique, il s'agit de l'amélioration du confort des occupants via cette solution. En effet, les résultats STD révèlent de légères surchauffes dans les locaux et des résultats conformes ou très proche de l'objectif en termes de confort fixé par le programme (cf. Notice STD).

L'intérêt de la géothermie réside dans sa possibilité de procéder à du géocooling (rafraîchissement passif) qui permettrait de décharger les calories du bâtiment y compris durant les journées les plus chaudes. L'impact de mode de rafraîchissement passif est très faible (surconsommation au niveau des circulateurs de l'installation uniquement).

Parallèlement, le système géothermique sera configuré de telle sorte à ce qu'un rafraîchissement actif soit possible. Les émetteurs sont configurés en ce sens. Avec un accroissement des températures, un tel éventail de possibilité 3 en 1 est inégalable. D'autant plus que la production d'eau chaude sanitaire pourra être issue d'un transfert de chaleur gratuit par une récupération de la chaleur dite dissipée lors de la production du chauffage.

8 ANNEXE : Graphique coût global

