

## Volet technique – 2024

### Géothermie de surface et aérothermie – forfait

Installations dont la production de chaleur et de froid renouvelable est inférieure ou égale à 2000 MWh d'EnR/an

#### Table des matières

<b>1. Description détaillée de l'opération</b> .....	<b>2</b>
1.1 Objet de l'opération.....	2
1.2 Cadre général de l'opération .....	2
1.3 Actions et études de faisabilité réalisées pour le montage du projet (et sur les process si nécessaire) .....	2
1.4 Démarche d'économie d'énergie et description des besoins thermiques actuels et futurs .....	3
1.5 Description des besoins thermiques .....	3
1.6 Bilan énergétique avant et après opération.....	5
1.7 Impact subvention demandée sur le coût de revient (ou prix de vente) de la chaleur .....	6
1.8 Dimensionnement de l'installation de production EnR&R.....	8
1.9 Descriptif technique de l'installation et de ses performances .....	9
1.10 Système de comptage, suivi, reporting de la production EnR&R .....	11
1.11 Vérification des critères d'éligibilité.....	11
<b>2. Suivi et planning du projet</b> .....	<b>12</b>
<b>3. Engagements spécifiques</b> .....	<b>12</b>
3.1 Engagement sur la production thermique de l'installation géothermique ou aérothermique .....	12
3.2 Engagement système de comptage, suivi, reporting de la production EnR&R.....	12
<b>4. Rapports / documents à fournir lors de l'exécution du contrat de financement</b> .....	<b>13</b>

# 1. Description détaillée de l'opération

---

## 1.1 Objet de l'opération

Le CNRS Délégation Provence et Corse, dans le département des Bouches-du-Rhône (13), a décidé d'entamer la rénovation énergétique en chauffant et rafraichissant des bâtiments B, B', BM et IM du campus Joseph Aiguier, par géothermie. Celui-ci aura une superficie d'environ 4 783 m<sup>2</sup>. Une solution énergétique de type géothermie sur sondes verticales a été sélectionnée pour couvrir les besoins en chaud et en froid du projet.

Les besoins énergétiques ont été définis sur la base d'une simulation thermique dynamique (STD) réalisée par le bureau d'études ENERSIM, avec le logiciel Pléiades (v6.24.2.0) édité par IZUBA :

- Besoins énergétiques en chauffage : 483 MWh
- Besoins énergétiques en rafraichissement : 521 MWh

Le taux de couverture optimal de l'installation géothermique a été estimé comme suit :

- o En mode chauffage :
  - Couverture de 58 % de la puissance maximale instantanée (environ 190 kW sur 326 kW),
  - Couverture de 93 % des besoins annuels.
  - L'appoint sera couvert par une production aérothermique.
- o En mode refroidissement :
  - Couverture de 21 % de la puissance maximale instantanée (environ 160 kW sur 723 kW),
  - Couverture de 58 % des besoins annuels.
  - L'appoint sera couvert par une production aérothermique.

Un appoint aérothermique et groupe froid sont prévus pour couvrir les besoins en chauffage et en rafraichissement.

## 1.2 Cadre général de l'opération

Le projet concerne la rénovation énergétique des bâtiments B, B', BM et IM du campus Joseph Aiguier. Le bureau d'étude géothermie ayant réalisé l'étude de faisabilité (étude de faisabilité conforme au CDC ADEME, sonde test, TRT) est GEOSYNERGIE, avec comme sous-traitant la société LUROFORAGE pour la réalisation du forage test à 200 mètres. Les besoins thermiques du bâtiment à couvrir grâce à la géothermie (besoins en chaud et besoins en froid) ont été déterminés par le BET ENERSIM (BET THERMIQUE).

A ce jour, aucune mission de maîtrise d'œuvre n'a été confiée pour la suite du projet (DCE, VISA, DET, AOR).

## 1.3 Actions et études de faisabilité réalisées pour le montage du projet (et sur les process si nécessaire)

*L'étude de faisabilité a-t-elle permis d'étudier :*

- *Le raccordement à un éventuel réseau de chaleur existant afin de mutualiser les outils de production existants : **Non pas de présence de réseau de chaleur à proximité du projet***
- *Les sources de chaleur fatale disponibles localement et leur adéquation avec les besoins : **Non, pas de chaleur fatale à récupérer.***
- *Le potentiel biomasse et solaire thermique et leur adéquation avec les besoins (seul ou en complément de la solution projetée) : **Non***

*Indiquer le(s) bureau(x) d'études ayant réalisé les études d'accompagnement du projet (étude permettant de caractériser l'exploitation de la ressource EnR&R, étude globale de faisabilité de la solution géothermique/aérothermique, ...) :*  
**GEOSYNERGIE**

*Indiquer le cas échéant l'AMO du projet : **BET Géothermie : GEOSYNERGIE***

*Les bureaux d'études impliqués sont-ils certifiés RGE Etude sur la thématique géothermie : **Oui***

- *OPQIBI 10.07 « Etude des ressources géothermiques » : **Oui***

- OPQIBI 20.13 « Ingénierie des installations » : **Oui**

L'AMO éventuel est-il certifié RGE Etude sur la thématique géothermie : **Oui**

En cas d'absence de BE RGE Etude sur la thématique géothermie pour la faisabilité/AMO le bénéficiaire s'engage-t-il à se faire accompagner par un BE ou une entreprise RGE sur la thématique géothermie pour la maîtrise d'œuvre ou la réalisation : **Non**

Voir le document : « R170\_2023\_EF\_CNRS\_Marseille »

## 1.4 Démarche d'économie d'énergie et description des besoins thermiques actuels et futurs

Une rénovation des bâtiments faisant l'objet de l'opération est prévue.

Voir le document : « ENERSIM - CNRS - Rapport Etude besoins TH v1.pdf »

## 1.5 Description des besoins thermiques

**Tableau 1 : Besoins énergétiques en 2022 (extrait de la STD, ENERSIM)**

Bâtiment	Surface (m <sup>2</sup> )	Besoins en chaud (kW)	Besoins en froid (kW)
<i>B</i>	885	51	56
<i>B'</i>	1 019	62	68
<i>BM</i>	1 810	174	184
<i>IM</i>	1 070	64	69

ECS produite de manière décentralisée et hors champ du projet.

Pas d'évolution à long terme des besoins en chaud et en froid aux horizons 2025-2030.

Insérer les tableaux récapitulatifs n°2.1 (besoins en chaud) et le cas échéant n°2.2 (besoins en froid).

Tableau 2 : Besoins en chaud

Typologie bâtiments (ou process)	Surface chauffée (m <sup>2</sup> )	Besoins en chaud avant démarche d'économie d'énergie (MWh/an)	Besoins en chaud après démarche d'économie d'énergie (MWh/an) pris en compte pour le dimensionnement	<i>dont besoins chauffage</i>	<i>dont besoins ECS</i>	Besoins en chaud / m <sup>2</sup>	Classe éner. (A, B, C, ...)	Estimation des besoins 2030 : quantifier les besoins en incluant l'impact du décret éco-énergie tertiaire sur les bâtiments concernés (MWh)	Estimation des besoins 2040 : quantifier les besoins en incluant l'impact du décret éco-énergie tertiaire sur les bâtiments concernés (MWh)	Consommation plafond d'efficacité énergétique chauffage bâtiment hors ECS (MWh/an)
Tertiaire - Bureaux	4784	483	483	483	0	0.1009615				363.58

Tableau 3 : Besoins en froid

Typologie bâtiments (ou process)	Surface rafraîchie (m <sup>2</sup> )	Besoins en froid avant démarche d'économie d'énergie (MWh/an)	Besoins en froid après démarche d'économie d'énergie (MWh/an) pris en compte pour le dimensionnement	<i>dont besoins climatisation</i>	<i>dont besoins rafraîchissement</i>	Besoins en froid / m <sup>2</sup>
Tertiaire - Bureaux	4784	521	521	521	0	0.1089047

## 1.6 Bilan énergétique avant et après opération

Tableau 4 : Description de la production de chaleur

Tableau 1.1 Description de la production de chauffage (PAC géothermique ou aérothermique et éventuel appoint)

		* les données de production et consommations MWh sont annuelles	Situation actuelle	Situation future (actuelle + projet FC)	Projet Fonds Chaleur (ou différence vs actuelle)
PRODUCTION CHAUFFAGE	PAC	Production chauffage PAC MWh		450,0	450,0
		Puissance thermique kW		190,0	190,0
		Consommation électricité en MWh (compresseur PAC)		98,2	98,2
		Consommation électricité en MWh (auxiliaires)		8,9	8,9
		mixité MWh/an % (taux de couverture de la PAC)		93%	
		SCOP moyen annuel		4,2	
		Nb heures de fonct à puissance nominale		2367	
	Appoint combustible	Production chauffage chaudière MWh	1087		-1087
		Consommation MWh entrée chaudière			0
		Rendement chaudière GN	#DIV/0!	#DIV/0!	
		Puissance chaudière kW	1920		-1920
		mixité MWh/an %	100%	0%	
	Appoint électrique	Production chauffage élec MWh		33	33
		Puissance kW		136,0	136
		Consommation électricité en MWh		13,3	13,3
		mixité MWh/an %	0,0%	6,8%	
	Total	Total production chauffage MWh = Besoins utiles chauffage	1087	483	-604
		Total production EnR&R chauffage MWh	0	352	352 MWh EnR&R sup. produits
		Puissance totale installée kW	1920	326	
		Taux EnR&R (si réseau de chaleur) (Eligibilité > 65%)	0%	73%	73%
		CO2 évité (tonnes) : réf. Combustion GN (base carbone ADEME) GN : 0,201 tCO2/MWh PCI fioul : 0,272 tCO2/MWh PCI charbon : 0,345 tCO2/MWh PCI Elec : 0,0571 tCO2/MWh		#DIV/0!	#DIV/0!
		Commentaires - détails complémentaires			

Tableau 5 : Description de la production de froid actif

		* les données de production et consommations MWh sont annuelles	Situation actuelle	Situation future (actuelle + projet FC)	Projet Fonds Chaleur (ou différence vs actuelle)
PRODUCTION FROID	PAC géothermique	Production froid PAC géothermique MWh		303,0	303,0
		Puissance frigorifique kW		155,0	155,0
		Consommation électricité en MWh (compresseur PAC)		45,5	45,5
		Consommation électricité en MWh (auxiliaires)		7,3	7,3
		mixité MWh/an % (taux de couverture de la PAC)		58%	
		SEER moyen annuel		5,74	
		Nb heures à fonct nominal		1958	
	Géocooling	Production rafraîchissement MWh		0	0
		Consommation électricité en MWh (auxiliaires)		0	0
		mixité MWh/an %		0%	
		SEER moyen annuel		#DIV/0!	
	Appoint électrique	Production froid Groupe Froid aéro MWh	483	218	-265
		Puissance frigorifique kW	260,0	568,0	308
		Consommation électricité en MWh	208,5	87,1	-121
		SEER moyen annuel	2,3	2,5	
		mixité MWh/an %	100,0%	42%	
	Total	Total production froid MWh = Besoins utiles froid	483	521,0	38
		Total production EnR&R froid MWh		72,6	73 MWh EnR&R sup. produits
		Puissance totale installée kW	260	723,0	
		Taux EnR&R (si réseau de froid)	0%	0,1	14%
CO2 évité (tonnes) : réf. élect (base carbone ADEME)			3,9	4	
Commentaires - détails complémentaires					

## 1.7 Impact subvention demandée sur le coût de revient (ou prix de vente) de la chaleur

**Tableau 6 : Coûts d'exploitation**

Charges d'exploitation annuelle (€ HTR)	
P1 € HTR	
P1 € HTR	94 990,00 € → moyenné sur 20 ans
P2 (charges salariales comprises) € HTR	1 521,00 €
P3 € HTR	13 140,00 €

*P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles*

*P1 : coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour assurer le fonctionnement des installations primaires et de la PAC*

*P2 : coût des prestations de conduite, de l'entretien, montant des redevances et frais divers*

*P3 : coût gros entretien, renouvellement*

- Coût de revient de la chaleur après opération sans subvention : 312.77 €/MWh HT
- Coût de revient de la chaleur après opération avec subvention : 286.12 €/MWh HT

**Tableau 7 : Coût de revient de la chaleur (MWh chaud uniquement et sans subvention)**

Coût de revient de la chaleur (MWh chaud uniquement et SANS SUBVENTION)			
Poste de dépense	Investissement (€ HT)	Longévité	Investissement ramené à l'année
Forages et échangeur (hors phase de reconnaissance)	682 500,00 €	50 an(s)	13 650,00 €
PAC eau/eau	85 000,00 €	25 an(s)	3 400,00 €
Appoint	240 000,00 €	15 an(s)	16 000,00 €
Autres postes de dépenses en chaufferie (liaisons primaire, ballons...)	138 000,00 €	20 an(s)	6 900,00 €
Système de gestion et de suivi (GTB)	22 000,00 €	15 an(s)	1 466,67 €
<b>Dépenses annuelles</b>			
P1 (combustible) : Electricité PAC	94 990,00 €	1 an	94 990,00 €
P2 (Entretien)	1 521,00 €	1 an	1 521,00 €
P3 (Provision pour remplacement)	13 140,00 €	1 an	13 140,00 €
<b>Total</b>			<b>151 067,67 €</b>

Pour une consommation de 483 MWh en mode chaud, le coût de revient SANS SUBVENTION est **312,77 € HT/MWh**

**Tableau 8 : Coût de revient de la chaleur (MWh chaud uniquement et avec subvention)**

Coût de revient de la chaleur (MWh chaud uniquement et AVEC SUBVENTION)			
Poste de dépense	Investissement (€ HT)	Longévité	Investissement ramené à l'année
Forages et échangeur (hors phase de reconnaissance)	178 925,00 €	50 an(s)	3 578,50 €
PAC eau/eau	15 000,00 €	25 an(s)	600,00 €
Appoint	240 000,00 €	15 an(s)	16 000,00 €
Autres postes de dépenses en chaufferie (liaisons primaire, ballons...)	138 000,00 €	20 an(s)	6 900,00 €
Système de gestion et de suivi (GTB)	22 000,00 €	15 an(s)	1 466,67 €
<b>Dépenses annuelles</b>			
P1 (combustible) : Electricité PAC + Appoint	94 990,00 €	1 an	94 990,00 €
P2 (Entretien)	1 521,00 €	1 an	1 521,00 €
P3 (Provision pour remplacement)	13 140,00 €	1 an	13 140,00 €
<b>Subventions</b>			
ADEME			340 175,00 €
Région PACA			233 400,00 €
<b>Total</b>			<b>138 196,17 €</b>

Pour une consommation de 483 MWh en mode chaud, le coût de revient AVEC SUBVENTION est **286,12 € HT/MWh**

Dans ce calcul les hypothèses suivantes sont prises :

- Les subventions de la région PACA s'élève à un montant de 233 400 € ;
- Les subventions ne servent qu'à financer les forages et la PAC eau/eau.

### En cas de production de chaud et de froid

- Coût de revient du chaud et du froid après opération sans subvention : **150.47 €/MWh (HT)**
- Coût de revient du chaud et du froid après opération avec subvention : **137.65 €/MWh (HT)**

**Tableau 9 : Coût de revient de la chaleur (MWh chaud et froid et sans subvention)**

Coût de revient de la chaleur (MWh chaud + froid et SANS SUBVENTION)			
Poste de dépense	Investissement (€ HT)	Longévité	Investissement ramené à l'année
Forages et échangeur (hors phase de reconnaissance)	682 500,00 €	50 an(s)	13 650,00 €
PAC eau/eau	85 000,00 €	25 an(s)	3 400,00 €
Appoint	240 000,00 €	15 an(s)	16 000,00 €
Autres postes de dépenses en chaufferie (liaisons primaire, ballons...)	138 000,00 €	20 an(s)	6 900,00 €
Système de gestion et de suivi (GTB)	22 000,00 €	15 an(s)	1 466,67 €
<b>Dépenses annuelles</b>			
P1 (combustible) : Electricité PAC + Appoint	94 990,00 €	1 an(s)	94 990,00 €
P2 (Entretien)	1 521,00 €	1 an(s)	1 521,00 €
P3 (Provision pour remplacement)	13 140,00 €	1 an(s)	13 140,00 €
<b>Total</b>			<b>151 067,67 €</b>

Pour une consommation de 1004 MWh chaud et rafraîchissement, le coût de revient SANS SUBVENTION est **150,47 € HT/MWh**

**Tableau 10 : Coût de revient de la chaleur (MWh chaud et froid et avec subvention)**

Coût de revient de la chaleur (MWh chaud + froid et AVEC SUBVENTION)			
Poste de dépense	Investissement (€ HT)	Longévité	Investissement ramené à l'année
Forages et échangeur (hors phase de reconnaissance)	178 925,00 €	50 an(s)	3 578,50 €
PAC eau/eau	15 000,00 €	25 an(s)	600,00 €
Appoint	240 000,00 €	15 an(s)	16 000,00 €
Autres postes de dépenses en chaufferie (liaisons primaire, ballons...)	138 000,00 €	20 an(s)	6 900,00 €
Système de gestion et de suivi (GTB)	22 000,00 €	15 an(s)	1 466,67 €
<b>Dépenses annuelles</b>			
P1 (combustible) : Electricité PAC + Appoint	94 990,00 €	1 an(s)	94 990,00 €
P2 (Entretien)	1 521,00 €	1 an(s)	1 521,00 €
P3 (Provision pour remplacement)	13 140,00 €	1 an(s)	13 140,00 €
<b>Subventions</b>			
ADEME			340 175,00 €
Région PACA			233 400,00 €
<b>Total</b>			<b>138 196,17 €</b>

Pour une consommation de 1004 MWh chaud et rafraîchissement, le coût de revient AVEC SUBVENTION est **137,65 € HT/MWh**

Dans ce calcul les hypothèses suivantes sont prises :

- Les subventions de la région PACA s'élève à un montant de 233 400 € ;
- Les subventions ne servent qu'à financer les forages et la PAC eau/eau.

## 1.8 Dimensionnement de l'installation de production EnR&R

Les équipements sont les suivants :

- En base : une PAC Eau/Eau délivrant une puissance calorifique de 190 kW en mode chauffage, ayant comme source un champ de sondes géothermiques d'une puissance de 148 kW,
- En appoint : les 2 groupes froids existants.

En mode rafraîchissement, le champ de sondes sera utilisé pour du froid actif au vu des besoins exprimés dans la STD. Couvrir les besoins de rafraîchissement avec du géocooling entraînerait un surdimensionnement du champ de sondes.

Ci-après les monotones de chauffage et de rafraîchissement extraites de l'étude de faisabilité géothermique :

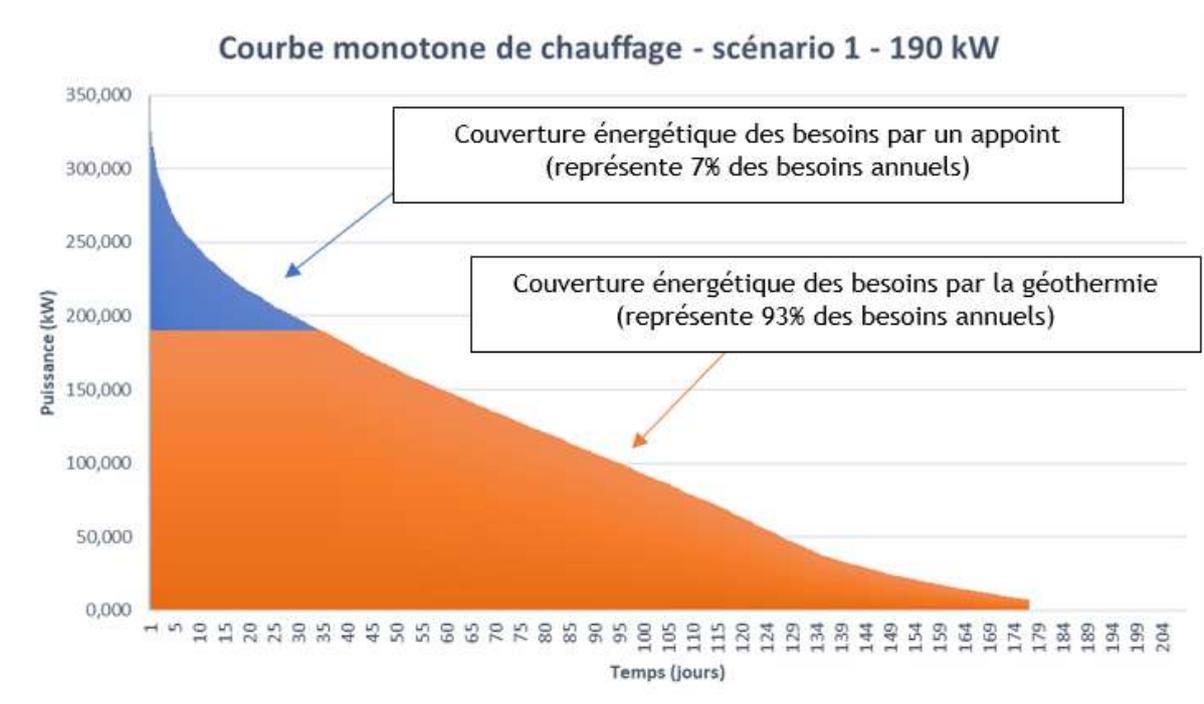


Figure 1 : Monotone de chauffage optimisée

## Courbe monotone de rafraîchissement - scénario 1 - 143 kW

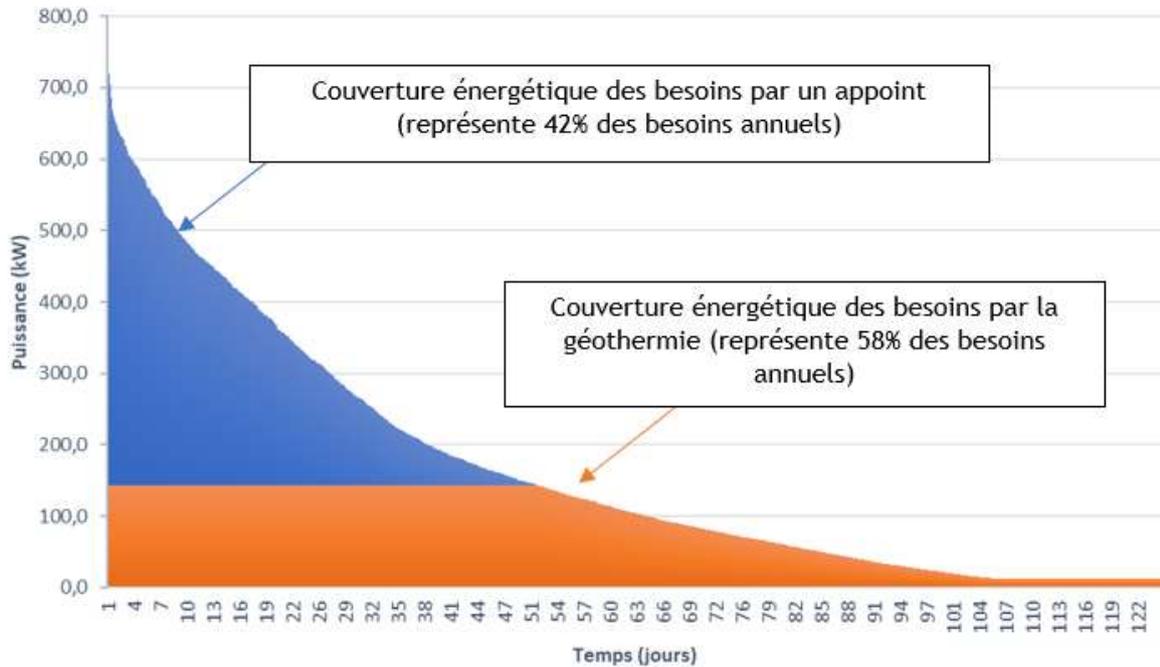


Figure 2 : Monotone de rafraîchissement optimisée

Dans le cas d'une rénovation, rappeler les caractéristiques des installations existantes :

	Chaudière DE DIETRICH	Groupe d'eau glacée	Détente directe
Puissance	640 kW	260 kW	280 kW
Consommations	1 087 020 kWh (Moyenne 2021/2022/2023)	3 543 560 kWh EF (Moyenne 2022/2023)	
Rendement	91 %	SEER = 4.00	
Mode de production	GAZ - En cascade	Electricité	
Quantité	3	2	1

Un diagnostic des installations de production est recommandé.

Préciser les caractéristiques des émetteurs actuels ou prévus (type et niveaux de température) :

### Type d'émetteurs (chaud / froid)

Ventilo-convecteurs avec batterie à eau chaude et eau glacée  
Radiateurs anciens sans robinet thermostatique  
Unités intérieures à détente directe

### Régime de températures

40 °C / 45 °C et 7°C/12°C  
..... °C / ..... °C  
..... °C / ..... °C

Voir le document : « ENERSIM - CNRS - Rapport Etude besoins TH v1.pdf »

## 1.9 Descriptif technique de l'installation et de ses performances

### a. Caractéristiques des équipements de production en surface

Décrire succinctement les équipements de production en surface justifiés par l'étude des besoins thermiques du(des) bâtiment(s) desservis.

Préciser les principales caractéristiques techniques et performances des équipements de production incluant éventuellement les appoints/secours via le tableau ci-dessous :

Production ☒		Chauffage	ECS	Froid*
Equipements ☒				
PAC	Type d'équipement (PAC double service, PAC réversible, Thermofrigopompe, PAC gaz, ...)	PAC eau/eau		PAC eau/eau (froid actif)
	Puissance thermique/frigorifique installée (kW) (dans les conditions du projet)	190 kW		155 kW
	COP machine constructeur selon la norme EN 14511-2** / EER machine *** (dans les conditions du projet)	4.6		6.16
	Température de fonctionnement à l'évaporateur (°C) (dans les conditions du projet)	8/12°C		23/27°C
	Température de fonctionnement au condenseur (°C) (dans les conditions du projet)	40/45°C		7/12°C

\* Froid : Préciser s'il s'agit d'une production de rafraîchissement par géocooling ou de climatisation (froid actif) ou de froid simultané au chaud (thermofrigopompe TFP)

\*\* COP : Coefficient de Performance constructeur de la PAC ;

pour les PAC géothermiques sur sondes/géostructures/échangeurs compacts géothermiques: régimes de température 0/-3°C et 30/35°C

pour les PAC géothermiques sur nappe/eaux usées/eau de mer/eaux de surface : régimes de température 10/7°C et 30/35°C

pour les PAC aérothermiques : régimes de température 4/7°C et 30/35°C

\*\*\* EER : Energy Efficiency Ratio de la PAC géothermique ou du groupe froid aérothermique (Coefficient d'Efficacité Energétique en mode froid ou COP normé en mode froid).

Une demande a été faite au fabricant pressenti pour avoir une fiche technique correspondant aux normes européennes.

## b. Caractéristiques du captage de la ressource EnR&R

Compléter uniquement le paragraphe concerné selon la ressource « géothermique utilisée (sondes verticales ou déviées, aquifère superficiel, eau de mer, ...)

### Géothermie sur sondes (ou sur géostructures énergétiques ou sur échangeurs compacts géothermiques ou sur chaussées thermoactives)

- Nombre de sondes (ou pieux énergétiques ou échangeurs compacts) : **27 sondes géothermiques verticales**
- Profondeur des sondes (ou des pieux énergétiques ou échangeurs compacts) (m) : **200 m**
- Longueur totale forée (ou longueur des échangeurs intégrés aux géostructures énergétiques) (m) (si longueur totale > 1000 m), test de réponse thermique et modélisation dynamique (sous-sol et surface) exigés (simulation réalisée à partir des logiciels FEFLOW, EED, TRNSYS ou logiciel équivalent<sup>1</sup>) : **5 400 m, dont 1 sonde test à 185 m pour un Test de Réponse Thermique**

Voir le document : R170\_2023\_EF\_CNRS\_Marseille\_ind\_B.pdf

Voir le document : R170\_2023\_EF\_CNRS\_Marseille\_ind\_B.pdf

Schéma d'implantation :

<sup>1</sup> Par exemple outil développé par le BRGM : <https://plateforme-geothermie.brgm.fr/fr/page/plateforme-digitale-dimensionnement>

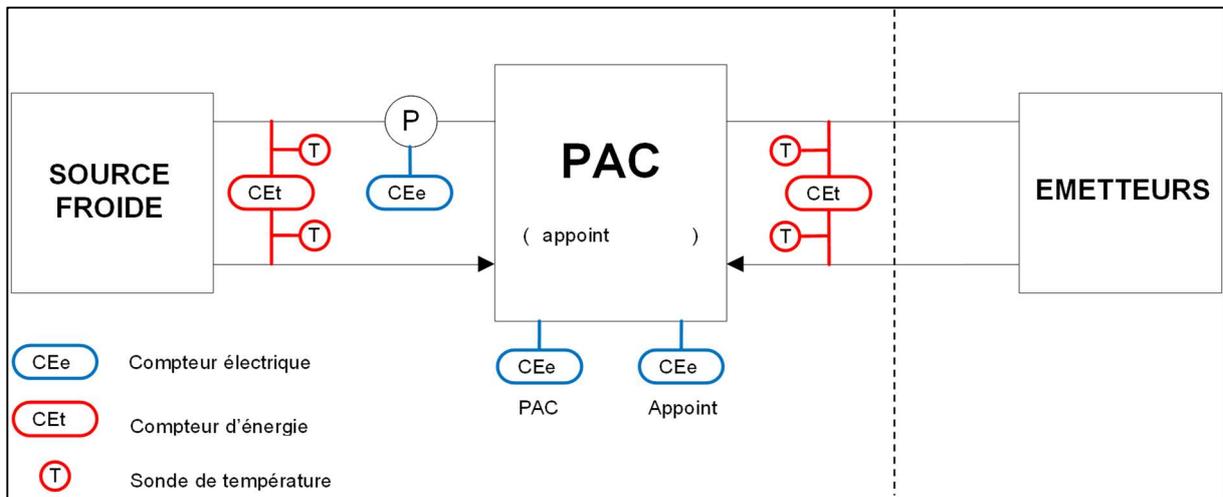


**Figure 3 : Schéma de principe de l'implantation des 27 sondes géothermiques (extrait de l'étude de faisabilité)**

### 1.10 Système de comptage, suivi, reporting de la production EnR&R

*Décrire le système de comptage destiné à assurer le suivi du fonctionnement et des performances de l'installation, et de vérifier la quantité d'énergie (chaleur et/ou froid renouvelable) effectivement valorisée*

*Insérer le schéma d'instrumentation et de comptage de l'installation*



*La production réelle d'EnR&R de l'installation devra être mesurée par la mise en place d'une instrumentation et d'un comptage appropriés au fonctionnement de l'installation (cf fiche CEF géothermie de surface et aérothermie) avec a minima un compteur d'énergie thermique sortie PAC et des compteurs électriques permettant de mesurer la consommation d'électricité de la PAC et des auxiliaires en amont de la PAC).*

### 1.11 Vérification des critères d'éligibilité

- Production d'EnR&R minimale de l'installation de 190 kW : **352 MWh en production de chaud et 74 MWh en production de froid** ;
- COP machine pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511) : **4.6**
  - égal ou supérieur à **4** en régimes de température 0/-3°C et 30/35°C pour les PAC sur sondes ou sur géostructures énergétiques ou sur échangeurs compacts

- SCOP annuel global prévisionnel minimum de 3 dans les conditions d'application du projet : le SCOP global inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation en amont de la PAC : **4.2**
- S'il y a production de froid par une PAC géothermique, EER machine égal ou supérieur à 3,6 pour les PAC « électriques » (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511 en régimes de températures **23/27°C** à l'évaporateur et **7/12°C** au condenseur) : **6.16**  
SEER global annuel estimé minimum de 3,3 dans les conditions d'application du projet : le SEER global annuel inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC géothermique et des auxiliaires de l'installation telles que les pompes de circulation côté circuit primaire : **5.7**

## 2. Suivi et planning du projet

---

Indiquer les grandes étapes du projet ainsi que les dates prévisionnelles clés suivantes :

- Avant-projet sommaire et détaillé :
  - **Test de Réponse Thermique : du 24/06/2024 au 28/06/2024**
- Démarrage des travaux (lot forages, ...)
- Réception de l'installation ;
- Essai et mise en exploitation ;
- Mise en service industrielle de l'installation et commissionnement éventuel,

## 3. Engagements spécifiques

---

**Les mentions figurant en vert sont des variantes laissées à la discrétion de l'ADEME en fonction de la nature du projet et du calendrier de réalisation de l'opération.**

Le projet doit respecter toutes les lois et normes applicables et le bénéficiaire doit obtenir toutes les autorisations administratives nécessaires relatives à la conformité des installations.

### 3.1 Engagement sur la production thermique de l'installation géothermique ou aérothermique

Le maître d'ouvrage s'engage sur une production de chaleur renouvelable à partir de géothermie de **352 MWh/an**. Cette valeur constitue la référence pour le calcul du versement du solde de la convention.

Le cas échéant, le maître d'ouvrage s'engage sur une production de froid renouvelable à partir de géothermie de **74 MWh/an**. Cette valeur constitue la référence pour le calcul du versement du solde de la convention.

Le montant du solde de l'aide relative à l'installation de production d'EnR&R sera recalculé en fonction du nombre de MWh EnR&R réellement produits par l'installation aidée sur une période de 12 mois consécutifs (dans un délai de 30 mois après la réception de l'installation), par rapport à l'engagement initial.

- Si au moins 80% de l'engagement initial de MWh EnR&R est atteint, le solde est versé en intégralité ;
- Si moins de 80% de l'engagement initial de MWh EnR&R est atteint, aucun solde n'est versé

L'ADEME se réserve le droit de demander le remboursement de la totalité des aides versées si la production moyenne EnR est inférieure à 50% de l'engagement initial du maître d'ouvrage ou si les performances réelles de l'installation ne respectent pas un SCOP minimum de 3 en mode chaud ou un SEER minimum de 3,3 en mode froid.

### 3.2 Engagement système de comptage, suivi, reporting de la production EnR&R

Le comptage est un outil de pilotage à disposition du maître d'ouvrage, lui permettant de réaliser le bilan énergétique, de calculer des indicateurs tel que le rendement de l'installation et ainsi de suivre et vérifier le bon fonctionnement de son installation (notamment le respect d'un **SCOP réel mini de 3**).

Le maître d'ouvrage a à sa charge l'investissement et l'exploitation d'un compteur énergétique mesurant la production thermique de l'installation géothermique ou aérothermique.

Le maître d'ouvrage devra informer l'ADEME de la date de réception de l'installation.

Le maître d'ouvrage est susceptible d'être contrôlé pour vérifier l'installation et l'exploitation correctes du compteur et de la transmission des données.

## 4. Rapports / documents à fournir lors de l'exécution du contrat de financement

---

*Les mentions figurant en vert sont des variantes laissées à la discrétion de l'ADEME en fonction de la nature du projet et du calendrier de réalisation de l'opération.*

Selon les indications du contrat, vous devrez nous transmettre un ou plusieurs des rapports ci-dessous.

**Un rapport intermédiaire**, à remettre, dans les 3 mois suivant la réception définitive de l'installation géothermique/aérothermique comprenant :

1. Le procès-verbal de réception définitive de l'installation ;
2. Les tableaux des caractéristiques techniques actualisés du paragraphe 1.9 précisant notamment la marque et le modèle de la pompe à chaleur installée
3. Le schéma hydraulique de l'installation avec la métrologie (DOE : Document des Ouvrages Exécutés)
4. Le rapport de forage le cas échéant. Pour les ouvrages relevant de la géothermie de minime importance, le récépissé de télédéclaration du forage et l'attestation de qualification du foreur.
5. Le plan de masse définitif avec l'implantation des forages ou des captages/rejets ou des échangeurs sur eaux usées/eau de mer (pompage, réinjection, sondes) ou des unités extérieures ;
6. La fourniture des photos de l'installation réalisée, que l'ADEME pourra réutiliser dans le respect des crédits photos indiqués sur les images transmises.

**Un rapport final**, à remettre dans un délai maximum de 30 mois après la réception définitive de l'installation comprenant :

1. le bilan annuel d'exploitation sur **une année complète** comprenant les données de fonctionnement ainsi que les résultats d'exploitation mensuels suivants **pour la production de chauffage** :
  - L'énergie soutirée du sous-sol ou de l'air extérieur (ou des eaux usées ou de l'eau de mer, ...) ou énergie en entrée PAC (Q\_entrée PAC)
  - L'énergie utile produite par la PAC pour le chauffage (Q\_sortie PAC)
  - S'il y a un appoint, l'énergie produite par l'appoint pour le chauffage
  - La consommation électrique de la PAC
  - La consommation électrique des auxiliaires dédiés à la PAC côté circuit primaire (pompe de circulation, pompes de forage sur nappe le cas échéant, ...)

**En cas de production d'ECS et de froid par la solution géothermique ou aérothermique, les mêmes informations sont à fournir avec la métrologie mise en place et en fonction de la technologie utilisée.**

2. Le nom et coordonnées de l'exploitant
3. La liste des problèmes techniques éventuels rencontrés depuis la mise en service de l'installation et la liste des modifications éventuellement apportées sur l'installation.

□ **Bilans annuels** :

Le maître d'ouvrage s'engage à tenir à disposition de l'ADEME, sur simple demande, jusqu'à 3 ans après le versement du solde, un bilan annuel des données d'exploitation.