

Volet technique

Géothermie de surface – analyse économique

Table des matières

[1. Description détaillée de l’opération 2](#_Toc59010103)

[1.1. Actions et études de faisabilité réalisées pour le montage du projet (et sur les process si nécessaire) 2](#_Toc59010104)

[1.2. Démarche d’économie d’énergie et description des besoins thermiques actuels et futurs 2](#_Toc59010105)

[1.3. Bilan énergétique avant et après opération 2](#_Toc59010106)

[1.4. Description des besoins thermiques 3](#_Toc59010107)

[1.5. Impact subvention demandée sur le coût de revient (ou prix de vente) de la chaleur et du froid 3](#_Toc59010108)

[1.6. Dimensionnement de l'installation de production EnR&R 4](#_Toc59010109)

[1.7. Descriptif technique de l'installation et de ses performances 4](#_Toc59010110)

[a. Caractéristiques des équipements de production en surface 4](#_Toc59010111)

[b. Caractéristiques du captage de la ressource EnR&R 5](#_Toc59010112)

[1.8. Système de comptage, suivi, reporting de la production EnR&R 7](#_Toc59010113)

[1.9. Vérification des critères d’éligibilité 7](#_Toc59010114)

[2. Suivi et planning du projet 8](#_Toc59010115)

[3. Engagements spécifiques 8](#_Toc59010116)

[4. Rapports / documents à fournir lors de l’exécution du contrat de financement 9](#_Toc59010117)

# Description détaillée de l’opération

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

*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 de faisabilité de la solution géothermique, …) : …*

*Indiquer le cas échéant l’AMO du projet : …*

*Les bureaux d’étude impliqués sont-ils certifiés RGE Etude sur la thématique géothermie : OUI / NON*

* *OPQIBI 10.07 « Etude des ressources géothermiques » OUI / NON*
* *OPQIBI 20.13 « Ingénierie des installations OUI / NON*

*L’AMO éventuel est-il certifié RGE Etude sur la thématique géothermie : OUI / NON*

*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 : OUI/NON*

***Joindre l’étude de faisabilité de l’installation géothermique******incluant l’analyse fonctionnelle de l’installation selon les différents modes de fonctionnement envisagés.***

*En fonction des éventuelles contraintes réglementaires et administratives liées à la mise en œuvre de la solution géothermique, préciser les démarches /actions réalisées ou en cours.*

*Si l’installation est soumise à une autorisation (par exemple, projet hors cadre réglementaire lié à la géothermie de minime importance), indiquer si le dossier d’autorisation a été déposé et la date de dépôt le cas échéant.*

*Joindre le dossier de demande d’autorisation transmis à l’administration.*

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

*Est-ce que des actions ou études d’économie d’énergie sur le/les bâtiments (ou process) existants raccordés à la géothermie ont été mises en œuvres ou sont prévues : OUI / NON*

*Décrire en quelques lignes ces actions ou études d’économie d’énergie déjà mises en œuvre ou prévues (calendrier, patrimoine visé, …) : ……….…*

## Bilan énergétique avant et après opération

***Insérer les tableaux n°1.1 à 1.4 –description production et réseau de chaleur***[[1]](#footnote-1)***, selon les modes de production assurés par l’installation géothermique (chauffage, ECS, froid)***

Chauffage (tableau avec exemple chiffré)

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|   |   | *\* 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** |   | **100** | **100** |
| Puissance thermique kW |   | 50 | 50 |
| Consommation électricité en MWh (compresseur PAC) |   | 25 | 25 |
| Consommation électricité en MWh (auxiliaires) |   | 5 | 5 |
| mixité MWh/an % (taux de couverture de la PAC) |  | *83%* |   |
| SCOP moyen annuel |  | *3,3* |   |
| Nb heures de fonct à puissance nominale |  | *2000* |   |
| Appoint combustible | **Production chauffage chaudière MWh** | **120** | **20** | **-100** |
| Consommation MWh entrée chaudière | 130 | 22 | -108 |
| Rendement chaudière GN | 92% | 91% |   |
| Puissance chaudière kW | 30 | 10 | -20 |
| mixité MWh/an % | 100% | 17% |   |
| Appoint électrique | **Production chauffage élec MWh** |   |   | 0 |
| Puissance kW |   |   | 0 |
| Consommation électricité en MWh |   |   | 0,0 |
| mixité MWh/an % | *0,0%* | *0,0%* |  |
| Total | **Total production chauffage MWh = Besoins utiles chauffage** | **120** | **120** | *0* |
| **Total production EnR&R MWh** | **0** | **70** | *70 MWh EnR&R sup. produits* |
| **Puissance totale installée kW** | **30** | **60** |  |
| **Taux EnR&R** *(****Eligibilité > 65%****)* | **0%** | **58%** | **58%** |
| **CO2 évité (tonnes) :***réf. GN (base carbone ADEME)*  |  |  | *0* |
| *Commentaires - détails complémentaires* |  |  |  |

## Description des besoins thermiques

***Insérer les tableaux n°2.1 et 2.2 concernant les besoins du projet (en chauffage, en ECS et en froid le cas échéant)[[2]](#footnote-2)***

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

* *Coût de revient de la chaleur (ou prix de vente de la chaleur) sans subvention : … €/MWh (TTC ou HT)*
* *Coût de revient de la chaleur (ou prix de vente de la chaleur) avec subvention : … €/MWh (TTC ou HT)*

*En cas de production de froid :*

* **Coût de revient du froid (ou prix de vente du froid) sans subvention : … €/MWh (TTC ou HT)**
* Coût de revient du froid (ou prix de vente du froid) avec subvention : … €/MWh (TTC ou HT)

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

*Détailler le dimensionnement des équipements de production géothermique et d’appoint / secours éventuels.*

*Les puissances totales à installer en chaud et en froid et à ventiler par type de production (PAC, appoint) doivent être détaillées et justifiées.*

*Rq : la simulation thermique dynamique n’est pas obligatoire pour le calcul des besoins énergétiques mais ce calcul doit être détaillé et justifié.*

*Insérer les* ***courbes******monotones avec identification de la couverture base et appoint*** *des puissances de chauffage, de froid et d’ECS appelées sur l’année.*

*Dans le cas d’une rénovation, rappeler les caractéristiques des installations existantes : puissance, consommations, rendement, mode de production. 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) Régime de températures**

…………………….. …… °C / …… °C

…………………….. …… °C / …… °C

*Préciser les performances énergétiques vis-à-vis des réglementations thermiques applicables :*

* *Si RT 2012 : gain par rapport au niveau réglementaire OU BIEN résultat du calcul montrant que le projet respecte la RT 2012 sans recours aux énergies renouvelables (calcul à performance équivalente de besoins Bbio et avec une solution de référence hors EnR).*
* *Si bâtimen(s)t existant(s) : Classe DPE avant et après travaux ou résultats du Calcul TH CE Ex avant et après rénovation.*

**Pour le(s) bâtiment(s) neuf(s)**

* Cep projet Cep max

**Pour le(s) bâtiment(s) existant**(s)

* résultats DPE ou TH CE Ex avant travaux
* résultats DPE ou TH CE Ex après travaux

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

1. **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, …) |  |  |  |  |
| Puissance thermique/frigorifique installée (kW) |  |  |  |  |
| COP machine constructeur selon la norme EN 14511-2\*\* / EER machine \*\*\* |  |  |  |  |
| Température de fonctionnement à l’évaporateur (°C) |  |  |  |  |
| Température de fonctionnement au condenseur (°C) |  |  |  |  |
| APPOINT | Type d’équipement |  |  |  |  |
| Puissance thermique/frigorifique installée (kW) |  |  |  |  |
| Rendement PCI (ou EER en froid) |  |  |  |  |
| Nature du combustible (gaz, fioul, …) ou électricité |  |  |  |  |

*\* 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 : 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*

*\*\*\* 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).*

1. **Caractéristiques du captage de la ressource EnR&R**

*Compléter uniquement le paragraphe concerné selon la ressource « géothermique » utilisée (sondes verticales, aquifère superficiel, eau de mer, …)*

***Géothermie sur nappe (aquifère superficiel)***

*Rappeler les principales caractéristiques de la ressource géothermique et des ouvrages sous-sol avec les infos extraites de l’étude de faisabilité sous-sol*

* *Nombre de forage(s) de production :*
* *Nombre de forage(s) de réinjection :*
* *Profondeur des forages (m) :*
* *Diamètre de forage (mm) :*
* *Nappe captée :*
* *Niveau de la nappe au repos (m/TN) :*
* *Hauteur de cimentation (m) :*
* *Epaisseur du ciment (mm) :*
* *Epaisseur du massif filtrant (mm) :*
* *Présence d'un échangeur primaire : [ ]  OUI [ ]  NON*
* *Distance entre forages (m) :*
* *Type de rejet en cas de non réinjection\*\* Justifier le type de rejet ainsi retenu :*
* *Production de chaud*
	+ *Débit maximum du forage (m3/h) :*
	+ *Débit moyen (m3/h) correspondant à la durée de fonctionnement annuelle :*
	+ *Durée de fonctionnement annuelle (h/an) :*
	+ *Température prélèvement/rejet (°C) : °C/ °C*
* *Production de froid*
	+ *Débit maximum du forage (m3/h) :*
	+ *Débit moyen (m3/h) correspondant à la durée de fonctionnement annuelle :*
	+ *Durée de fonctionnement annuelle (h/an) :*
	+ Température prélèvement/rejet (°C) : °C/ °C
* *Demande de* ***garantie******AQUAPAC****auprès de la SAF Environnement : [ ]  OUI [ ]  NON*

***Géothermie sur sondes verticales***

*Rappeler les principales caractéristiques de la ressource géothermique et des ouvrages sous-sol avec les infos extraites de l’étude de faisabilité sous-sol (le cas échéant rapport du TRT et géomodélisation réalisée à partir des logiciels FEFLOW, EED,TRNSYS ou logiciel équivalent)*

* *Nombre de sondes (ou pieux énergétiques) :*
* *Profondeur des sondes (ou des pieux énergétiques) (m) :*
* *Longueur totale forée (ou longueur des échangeurs intégrés aux géostructures) (m) (Test de réponse thermique exigé si longueur totale > 1000 ml) :*
* *Type de sonde (simple U, double U, ...) :*
* *Diamètre extérieur des tuyaux (mm) :*
* *Espacement moyen entre sondes (m) :*
* *Puissance maximale d'extraction par m (W/m) :*
* *Energie maximale d’extraction par m (kWh/an/m) :*
* *En cas de production de froid, puissance maximale d’injection par m (W/m) :*
* *En cas de production de froid, énergie maximale d’injection par m (kWh/an/m) :*

***Géothermie sur géostructures énergétiques***

*Rappeler les principales caractéristiques de la ressource géothermique et des ouvrages sous-sol avec les infos extraites de* ***l’étude******géotechnique*** *et de l’étude de faisabilité sous-sol (rapport du TRT et géomodélisation réalisée à partir des logiciels FEFLOW, EED,TRNSYS ou logiciel équivalent)*

* *Type de géostructure énergétique (pieux, radier, parois moulées ...) :*
* *Nombre de pieux énergétiques :*
* *Profondeur des pieux énergétiques (m) :*
* *Longueur totale des échangeurs intégrés aux géostructures (m) (Test de réponse thermique exigé si longueur totale > 1000 ml) :*
* *Diamètre extérieur des tuyaux (mm)*
* *Espacement moyen entre pieux (m)*
* *Puissance maximale d'extraction par m (W/m)*
* *Energie maximale d’extraction par m (kWh/an/m)*
* *En cas de production de froid, puissance maximale d’injection par m (W/m) :*
* *En cas de production de froid, énergie maximale d’injection par m (kWh/an/m) :*

***Géothermie sur eaux usées***

*Rappeler les principales caractéristiques de la ressource EnR&R (températures et débits) et des ouvrages de captage avec les infos extraites de l’étude de faisabilité*

*Dans le cas de récupération énergétique sur eaux usées, préciser si les installations sont en collecteur ou en Station de Traitement des Eaux Potables (STEP) ainsi que la capacité de traitement (en Equivalents Habitants) du réseau ou de la STEP*

*Pour les installations en collecteurs*

* *Diamètre du collecteur (mm) :*
* *Type de collecteur (circulaire, ovoïde, dalot) :*
* *Pente du collecteur (mm/m) :*
* *Nature des effluents circulant dans le collecteur (eaux grises, noires, pluviales…) :*
* *Type d’échangeur (à plaques, coaxial...) :*
* *Surface totale de l’échangeur (m²) :*
* *Puissance extraite par l’échangeur (kW) :*

*Pour les installations en STEP*

* *Type d’échangeur (à plaques, coaxial...) :*
* *Surface totale de l’échangeur (m²) :*
* *Puissance extraite par l’échangeur (kW) :*
* *Production de chaud*
	+ *Débit maximum (m3/h)*
	+ *Température prélèvement/rejet (°C) °C/ °C*
* *Production de froid*
	+ *Débit maximum (m3/h)*
	+ *Température prélèvement/rejet (°C) °C/ °C*

***Géothermie sur eau de mer (ou eaux de surface)***

*Rappeler les principales caractéristiques de la ressource eau de mer et des ouvrages de captage et rejet en mer issues des études préalables : résultats de la campagne de mesures de températures de l’eau de mer sur une période significative ; caractéristiques de la boucle eau de mer (qualité de l’eau, débits prévisionnels d’exploitation, pressions et températures dans la boucle, …) ; courbe débit avec pompage ; caractéristiques de l’échangeur eau de mer : type d’échangeur (à plaques, coaxial, …), surface de l’échangeur, puissance extraite par l’échangeur, matériau utilisé (Titane) …) ; prédéfinition du point de captage et de rejet ; distance totale cumulée entre point de prélèvement eau de mer et chaufferie(s)*

* *Distance entre point de captage et local eau de mer (m) :*
* *Distance entre local eau de mer et point de rejet en mer (m) :*
* *Type d’échangeur (à plaques, coaxial...) :*
* *Surface totale de l’échangeur (m²) :*
* *Puissance extraite par l’échangeur (kW) :*
* *Production de chaud*
	+ *Débit maximum (m3/h) :*
	+ *Température prélèvement/rejet (°C) : °C/ °C*
* *En cas de production de froid :*
	+ *Débit maximum (m3/h) :*
	+ *Température prélèvement/rejet (°C) : °C/ °C*

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

*Décrire précisément l’instrumentation et le plan de comptage mis en place selon le fonctionnement de l’installation (avec ou sans appoint, en mode chauffage/froid, ECS et/ou rafraîchissement direct (géocooling)) avec un schéma de principe précisant l’emplacement des comptages, (cf annexe de la fiche CEF « Géothermie de surface »)*

*Décrire les moyens et organisation prévue pour la mise en service, le réglage des installations (Commissionnement éventuel), et le suivi énergétique (dispositif de collecte des données) pour assurer l’optimisation du fonctionnement de l’installation.*

## Vérification des critères d’éligibilité

* Production d’EnR&R minimale de l’installation de 25 MWh/an : ……………….. ;
* Nombre d’heures équivalentes de fonctionnement en chaud à puissance nominale de la PAC supérieur à **1000 h/an : ………………………**
* COP machine pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d’essais de la norme européenne EN 14511-2) : **................**
* égal ou supérieur **à 4,5** en régimes de température 10/7°C et 30/35°C pour les PAC sur nappe/eaux usées/eau de mer/eaux de surface
* 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
* 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 : …………………..
* Le cas échéant pour le géocooling, coefficient de performance annuel froid ou Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) supérieur à 20 : ………………
* Le cas échéant pour les TFP, nombre d’heures équivalentes de fonctionnement en chaud et en froid à puissance nominale supérieur à 1500 h/an : ………………
* Le cas échéant, pour les TFP, coefficient de performance des TFP en production simultanée de chaud et froid supérieur à 7 : …………..

# Suivi et planning du projet

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

* *Avant-projet sommaire et détaillé ;*
* *Démarrage des travaux (lot forages, …),*
* *Réception de l’installation;*
* *Essai et mise en exploitation ;*
* *Mise en service industrielle de l’installation et commissionnement éventuel.*

# 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.

##  Engagement sur la production thermique de l’installation à partir de géothermie

Le maître d'ouvrage s’engage sur une production de chaleur supplémentaire à partir de géothermie de ….. 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 au prorata du nombre de MWh EnR&R réellement produits par l'installation aidée sur une période de 12 mois consécutifs (dans un délai de 24 mois après la mise en service de l'installation), par rapport à l'engagement initial.

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.

## 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.

Le maître d'ouvrage a à sa charge l’investissement et l’exploitation d’un compteur énergétique mesurant la production thermique de la chaudière biomasse.

A compter de la date de réception de l’installation, le maître d'ouvrage dispose d’un **délai maximum de 6 mois** pour proposer une **date de déclenchement du comptage de la chaleur.**

L’ADEME pourra tenir compte d’aléas non imputables au bénéficiaire de l’aide dans la détermination de la date de démarrage du comptage de la chaleur. Le bénéficiaire de l’aide devra cependant alerter l’ADEME suffisamment en amont et préciser clairement les raisons.

# 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 mise en service de l’installation géothermique comprenant :
1. **Le procès-verbal de réception définitive des travaux attestant le bon fonctionnement de l’installation ;**
2. **La proposition d’une date de déclenchement du comptage de la chaleur produite devant intervenir dans un délai maximum de 6 mois après la mise en service de l’installation qui sera susceptible d’être contrôlée pour vérification de l’installation et l’exploitation correcte du comptage.**
3. **Le plan de financement définitif**
4. **Les tableaux des caractéristiques techniques actualisés du paragraphe 1.7 précisant notamment la marque et le modèle de la pompe à chaleur installée**
5. **Le schéma hydraulique de l’installation avec la métrologie (DOE : Document des Ouvrages Exécutés)**
6. **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.**
7. **Le plan de masse définitif avec l’implantation des forages ou des captages/rejets ou des échangeurs sur eaux usées (pompage, réinjection, sondes) ;**
8. **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 24 mois après la mise en service de l’installation et avant la date de fin de l’opération comprenant :
1. Le bilan annuel d’exploitation sur **une année complète** comprenant les données de fonctionnement ainsi que les résultats d’exploitation suivants **pour la production de chauffage**:
	* L’énergie soutirée du sous-sol (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, les mêmes informations sont à fournir avec la métrologie mise en place et en fonction de la technologie utilisée.**

1. Le nom et coordonnées de l’exploitant
2. 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 transmettre à l'ADEME jusqu’à 3 ans après le versement du solde, unbilan annuel des données d’exploitation

Ainsi l’ADEME pourra régulièrement faire un retour qualitatif au maître d’ouvrage sur l’exploitation de son installation.

1. Disponible dans le Fichier Excel : « VT\_tab\_geothermie\_surface 2021 » sur [*https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dinvestissements-geothermie*](https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dinvestissements-geothermie) [↑](#footnote-ref-1)
2. Disponible dans le Fichier Excel : « VT\_tab\_geothermie\_surface 2021 » sur [*https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dinvestissements-geothermie*](https://agirpourlatransition.ademe.fr/entreprises/dispositif-aide/financement-dinvestissements-geothermie) [↑](#footnote-ref-2)