

## Fonds Chaleur - Secteur Géothermie sur aquifère profond

### 1) Contexte

Cette filière, appelée aussi géothermie Basse Energie, concerne l'exploitation des aquifères d'une profondeur supérieure à 200 m. Compte tenu de l'importance des investissements sous-sol à mettre en oeuvre - lorsque notamment les aquifères valorisés sont très profonds - on associe généralement cette filière aux réseaux de chaleur. C'est le cas en région Ile de France où l'aquifère exploité par la trentaine d'opérations de géothermie existantes – le Dogger – se situe entre 1 700 et 1 900 m de profondeur et également dans une moindre mesure en Aquitaine.

Dans le Bassin Aquitain, quelques opérations sur des aquifères profonds (jusqu'à 1 500 m de profondeur) ont été réalisées en récupérant d'anciens puits forés à l'origine pour la recherche pétrolière.

L'exploitation des aquifères profonds permet généralement un usage direct de la chaleur mais dans certains cas, elle peut nécessiter le recours à une pompe à chaleur (cas de l'exploitation du réservoir de l'Albien en Ile de France ou dans le bassin Aquitain).

### 2) Nature des opérations éligibles

Par définition, sont éligibles toutes les opérations de valorisation thermique de ressources géothermales profondes, parmi celles-ci :

- La réalisation d'un doublet (ou autre configuration spécifique (triplet ...)) et la création d'un réseau de chaleur associé,
- La réalisation d'un doublet (ou autre configuration spécifique (triplet ...)) et l'adaptation d'un réseau de chaleur existant.
- La mise en œuvre d'une réinjection en aquifère sur une opération existante (exemple : opérations de la région aquitaine).

D'autres opérations plus spécifiques peuvent aussi être prises en compte comme par exemple :

- la réalisation d'un doublet (ou autre configuration spécifique (triplet ...)) sur un aquifère profond peu connu avec (ou sans) création d'un réseau de chaleur associé et/ou avec (ou sans) la mise en place d'une pompe à chaleur.
- la transformation d'un ancien puits pétrolier pour une valorisation thermique de l'eau chaude produite avec (ou sans) la mise en place d'une pompe à chaleur.

En cas de doute sur le caractère d'éligibilité d'une opération au Fonds chaleur, il vous est recommandé de contacter l'ADEME.

Par ailleurs, l'éligibilité d'une opération pourra être conditionnée à la réalisation - à la demande de l'ADEME - de travaux complémentaires de caractérisation de ressources mal connues identifiées lors du forage. Le coût de ces travaux complémentaires sera alors intégralement compensé dans le montant de la subvention calculée.

### 3) Calcul du niveau d'aides

La spécificité des opérations de géothermie sur aquifère profond – notamment le volet sous-sol –, leur variété, conduit à proposer une instruction des projets de géothermie sur aquifère profond au cas par cas dans le cadre d'une analyse du coût de revient de la chaleur renouvelable produite par l'installation, en comparaison avec une solution de référence fossile. Les éléments suivants ; coût de la chaleur renouvelable livrée, respect de

l'encadrement européen, aide au réseau de chaleur éventuellement associé seront donc évalués selon les critères retenus par le fonds chaleur<sup>1</sup>, ...).

#### Aide aux installations de Géothermie profonde :

- Aide calculée par **analyse du coût de revient de la chaleur renouvelable et comparaison avec une solution de référence fossile**, avec plafonnement de l'aide selon la grille ci-dessous :

Plafond d'aide pour installation de géothermie profonde

Technologie	Plafond d'aide €/tep EnR (20ans)
Géothermie profonde <b>sans</b> recours à une pompe à chaleur	<b>80</b>
Géothermie profonde <b>avec</b> recours à une pompe à chaleur	<b>165</b>

Les Tep EnR&R sont comptabilisées en sortie de l'échangeur de l'installation de production géothermale ou à l'entrée de la pompe à chaleur quand celle-ci est nécessaire.

L'octroi de l'aide sera subordonné à l'adhésion de l'opération au **Fonds de garantie géothermie**<sup>2</sup>.

#### 4) Modalités de versement des aides

- un versement à la notification, après signature du contrat avec l'ADEME et sur présentation, pour les entreprises, d'une caution bancaire correspondant au montant de l'avance;
- un versement à la réception de l'installation
- le solde, sur présentation dans un délai maximum de 24 mois après la réception de l'installation des résultats réels de la production géothermique consolidée sur une période de 12 mois consécutifs mesurée au compteur de chaleur EnR&R.

Le bénéficiaire de l'aide s'engage à transmettre **par télérelève pendant 3 ans** la production thermique de l'installation géothermique mesurée au compteur de chaleur EnR&R, à compter du solde du contrat.

Le montant du solde sera calculé au prorata de la production réelle par rapport à l'engagement initial du maître d'ouvrage.

L'ADEME se réserve le droit de demander le remboursement de la totalité des aides versées si la production moyenne EnR&R sur cette période de 2 ans est inférieure à 50% de l'engagement initial du maître d'ouvrage.

Le maître d'ouvrage bénéficiaire d'une aide aura à sa charge l'investissement et l'exploitation d'un dispositif mesurant la production thermique de l'installation géothermique, ainsi que toute autre donnée (débit, pression, température, ...) nécessaire à la connaissance collective de la ressource exploitée. Ces données seront centralisées par l'ADEME. L'installation et l'exploitation du dispositif de mesure devront respecter le cahier des charges de l'ADEME transmis au maître d'ouvrage.

<sup>1</sup> Voir fiche "Réseaux de chaleur"

<sup>2</sup> La couverture du « risque géologique » est un enjeu majeur pour le développement de la géothermie. Les étapes en amont de l'exploration et de l'accès à la ressource ont des coûts élevés, sans garantie de retrouver une ressource exploitable. Pour baisser cette barrière significative à l'entrée pour de nouveaux investisseurs, un schéma de couverture du risque géologique par mutualisation a été mis en place en France dans les années 80. Le « fonds de garantie géothermie », géré par la SAF-Environnement, sur la base d'une convention avec l'ADEME, permet d'assurer les investisseurs contre le risque géologique moyennant une cotisation. Il est destiné à l'élaboration d'installations géothermiques à fort investissement et avec une réussite liée aux caractéristiques de la ressource géothermale exploitée.

## Fonds Chaleur - Secteur Géothermie intermédiaire avec pompe à chaleur

### 1) Contexte

Cette géothermie, appelée aussi géothermie Très Basse Energie concerne deux classes d'opérations :

- les opérations avec **pompe à chaleur sur aquifères superficiels** (profondeur inférieure à 200 m), dites opérations "PAC sur eau de nappe".  
Ces opérations permettent de valoriser le potentiel thermique de ressources en eaux souterraines superficielles. Aux profondeurs considérées (moins de 200 m), la température moyenne de l'eau est de l'ordre de 13°C à 20 °C ; la chaleur prélevée nécessite donc, pour être valorisée, que son niveau de température soit relevé, d'où l'emploi d'une pompe à chaleur (PAC).  
Les PAC sur eau de nappe permettent d'assurer la couverture des besoins de chauffage et/ou d'ECS et s'adressent, compte tenu du coût des ouvrages sous-sol à mettre en œuvre, à des immeubles de taille importante (surface de plancher indicative de 2 000 à 25 000 m<sup>2</sup>). Cette technique concerne principalement les immeubles de grand et moyen tertiaire (bureaux, bâtiments de santé, hôtellerie, grandes surfaces commerciales) ainsi qu'à l'habitat collectif.  
Le secteur agricole avec le chauffage des serres constitue également une cible privilégiée.
- Les opérations avec **pompe à chaleur sur champs de sondes géothermiques**.  
Dans les endroits où le sous-sol ne révèle pas d'aquifères exploitables, il est possible de récupérer la chaleur du sous-sol par le biais de sondes géothermiques. Une sonde géothermique est constituée d'une boucle dans laquelle circule en circuit fermé un fluide caloporteur. Chaque boucle est insérée dans un forage, ce dernier est ensuite rempli avec un mélange de ciment et de bentonite.  
En surface, la sonde est reliée à une pompe à chaleur.  
La profondeur du forage peut atteindre 200 mètres et en fonction de l'importance des besoins thermiques à couvrir il est possible d'installer plusieurs sondes sur le même site ; on parle alors de **champs de sondes géothermiques**.  
Les cibles concernées sont celles du résidentiel collectif et du petit et moyen tertiaires (maisons de retraite, bâtiments communaux, bâtiments industriels, immeubles de bureaux) d'une surface comprise en moyenne entre 500 et 5 000 m<sup>2</sup>.

Nota : Bien que ne relevant pas du domaine de la géothermie, deux autres types d'opérations mettant généralement en œuvre des pompes à chaleur pourront être prises en compte par le Fonds Chaleur :

- les opérations valorisant **l'énergie de l'eau de mer** via des pompes à chaleur (ou non, lorsqu'il s'agira par exemple d'utiliser directement la "chaleur" de l'eau de mer pour refroidir des bâtiments), et par extension, les opérations valorisant l'énergie thermique de **l'eau d'exhaure de mines ou de tunnels**.
- les opérations de pompes à chaleur sur **eaux usées (sur réseaux d'eaux usées ou en station de traitement des eaux usées STEP)**.

En cas de doute sur le caractère d'éligibilité d'une opération au Fonds chaleur, il s'agira de se rapprocher de l'ADEME pour en évaluer la possibilité.

### 2) Conditions d'éligibilité des projets

L'installation d'une PAC à compression électrique devra être évitée lorsque celle-ci, de par son type d'usage, accentue la fragilité d'un réseau électrique reconnu en contrainte.

Les remplacements de PAC en raison de l'interdiction d'utilisation de certains fluides frigorigènes encadrés par le code de l'environnement ne sont pas éligibles (respect de la réglementation).<sup>3</sup>

<sup>3</sup> <http://www.developpement-durable.gouv.fr/La-reglementation-nationale.html>

**a. Pour les opérations de PAC sur eau de nappe ou sur eau de mer**

- Installations nouvelles,
- Production minimum de l'installation 6 tep EnR /an, (les tep EnR correspondent aux Tep, réellement extraites du sous-sol ou de la mer, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; elles sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale supérieur à 1000 h/an  
Respect de la réglementation thermique sur les bâtiments et de la réglementation sous-sol (géothermie de minime importance) ou des milieux naturels<sup>4</sup>
- Respect des normes pour les forages d'eau (NFX 10-999)
- Evaluation du potentiel de la nappe<sup>5</sup> et étude d'impact thermique sur la ressource,
- Réinjection du fluide géothermal extrait dans l'aquifère d'origine ou rejet en mer pour les opérations sur eau de mer,
- COP machine égal ou supérieur à **4,0** pour les PAC « électriques » en mode chauffage (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de température 10/7°C et 30/35°C)
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec a minima, pour les installations de plus faibles puissances, un comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie géothermale/marine ou production d'énergie entrée PAC. Quelle que soit la taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation et les performances, il est recommandé de pouvoir mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires, les consommations d'énergie d'appoint, ... et de prévoir un dispositif de recueil et suivi des données.

**- Spécificités pour les PAC Gaz à absorption :**

- COP machine égal ou supérieur à **1,55** en mode chauffage (mesuré pour les conditions de température d'entrée et de sortie de 10°C/35°C prévues selon la norme européenne EN 12309),
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec obligatoirement un comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie géothermale/marine ou production d'énergie entrée PAC. Quelle que soit la taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation, des compteurs supplémentaires seront installés pour mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires (pompes de circulation, pompes de captage ...), les consommations d'énergie de l'appoint éventuel ... Un dispositif de recueil et suivi des données sera également mis en place afin de pouvoir estimer les performances énergétiques de l'installation.

<sup>4</sup> Voir décret de la géothermie de minime importance :

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v\\_1?cidTexte=JORFTEX T000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v_1?cidTexte=JORFTEX T000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299)

<sup>5</sup> Pour un projet de PAC sur nappe, le maître d'ouvrage peut, s'il le souhaite, souscrire à la garantie AQUAPAC, dispositif géré par la SAF Environnement. Cette assurance couvre les risques géologiques liés à la possibilité d'exploitation énergétique d'une ressource aquifère puis au maintien de ses capacités dans le temps (en général ressource à moins de 100 m de profondeur et pompes à chaleur d'une puissance thermique supérieure à 30 KW). Elle offre une double garantie :

- La **garantie de recherche**, qui couvre le risque d'échec consécutif à la découverte d'une ressource en eau souterraine insuffisante pour le fonctionnement des installations tel qu'il avait été prévu.
- La **garantie de pérennité** couvre le risque de diminution ou de détérioration de la ressource, en cours d'exploitation.

### **b. Pour les opérations de PAC sur champs de sondes**

- Installations nouvelles,
- Production minimum de l'installation **2 tep EnR /an**, (les tep EnR correspondent aux Tep, réellement extraites du sous-sol, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; elles sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale supérieur à **1000 h/an**
- Respect de la réglementation thermique sur les bâtiments et de la réglementation sous-sol (géothermie de minime importance)<sup>6</sup>,
- Respect des normes NFX 10-960-1, 10-960-2, 10-960-3, 10-960-4, NFX 10-970 relatives à la mise en place des sondes géothermiques verticales.
- Réalisation d'un test de mesure in situ des propriétés thermiques du terrain pour le dimensionnement des installations et d'une étude de simulation dynamique pour les opérations pour lesquelles la surface de plancher des bâtiments à chauffer est supérieure à 1 000 m<sup>2</sup>.
- COP machine égal ou supérieur à **3,7** pour les PAC « électriques » en mode chauffage (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de température d'entrée et de sortie 0/-3°C et 30/35°C),
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec a minima pour les installations de plus faibles puissances, comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie géothermale ou production d'énergie entrée PAC. Quelle que soit la taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation, il sera utile de pouvoir mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires, les consommations d'énergie d'appoint, ... et de prévoir un dispositif de recueil et suivi des données.

#### **- Spécificités pour les PAC Gaz à absorption :**

- COP machine égal ou supérieur à **1,43** en mode chauffage (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 12309 en régimes de température d'entrée et de sortie de 0/-3°C et 30/35°C),
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec obligatoirement un comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie géothermale ou production d'énergie entrée PAC. Quelle que soit la taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation, des compteurs supplémentaires seront installés pour mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires, les consommations d'énergie de l'appoint éventuel ... Un dispositif de recueil et suivi des données sera également mis en place afin de pouvoir estimer les performances énergétiques de l'installation.

### **C. Pour les opérations de PAC sur eaux usées**

- Installations nouvelles,
- Production minimum de l'installation **10 tep EnR /an**, (les tep EnR correspondent aux Tep, réellement extraites des eaux usées, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; elles sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale supérieur à **1000 h/an**
- Respect de la réglementation thermique sur les bâtiments,
- COP machine égal ou supérieur à **4,0** pour les PAC « électriques » en mode chauffage (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de température d'entrée et de sortie 10/7°C et 30/35°C),
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec a minima pour les installations de plus faibles puissances, comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie récupérée des eaux usées ou production d'énergie entrée PAC). Quelle que soit la

<sup>6</sup> Voir décret de la géothermie de minime importance :

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v\\_1?cidTexte=JORFTEX T000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v_1?cidTexte=JORFTEX T000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299)

taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation et les performances, il est recommandé de pouvoir mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires, les consommations d'énergie d'appoint, ... et de prévoir un dispositif de recueil et suivi des données.

**- Spécificités pour les PAC Gaz à absorption :**

- COP machine égal ou supérieur à **1,55** en mode chauffage (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 12309 en régimes de température d'entrée et de sortie de 10/7°C et 30/35°C),
- Mise en place d'un monitoring adapté au fonctionnement de l'installation (cf §6) avec obligatoirement un comptage d'énergie pour mesurer la production EnR&R i.e. production d'énergie récupérée des eaux usées ou production d'énergie entrée PAC. Quelle que soit la taille de l'installation et pour en optimiser l'exploitation et les performances, des compteurs supplémentaires seront installés pour mesurer la production utile sortie PAC, les consommations des auxiliaires, les consommations d'énergie de l'appoint éventuel et ainsi pouvoir estimer les performances énergétiques ... Un dispositif de recueil et suivi des données sera également mis en place afin de pouvoir estimer les performances énergétiques de l'installation.

### 3) Calcul du niveau d'aide

Selon la taille des installations, l'aide Fonds chaleur sera calculée sur la base d'une aide forfaitaire ou d'une analyse du coût de revient. Dans tous les cas, le montant octroyé devra respecter les règles de l'encadrement communautaire des aides.

#### 3.1 Aides forfaitaires pour les installations de tailles suivantes :

- PAC sur **nappe : production** supérieure à **6** et inférieure ou égale à **50** tep EnR/an
- PAC sur **eau de mer : production** supérieure à **6** et inférieure ou égale à **100** tep EnR/an
- PAC sur **eaux usées** : production supérieure à **10** et inférieure ou égale à **100** tep EnR/an
- PAC sur **sondes** : production supérieure à **2** et inférieure ou égale à **25** tep EnR/an

#### **Aides forfaitaires: PAC à compression Electrique ou à absorption Gaz:**

Technologie	Aide en €/tep EnR (20 ans)
Pompe à chaleur sur eau de nappe	<b>100 €/tep + 200 €/ml de puits foré</b>
Pompe à chaleur sur eau de mer	<b>100</b>
Pompe à chaleur sur eaux usées	<b>200</b>
Pompe à chaleur sur champ de sondes	<b>400</b>

Pour les PAC à compression électrique, les Tep EnR&R sont comptabilisées à l'entrée de la PAC.

Pour les PAC à absorption gaz, les Tep EnR&R correspondent aux Tep réellement extraites du sous-sol ou des eaux usées et sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur selon la formule suivante :

Production d'EnR&R = Production utile sortie PAC – Consommation de gaz PCI PAC
--

#### **3.2 Aide calculée par analyse du coût de revient de la chaleur renouvelable et comparaison avec une solution de référence fossile, avec plafonnement de l'aide** pour les installations de tailles suivantes :

- PAC sur **nappe** supérieure à **50** tep EnR/an
- PAC sur **eau de mer** supérieure à **100** tep EnR/an
- PAC sur **eaux usées** supérieure à **100** tep EnR/an
- PAC sur **sondes** supérieure à **25** tep EnR/an

Le **montant d'aide minimum** par technologie est défini comme suit sous réserve du respect de l'encadrement européen :

- PAC sur **nappe**: **100 000 € + 200 €/ml** de puits foré
- PAC sur **eau de mer**: **200 000 €**
- PAC sur **eaux usées** : **400 000 €**
- PAC sur **sondes** : **200 000 €**

**Plafonds d'aide : PAC à compression Electrique ou à absorption Gaz:**

Technologie	Plafond d'aide en €/tep EnR (20ans)
Pompe à chaleur sur eau de nappe	<b>100 €/tep + 200 €/ml de puits foré</b>
Pompe à chaleur sur eau de mer	<b>100</b>
Pompe à chaleur sur eaux usées	<b>200</b>
Pompe à chaleur sur champ de sondes	<b>400</b>

Pour les PAC à compression électrique, les Tep EnR&R sont comptabilisées à l'entrée de la PAC.

Pour les PAC à absorption gaz, les Tep EnR&R correspondent aux Tep réellement extraites du sous-sol ou des eaux usées et sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur selon la formule suivante :

Production d'EnR&R = Production utile sortie PAC – Consommation de gaz PCI PAC
--

Exemples d'application (sous réserve du respect du plafond de l'encadrement européen) :

- Une PAC sur nappe à une profondeur de 30 mètres (1 puits d'extraction + 1 puits de réinjection = 60 ml de forage) et produisant 70 tep EnR/an aura une aide minimum de 112 000 € (100 000 + 60\*200) ; l'aide calculée par analyse du coût de revient ne pourra pas dépasser 152 000 € (70\*100\*20 + 60\*200).

**4) Modalités de versement des aides**

L'aide sera versée en 3 paiements :

- un versement à la notification après signature du contrat avec l'ADEME et sur présentation, pour les maîtres d'ouvrage relevant des secteurs industriel et agricole, d'une caution bancaire correspondant au montant,
- un versement à la réception de l'installation,
- le solde sur présentation, dans un délai maximum de 24 mois après la réception de l'installation, des résultats réels de la production géothermale consolidée au moins sur 12 mois consécutifs mesurée au compteur de chaleur EnR&R ou d'énergie de récupération correspondant à la **production d'énergie entrée PAC**. Le montant du solde sera calculé au prorata de la production de la première année par rapport à l'engagement initial.

Le maître d'ouvrage bénéficiaire d'une aide aura à sa charge l'investissement et l'exploitation du comptage d'énergie permettant de mesurer la production de chaleur EnR&R. Le maître d'ouvrage sera susceptible d'être contrôlé sur l'entretien de ce système de comptage. En cas de dysfonctionnement la restitution des aides déjà allouées pourra être demandée.

**5) Spécificités pour le dossier d'instruction des installations PAC Gaz à absorption**

Pour être considéré comme recevable par l'ADEME, le dossier de demande d'aide déposé pour une opération géothermique avec PAC gaz devra contenir a minima les éléments requis pour les solutions PAC électriques et incluant une comparaison avec une solution conventionnelle (par exemple avec une chaudière à condensation gaz) (cf. fiche d'instruction type en annexe 2).

En outre, afin de justifier la pertinence de la solution PAC gaz par rapport à une solution PAC électrique, le porteur de projets présentera :

1. un bilan comparatif par kWh de production de chaleur utile des émissions de CO<sub>2</sub> de la solution avec pompe à chaleur gaz naturel et de la solution avec pompe à chaleur à compression électrique (hypothèse de référence : 180g CO<sub>2</sub>/kWh élec) ;
2. un bilan comparatif pour la même production de chaleur utile du surcoût par tonne de CO<sub>2</sub> évités (€/tCO<sub>2</sub>) pour les solutions avec pompe à chaleur gaz naturel et avec pompe à chaleur à compression électrique.

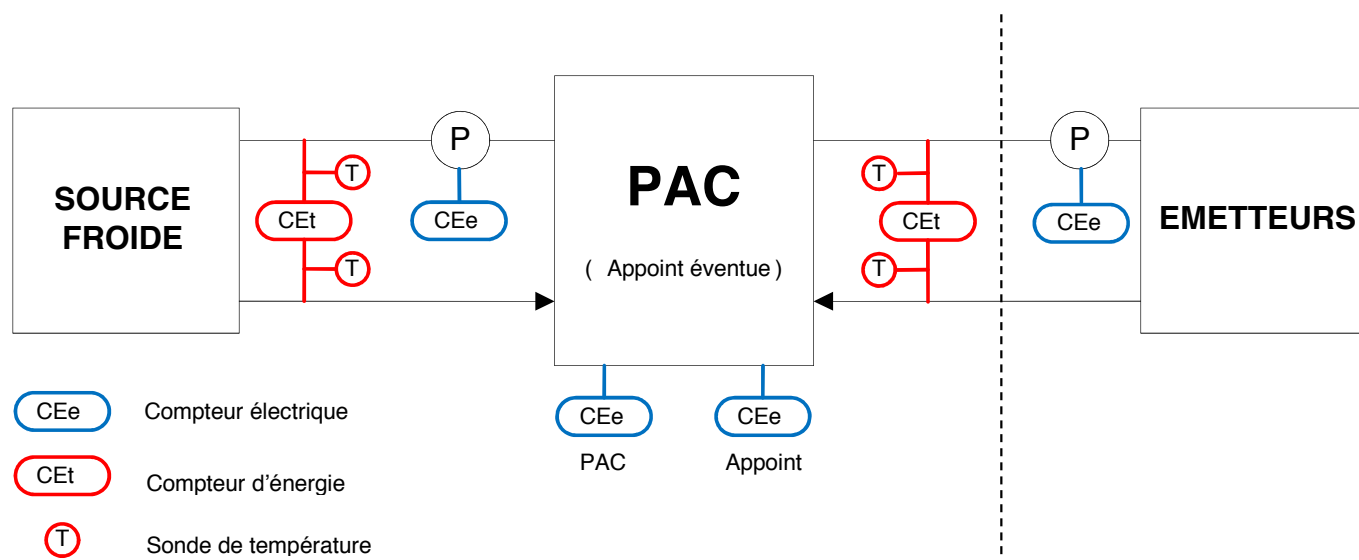
De plus, les installations de PAC gaz pourront d'autant mieux être justifiées lorsqu'elles seront réalisées dans des zones où les réseaux électriques sont « en contraintes ». Le dossier devra fournir les éléments qui définissent les contraintes sur ce réseau, si celui-ci justifie son projet pour cette raison.

### 6) Monitoring des installations de PAC

Pour plus d'infos, se référer au CdC téléchargeable sur le site suivant : [http://www.valpac.fr/userdata/documents/8\\_cahierdecharges\\_suivi\\_v4.pdf](http://www.valpac.fr/userdata/documents/8_cahierdecharges_suivi_v4.pdf)

#### PAC à compression Electrique

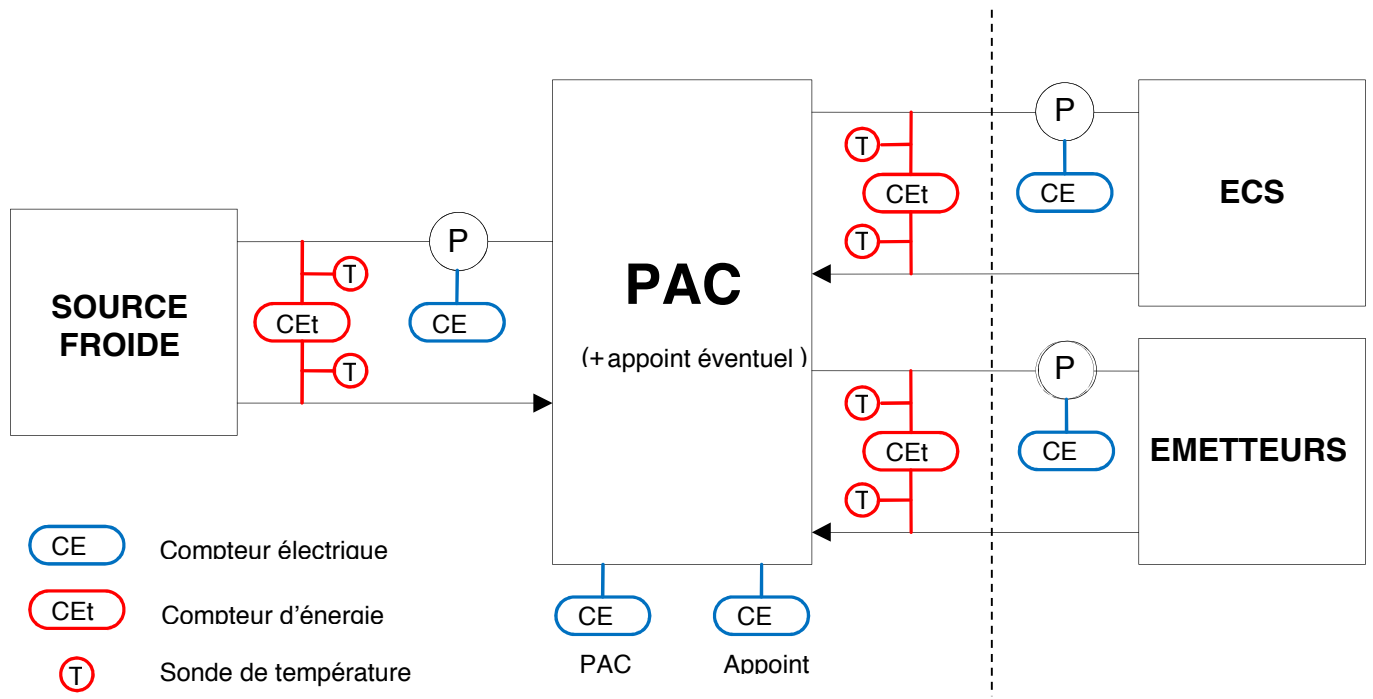
##### Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid :



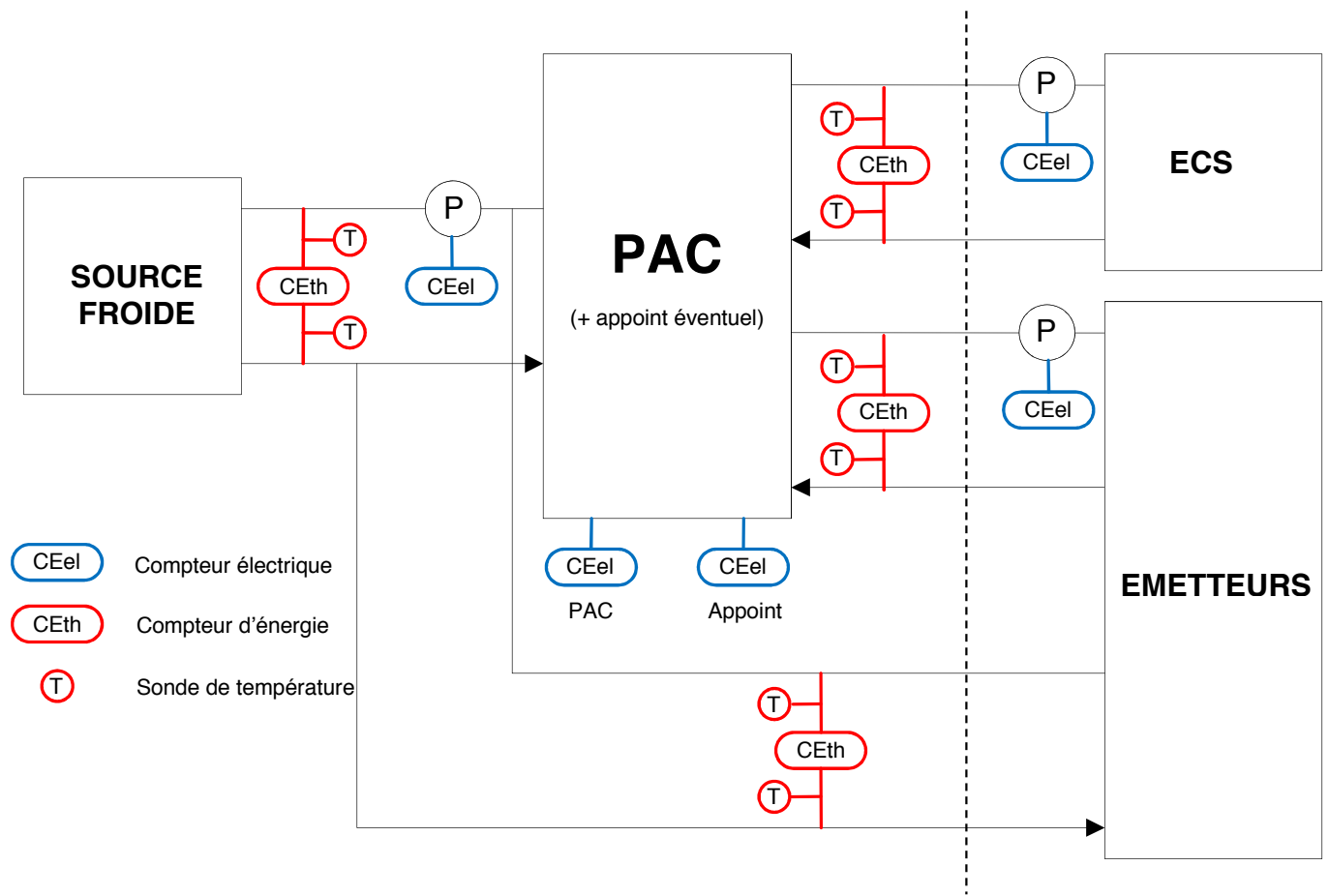
Dans le cas d'une installation réversible (chaud/froid), les compteurs d'énergie doivent être réversibles.

##### Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid avec préchauffage ECS :



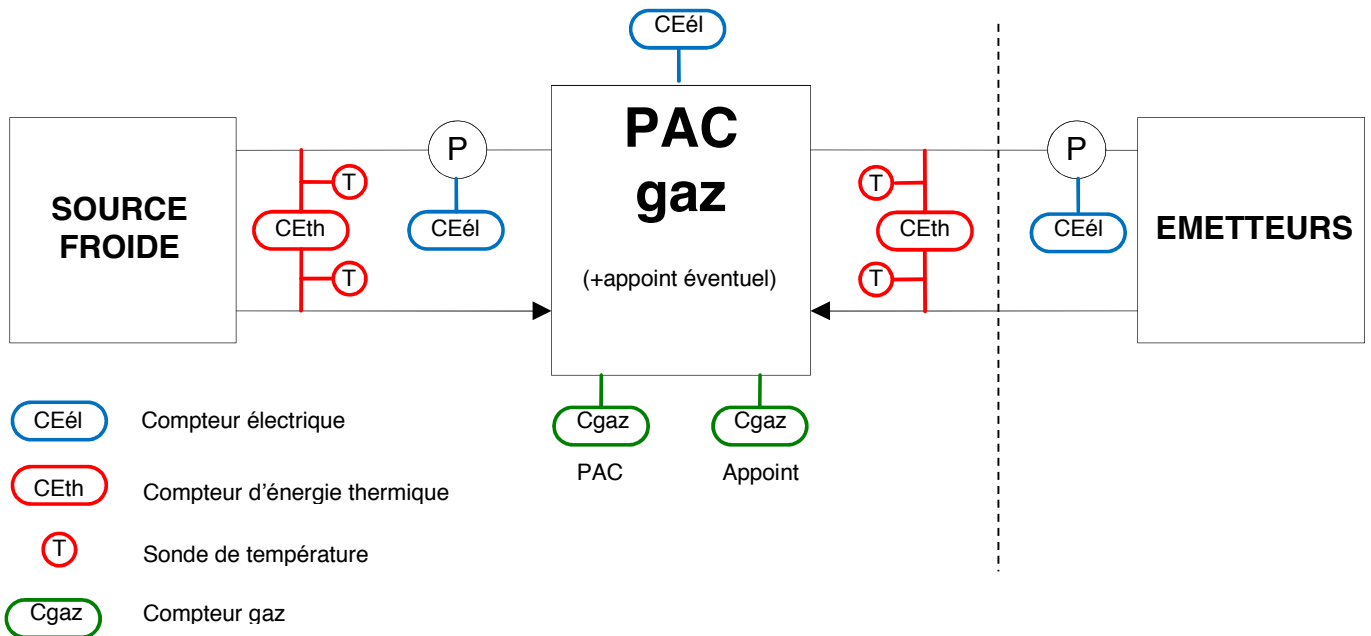


**Instrumentation pour un fonctionnement chauffage, freecooling avec préchauffage ECS :**



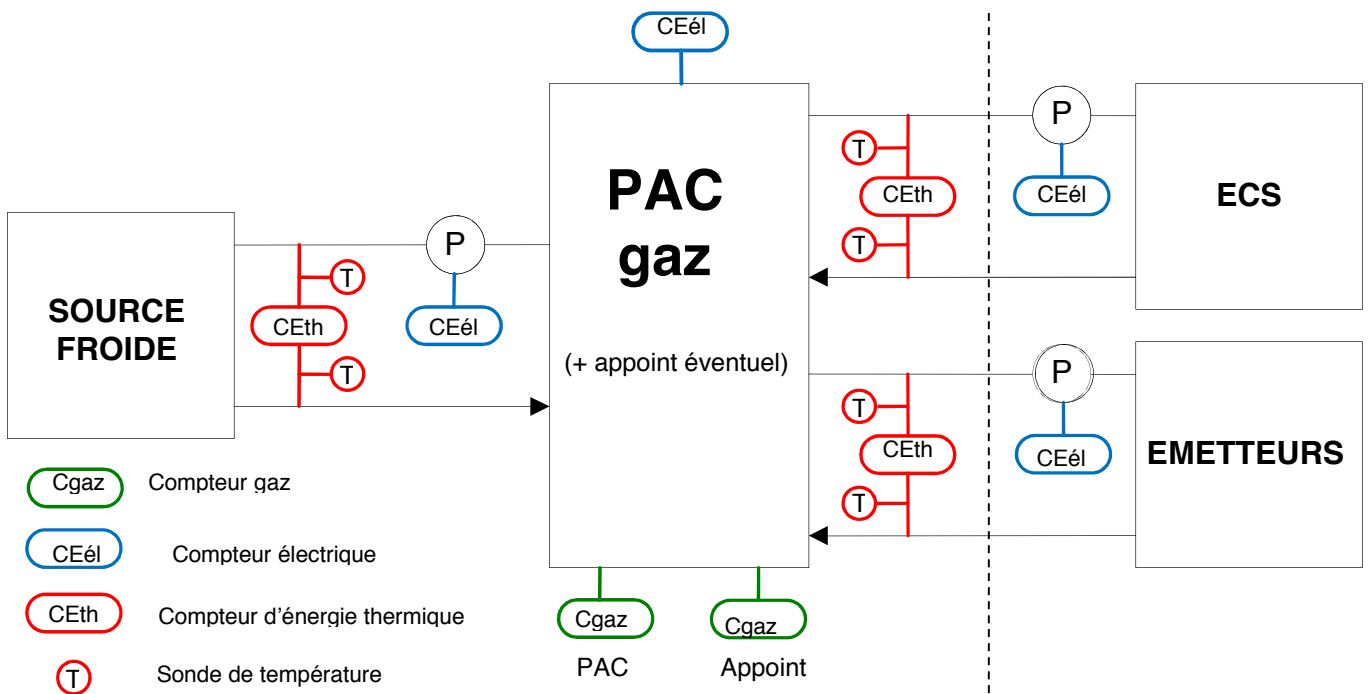
PAC gaz à absorption

**Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid :**

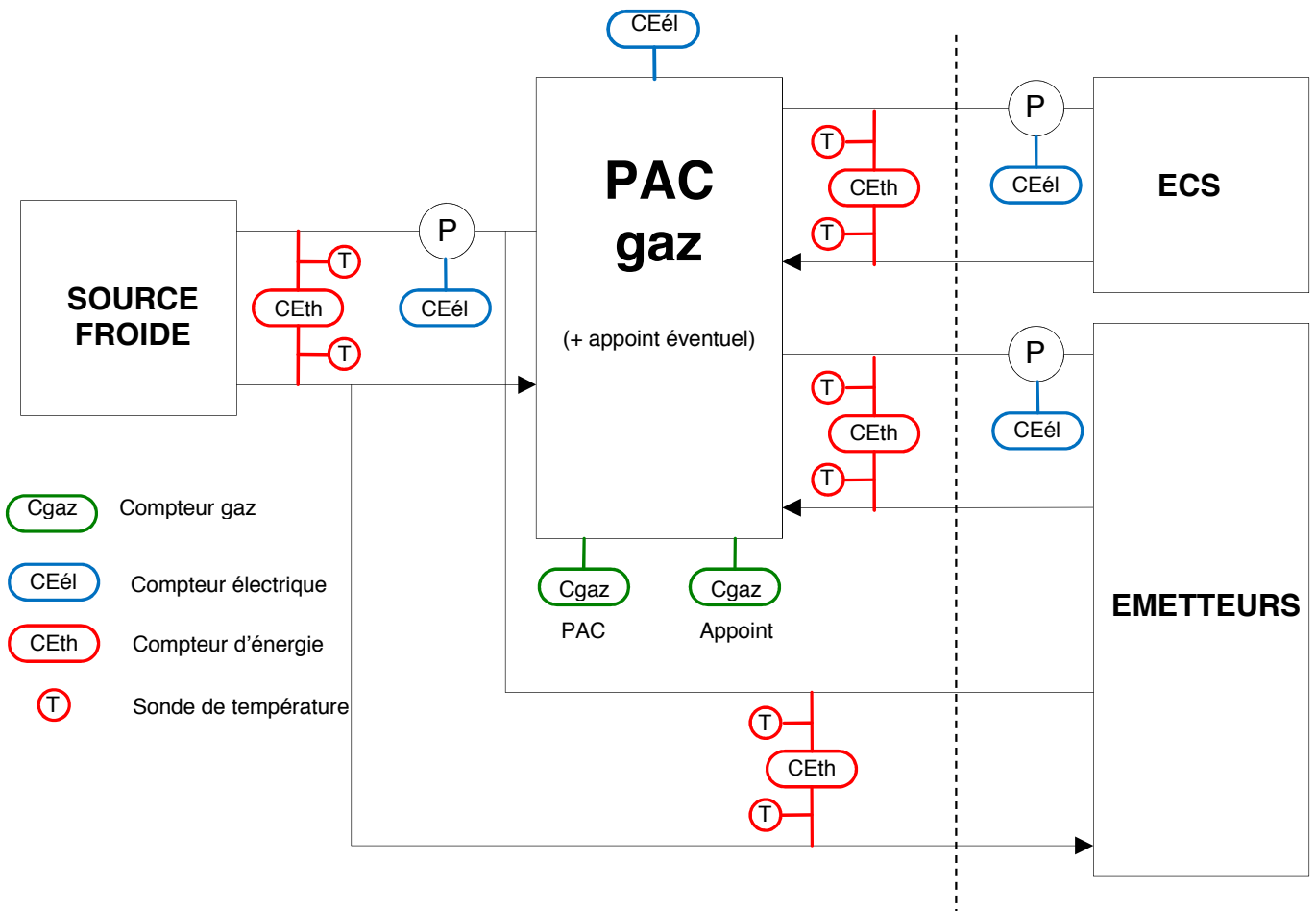


Dans le cas d'une installation réversible (chaud/froid), les compteurs d'énergie doivent être réversibles.

**Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid avec préchauffage ECS**



**Instrumentation pour un fonctionnement chauffage, freecooling avec préchauffage ECS :**



## Annexe 1 : Secteur Géothermie profonde/ Fiche d'instruction

### 1) Cadre de l'opération

Présentation des caractéristiques générales du projet :

- Présentation du porteur de projet et des principaux intervenants (ingénierie surface, ingénierie sous-sol, entreprise de forage, autres intervenants – identité et coordonnées),
- Description de l'opération (lieu d'implantation, installation neuve ou existante, nombre de bâtiments et/ou de logements concernés, surfaces correspondantes, usages couverts),
- Respect des conditions d'éligibilité,
- Etudes énergétiques réalisées (étude de pré faisabilité, études sous-sol, APS, APD),
- Planning prévisionnel des travaux (date de mise en service envisagée).

### 2) Besoins thermiques utiles

Liste des bâtiments avec les besoins utiles de chauffage et d'eau chaude sanitaire associés avant et après démarche d'économie d'énergie (si bâtiments existants)

Bâtiments	Surface Bâtiments (m <sup>2</sup> )	Quantités ECS (m <sup>3</sup> /an)	Besoins thermiques utiles (MWh/an)	Démarche d'économie d'énergie	Nouveaux besoins thermiques utiles (MWh/an)

Si bâtiment(s) existant(s) : Copie des factures liées aux consommations d'énergie de l'année précédente

### 3) Définition des caractéristiques de la solution géothermique

Caractéristiques techniques	Puissance globale de l'installation (en kW)	
	Puissance de la centrale géothermique (en kW)	
	Si création de réseau de chaleur, longueur du réseau en mètres (A+R)/2	
	Si extension de réseau, longueur du réseau en mètres (A+R)/2	
	Production sortie centrale géothermique (MWh/an)	
	Si mise en place de PAC(s), puissance thermique PAC(s) (en kW)	
	Production utile sortie PAC(s) (MWh/an)	
	Taux de couverture des besoins thermiques par la géothermie en %	
Combustible d'appoint	Nature du combustible (exemples : gaz, fioul)	
	Consommation annuelle en énergie en entrée chaudière en MWh PCI	
	Rendement de la chaudière d'appoint (%)	
	Prix du MWh PCI HT (entrée chaudière)	
Charges d'exploitation (1)	P1 HTVA	
	P'1 HTVA	
	P2 (charges salariales comprises) HTVA	
	P3 HTVA	
Investissement	Génie civil HT	
	Installation géothermique de surface et accessoires HT	
	Installation géothermique sous-sol (forages, pompes, ...) et accessoires HT	
	Réseau de chaleur (tranchées et sous-stations) HT	
	PAC (le cas échéant)	
	Ingénierie HT	
	Autres (à préciser)	

(1) : P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles

P'1 : coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour assurer le fonctionnement des installations primaires.

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

P3 : coût de renouvellement des installations.

#### **4) Définition des caractéristiques de la solution de référence**

Solution de référence : solution classique qui aurait été mise en place ou conservée pour assurer les mêmes besoins thermiques si le projet envisagé n'avait pas été retenu.

Réseau de chaleur	Si réseau existant, longueur en mètres (A+R)/2	
Combustible 1	Nature du combustible (exemples : gaz, fioul)	
	Consommation annuelle en énergie en entrée chaudière en MWh PCI	
	Prix du MWh PCI HT	
Combustible 2	Nature du combustible (exemples : gaz, fioul)	
	Consommation annuelle en énergie en entrée chaudière en MWh PCI	
	Prix du MWh PCI HT	
Charges d'exploitation (1)	P1 HTVA	
	P'1 HTVA	
	P2 (charges salariales comprises) HTVA	
	P3 HTVA	
Investissement	Génie civil HT	
	Chaudière(s) et accessoires HT	
	Réseau de chaleur HT	
	Ingénierie HT	
	Autres (à préciser)	

(1) : P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles

P'1 : coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour assurer le fonctionnement des installations primaires.

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

P3 : coût de renouvellement des installations.

#### **5) Description technique de l'installation**

Le porteur de projet présentera une synthèse des éléments constituant l'installation justifiés par les résultats de l'étude des besoins thermiques.

#### **6) Description de l'installation de comptage et de télérelevé de la production d'EnR&R**

Le porteur de projet précisera le mode de comptage de la production thermique à partir de l'installation de géothermie profonde conformément au cahier des charges de l'ADEME. Les données de production d'EnR&R doivent être transmises quotidiennement par télé-relevé vers l'ADEME conformément au cahier des charges.

**7) Plan de financement**

Le candidat précisera le type de montage financier envisagé pour le projet (fonds propre, emprunts, crédit bail, ...) ainsi que l'organisation des acteurs sur les plans juridique et financier.

<b>Origine</b>	<b>Montant (€HT)</b>
Fonds propres	
Subventions	
Fonds Chaleur	
Région	
FEDER	
Autre (préciser)	
Emprunt	
TOTAL investissement	
Durée de l'emprunt	x années

FORMAT PROVISOIRE

## Annexe 2 : Secteur Géothermie intermédiaire / Fiche d'instruction

### 1) Cadre de l'opération

Présentation des caractéristiques générales du projet :

- Présentation du porteur de projet et des principaux intervenants (ingénierie surface, ingénierie sous-sol, entreprise de forage, autres intervenants (installateurs, exploitants, ...) – identité et coordonnées),
- Description de l'opération (lieu d'implantation, installation neuve ou existante, nombre de bâtiments et/ou de logements concernés, surfaces correspondantes, usages couverts - chauffage, eau chaude sanitaire, froid),
- Respect des conditions d'éligibilité,
- Etudes énergétiques réalisées (étude de pré faisabilité, études sous-sol, APS, APD),
- Planning prévisionnel des travaux (date de mise en service envisagée),
- Monotones (puissance appelée en fonction du temps en indiquant les différents modes de production énergétique : PAC/appoint),
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement de la PAC à puissance nominale par an.

### 2) Description du projet

#### 2.1. Besoins énergétiques considérés

Besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire et de froid associés.

Bâtiment	Surface du bâtiment (m <sup>2</sup> )	Besoins utiles (MWh/an)		
		Chaud	Froid	ECS

Si bâtiment neuf : Cep projet (kWh/m<sup>2</sup>)

Si bâtiment(s) existant(s) : Copie des factures liées aux consommations d'énergie de l'année précédente

#### 2.2. Caractéristiques des installations de surface

##### a) Production

Description succincte des équipements justifiés par l'étude des besoins thermiques des bâtiments

Caractéristiques des équipements (Cf. tableau)

Equipements ☞  Usages ☞	PAC				Appoint	
	Puissance (kW)	COP* ou EER**	Type de fluide frigorigène utilisé	Masse de fluide frigorigène contenue dans la PAC	Nature du combustible (gaz, fioul, électricité, ...)	Type d'équipement
Chauffage						
ECS						
Froid***						

\* COP : Coefficient de Performance donné par le constructeur (rapport de puissances à un point de fonctionnement de la PAC - préciser les températures de fonctionnement associées)

\*\* EER : Energy Efficiency Ratio (Coefficient d'Efficacité Energétique) ou COP en mode froid

\*\*\* Froid : En cas de Géocooling, l'indiquer clairement

**b) Distribution**▪ **Emetteurs de chaleur**

- Description des émetteurs de chaleur/froid avec le régime de température associé

▪ **Réseau de chaleur** (si nécessaire)

Description (préciser longueur en m, nombre de sous-stations)

**2.3. Caractéristiques des installations de captage de l'énergie géothermique****a) Installation avec forages sur aquifère superficiel****Forages**

Nombre de forage de production		
Nombre de forage de réinjection		
Profondeur (m)		
Présence d'un échangeur primaire	<input type="checkbox"/> Oui	<input type="checkbox"/> Non
Distance entre forages (m)		
Type de rejet en cas de non réinjection*		

\* Justifier le type de rejet ainsi retenu

**Besoins en eau souterraine**

	Production de chaud	Production de froid
Débit maximum (m3/h)		
Débit moyen (m3/.h) correspondant à la durée de fonctionnement annuelle		
Durée de fonctionnement annuelle (h/an)		
Ecart de température prélèvement/rejet (°C)		

**b) Installations avec champ de sondes**

Nombre de sondes	
Profondeur (m)	
Longueur totale (m) du captage	
Type de sonde (simple U, double U, ...)	
Diamètre extérieur des tuyaux (mm)	
Espacement moyen entre sondes (m)	
Puissance d'extraction par m de sonde (W/m)	
Durée de fonctionnement annuelle (h/an)	

**c) sur eaux usées (en réseaux ou en step)****Installation 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 (m <sup>2</sup> )	
Puissance extraite par l'échangeur (kW)	



**Installation en STEP**

Type d'échangeur (à plaques, coaxial...)	
Surface totale de l'échangeur (m <sup>2</sup> )	
Puissance extraite par l'échangeur (kW)	

**Besoins en eaux usées**

Débit moyen par temps sec (L/s)	
Température moyenne des eaux usées (°C)	
Ecart de température avant et après échangeur (°C)	
Durée de fonctionnement annuelle (h/an)	
Distance entre collecteur et chaufferie <sup>7</sup> (m)	
Distance entre chaufferie et émetteurs de chaleur <sup>8</sup> (m)	

**2.4. Comptage et suivi**

Description des équipements de mesure et suivi nécessaires et appropriés aux différents modes de fonctionnement possibles de l'installation : chauffage, rafraîchissement, géocooling, préchauffage d'ECS selon les schémas présentés dans le cahier des charges téléchargeable à l'adresse suivante :

[http://www.valpac.fr/userdata/documents/8\\_cahierdecharges\\_suivi\\_v4.pdf](http://www.valpac.fr/userdata/documents/8_cahierdecharges_suivi_v4.pdf)

**3) Comparatif projet géothermique /solution de référence****3.1. Décrire la solution de référence**

Solution de référence: solution classique qui aurait été mise en place ou conservée et couvrant les mêmes besoins thermiques des bâtiments si le projet envisagé n'avait pas été retenu.

**3.2. Comparatif énergétique****a) Chauffage**

Répartition de l'énergie*		Solution de référence (MWh/an)	Solution géothermique		
			PAC (MWh/an)	Appoint (MWh/an)	Géothermie *** (MWh/an)
Consommation d'énergie	Gaz (ou fioul)**	<i>Consommation gaz (ou fioul)</i>		<i>Consommation gaz (fioul)</i>	
	Electricité	<i>Consommation électricité</i>	<i>Electricité consommée par la PAC pour son fonctionnement</i>		<i>Electricité consommée pour faire fonctionner les pompes ou circulateurs</i>
Productions d'énergie		<i>Production sortie chaudière</i>	<i>Production sortie PAC</i>	<i>Production sortie chaudière gaz(ou fioul)</i>	<i>Energie extraite du sous-sol (entrée PAC)</i>

\* Combustibles y compris l'électricité nécessaire au fonctionnement des installations

\*\* Combustibles : Consommations PCI

\*\*\* Géothermie : Consommation : consommation électrique pompes ou circulateurs  
Production : production d'énergie entrée PAC

<sup>7</sup> Distance totale cumulée si le réseau est décentralisé et alimente plusieurs PAC

<sup>8</sup> Distance totale cumulée si le réseau est centralisé et dessert plusieurs bâtiments

**b) ECS**

Répartition de l'énergie*		Solution de référence (MWh/an)	Solution géothermique		
			PAC (MWh/an)	Appoint (MWh/an)	Géothermie *** (MWh/an)
Consommations d'énergie	Gaz (ou fioul) **				
	Electricité				
Productions d'énergie					

\* Combustibles y compris l'électricité nécessaire au fonctionnement des installations

\*\* Combustibles : Consommations PCI

\*\*\* Géothermie : Consommation : consommation électrique pompes ou circulateurs  
Production : production d'énergie entrée PAC

**c) Production de froid**

Répartition de l'énergie*		Solution de référence (MWh/an)	Solution géothermique		
			PAC (MWh/an)	Appoint (MWh/an)	Géothermie *** (MWh/an)
Consommations d'énergie	Gaz (ou fioul) **				
	Electricité				
Productions d'énergie					

\* Combustibles y compris l'électricité nécessaire au fonctionnement des installations

\*\* Combustibles : Consommations PCI

\*\*\* Géothermie : Consommation : consommation électrique pompes ou circulateurs  
Production : production d'énergie entrée PAC

**3.3. Montant prévisionnel des investissements et comparatif**

Si la situation de référence considérée est la conservation des installations existantes, il faut prendre en compte les coûts de renouvellement des installations sur la durée de vie du projet.

Postes de dépenses	Solution de référence (€ HT)	Solution géothermique (€ HT)
VRD/Bâtiment chaufferie		
Production Chauffage		
Production ECS		
Production Froid		
Équipement de captage géothermique (forages, sondes, échangeurs sur eaux usées, équipements de captage et échangeurs eau de mer...)		
Système de gestion et de suivi		
Réseau de chaleur (primaire et sous-stations)		
Ingénierie, conception et réalisation		
Autres (préciser)		
<b>TOTAL HT</b>		

**3.4. Bilan annuel prévisionnel et comparatif**

Charges annuelles d'exploitation	Solution de référence (€ HT/an)	Solution géothermique (€ HT/an)
P1		
P'1		
P2 (charges salariales comprises)		
P3		

P1 : coût de la fourniture du ou des combustibles (électricité pour les PAC)

P'1 : coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour assurer le fonctionnement des installations primaires.

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

P3 : coût de renouvellement des installations

**3.5. Données économiques et financières**

Le candidat précisera le type de montage financier envisagé pour le projet (fonds propre, emprunts, crédit bail, ...) ainsi que l'organisation des acteurs sur les plans juridique et financier.

**a) Coût de l'énergie utilisée**

Energie	Coût (€/MWh)
Gaz	
Fioul	
Electricité	
.....	

**b) Plan de financement**

<b>Origine</b>	<b>Montant (€HT)</b>
Fonds propres	
Subventions	
Fonds Chaleur	
Région	
FEDER	
Autre (préciser)	
Emprunt	
TOTAL investissement	
Durée de l'emprunt	x années

FORMAT PROVISOIRE