



## Fonds Chaleur 2020 : Secteur Géothermie de surface et pompe à chaleur

### Fiche descriptive des conditions d'éligibilité et de financement

#### 1. Opérations éligibles

La **géothermie de surface**, (appelée aussi **géothermie Très Basse Energie** ou encore **géothermie assistée par pompe à chaleur**) est définie comme étant l'exploitation de l'énergie contenue dans le sous-sol jusqu'à 200 mètres de profondeur. La géothermie de surface est disponible en permanence et exploitable quasiment partout en France. Elle concerne principalement les classes d'opérations suivantes :

- Les opérations avec **pompe à chaleur sur aquifères superficiels** (profondeur de la nappe d'eau inférieure à 200 mètres), dites opérations "PAC sur eau de nappe".

Ces opérations permettent de valoriser le potentiel thermique de ressources en eaux souterraines superficielles via un doublet de forages. A moins de 200 mètres de profondeur, 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 opérations avec **pompe à chaleur sur champs de sondes géothermiques**.

Il est également possible de récupérer directement 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 pouvant atteindre 200 mètres, ce dernier est ensuite rempli avec un coulis spécifique à la géothermie (mélange de ciment et de bentonite). En surface, la sonde est reliée à une pompe à chaleur. 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 opérations avec **pompe à chaleur sur géostructures énergétiques**.

Certains bâtiments doivent être construits, pour des raisons de portance, sur des fondations – généralement des pieux en béton. Les fondations sont des ouvrages souterrains destinés à assurer la stabilité statique du bâtiment en reportant son poids dans les profondeurs du sol.

Le principe des fondations thermoactives ou géostructures énergétiques consiste, pour les pieux par exemple, à y intégrer lors de leur fabrication un système de captage de l'énergie. Ce dernier est constitué d'un réseau de tubes en polyéthylène noyé dans le pieu, renforcé par une armature en fer, et dans lequel circule en circuit fermé un fluide caloporteur (de l'eau complétée de glycol). Le système de captage de l'énergie est ensuite connecté à une pompe à chaleur. Les fondations thermoactives servent donc à la fois d'éléments de portage du bâtiment et d'échangeurs de chaleur avec le terrain environnant. Les géostructures énergétiques regroupent différentes familles : les pieux, les parois moulées ou radiers, ... Les recommandations de conception, dimensionnement et mise en œuvre de ces solutions sont détaillées dans le guide SYNTEC /CFMS<sup>1</sup>.

Les installations de PAC sur eau de nappe, sur champ de sondes ou sur géostructures énergétiques permettent d'assurer la couverture des besoins de chauffage, d'eau chaude sanitaire (ECS) et/ou de froid dans des bâtiments dont la superficie peut varier de quelques centaines à plusieurs dizaines de milliers de m<sup>2</sup>. Les secteurs d'application de la géothermie de surface sont multiples : habitat collectif, tertiaire (bureaux, établissements de santé et scolaires, maisons de retraite, bâtiments communaux, hôtellerie, grandes surfaces commerciales), centres aquatiques ... Le secteur agricole avec le chauffage des serres constitue également une cible privilégiée.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Ce guide de recommandations est disponible sur le site institutionnel ADEME BRGM :

<https://www.geothermies.fr/outils/guides/recommandations-pour-la-conception-le-dimensionnement-et-la-mise-oeuvre-des-geostructures-energetiques>

<sup>2</sup> Brochure ADEME disponible gratuitement sur : <https://www.ademe.fr/chauffer-rafraichir-energie-renouvelable-geothermie-tres-basse-energie>



Les PAC sur eau de nappe et sur champ de sondes peuvent être installées dans des bâtiments neufs ou rénovés. Par définition, les géostructures énergétiques ne peuvent s'envisager que dans des bâtiments neufs.

Bien que ne relevant pas directement de la géothermie de surface, d'autres typologies d'opérations ont des principes de fonctionnement similaires et sont donc intégrées au volet géothermie de surface du Fonds Chaleur. Il s'agit des opérations valorisant – via des pompes à chaleur – l'énergie :

- des **eaux thermales**. La valorisation thermique peut se faire soit directement au niveau de la source thermale soit sur les rejets des sites thermaux ;
- de l'**eau d'exhaure de mines** ;
- de l'**eau de mer** (ou des eaux de surface) ;
- des **eaux usées (sur réseaux d'assainissement ou en station de traitement des eaux usées - STEP)**.

La géothermie de surface présente aussi le grand avantage de pouvoir produire du **froid « renouvelable » avec les mêmes équipements** et d'assurer des besoins de froid ou de rafraîchissement nécessaires dans certains bâtiments ou pour des usages industriels et agricoles.

Les opérations faisant appel au **géocooling** ou à des PAC géothermiques en montage « **thermofrigopompes** » pourront donc être éligibles au Fonds Chaleur sous réserve de respecter les critères du §2.

Plus spécifiquement, les opérations de **SWAC (Sea Water Air Conditioning ou climatisation marine)** pourront être aussi éligibles au Fonds Chaleur.

- Le **géocooling** désigne l'**utilisation « directe »** de la température du sous-sol avec interposition d'un échangeur sans recours à la pompe à chaleur qui est contournée grâce à un bypass. En effet, en France, à partir de quelques mètres de profondeur, la température est constante toute l'année et comprise généralement entre 8°C et 16°C selon la région et l'altitude du site. Le géocooling consiste à faire circuler via cet échangeur le fluide caloporteur qui provient du système de captage « géothermique » directement dans le réseau de distribution du bâtiment. Les captages incluent principalement les forages sur aquifère superficiel et les champs de sondes géothermiques verticales mais aussi par extension les captages sur eau de mer, eaux usées, eaux de lac/rivière, eaux thermales et eaux de mines. Lorsque les locaux nécessitent un rafraîchissement notamment en été, les solutions avec des émetteurs de type plancher, plafond, poutre ventilée, voire ventilo-convecteur (avec batterie surdimensionnée) permettent le géocooling.
- Le rafraîchissement ainsi produit ne consomme que très peu d'énergie, à savoir uniquement la consommation électrique des pompes de circulation du fluide caloporteur. Les performances énergétiques des systèmes de géocooling sont donc particulièrement élevées avec des SEER (Seasonal Energy Efficiency Ratio ou COP annuel en mode froid) supérieurs à 20 et pouvant atteindre 30-40.
- La production de froid « renouvelable » issue spécifiquement du géocooling est définie comme étant la différence entre les besoins annuels de rafraîchissement et la consommation électrique des pompes de circulation en mode géocooling.
- Les **thermofrigopompes géothermiques sont des PAC** avec récupération d'énergie permettant la production simultanée d'eau chaude et d'eau froide. Celle-ci peut être valorisée par la mise en œuvre de réseaux de distribution d'eau chaude et d'eau glacée alimentant les différents systèmes de traitement (centrale de traitement d'air, plancher rayonnant, appareils terminaux...) pour un fonctionnement simultané en chauffage pour une partie du bâtiment et en refroidissement pour l'autre partie. On parle de système « 4 tubes ». L'énergie excédentaire (énergie chaude ou froide non utilisée pour les besoins du bâtiment) est alors évacuée à l'extérieur (champ de sondes, forages sur nappe, eaux usées, eau de mer, ...). En fonction des besoins à satisfaire, différents schémas de fonctionnement peuvent être envisagés.
- Les opérations de **SWAC** (climatisation marine) consistent à pomper l'eau de mer en profondeur. La profondeur de captage dépend des besoins en froid du (ou des) bâtiment(s), de l'allure du fond sous-marin ainsi que du profil de température qu'offre la ressource marine. Cette eau de mer passe ensuite dans un échangeur afin de refroidir un réseau d'eau glacée desservant le (ou les) bâtiment(s). Durant cette étape, l'eau pompée se réchauffe de quelques degrés. Elle est ensuite rejetée dans la source, à



une profondeur telle que le rejet n'influence pas l'écosystème local. Cette technologie évite et remplace les systèmes de climatisation électriques classiques. Les sources de froid sont principalement le fond des océans mais le fond des lacs en zone tempérée peut constituer aussi une ressource pertinente.

Si l'**opération géothermique est liée à un réseau de chaleur** (extension ou création) et/ou un réseau de froid, il faut se reporter également à la « fiche descriptive réseaux de chaleur ». (cf : [www.ademe.fr/fondschaleur](http://www.ademe.fr/fondschaleur)).

Les **opérations avec boucles d'eau tempérée « géothermiques »** sont éligibles au Fonds Chaleur depuis 2019 et font l'objet d'une fiche descriptive spécifique (cf : [www.ademe.fr/fondschaleur](http://www.ademe.fr/fondschaleur)).

En cas de doute sur l'éligibilité d'une opération au Fonds Chaleur, il est recommandé de se rapprocher de la Direction Régionale de l'ADEME située dans la région de la future opération pour en évaluer la possibilité d'accompagnement.

## **2. Conditions d'éligibilité des projets**

### **2.1. Critères généraux**

- Les remplacements de PAC nécessaires pour se conformer à la réglementation interdisant l'utilisation de certains fluides frigorigènes ne sont pas éligibles (respect du code de l'environnement).<sup>3</sup>
- L'installation d'une PAC à compression électrique doit être évitée lorsque celle-ci, de par son type d'usage, accentue la fragilité d'un réseau électrique reconnu en contrainte.
- Les projets doivent obligatoirement faire l'objet d'une instrumentation mise en place par le maître d'ouvrage pour le suivi de fonctionnement de ses installations (cf. §5). Le maître d'ouvrage doit assurer ou confier à un prestataire compétent le suivi des performances de l'installation pendant toute sa durée de vie.
- Dès la mise en service, le maître d'ouvrage doit souscrire un (ou des) contrat(s) d'entretien couvrant l'intégralité des installations de forage et de génie climatique (et selon les technologies utilisées, les équipements de récupération d'énergie sur eau de mer ou eaux usées).

### **2.2. Critères de performance énergétique des bâtiments**

#### Bâtiments neufs

Les projets soumis à la Réglementation Thermique 2012 pour lesquels l'installation de "chaleur renouvelable" est nécessaire au respect de celle-ci ne sont pas éligibles au Fonds Chaleur. Aussi, pour être éligibles, les projets dans les bâtiments neufs soumis à la RT 2012 doivent avoir une consommation moyenne inférieure à ce qu'impose la RT 2012. L'étude réglementaire devra montrer un **Cep(projet) < Cep(max) - 20%** ou le bureau d'études devra montrer par un calcul spécifique que son projet respecte aussi la RT 2012 sans recours aux énergies renouvelables (calcul à performance équivalente de besoins Bbio et avec une solution de référence hors EnR). Les bâtiments neufs non soumis à la RT doivent avoir des caractéristiques de bâtiment (huisserie, isolation, équipement technique, etc.) se rapprochant de la RT 2012.

---

<sup>2</sup> <https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/substances-impact-climatique-fluides-frigorigenes#e4>



### Bâtiments existants

Les bâtiments faisant l'objet d'une rénovation doivent respecter la réglementation thermique en vigueur. Sauf cas particuliers (bâtiments non soumis à l'étiquette DPE), les bâtiments existants ou rénovés devront attester :

- d'une classe énergétique inférieure ou égale à la classe C pour les bâtiments de logements collectifs (après travaux pour les bâtiments faisant l'objet de travaux de maîtrise de l'énergie).
- d'une classe énergétique inférieure ou égale à la classe C pour les bâtiments tertiaires soumis au décret n° 2017-918 du 9 mai 2017 relatif aux obligations d'amélioration de la performance énergétique dans les bâtiments existants à usage tertiaire
- d'une classe énergétique inférieure ou égale à la classe D pour les autres bâtiments à usage tertiaires non soumis au décret ci-dessus.

Les seuils de consommation dépendent de la destination des bâtiments ; par exemple, pour les logements, la consommation conventionnelle devra être inférieure à une valeur de 230 kWh/m<sup>2</sup>.an. La justification se fera à partir de la méthode DPE ou la méthode de calcul réglementaire (RT Globale - TH CE Ex) pour les bâtiments faisant l'objet d'une rénovation et relevant de cette réglementation.

## **2.3. Critères spécifiques à chaque technologie**

### **a. Pour les opérations de PAC sur eau de nappe**

- Production minimum de l'installation **50 MWh EnR/an**, (les MWh EnR correspondent aux MWh, réellement extraits du sous-sol, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; **les MWh EnR sont comptabilisés à l'entrée de la pompe à chaleur**).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale de la PAC supérieur à **1000 h/an**.
- Respect de la réglementation relative au sous-sol : en particulier, les obligations réglementaires liées aux opérations de géothermie de minime importance encadrées par le décret de minime importance<sup>4</sup> (en vigueur depuis le 1<sup>er</sup> juillet 2015). Le décret précise les règles relatives aux droits et obligations des exploitants, notamment en cas de dommages ainsi que celles relatives à l'arrêt d'exploitation. Il prévoit notamment que les travaux devront être réalisés par des entreprises prestataires de forage disposant des qualifications requises (*NB : la qualification « Qualiforage Module Nappe » répond notamment à cette exigence*)
- Respect de la réglementation relative aux milieux naturels.
- Respect des normes pour les forages d'eau (NFX 10-999).
- Evaluation préalable du potentiel de la nappe<sup>5</sup> et étude d'impact thermique sur la ressource EnR.
- Réinjection du fluide géothermal extrait dans l'aquifère d'origine.
- Pour les PAC destinées au chauffage ou au chauffage et à la production d'ECS :
  - **COP machine égal ou supérieur à 4,5** pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de températures 10/7°C et 30/35°C) ;
  - **SCOP global annuel 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 telles que les pompes de circulation et pompes immergées de forage côté circuit primaire (cf. §5 monitoring des installations). Afin d'optimiser le rendement énergétique de l'installation, il est

<sup>4</sup> Voir décret de la géothermie de minime importance et l'arrêté du 25 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance :

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v\\_1?cidTexte=JORFTEXT000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v_1?cidTexte=JORFTEXT000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299)

<http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/6/25/EINL1400635A/jo>

<sup>5</sup> Voir la rubrique outils du site institutionnel ADEME BRGM [www.geothermies.fr](http://www.geothermies.fr)



recommandé d'étudier l'asservissement des auxiliaires à la PAC, la mise en place de pompe de forage avec variateur de vitesse et de paramétrer la PAC pour adapter sa température de production en fonction des besoins des émetteurs et de la température extérieure<sup>6</sup>.

**- 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),

**Nota :** En cas d'incertitude sur la nappe, le maître d'ouvrage peut souscrire à la **garantie AQUAPAC**. Ce dispositif géré par la SAF Environnement couvre les risques géologiques liés à la possibilité d'exploitation énergétique de la ressource aquifère puis au maintien de ses capacités dans le temps (en général nappe d'eau souterraine à moins de 200 m de profondeur et pompes à chaleur d'une puissance thermique supérieure à 30 kW). Le dispositif AQUAPAC offre une double garantie et permet au maître d'ouvrage d'être indemnisé en cas d'échec (voir modalités complètes dans la plaquette AQUAPAC)<sup>7</sup>:

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** qui couvre pendant 10 ans le risque de diminution ou de détérioration de la ressource, en cours d'exploitation.

La cotisation versée pour souscrire à la garantie de recherche AQUAPAC peut être **intégrée aux coûts éligibles du projet**.

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

- Production minimum de l'installation **25 MWh EnR/an**, (les MWh EnR correspondent aux MWh, réellement extraits du sous-sol, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; **les MWh EnR sont comptabilisés à l'entrée de la pompe à chaleur**).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale de la PAC supérieur à **1000 h/an**.
- Respect de la réglementation relative au sous-sol, en particulier les obligations réglementaires liées aux opérations de géothermie de minime importance encadrées par le décret de minime importance<sup>8</sup> (publié le 8 janvier 2015 et entré en vigueur le 1<sup>er</sup> juillet 2015). Le décret précise les règles relatives aux droits et obligations des exploitants notamment en cas de dommages ainsi que celles relatives à l'arrêt d'exploitation. Il prévoit notamment que les travaux devront être réalisés par des entreprises prestataires de forage disposant des qualifications requises (**NB : la qualification « Qualiforage Module Sondes » répond notamment à cette exigence**).
- 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.
- Pour les opérations dont la longueur cumulée des sondes est supérieure à 1000 mètres : réalisation obligatoire d'une sonde géothermique verticale test, d'un test de mesure in situ des propriétés thermiques du terrain (TRT) et d'une modélisation dynamique (sous-sol et surface) afin d'optimiser le dimensionnement des installations en sous-sol.

<sup>6</sup> Voir guide ADEME « Réussir un projet de qualité en géothermie de surface » <https://www.ademe.fr/reussir-projet-qualite-geothermie-surface>

<sup>7</sup> Voir la rubrique outils du site institutionnel ADEME BRGM [www.geothermies.fr](http://www.geothermies.fr)

<sup>8</sup> Voir décret de la géothermie de minime importance et l'arrêté du 25 juin 2015 relatif aux prescriptions générales applicables aux activités géothermiques de minime importance:

[http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v\\_1?cidTexte=JORFTEXT000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299](http://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do;jsessionid=EC3A8E5ACDE68FAF8741D36411C70C0F.tpdjo03v_1?cidTexte=JORFTEXT000030073515&dateTexte=&oldAction=rechJO&categorieLien=id&idJO=JORFCONT000030073299)

<http://www.legifrance.gouv.fr/eli/arrete/2015/6/25/EINL1400635A/jo>



- Pour les PAC destinées au chauffage ou au chauffage et à la production d'ECS :
  - **COP machine égal ou supérieur à 4** pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de températures 0/-3°C et 30/35°C)
  - **SCOP global annuel estimé minimum de 3** dans les conditions d'application du projet : le SCOP global annuel inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation telles que les pompes de circulation côté circuit primaire (cf. §5 monitoring des installations). Afin d'optimiser le rendement énergétique de l'installation, il est recommandé d'étudier l'asservissement des auxiliaires à la PAC et de paramétrer la PAC pour adapter sa température de production en fonction des besoins des émetteurs et de la température extérieure.

**- 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).

**C. Pour les opérations de PAC sur géostructures énergétiques**

- Production minimum de l'installation **25 MWh EnR/an**, (les MWh EnR correspondent aux MWh, réellement extraits du sous-sol, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; **les MWh EnR sont comptabilisés à l'entrée de la pompe à chaleur**).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale de la PAC supérieur à **1000 h/an**.
- Prise en compte de la géothermie et de ses effets thermiques dans la réalisation de l'étude géotechnique nécessaire au dimensionnement des géostructures conformément aux recommandations du guide SYNTEC/CFMS avec la fourniture d'un Avis Technique valide (ou équivalent) et/ou d'une ATEX (ou équivalent) mettant en œuvre des pieux énergétiques
- Contrairement aux opérations de PAC sur eau de nappe souterraine et sur champ de sondes, les géostructures énergétiques ne relèvent pas du régime légal des mines qui règlemente l'activité géothermique et sont exclues du cadre de la géothermie de minime importance.
- Pour les opérations dont la longueur cumulée des échangeurs équipant les pieux de fondation est supérieure à 1000 mètres : réalisation obligatoire d'une sonde test, d'un test de mesure in situ des propriétés thermiques du terrain (TRT) et d'une modélisation dynamique (sous-sol et surface) afin d'optimiser le dimensionnement des installations en sous-sol.
- Pour les PAC destinées au chauffage ou au chauffage et à la production d'ECS :
  - **COP machine égal ou supérieur à 4** pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de températures 0/-3°C et 30/35°C)
  - **SCOP global annuel estimé minimum de 3** dans les conditions d'application du projet : le SCOP global annuel inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation telles que les pompes de circulation côté circuit primaire (cf. §5 monitoring des installations). Afin d'optimiser le rendement énergétique de l'installation, il est recommandé d'étudier l'asservissement des auxiliaires à la PAC et de paramétrer la PAC pour adapter sa température de production en fonction des besoins des émetteurs et de la température extérieure.

**- 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).

***d. Pour les opérations de PAC sur eaux usées et eau de mer***

- Production minimum de l'installation **100 MWh EnR/an**, (les MWh EnR correspondent aux MWh réellement extraits des eaux usées ou de l'eau de mer, utiles pour les besoins exclusifs de chauffage et d'eau chaude sanitaire des bâtiments ; **les MWh EnR sont comptabilisés à l'entrée de la pompe à chaleur**).
- Nombre d'heures équivalentes de fonctionnement à puissance nominale de la PAC supérieur à **1000 h/an**
- Evaluation du potentiel énergétique des eaux usées (en réseaux ou en STEP) ou sur eau de mer
- Rejet en mer pour les opérations sur eau de mer
- Pour les PAC destinées au chauffage ou au chauffage et à la production d'ECS :
  - **COP machine égal ou supérieur à 4,5** pour les PAC « électriques » en mode chaud (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de températures 10/7°C et 30/35°C)
  - **COP global minimum de 3** dans les conditions d'application du projet : le COP global inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installation telles que les pompes de circulation et pompes de captage côté circuit primaire. (cf. §5 monitoring des installations). Afin d'optimiser le rendement énergétique de l'installation, il est recommandé d'étudier l'asservissement des auxiliaires à la PAC et de paramétrer la PAC pour adapter sa température de production en fonction des besoins des émetteurs et de la température extérieure.

***- 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),



### ***e. Pour les opérations de géocooling et de thermofrigopompes géothermiques***

- Les opérations devront respecter a minima les critères d'éligibilité définis dans les paragraphes précédents : réglementaires, normes applicables, évaluation préalable de la ressource EnR&R, ...

#### ***Critères d'éligibilité spécifiques au géocooling :***

- Le principe est d'accompagner les opérations assurant des besoins en chaud et en froid avec, pour la production de froid **une priorité de fonctionnement de l'installation donnée au rafraîchissement direct par géocooling**. Les opérations de géocooling éligibles concernent les bâtiments « reconnus » ou des usages process (cf. fiche Instructions générales).
- Les opérations qui ne font que du géocooling (sans production de chaleur) seront étudiées au cas par cas avec une analyse économique.
- La production devra être **supérieure à 25 MWh EnR/an**
- Coefficient de performance annuel froid ou Seasonal Energy Efficiency Ratio (SEER) **supérieur à 20** avec :

$$SEER = \frac{MWh \text{ rafraîchissement annuels produits}}{MWh \text{ électrique annuels consommés}}$$

#### ***Critères d'éligibilité spécifiques aux thermofrigopompes géothermiques :***

- Le principe est d'accompagner les opérations de pompes à chaleur géothermiques en montage thermofrigopompes assurant des besoins simultanés en chaud et en froid
- Coefficient de performance des TFP en production simultanée **supérieur à 7** et défini ci-dessous

$$Rapport \text{ d'efficacité instantanée} = \frac{(Puissance \text{ frigorifique} + Puissance \text{ thermique})}{Puissance \text{ électrique absorbée}} *$$

\*Dans les conditions « usine » suivantes :

Puissance froid : mesurée avec T°C évaporateur régime 12/7°C et condenseur 35°C

Puissance chaud : mesurée avec T°C condenseur régime 30/35°C et

Puissance électrique totale absorbée : mesurée lors du fonctionnement en récupération totale

- Temps de fonctionnement minimum de la TFP pour la production de chaud ET de froid supérieur à 1 500 heures/an à puissance nominale avec :

$$Tps \text{ min} = \frac{MWh \text{ froid annuels}}{Puissance \text{ frigorifique (kW)}} * 1000 + \frac{MWh \text{ chaud annuels}}{Puissance \text{ thermique (kW)}} * 1000$$

- Part de fonctionnement en mode TFP supérieure à 5% de la production annuelle cumulée de chaud et froid.

## **2.4. Critères de qualification : RGE**

Pour toutes les opérations de géothermie assistée par PAC (hors projets sur eaux de surface/eau de mer et eaux usées), **au moins un acteur RGE Etudes** (Reconnu Garant de l'Environnement) devra intervenir sur le projet :

- soit le bureau d'étude (BE) qui réalise l'ingénierie de conception (OPQIBI 20.13 ou qualification équivalente),
- soit le BE qui réalise l'ingénierie de réalisation (OPQIBI 20.13 ou qualification équivalente),
- soit le BE qui réalise l'étude des ressources géothermiques (OPQIBI 10.07 ou qualification équivalente).

De plus, pour les opérations de géothermie sur nappe, les travaux devront être accompagnés par des bureaux d'études ayant des compétences sur l'évaluation des « ressources géothermiques sous-sol » et « sur les installations de surface ». En conséquence, les études d'ingénierie devront être confiées à un BET thermique/fluides et à un hydrogéologue.





## 2.5. Recommandations

Afin d'améliorer la qualité des installations de géothermie de surface, l'ADEME conseille aux maîtres d'ouvrages ne disposant pas de compétences techniques internes de recourir à une prestation **d'assistance à maîtrise d'ouvrage**, afin de se faire assister dans le suivi de la conception et de l'exécution de leurs installations.

De plus, pour un meilleur fonctionnement et une optimisation des performances des installations, l'ADEME recommande aux maîtres d'ouvrage et/ou à leur représentant (exploitants) de **prévoir une mission de commissionnement** des installations à l'issue des travaux et de s'assurer auprès des acteurs intervenant sur l'opération (maîtrise d'œuvre, foreurs, installateurs PAC, ...) qu'ils ont tous les documents et informations nécessaires à une bonne prise en main et suivi des installations (affichage d'un schéma de principe ou synoptique de l'installation globale dans le local chaufferie avec un repérage précis des différents équipements, sondes de température, capteurs et compteurs (électrique, chaleur, débit), fiches techniques des équipements (pompe à chaleur, pompes, ballon, ...), mise en place d'un livret de chaufferie, ...).<sup>9</sup>

Sous réserve de répondre aux recommandations de l'ADEME, **les prestations d'assistance à maîtrise d'ouvrage et de commissionnement peuvent être financées en partie par l'ADEME.**

## 3. Calcul du niveau d'aide

L'engagement à mobiliser pour le projet l'ensemble des financeurs et notamment les fonds européens sera un des critères examinés par l'ADEME.

Dans le cas d'une réalisation couplant une installation de production géothermique avec un réseau de chaleur et /ou de froid (par exemple réseaux de distribution « 4 tubes » pour les thermofrigopompes ou réseau de froid couplé à un SWAC), l'aide pourra être constituée de la somme de l'aide à l'installation de production et de celle attribuée au réseau de chaleur et/ou de froid :

**Aide totale (AT)** = aide à la production de chaleur renouvelable (AP) + aide au réseau de chaleur/froid (AR).

Chacune de ces deux aides dispose d'un mode de calcul spécifique :

- **Aide au réseau (AR)** : Cf : Fiche descriptive Réseaux de Chaleur [www.ademe.fr/fondschaleur](http://www.ademe.fr/fondschaleur)
- **Aide à la production de chaleur renouvelable (AP)** : décrite ci-dessous

Selon la taille des installations, **l'aide à la production** Fonds Chaleur sera calculée sur la base d'une aide forfaitaire ou d'une analyse économique (analyse du coût de revient) **à partir de la production d'énergie renouvelable de l'installation** (en MWh EnR&R/an).

Dans tous les cas, le montant octroyé devra **respecter les règles de l'encadrement communautaire des aides et pourra donc être revu à la baisse.**

En mode chaud seul, et pour les PAC à compression électrique, les MWh EnR&R correspondent aux MWh réellement extraits de la ressource (sous-sol, nappe, eaux usées, eau de mer ...) et sont comptabilisés à l'entrée de la pompe à chaleur selon la formule suivante :

$$\text{Production d'EnR\&R} = \text{Production utile de chaud sortie PAC} - \text{Consommation électrique de la PAC et des auxiliaires}$$

En mode chaud seul, et pour les PAC à absorption gaz, les MWh EnR sont comptabilisées à l'entrée de la pompe à chaleur selon la formule suivante :

$$\text{Production d'EnR\&R} = \text{Production utile de chaud sortie PAC} - \text{Consommation de gaz PCI PAC}$$

<sup>9</sup> Le maître d'ouvrage pourra s'appuyer pour exemple sur les outils opérationnels de la boîte à outils géothermie téléchargeable sur le site <http://www.geothermies.fr/> rubrique OUTILS <http://www.ademe.fr/expertises/batiment/passer-a-l'action/outils-services/commissionnement>



### 3.1. Aides forfaitaires pour les installations de PAC produisant de la chaleur :

Les aides forfaitaires concernent les installations suivantes :

- PAC sur **sondes et géostructures énergétiques** : production supérieure à **25** et inférieure ou égale à **1000** MWh EnR/an
- PAC sur **nappe** : production supérieure à **50** et inférieure ou égale à **1000** MWh EnR/an
- PAC sur **eau de mer ou eaux usées** : production supérieure à **100** et inférieure ou égale à **1000** MWh EnR/an.

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

Technologie	Aide en €/MWh EnR/an (sur 20 ans)
PAC sur champ de sondes et géostructures énergétiques	<b>40 €/MWh EnR</b>
PAC sur eau de nappe, sur eau de mer et sur eaux usées	<b>20 €/MWh EnR</b>

Exemples de calculs du montant **indicatif** de l'aide forfaitaire : (sous réserve du respect du plafond de l'encadrement européen) :

- Pour une PAC sur nappe produisant 400 MWh de chaleur/an dont le coefficient de performance est de 4, et dont la production équivalente est de 300 MWh EnR/an (énergie prélevée sur la nappe) : le montant **indicatif** d'aide ADEME sera de : 120 000 € = (300\*20\*20).
- Pour une PAC sur sondes avec environ 1500 mètres linéaire et produisant 150 MWh de chaud/an : en supposant que la PAC a un coefficient de performance de 3,8, cela équivaut à une production de 110 MWh EnR/an (énergie prélevée dans le sous-sol). Le montant **indicatif** d'aide ADEME sera de : 88 000 € = (110\*40\*20).

### 3.2. Aides forfaitaires complémentaires pour les installations produisant du rafraîchissement par géocooling :

Géocooling : production de rafraîchissement supérieure à **25 MWh** et inférieure à **1000 MWh EnR/an**

Pour le géocooling, les MWh EnR sont comptabilisés selon la formule suivante :

Production d'EnR&R = Production de rafraîchissement sortie échangeur – Consommation électrique des auxiliaires (pompes de circulation)
--

Technologie	Aide en €/MWh EnR/an (sur 20 ans)
Géocooling	<b>5</b>

Exemples d'application de calcul du montant **indicatif** de l'aide forfaitaire complémentaire : (sous réserve du respect du plafond de l'encadrement européen) :

- Pour une installation produisant 90 MWh EnR/an de rafraîchissement direct par géocooling : le montant **indicatif** d'aide ADEME sera de : 9000 €

### 3.3. Aide calculée par analyse économique pour les installations supérieures à 1000 MWh EnR/an :

L'aide apportée par le Fonds Chaleur est évaluée par analyse du coût de revient de la chaleur renouvelable produite par l'installation géothermique comparée à une solution de référence utilisant une énergie fossile couvrant les mêmes besoins thermiques.



Afin d'éviter l'effet de seuil avec le système d'aide forfaitaire, un montant d'aide minimum est fixé, par technologie, comme suit sous réserve du respect de l'encadrement européen :

- PAC sur **nappe, eau de mer, eaux usées** : 400 000 €
- PAC sur **sondes** : 800 000 €

La grille ci-dessous permet d'évaluer sommairement un montant **indicatif** d'aide ADEME à un projet. Toutefois, le montant **définitif** de l'aide ADEME sera déterminé par l'analyse économique et pourra, selon les cas, être inférieur ou supérieur au montant indicatif calculé à l'aide de la grille.

#### **Montants indicatifs d'aide : PAC à compression Electrique ou à absorption Gaz :**

Technologie	Aide en €/MWh EnR/an (sur 20 ans)
PAC sur champ de sondes et géostructures énergétiques	40 €/MWh EnR
PAC sur eau de nappe, sur eau de mer et sur eaux usées	20 €/MWh EnR

Exemples d'application de calcul du montant **indicatif** d'aide: (sous réserve du respect du plafond de l'encadrement européen) :

Le montant **indicatif** d'aide ADEME pour une PAC sur nappe produisant 1200 MWh EnR/an sera de : 480 000 € (1200\*20\*20).

### **3.4. Cas particulier pour les installations de thermofrigopompes géothermiques**

Les opérations de thermofrigopompes (TFP) géothermiques permettent d'assurer la production simultanée de chaud et de froid à partir de la ressource EnR&R exploitée mais aussi de la récupération directe d'énergie entre l'évaporateur et condenseur de la PAC.

Aussi la production d'EnR&R (en modes chaud ET froid renouvelable) issue des TFP géothermiques sera-t-elle définie par la formule suivante :

Production d'EnR&R = (production utile de chaud issu des TFP + production utile de froid issu des TFP) – consommation totale d'électricité (compresseur des TFP et auxiliaires)

Le calcul de l'aide Fonds Chaleur se fera selon **deux approches qui seront fonction de la répartition des besoins en froid et en chaud nécessaires** au projet :

- 1- Dans le cas de besoins en froid majoritaires, la solution de référence est définie comme étant un/des groupe(s) froid air/eau
  - a. En l'absence de vente de chaleur et de froid : l'aide est calculée par application forfaitaire **d'un taux d'aide de 30 % sur les dépenses éligibles avec un plafond en €/MWh EnR&R** (global chaud/froid) sur 20 ans par technologie :
    - TFP sur nappe et sur eau de mer : 10 €/MWh EnR&R (sur 20 ans)
    - TFP sur eaux usées : 12 €/MWh EnR&R (sur 20 ans)
    - TFP sur sondes : 15 €/MWh EnR&R (sur 20 ans)
  - b. En cas de vente de chaleur et de froid : l'aide est calculée par une analyse économique (analyse de rentabilité avec un TRI cible).
- 2- Dans le cas de besoins en chaud majoritaires, la solution de référence est définie comme étant une/des chaudière(s) gaz et un/des groupe(s) froid air/eau: L'aide Fonds Chaleur sera déterminée à partir d'une analyse économique afin de rendre compétitif le coût de revient de la chaleur renouvelable et du froid renouvelable issue de(s) la (les) TFP.



Le montant **définitif** de l'aide ADEME déterminée par l'analyse économique pourra, selon les cas, être inférieur afin de respecter l'encadrement européen des aides publiques.

### **3.5. Aide calculée par analyse économique pour les installations de SWAC**

Le calcul de l'aide Fonds Chaleur apportée aux opérations de SWAC assurant la production de froid se fera **par une analyse économique simplifiée quelle que soit la taille de l'installation.**

L'aide sera déterminée afin de rendre compétitif le coût de revient du froid renouvelable issu du SWAC comparé à une solution de référence à savoir des groupes froid air/eau.

Le montant **définitif** de l'aide ADEME déterminée par l'analyse économique pourra, selon les cas, être plafonné afin de respecter l'encadrement européen des aides publiques.

La production de froid renouvelable issue du SWAC sera définie selon la formule :

$\text{Production d'EnR\&R} = \text{Production utile de froid} - \text{consommation totale d'électricité (pompes de captage)}$
--

## **4. Modalités de versement des aides**

Sous réserve de changement des modalités définies par l'ADEME, l'aide sera versée de la manière suivante :

- Un versement à la mise en service de l'installation. Les documents attestant de la bonne réalisation de l'installation<sup>10</sup> ainsi que sa conformité aux réglementations en vigueur devront être transmis à l'ADEME. Par exemple : PV de réception, mise en place du bypass de la pompe à chaleur pour les solutions de géocooling... Pour les ouvrages relevant de la géothermie de minime importance, le récépissé de télédéclaration<sup>11</sup> du forage ainsi que l'attestation de qualification du foreur devront être fournis.
- Selon la nature du porteur de projet, un versement intermédiaire avant la réception de l'installation pourra être accordé à l'appréciation des instructeurs ADEME si le bénéficiaire de l'aide peut justifier a minima de 30% des dépenses éligibles.
- Le solde sur présentation, dans un délai maximum de 24 mois après la réception de l'installation, des résultats réels de la production énergétique de l'installation consolidée au moins sur 12 mois consécutifs. Celle-ci comprendra la **quantité annuelle d'énergie prélevée dans le sous-sol ou récupérée sur l'eau de mer ou les eaux usées** (« production d'EnR ») mesurée au compteur de chaleur EnR et correspondant à la **production d'énergie entrée PAC**. Le montant du solde sera calculé au **prorata de la production EnR** de la première année par rapport à l'engagement initial du bénéficiaire. Pour les installations dont la production d'EnR est inférieure à 100 MWh EnR/an, celle-ci pourra être estimée à partir des autres compteurs d'énergie présents sur l'installation (cf. §5).

**La fourniture des bilans annuels énergétiques est exigée durant 3 ans après le paiement du solde.**

Le maître d'ouvrage bénéficiaire d'une aide aura à sa charge l'investissement et l'exploitation du comptage d'énergie permettant de fournir à l'ADEME la production EnR de son installation. Le maître d'ouvrage sera susceptible d'être contrôlé sur l'entretien de ce système de comptage.

En cas de non-respect des conditions d'éligibilité (obligations réglementaires, critères techniques, dysfonctionnement du comptage énergétique, ...), la restitution des aides déjà allouées pourra être demandée au bénéficiaire.

<sup>10</sup> Pour plus de détails, se référer au site <http://www.geothermies.fr> rubrique outils : boite-outils-porteur-projet

<sup>11</sup> cf site de télédéclaration : <https://www.geothermie.developpement-durable.gouv.fr/>



### ***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).

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

- 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) ;
- 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 contrainte ». Le dossier devra fournir les éléments qui définissent les contraintes sur ce réseau, si celui-ci justifie son projet pour cette raison.

## **5. Monitoring des installations de PAC**

Afin d'inscrire chaque projet dans une démarche qualité (efficacité, durabilité, fiabilité), l'octroi d'une aide du Fonds Chaleur nécessite l'implication du maître d'ouvrage dans l'instrumentation et le suivi du fonctionnement de ses installations de PAC. Il aura à sa charge la maintenance et l'exploitation du système d'instrumentation pendant la durée de vie de l'installation.

Le suivi des performances de l'installation est nécessaire pour vérifier que le dimensionnement est correct et que l'installation fonctionne de manière optimisée. Il convient donc de suivre la production énergétique de la PAC et de l'appoint éventuel, ainsi que les consommations liées au fonctionnement de la PAC et de ses auxiliaires. C'est pourquoi une instrumentation appropriée doit être mise en œuvre selon le fonctionnement de l'installation : avec ou sans appoint, en mode chauffage/froid, ECS et/ou rafraîchissement direct (géocooling)<sup>12</sup>. Le porteur de projet devra s'assurer de la qualité des bilans énergétiques livrés à l'ADEME ; pour cela, cette prestation devra être confiée à du personnel compétent.

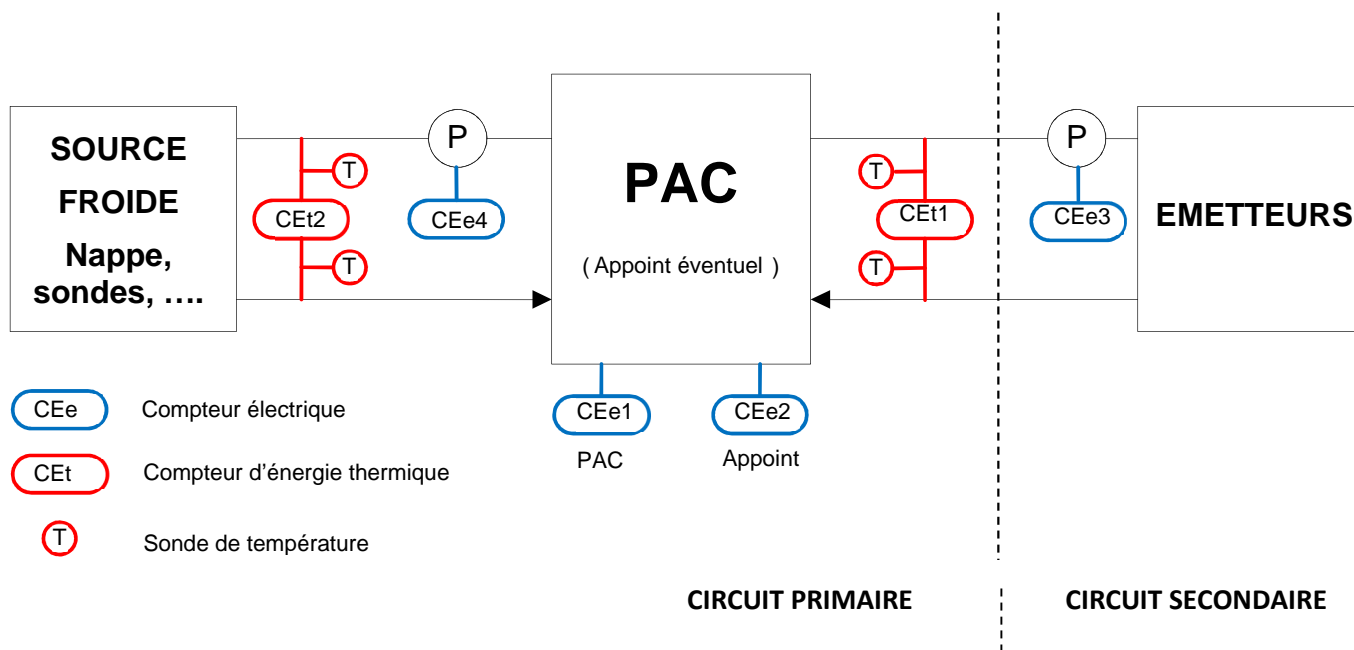
---

<sup>12</sup> Pour plus d'infos, se référer au CdC téléchargeable sur le site suivant : <http://www.geothermies.fr> rubrique OUTILS



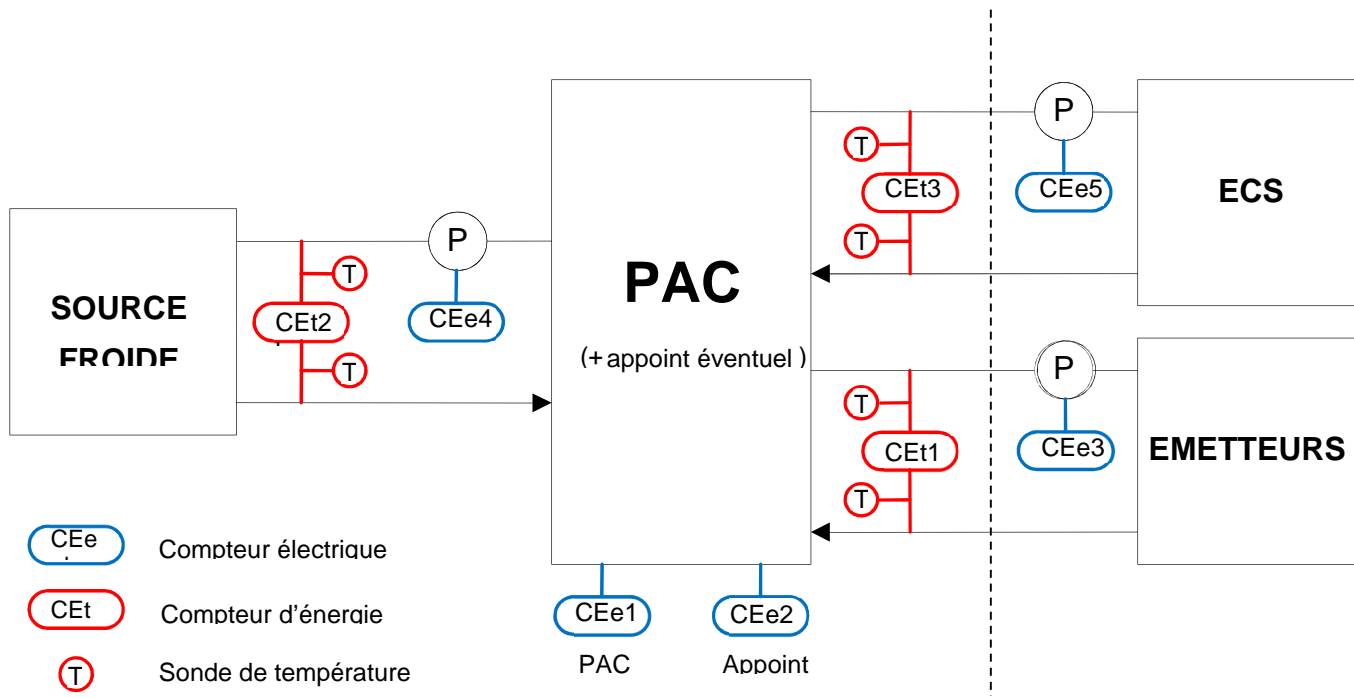
## PAC à compression Electricque

### Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid :



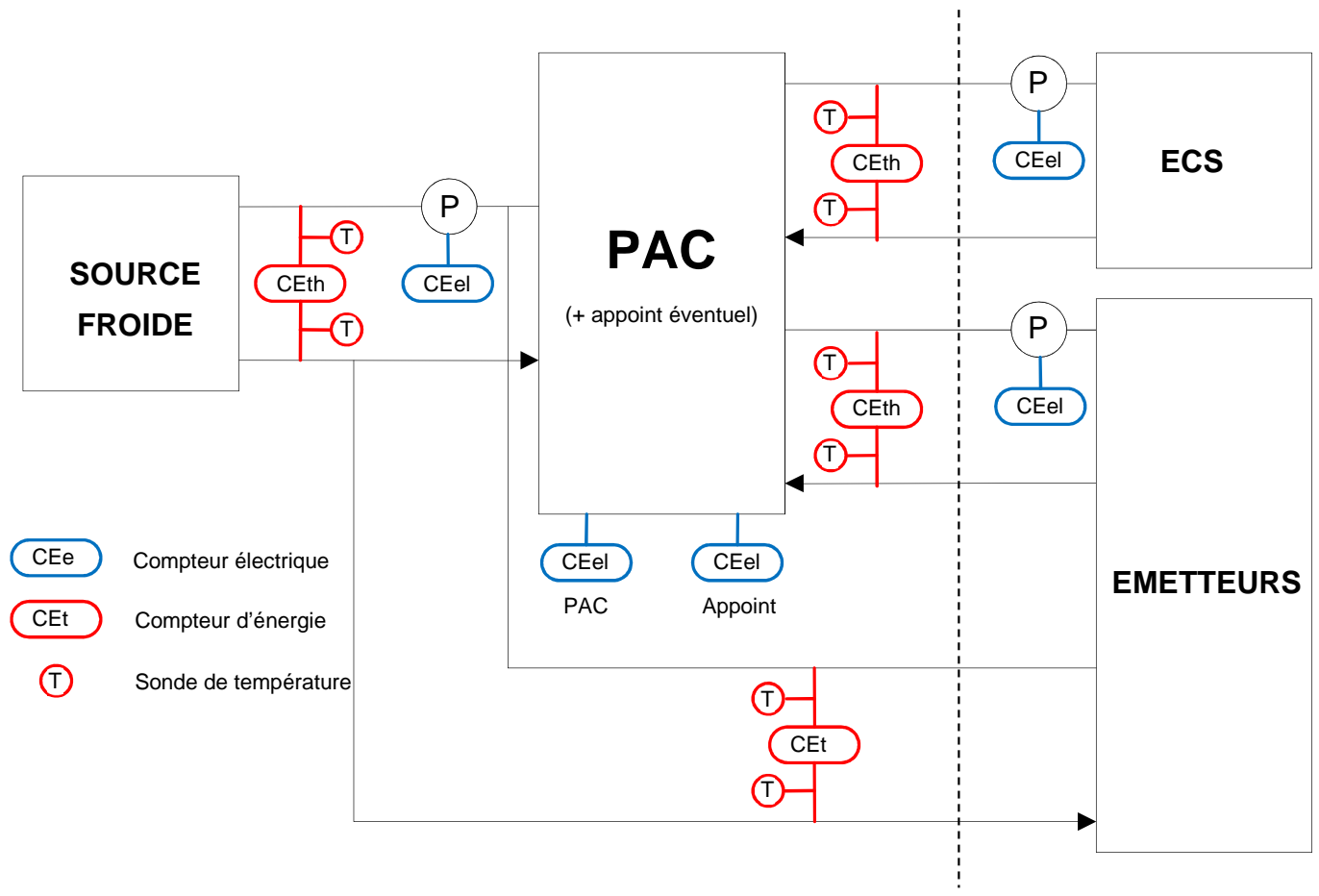
Dans le cas d'une installation réversible (chaud/froid), les compteurs d'énergie doivent être réversibles.

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





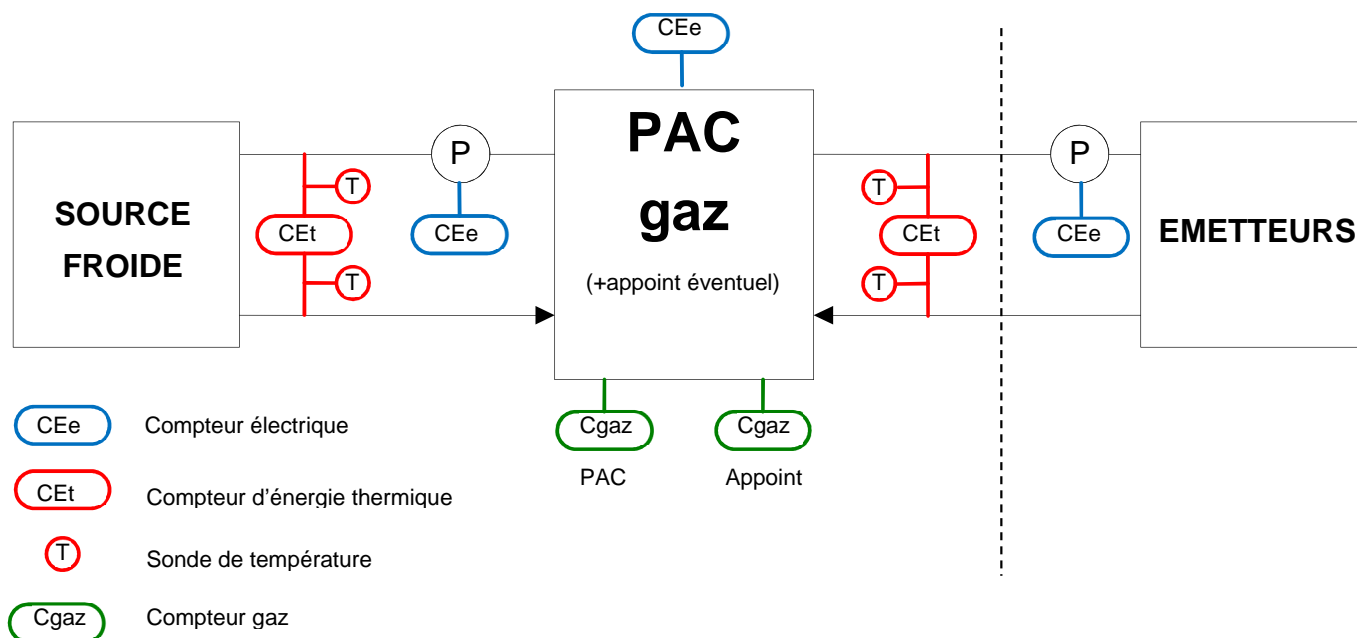
**Instrumentation pour un fonctionnement chauffage, géocooling avec préchauffage ECS :**





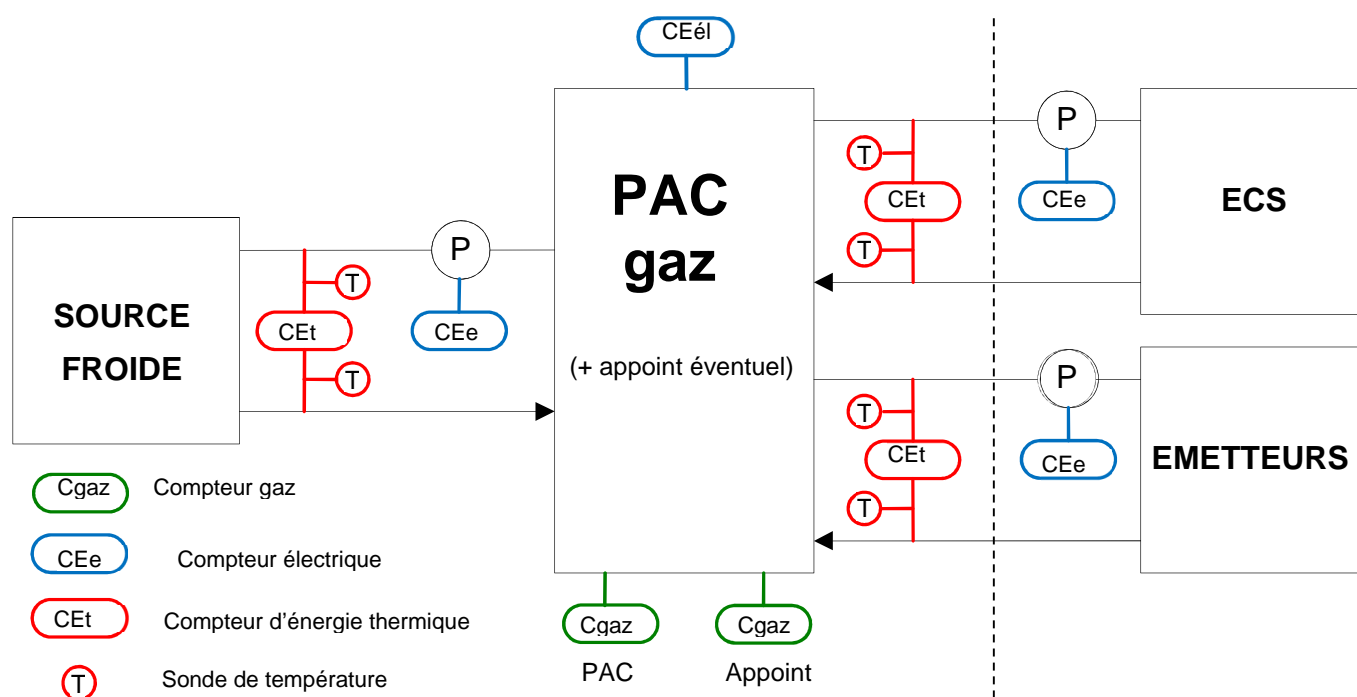
## PAC gaz à absorption

### 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 :**

