

# GUIDE A LA REDACTION D'UN CAHIER DES CHARGES

Pour tout bénéficiaire d'un concours financier de l'ADEME  
dans le cadre du dispositif d'aide à la décision

CAHIER DES CHARGES  
**ETUDE DE FAISABILITE :**  
**MISE EN PLACE DE POMPE(S) A CHALEUR**  
**SUR EAUX USEES**

---

**COLLECTION DES CAHIERS DES CHARGES**  
D'AIDE A LA DECISION

---

## SOMMAIRE

---

<b>1 - PREAMBULE.....</b>	<b>4</b>
<b>2 - OBJECTIFS DU DOCUMENT .....</b>	<b>5</b>
<b>3 - CONTENU DE L'ETUDE .....</b>	<b>6</b>
3.1 - PHASE 1 : DESCRIPTION GENERALE DE L'OPERATION .....	6
3.2 - PHASE 2 : ETUDE DES BESOINS THERMIQUES (REFERENCE SELON "DTU").....	7
3.3 - PHASE 3 : CARACTERISATION DE LA RESSOURCE EAUX USEES.....	7
3.4 - PHASE 4 : ADEQUATION DES BESOINS EN SURFACE / DISPONIBILITE DES EAUX USEES ET CHOIX DES EQUIPEMENTS.....	8
3.4.1 - Descriptif de la solution PAC sur eaux usées et appoint éventuel .....	8
3.4.2 - Descriptif de la solution de référence.....	10
3.5 - PHASE 5 : BILANS ENERGETIQUES.....	10
3.6 - PHASE 6 : BILAN ECONOMIQUE .....	11
3.6.1 - Coûts d'investissements liés à la solution géothermique.....	11
3.6.2 - Coûts d'exploitation prévisionnels de la solution PAC sur eaux usées.....	11
3.6.3 - Bilan économique comparatif entre les deux solutions (PAC sur eaux usées – référence).....	11
3.7 - PHASE 7 : BILAN ENVIRONNEMENTAL .....	12
3.8 - PHASE 8 : CONCLUSIONS.....	12
<b>4 - COMITE DE PILOTAGE.....</b>	<b>12</b>
<b>5 - REUNIONS.....</b>	<b>12</b>
<b>6 - PROPRIETE DES RESULTATS .....</b>	<b>12</b>
<b>7 - PRESTATAIRES D'ETUDES .....</b>	<b>13</b>
<b>8 - DELAIS DE REALISATION .....</b>	<b>13</b>
<b>9 - RESTITUTION ET CONFIDENTIALITE.....</b>	<b>13</b>
<b>10 - COÛT DE LA MISSION .....</b>	<b>13</b>
<b>11 - CONTRÔLE .....</b>	<b>13</b>

---

## LISTE DES ANNEXES

---

<b>Annexe 1 : Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE) dans les bâtiments existants.....</b>	<b>14</b>
<b>Annexe 2 : Démarche EnR choix .....</b>	<b>15</b>
<b>ANNEXE 3 : Courbes monotones de charge.....</b>	<b>16</b>
<b>Annexe 4 : Définition des différents Coefficients de Performance des installations de PAC sur eaux usées.....</b>	<b>17</b>
<b>ANNEXE 5 : Monitoring des installations de PAC.....</b>	<b>18</b>
<b>Annexe 7 : Emissions de CO<sub>2</sub> .....</b>	<b>21</b>

# 1 - PREAMBULE

---

## L'AIDE A LA DECISION DE L'ADEME

---

L'ADEME souhaite contribuer, avec ses partenaires institutionnels et techniques, à promouvoir la diffusion des bonnes pratiques sur les thématiques énergie et environnement. Pour cela, son dispositif de soutien **aux études d'aide à la décision** (pré-diagnostics, diagnostics, étude de projets) est ouvert aux entreprises, aux collectivités et plus généralement à tous les bénéficiaires intervenant tant dans le champ concurrentiel que non concurrentiel, à l'exclusion des particuliers.

Dans le cadre de son **dispositif d'aide à la décision**, **l'ADEME soutient financièrement les études** avec un **objectif de qualité et d'efficacité** pour le bénéficiaire afin de lui permettre de réaliser sa transition énergétique.

### **Les Cahiers des Charges de l'ADEME**

Les cahiers des charges / guide pour la rédaction d'un cahier des charges de l'ADEME définissent le **contenu des études que l'ADEME peut soutenir**. Chaque étude est conduite par une société de conseils ci-après dénommée « le prestataire conseil » ou « Bureau d'études », pour un client ci-après dénommé « le bénéficiaire » ou le « Maître d'ouvrage ».

### **Le suivi technique de l'ADEME**

L'ADEME assure un conseil technique et un suivi de la prestation.

Pour ce faire, l'aide de l'ADEME implique une transmission des résultats de l'étude.

La confidentialité de ces informations est garantie par l'utilisation des codes d'accès strictement personnels. Les informations ne sont accessibles qu'à l'ADEME, au prestataire et au bénéficiaire du soutien de l'ADEME.

### **Contrôle – Bilan des études financées par l'ADEME**

L'étude, une fois réalisée, pourra faire l'objet - ce n'est pas systématique - d'un contrôle approfondi ou être analysée dans le cadre d'un bilan réalisé par l'ADEME. Eventuellement un contrôle sur site pourra être mené par un expert mandaté par l'ADEME afin de juger de la qualité de l'étude, de l'objectivité du rapport, de ses résultats, etc.. Dans tous les cas, le bénéficiaire et/ou le prestataire conseil pourront alors être interrogés sur l'étude et ses conséquences.

**Le présent document précise le contenu et les modalités de réalisation et de restitution de l'étude qui seront effectués par un intervenant extérieur au bénéficiaire de l'aide de l'ADEME.**

---

# CAHIER DES CHARGES

## ETUDE DE FAISABILITE MISE EN PLACE DE POMPE(S) A CHALEUR SUR EAUX USEES

---

### EXIGENCES DE L'ADEME SUR LES PERFORMANCES ENERGETIQUES DES BATIMENTS (cf détail en Annexe 1 :)

**Pour tous les bâtiments existants** est exigée une analyse énergétique des consommations définissant le ou les programmes de travaux pour améliorer la performance du bâtiment (dont les équipements utilisant les EnR). Cette analyse énergétique a pour objectif de sensibiliser les maîtres d'ouvrage aux investissements énergétiques les plus pertinents du point de vue économique et environnemental. Il n'y a pas de caractère obligatoire aux recommandations qui en découleraient.

**Pour les bâtiments neufs et pour les bâtiments existants**, pour lesquels la réglementation thermique concernant la réhabilitation s'applique, les aides ne doivent pas simplement permettre le respect de cette réglementation. Elles doivent permettre d'obtenir des bâtiments de performance significativement supérieures à la réglementation en vigueur.

### RECOMMANDATION DE L'ADEME : DEMARCHE ENR CHOIX<sup>1</sup> (cf. Annexe 2 :)

L'ADEME invite les porteurs de projet à s'inscrire dans une démarche de type EnRChoix, outil d'aide à la décision à destination des territoires, privilégiant la sobriété, la mutualisation des moyens de production et la mobilisation de certaines EnR&R.

## 2 - OBJECTIFS DU DOCUMENT

Ce cahier des charges a pour objectif de décrire le déroulement et le contenu type d'une étude de faisabilité nécessaire à la mise en place de Pompe(s) à chaleur sur eaux usées (sur réseaux d'assainissement ou sur effluents en sortie de station d'épuration (STEP)). Ce document s'applique aux opérations de PAC sur eaux usées et s'adresse donc plus spécifiquement aux projets des secteurs résidentiel collectif, tertiaire ou industriel.

L'étude de faisabilité doit apporter au porteur de projet les éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux lui permettant de se déterminer sur la faisabilité d'une telle opération. Elle requiert des compétences en thermique et dans le domaine de l'eau/environnement, et a donc pour objectifs de :

- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'une installation de pompe à chaleur sur eaux usées
- Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site

---

<sup>1</sup> [EnR'CHOIX - Le bon choix thermique pour votre territoire \(ademe.fr\)](https://www.ademe.fr/enr-choix)

- Comparer la solution sur eaux usées aux autres possibilités en termes d'investissement, d'exploitation et d'impacts environnementaux
- Étudier les solutions en matière de montage financier et juridique.

Toute l'analyse devra être effectuée avec un souci d'Utilisation Rationnelle de l'Énergie (URE). Les données thermiques devront être présentées selon les dénominations suivantes :

- la consommation d'énergie « utile » (Eu) qui est la part d'énergie servant effectivement à l'usage voulu par le consommateur (chaleur, lumière, force motrice)
- la consommation d'énergie « finale » (Ef) qui est la quantité d'énergie mesurée au compteur du consommateur (compteur électrique, gaz, pompe à essence, ...)
- la consommation d'énergie « primaire » (Ep) qui est la quantité d'énergie qu'il a fallu prendre dans la nature, transformer sous la forme utilisable par le consommateur et la transporter jusqu'à lui (le coefficient de conversion de l'énergie électrique en énergie primaire sera considéré égal à celui de la réglementation thermique soit 2,3).

### 3 - CONTENU DE L'ETUDE

L'étude sera réalisée en concertation avec le comité de pilotage et comprendra tous les éléments nécessaires pour permettre au maître d'ouvrage de prendre une décision éventuelle d'engagement de travaux. Ces études seront donc de niveau APS (avant-projet sommaire).

#### **3.1 - Phase 1 : Description générale de l'opération**

L'étude doit comporter les éléments suivants :

##### 1. Informations générales :

- Situation et coordonnées du maître d'ouvrage
- Responsable du projet (fonction et coordonnées)
- Partenaires et associés (collectivités, organismes publics, industriels, ...)
- Bureaux d'études chargés de l'étude de faisabilité (thermique et eau/environnement)
- Exploitant du réseau d'assainissement
- Contexte du projet (motivation, études préalables éventuelles, potentiel local, contexte urbanistique et socio-économique, choix politiques et environnementaux...)

##### 2. Périmètre concerné par l'opération

- Description détaillée du (ou des) bâtiment(s) actuel(s) et futur(s) et de leur environnement proche (joindre plan de masse et extrait du cadastre)
- Localisation, orientation et identification sur un plan des bâtiments à chauffer (le cas échéant extensions futures) et de la chaufferie ; ainsi que de la STEP (dans le cas d'une installation sur effluents en sortie de STEP), ou du réseau d'évacuation des eaux usées le cas échéant
- Usage et occupation du (ou des) bâtiment(s) : logements (type, nombre de logements), bureaux, commerces, locaux industriels, ...
- Propriétaire(s) des bâtiments
- Année de construction et éventuellement de réhabilitation (des bâtiments et des installations du réseau d'assainissement ou de la STEP)
- Projets d'urbanisation et de réhabilitation (importance et planning)

Pour cette première phase, l'opérateur veillera à reprendre les éléments fournis par le maître d'ouvrage et son architecte, à les compléter et à présenter une analyse critique détaillée.

### **3.2 - Phase 2 : Etude des besoins thermiques (référence selon "DTU")**

Les besoins thermiques seront étudiés selon les règles de l'art inscrites dans les normes DTU (*Document technique unifié*).

Pour les **bâtiments existants**, l'étude des besoins thermiques inclura un volet URE Utilisation Rationnelle de l'Energie dont la méthodologie est décrite en Annexe 1 :. Cette étude prendra également en compte les exigences DEET (bâtiments soumis au Dispositif Eco-Energie Tertiaire) pour la rénovation.

Pour les **bâtiments neufs**, l'étude des besoins thermiques se basera sur une synthèse des calculs RE 2020 (Bbio, Cep, Cep.nr, Ic-énergie ...).

Seront étudiés les points suivants :

- Caractéristiques thermiques et données techniques de base du (ou des) bâtiment(s) et locaux : surface, volume, orientation, isolation, surface vitrée, renouvellement d'air, période de fonctionnement, etc.
- Détermination des besoins énergétiques prévisionnels annuels (chauffage, froid, ECS)
- Courbe monotone des puissances de chauffage, de froid et d'ECS appelées sur l'année
- Détermination de la puissance totale à installer et à ventiler par type de production (PAC, appoint)
- Comparatif thermique de ce(s) bâtiment(s) par rapport à la réglementation thermique (RT) en vigueur pour les bâtiments neufs et par rapport à des ratios connus pour des bâtiments existants.

### **3.3 - Phase 3 : Caractérisation de la ressource eaux usées**

Les études de la ressource eaux usées seront réalisées par un bureau d'études ayant des compétences eau/environnement. Elles seront basées principalement sur une étude bibliographique et SIG, sans analyse précise du réseau d'assainissement à ce stade d'avancement du projet.

On distingue principalement quatre grands types de récupération de chaleur : dans le **collecteur d'eaux usées, en dérivation d'un collecteur** (par exemple dans une station de relevage), **en STEP**, et **en sortie d'immeuble**.

L'étude de faisabilité présentera notamment :

1. Pour les installations en réseaux :
  - Type de réseau (unitaire ou séparatif)
  - Caractéristiques du collecteur d'eaux usées (emplacement, diamètre, pente et type - circulaire, ovoïde, dalot -)
  - Type d'eaux usées circulant dans le collecteur (grises et/ou noires, pluviales, ...)
  - Débit et température des eaux usées
  - Capacité de traitement (en Equivalents Habitants) du réseau
2. Pour les installations en STEP :
  - Débit et température des eaux usées
  - Capacité de traitement (en Equivalents Habitants) de la STEP

### **3.4 - Phase 4 : Adéquation des besoins en surface / disponibilité des eaux usées et choix des équipements**

La proximité entre la ressource (collecteur ou STEP) et les bâtiments à chauffer est l'un des critères prépondérants pour envisager une opération de PAC sur eaux usées. L'autre critère fondamental concerne le potentiel de valorisation des eaux usées : les zones d'urbanisme denses ou en projet sont particulièrement adaptées du fait de l'adéquation entre des besoins élevés et un rejet d'eau important et continu.

Les équipements proposés pour la solution PAC sur eaux usées et la solution de référence seront justifiés par les résultats de l'étude des besoins thermiques :

Le choix du **taux de couverture de la PAC** modifie grandement l'investissement de départ. Il n'est donc parfois pas judicieux de couvrir la totalité des besoins avec la solution de pompe à chaleur sur eaux usées. La décision de couvrir les puissances crête de chaud et/ou de froid, ou d'installer une puissance maximale limitée mais couvrant un fort pourcentage des consommations, ou la décision de dimensionner l'échangeur pour obtenir un maximum de « rafraîchissement direct » venant des eaux usées, dépendent de la ressource disponible, des résultats de l'analyse en coût global et de la démarche environnementale de l'investisseur (Cf. graphe en Annexe 3 :).

Les meilleures performances énergétiques de l'installation passent par une optimisation du dimensionnement de la PAC, d'un delta de température faible entre condensateur et évaporateur et des débits d'irrigation de la PAC.

#### ***3.4.1 - Descriptif de la solution PAC sur eaux usées et appoint éventuel***

##### Caractéristiques du système de chauffage et/ou de froid par pompe à chaleur eau/eau :

- puissance thermique PAC
- puissance frigorifique PAC (le cas échéant)
- puissance électrique compresseur
- nombre d'heures de de fonctionnement
- COP annuel système (c'est-à-dire valeur moyenne du COP système sur l'année) selon les définitions rappelées en **Annexe 4 :**
- 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** estimé **minimum de 3 pour le chauffage seul (2,8 pour l'ECS ou ECS et chauffage)** : Ce SCOP inclut la consommation électrique du compresseur de la PAC et des auxiliaires de l'installations telles que les pompes de circulation et pompes de captage côté circuit primaire. Ce SCOP n'inclut pas les consommations d'électricité de pompes de circulation côté distribution dans le bâtiment.
- COP machine selon les régimes de température du projet (évaporateur et condenseur à préciser).
- Pour les PAC destinées à la production de froid :
  - **EER machine** égal ou supérieur à **3,6** pour les PAC « électriques » (mesuré dans les conditions d'essais de la norme européenne EN 14511-2 en régimes de températures 12/7°C à l'évaporateur et 30/35°C au condenseur).

- **SEER global annuel** estimé minimum de **3,3** : le SEER 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.
- Taux de couverture des besoins par la (les) PAC.

Les différentes simulations permettant de justifier l'optimisation du taux de couverture retenu pour la pompe à chaleur seront fournies.

Caractéristiques de la boucle sur eaux usées (caractéristiques prévisionnelles d'exploitation):

- débits prévisionnels d'exploitation (par temps sec)
- courbe débit avec pompage (fonction de la puissance électrique)
- puissance des auxiliaires et énergie électrique consommée par ces auxiliaires (pompes de circulation)

Pour les opérations de PAC sur eaux usées, il convient à ce stade de faire une analyse précise du réseau d'assainissement, avec une campagne de mesures du débit et de la température des eaux usées sur une période significative, afin de vérifier la concordance entre la ressource disponible et le taux de couverture des besoins prévu.

De plus, une étude d'impact du procédé sur la température moyenne de l'eau usée parvenant à l'entrée de la STEP doit être menée, un risque de diminution de l'efficacité du processus d'épuration étant encouru si cette température passe sous les 10°C.

Caractéristiques du système de récupération des calories (ou frigories) des eaux usées :

- type d'échangeur (à plaques, coaxial, ...)
- surface de l'échangeur
- puissance extraite par l'échangeur
- ratio de puissance prélevée en W/ml de collecteur
- température moyenne des eaux usées avant et après l'échangeur
- distance totale cumulée entre collecteur et chaufferie(s) ; et, dans le cas d'un réseau centralisé, entre chaufferie(s) et émetteurs de chaleur
- caractéristiques du ballon tampon en sortie de la PAC (s'il est prévu)

Il conviendra d'apporter une attention particulière au bon dimensionnement du ballon tampon pour éviter les courts cycles de la PAC. Le volume pourra varier en fonction du modèle de la PAC (durée des cycles courts, capacité de régulation, puissance et nature des composants internes, nature du fluide).

- Plan des différentes liaisons entre les installations (en précisant s'il s'agit d'une liaison intérieure ou extérieure) : échangeur-chaufferie et chaufferie-bâtiments (dans le cas d'une production centralisée) ; échangeurs-bâtiments (dans le cas d'une production décentralisée)
- Système d'émetteurs de chaleur/froid retenu avec, pour chaque type d'émetteur, le régime de température associé

Pour éviter de dégrader les performances de la PAC, Il conviendra de travailler avec des émetteurs de très basse température côté bâtiments.

- Système de production d'Eau Chaude Sanitaire (ECS) éventuel ;

- Caractéristiques de l'appoint éventuel pour la production de chaud et/ou de froid (combustible utilisé, puissance thermique installée, rendement) ;
- Schéma de principe de l'installation (schéma hydraulique détaillé avec emplacement des compteurs) ;

Il conviendra d'insister sur la description des réseaux hydrauliques alimentant les émetteurs, surtout s'il y a deux types d'émetteurs fonctionnant à des niveaux de température différents.

- Instrumentation et gestion de l'installation (T int. ; T ext.) : définition des équipements de mesures nécessaires et appropriés aux différents modes de fonctionnement possibles de l'installation : chauffage, rafraîchissement, free-cooling, préchauffage d'ECS (cf schémas préconisés par le CSTB en Annexe 5 :) ;
- Régulation (cascade, moteur à vitesse variable, ...) : description des modes de fonctionnement de l'installation.

La mise en place d'un suivi des performances de l'installation PAC sur eaux usées est impérative et conditionne l'octroi d'une aide financière éventuelle de l'ADEME au Maître d'ouvrage.

### 3.4.2 - Descriptif de la solution de référence

La solution de référence sera définie comme étant la solution de production de chaleur et/ou de froid à partir d'énergie dite traditionnelle **couvrant les mêmes besoins thermiques que la solution géothermique** (pour exemple : chaudière au gaz naturel ou propane ou chaudière au fuel et/ou groupe froid aérothermique).

Préciser la puissance thermique ou frigorifique, combustible/énergie utilisé(e), rendement PCI ou COP/EER.

### 3.5 - Phase 5 : Bilans énergétiques

Le tableau des bilans énergétiques devra être complété, suivant ce modèle proposé par l'ADEME.

	Besoins utiles	Solution (PAC sur eaux usées + appoint éventuel)					Solution référence	
		Consommations			Production		Consommations	
	(MWh)	PAC* (MWh <sub>ef</sub> )	Auxiliaires* * (MWh <sub>ef</sub> )	Appoint (MWh <sub>ef</sub> )	PAC (MWh <sub>ef</sub> )	Appoint (MWh <sub>ef</sub> )	Combustible (MWh <sub>ef</sub> )	Electricité (MWh <sub>ef</sub> )
Chauffage								
ECS								
Froid***								
Total								

\* Consommation électrique du compresseur de la PAC

\*\* Consommation électrique des auxiliaires : pompes de circulation (hors pompes côté distribution) ;

\*\*\*Froid : En cas de rafraîchissement direct (géocooling ou freecooling), l'indiquer clairement

### **3.6 - Phase 6 : Bilan économique**

#### **3.6.1 - Coûts d'investissements liés à la solution géothermique**

Détermination des investissements poste par poste :

- Voirie et réseaux divers (installation, puits d'accès, mise en chômage du collecteur, réfection puits, terrassements et chaussée, ...)
- Echangeurs (préparation et pose incluses)
- Réseau canalisations entre échangeur et chaufferie et/ou entre chaufferie et points de distribution de la chaleur
- PAC, thermofrigopompe
- Equipements hydrauliques PAC (manchons antivibratoires, filtre, manomètre, thermomètres, vannes papillons, vase d'expansion, ballon tampon...)
- Local technique (génie civil dédié)
- Régulation
- Système de production d'eau chaude sanitaire (s'il y a)
- Système de chauffage d'appoint (s'il y a)
- Système de production de froid (s'il y a)
- Instrumentation et monitoring
- Ingénierie, conception et réalisation

#### **3.6.2 - Coûts d'exploitation prévisionnels de la solution PAC sur eaux usées**

- Détermination des consommations énergétiques annuelles et des dépenses afférentes (détail des postes P1 et P'1) :
  - de la (ou des) PAC
  - du système de production d'ECS éventuel
  - du système d'appoint de chauffage/froid éventuel
  - des pompes de circulation (hors pompes côté distribution),
  - Préciser le type d'abonnement et le tarif énergétique retenu
- Détermination des frais prévisionnels de conduite et de petit entretien (poste P2)
- Détermination des frais prévisionnels de gros entretien et réparation (poste P3)

Déterminer également les **coûts d'investissements et d'exploitation de la solution de référence**.

#### **3.6.3 - Bilan économique comparatif entre les deux solutions (PAC sur eaux usées – référence)**

L'analyse économique du projet doit utiliser :

- des valeurs standard pour les paramètres clefs dont : taux d'actualisation, taux d'emprunt, scénario d'évolution des prix des énergies à 5%, 10% et 20%.
- des indicateurs économiques classiques (Valeur Actualisée Nette, Temps de Retour sur Investissement, Taux de rentabilité interne).

Pour faciliter la compréhension par les maîtres d'ouvrage, le résultat de cette analyse économique sera exprimé en temps de retour actualisé, c'est-à-dire le temps nécessaire pour compenser l'investissement par les économies en tenant compte des coûts de fonctionnement et des coûts d'accès aux capitaux et du taux d'actualisation.

L'analyse économique doit permettre également d'estimer **le coût global de la chaleur et/ou du froid produit par la solution PAC sur eaux usées au regard de la solution de référence (en €/MWh)**.

Si l'analyse économique est basée sur des hypothèses économiques différentes, ce choix devra être justifié.

### **3.7 - Phase 7 : Bilan environnemental**

Evaluation de l'impact sur l'environnement :

- Estimation des gains en MWh/an apportés par la PAC par rapport à la situation existante et par-rapport à la solution de référence
- Estimation de la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> en tonnes équivalents par an et incluant un taux de fuite du fluide frigorigène de la PAC de **2%/an** (cf Annexe 7 :) par rapport à la situation existante et par rapport à la solution de référence. Si le taux de fuite utilisé est différent, ce choix devra être justifié.

### **3.8 - Phase 8 : Conclusions**

Réalisation d'un document de synthèse de l'étude de faisabilité présentant la solution technique proposée, y compris sa rentabilité économique, comparée à la solution de référence.

## **4 - COMITE DE PILOTAGE**

Les travaux relatifs à l'étude de faisabilité seront suivis par un comité de pilotage chargé d'orienter et de valider les démarches du bureau d'études. Il sera constitué :

- du maître d'ouvrage,
- d'un représentant de la direction régionale de l'Agence de la Transition Ecologique (ADEME),
- d'un représentant du porteur de projet d'implantation d'une PAC sur eaux usées dans le cadre de l'étude de faisabilité exclusivement (seconde partie),
- et de toute autre personne ou entité dont le maître d'ouvrage jugera la présence temporaire ou régulière utile,

## **5 - REUNIONS**

Dès signature du contrat, le prestataire retenu présentera au comité de pilotage lors d'une première réunion, son organisme, ses co-traitants et sous-traitants éventuels, les moyens affectés à l'étude, la méthodologie envisagée et le temps consacré à l'étude.

Il est à prévoir ensuite une réunion de restitution avec le comité de pilotage.

À tout moment et à l'initiative du maître d'ouvrage ou du bureau d'études, des réunions de travail pourront être organisées en sus des 2 réunions ci-dessus évoquées.

## **6 - PROPRIETE DES RESULTATS**

L'ensemble des résultats de cette étude est la propriété du maître d'ouvrage.

## 7 - PRESTATAIRES D'ETUDES

Le bureau d'études désignera une personne référente qui assurera les relations avec le maître d'ouvrage.

En cas de sous-traitance, le bureau d'études aura à préciser les coordonnées, la fonction, les références de l'entreprise avec laquelle il souhaite travailler. L'aval du maître d'ouvrage est indispensable avant toute participation d'un sous-traitant.

Le bureau d'études précisera :

- le nombre et la qualité des personnes mobilisées par l'étude,
- le temps prévisionnel passé par celles-ci pour l'étude en question,
- les délais garantis de réalisation,
- ses prix de prestations des phases,
- ses références dans des études similaires.

## 8 - DELAIS DE REALISATION

Le bureau d'études devra se conformer aux délais annoncés au comité de pilotage lors de l'établissement de son devis.

Tout écart devra être préalablement autorisé par le maître d'ouvrage.

## 9 - RESTITUTION ET CONFIDENTIALITE

A l'issue de la mission, le prestataire transmet le résultat de l'étude comprenant le rapport final d'étude.

La confidentialité des ces informations est garantie par l'utilisation des codes d'accès délivrés par l'ADEME qui vous sont strictement personnels.

## 10 - COÛT DE LA MISSION

Le prestataire établira un devis détaillé correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître le nombre de journées de travail, les coûts journaliers du ou des intervenants ainsi que les frais annexes.

Le montant ainsi proposé inclura au minimum l'ensemble de la prestation telle que définie dans le présent cahier des charges.

## 11 - CONTRÔLE

La mission, une fois réalisée, pourra faire l'objet - ce n'est pas systématique - d'un contrôle approfondi. Dans le souci de tester un échantillonnage représentatif, les dossiers seront choisis de manière aléatoire. Eventuellement un contrôle sur site pourra être mené par un expert mandaté par l'ADEME afin de juger de la qualité de l'étude, de l'objectivité du rapport.

## ***Annexe 1 : Utilisation Rationnelle de l'Energie (URE) dans les bâtiments existants***

### **Analyse de l'existant**

Le bureau d'étude aura en charge de définir pour chacun des bâtiments concernés :

- Les caractéristiques et l'état d'usage de l'installation en place : **chaudière**, brûleur, fluide caloporteur, rendement, **production d'ECS, groupes froids** s'il y a lieu, réseau de distribution, émetteurs (nombres et caractéristiques), régulation, température intérieure recommandée...
- Les caractéristiques thermiques des bâtiments et locaux concernés par le projet : surface, volume, orientation, isolation, surface vitrée, renouvellement d'air, période de fonctionnement.
- La prise en compte de la création, rénovation ou extension des bâtiments, changement ou couplage d'installation, prévision d'aménagements futurs.
- Le cas de bâtiments futurs : relevés à effectuer sur plans et en collaboration avec le bureau d'étude concepteur.
- Les besoins spécifiques (piscines, blanchisseries, ...)
- Les contraintes éventuelles (place en chaufferie, accès véhicule, ...)

### **Analyse des factures**

L'objet de cette étape sera la détermination des consommations énergétiques constatées sur relevés de consommations (facture, quantités, etc.) sur les 2 ou 3 trois dernières années.

### **Analyse théorique**

A partir des caractéristiques des bâtiments relevées (surfaces, volumes, intermittence, isolation en place, etc.), le bureau d'études aura en charge de réaliser une analyse thermique simplifiée par bâtiments. Il s'agira de déterminer la puissance et la consommation théorique de chaque bâtiment au regard de leur configuration actuelle (en chaud, en ECS et le cas échéant en froid).

### **Recollement de l'analyse théorique et des factures**

Si les consommations issues de l'analyse théorique ne sont pas en cohérence avec l'analyse des factures, le bureau d'étude aura en charge d'étudier les raisons de ces écarts et de les caractériser.

### **Analyse des points de surconsommations**

Le prestataire devra étudier les points de surconsommations s'ils existent. A l'aide de quelques ratios, il devra identifier les points critiques au niveau, entre autres :

- De l'utilisation des bâtiments et notamment de la régulation,
- Du rendement des équipements,
- De l'isolation des bâtiments (sols, murs, toiture, vitrage).

Cette analyse permettra de mettre en évidence les points à plus fort enjeu d'amélioration.

## Préconisations d'améliorations énergétiques

Le prestataire devra identifier les points critiques afin de diminuer les consommations de chauffage du bâtiment.

## Analyse technique

En comparant l'analyse de l'existant et l'analyse théorique, le bureau d'étude aura en charge de proposer des solutions techniques simples visant à réduire les consommations de chauffage et de climatisation des bâtiments. Ces solutions peuvent être :

- Renforcement de l'isolation sur toute ou partie du bâtiment,
- Changement des vitrages,
- Amélioration de la ventilation,
- Amélioration de la régulation,
- Travail architectural simple (brise soleil, puit canadien, etc.),
- Programmation des plages de chauffe.

**Le bureau d'étude mettra en évidence l'économie réalisée en MWh énergie finale.**

## Analyse économique

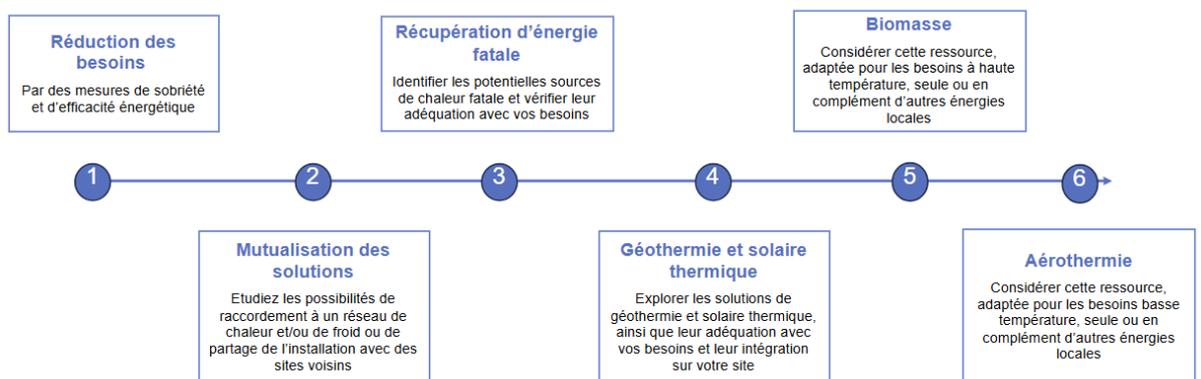
Chaque proposition technique fera l'objet d'un chiffrage des coûts d'investissement. L'analyse économique pourra être basée sur des ratios. Il sera tenu compte des possibilités d'aides en vigueur pour l'amélioration du bâti. Les informations sur ces aides sont disponibles auprès de l'ADEME.

**Il est attendu une présentation claire et synthétique des améliorations à apporter, de leur coût et de leur rentabilité.**

## Echéancier

Le bureau d'étude devra identifier un échéancier réaliste de réalisation des travaux d'améliorations thermiques des bâtiments. Cet échéancier sera établi en concertation avec le maître d'ouvrage.

## **Annexe 2 : Démarche EnR choix**



<https://www.enrchoix.idf.ademe.fr/>

### ANNEXE 3 : Courbes monotones de charge

Figure 1 : Courbe monotone de charge (Chauffage et ECS) avec une  $T_{eb} = -7^{\circ}\text{C}$

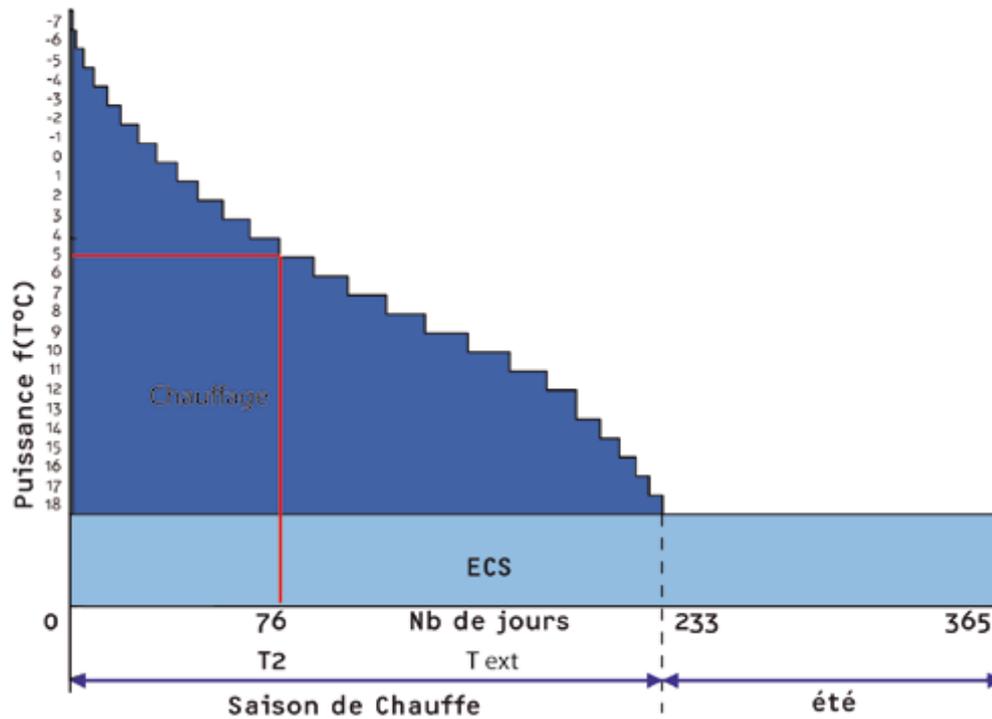
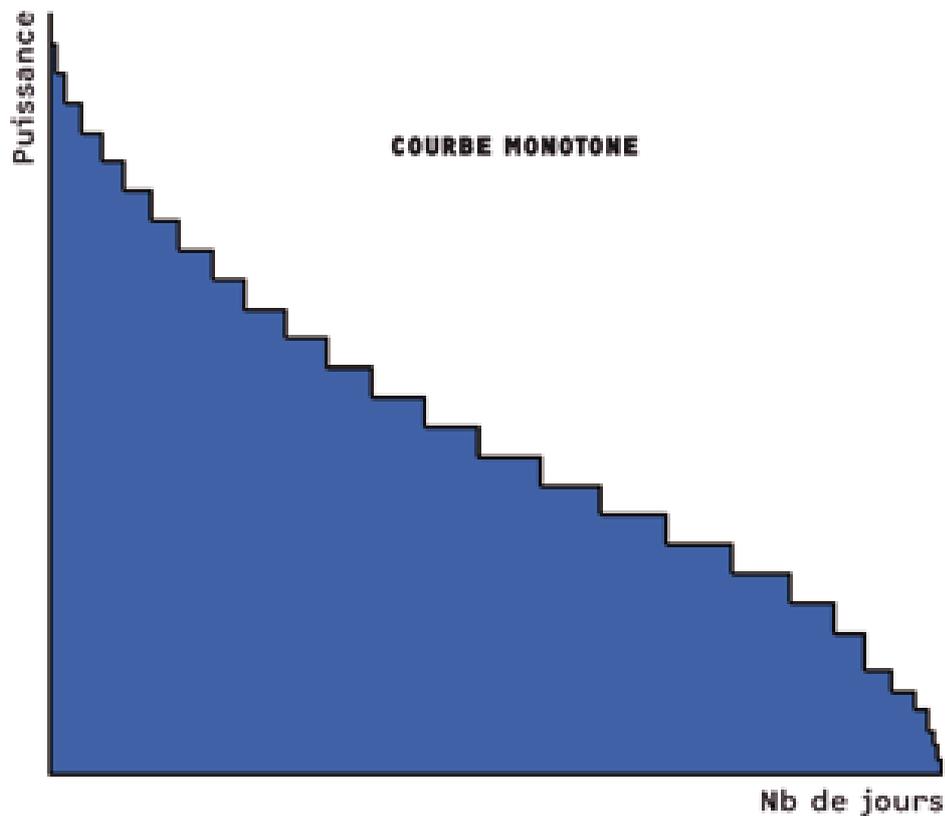


Figure 2 : Courbe monotone de charge Chauffage seul



## **Annexe 4 : Définition des différents Coefficients de Performance des installations de PAC sur eaux usées**

### **COP machine**

Il s'agit du rapport de l'énergie thermique produite par la PAC sur l'énergie électrique consommée par la PAC (compresseurs + auxiliaires non permanents. C'est le COP du groupe thermodynamique seul, tel qu'il peut être mesuré en usine par le constructeur.

Ce coefficient prend en compte les consommations électriques des auxiliaires non permanents dont le fonctionnement est asservi à la marche de la PAC ou qui sont alimentés périodiquement

Ces auxiliaires peuvent être :

- les ventilateurs (cas d'une pompe à chaleur sur l'air) ;
- des pompes de circulation asservies (avec fonctionnement simultané) au compresseur ;
- des résistances électriques (par exemple dégivrage des batteries)

Cette valeur est donc plus représentative de la performance de la machine.

$$COP = \frac{P_{CH}}{(P_{COMP} + P_{AUX})}$$

### **COP système**

C'est le rapport entre l'énergie thermique produite par la PAC et l'énergie électrique consommée par cette PAC, les auxiliaires permanents et l'appoint, le cas échéant.

### **COP global de l'installation**

Ce coefficient prend en compte les pertes d'énergies (par les réseaux de distribution notamment) qui ne contribuent pas au chauffage des locaux.

$$COP = \frac{(P_{CH} - P_{Pertes})}{(P_{COMP} + P_{AUX})}$$

### **COP annuel global de l'installation : C'est la valeur moyenne du COP système sur l'année**

C'est le COP qui intéresse le maître d'ouvrage, pour calculer les performances énergétiques moyennes de l'installation, et donc calculer la rentabilité économique de son opération.

Sur les plages de température des PAC sur eaux usées (source froide > 12 °C), des COP mesurés sur des installations en exploitation donnent des valeurs généralement supérieures à 3,5.

### **Efficacité énergétique**

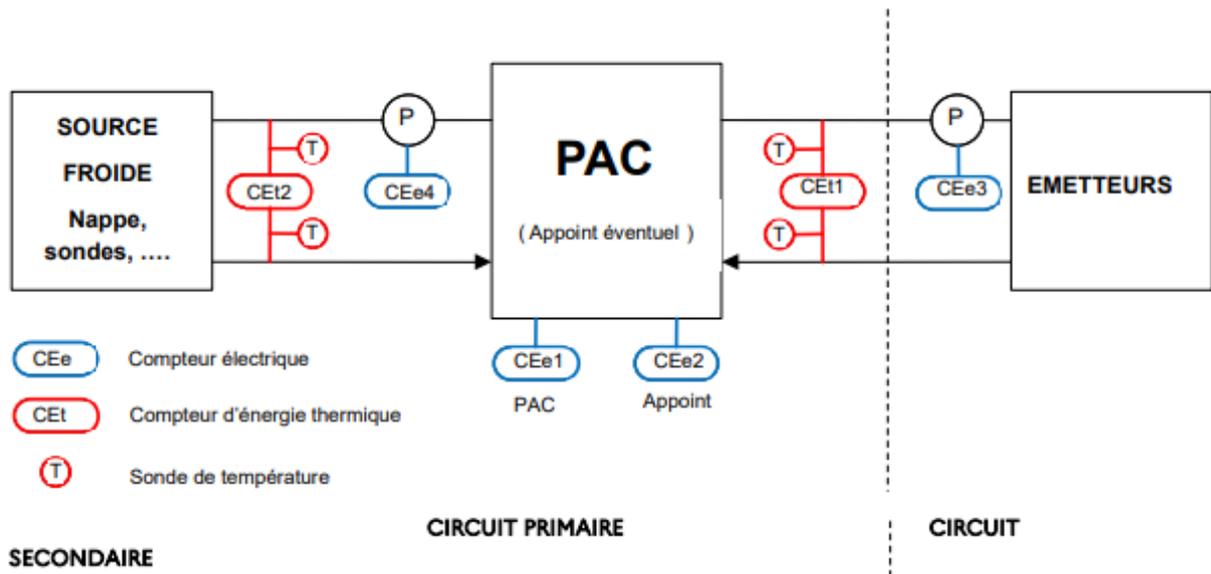
La performance en mode froid de la machine frigorifique réversible est exprimée par le coefficient d'efficacité énergétique :

$$C_{FR} = \frac{P_{FR}}{P_{COMP}}$$

## ANNEXE 5 : Monitoring des installations de PAC

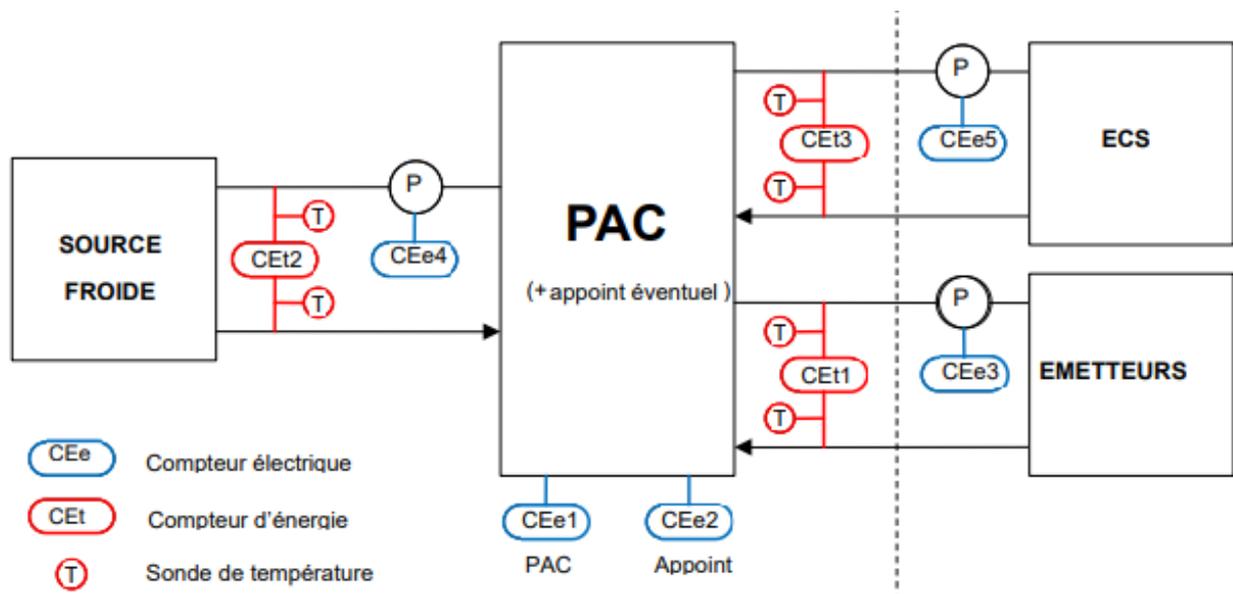
### PAC à compression électrique

Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid :

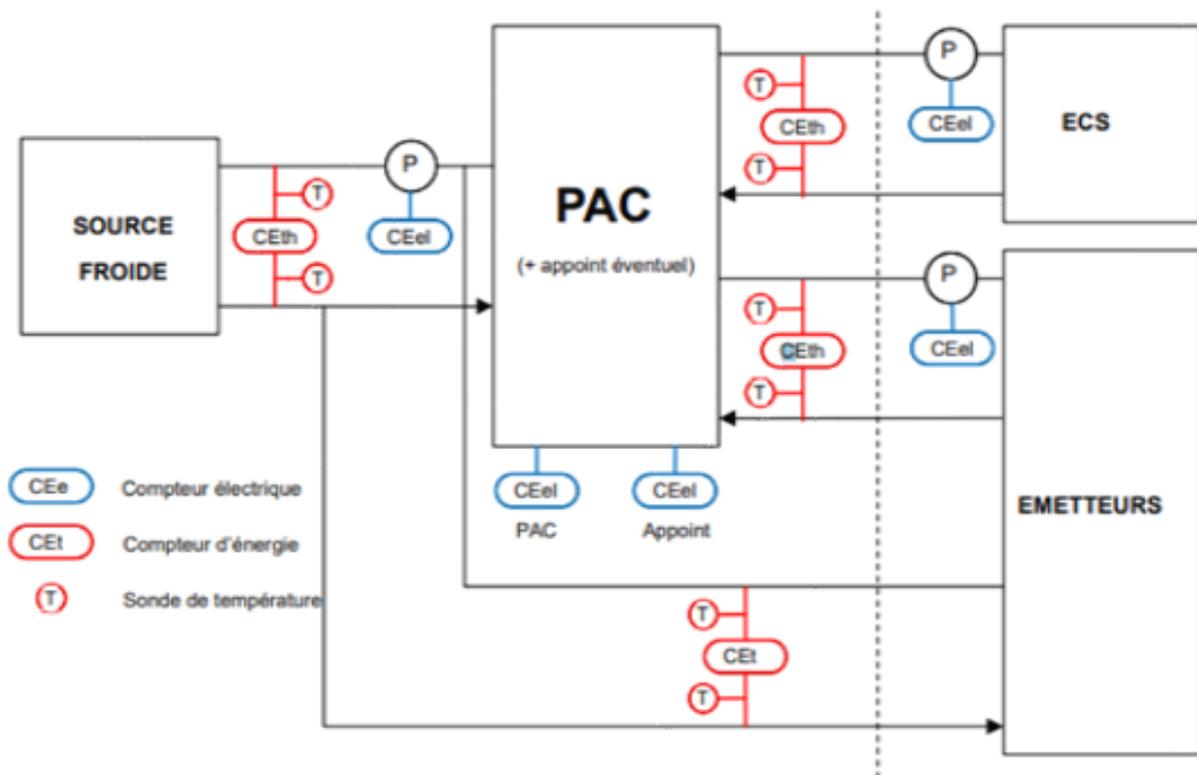


Dans le cas d'une installation réversible (production de chaud et de froid), les compteurs d'énergie doivent être réversibles.

Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid avec préchauffage ECS :

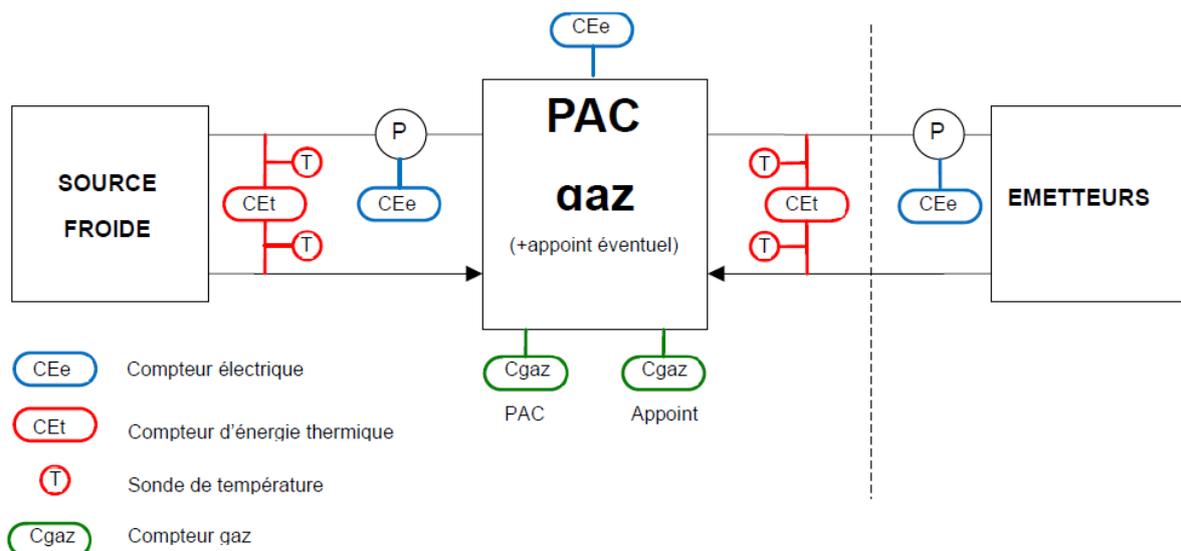


Instrumentation pour un fonctionnement chauffage, freecooling avec préchauffage ECS :



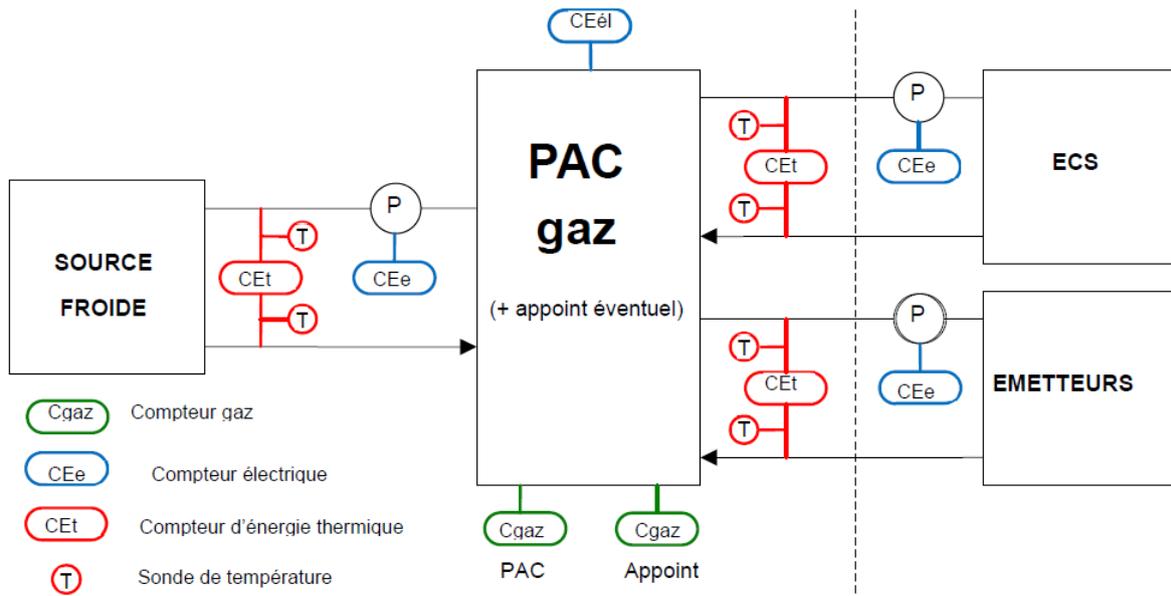
PAC gaz à absorption

Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid :

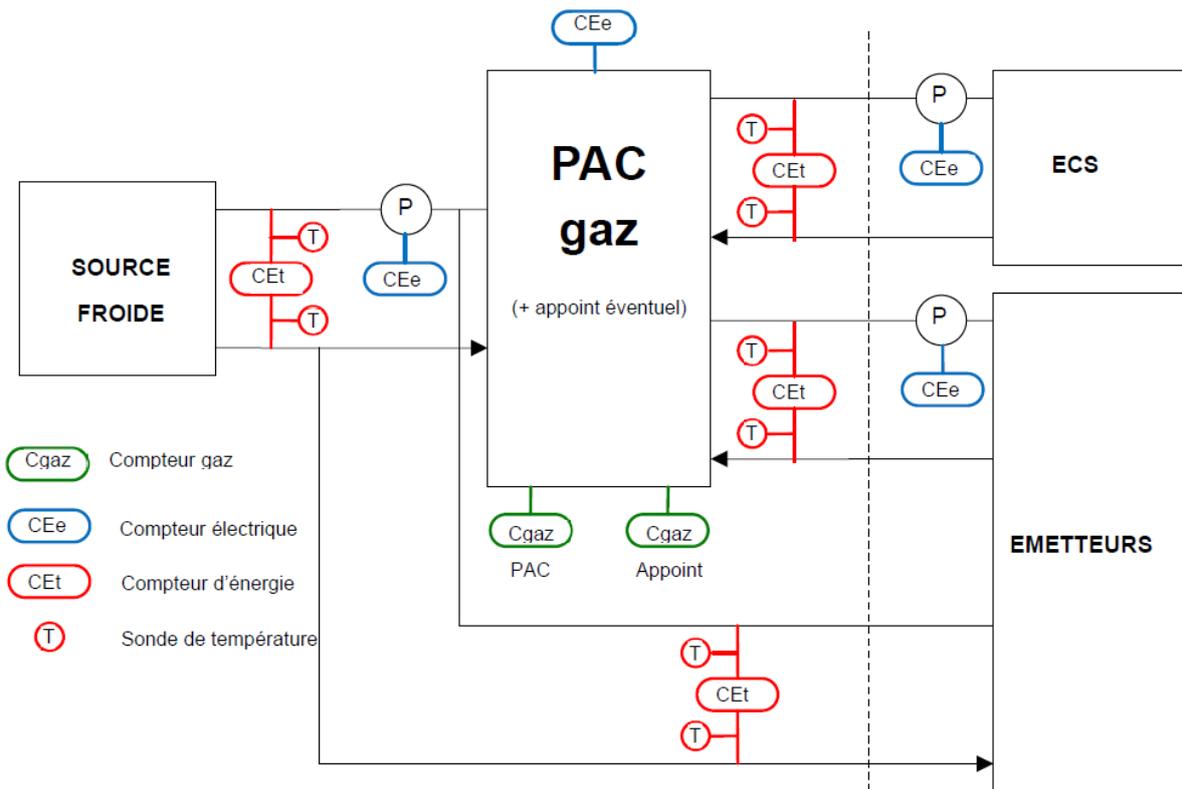


Dans le cas d'une installation réversible (chaud/froid), les compteurs d'énergie doivent réversibles.

Instrumentation pour un fonctionnement chauffage ou froid avec préchauffage ECS :



Instrumentation pour un fonctionnement chauffage, freecooling avec préchauffage ECS :



**Annexe 7 : Emissions de CO<sub>2</sub>**

<b>Combustibles/Electricité</b>	<b>tCO<sub>2</sub>/MWh PCI ou tCO<sub>2</sub>/MWhelec</b>
Gaz naturel	0,201
Fioul	0,272
Charbon	0,345
Electricité	0,0394

Source : Base empreinte ADEME

## L'ADEME EN BREF

À l'ADEME - l'Agence de la transition écologique - nous sommes résolument engagés dans la lutte contre le réchauffement climatique et la dégradation des ressources.

Sur tous les fronts, nous mobilisons les citoyens, les acteurs économiques et les territoires, leur donnons les moyens de progresser vers une société économe en ressources, plus sobre en carbone, plus juste et harmonieuse.

Dans tous les domaines - énergie, air, économie circulaire, alimentation, déchets, sols, etc., nous conseillons, facilitons et aidons au financement de nombreux projets, de la recherche jusqu'au partage des solutions.

À tous les niveaux, nous mettons nos capacités d'expertise et de prospective au service des politiques publiques.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle du ministère de la Transition écologique et du ministère de l'Enseignement supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

## LES COLLECTIONS DE L'ADEME



### FAITS ET CHIFFRES

L'ADEME référent : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



### CLÉS POUR AGIR

L'ADEME facilitateur : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



### ILS L'ONT FAIT

L'ADEME catalyseur : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



### EXPERTISES

L'ADEME expert : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



### HORIZONS

L'ADEME tournée vers l'avenir : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.

Cahier des charges ADEME  
ETUDE DE FAISABILITE  
MISE EN PLACE DE POMPE(S)  
A CHALEUR SUR EAUX USEES

Bâtiment  
à U d i t e s  
d'énergie  
BTP - EnR

Entreprise  
éco-conception  
Diagnostic  
énergie

Assistance  
conseil  
management  
environnemental

Effet de serre  
orientation  
agriculture  
déchetterie

Pollution  
air - odeur  
Plan de  
déplacement  
B r u i t

