

COLLECTION DES CAHIERS DES CHARGES

D’AIDE A LA DECISION

CAHIER DES CHARGES

Etude de faisabilité ET de dimensionnement de pompes à chaleur Solaires sur capteurs solaires non vitrés ou PVT

**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

sommaire

[1 - PREAMBULE 3](#_Toc153999030)

[2 - OBJECTIFS DU DOCUMENT 5](#_Toc153999031)

[3 - CONTENU DE L’ETUDE 6](#_Toc153999032)

[3.1 - Phase 1 : Description générale de l’opération 6](#_Toc153999033)

[3.2 - Phase 2 : Description détaillée du projet 6](#_Toc153999034)

[3.3 - Phase 3 : Etude des besoins thermiques (référence selon "DTU") 7](#_Toc153999035)

[3.4 - Phase 4 : Caractérisation de la solution PAC Solaire proposée 8](#_Toc153999036)

[3.4.1 - Descriptif technique de la solution PAC Solaire 9](#_Toc153999037)

[3.4.2 - Suivi et maintenance : 11](#_Toc153999038)

[3.4.3 - Descriptif de la solution de référence 11](#_Toc153999039)

[3.5 - Phase 5 : Bilans thermiques 11](#_Toc153999040)

[3.6 - Phase 6 : Bilan économique 13](#_Toc153999041)

[3.6.1 - Récapitulatif des investissements liés à la PAC et à l’appoint 13](#_Toc153999042)

[3.6.2 - Coûts d’exploitation prévisionnels 13](#_Toc153999043)

[3.6.3 - Solution de référence 14](#_Toc153999044)

[3.6.4 - Bilan économique entre les deux solutions (PAC Solaire – référence) 14](#_Toc153999045)

[3.7 - Phase 7 : Bilan environnemental 14](#_Toc153999046)

[3.8 - Phase 8 : Conclusions 14](#_Toc153999047)

[4 - DEROULEMENT DE LA MISSION 14](#_Toc153999048)

[4.1 - Comité de pilotage 14](#_Toc153999049)

[4.2 - Réunions 15](#_Toc153999050)

[4.3 - Documents 15](#_Toc153999051)

[4.4 - Propriété des résultats 15](#_Toc153999052)

[4.5 - Prestataires d’études 15](#_Toc153999053)

[4.6 - Délais de réalisation 15](#_Toc153999054)

[4.7 - Restitution et confidentialité 15](#_Toc153999055)

[4.8 - Coût de la mission 16](#_Toc153999056)

[4.9 - Contrôle 16](#_Toc153999057)

Liste des annexes

[Annexe 1 : Utilisation Rationnelle de l’Energie (URE) dans les bâtiments existants 17](#_Toc153999019)

[Annexe 2 : Définition des grandeurs énergétiques utiles et des indicateurs de Performance des installations de PAC Solaire 19](#_Toc153999020)

[Annexe 3 : Fiche de synthèse du projet 21](#_Toc153999021)

[Annexe 4 : Glossaire 22](#_Toc153999022)

# 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.

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 dénommée « 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 que par l’ADEME, le prestataire et 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 d’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 ET DE DIMENSIONNEMENT DE POMPES A CHALEUR (PAC) SOLAIRES SUR CAPTEURS SOLAIRES NON VITRES OU photovoltaïque thermique (PVT)

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 n’ont pas pour objet de permettre le respect de cette réglementation. Elles doivent induire des performances significativement supérieures à la réglementation thermique en vigueur.

EXIGENCES DE L’ADEME SUR LE PRESTATAIRE (cf. §4.5 - « Prestataires d’études »)

Conformément au dispositif d’aide à la décision validé par le Conseil d’Administration de l’ADEME le 23 octobre 2014, les aides pour la prestation correspondant à ce cahier des charges ne pourront être accordées, à compter du 1er janvier 2017, que si le prestataire détient un référencement bénéficiant de la reconnaissance RGE[[1]](#footnote-1) ou s’il peut attester de conditions équivalentes.

RESSOURCES UTILES

Dans le cadre des travaux menés par SOCOL, un livret technique dédié aux PAC Solaire a été réalisé en 2023 avec le soutien de l’ADEME. Ce livret fournira des informations utiles à la réalisation de cette étude de faisabilité. Il est disponible sur le site internet de SOCOL : <https://www.solaire-collectif.fr/ftp/pgiArticle/PACSolaires/20231208_Livret_SOCOL_PAC_Solaire_PVT.pdf>.

# 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 pompes à chaleur solaires sur capteurs non vitrés ou PVT. Il 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 positionner sur la faisabilité d’une telle opération. Elle a donc pour objectifs de :

* Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d’implantation d’une installation de pompe à chaleur solaire sur capteurs non vitrés ou PVT.
* Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu’offre le site.
* Comparer la solution PAC Solaire 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’Energie (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 2.32).

Pour les bâtiments existants, l’étude de faisabilité d’une installation PAC solaire devra être précédée par une analyse du potentiel d’économie d’énergie. Pour les installations en milieu industriel, celle-ci devra être complétée par une étude de gisement de chaleur fatale. Cette démarche a pour objectif de permettre aux maîtres d'ouvrages et aux gestionnaires d’identifier les leviers d’économie d’énergie. Ils pourront ainsi mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie rentables économiquement.

**La présente étude constitue une aide à la décision de la maîtrise d’ouvrage dans les phases APS/APD de son projet.**

# CONTENU DE L’ETUDE

## Phase 1 : Description générale de l’opération

* 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,
* Contexte du projet (motivation, études préalables éventuelles, contextes urbanistique et socio-économique, choix politiques et environnementaux …),
* Périmètre concerné par l’opération :
* Description détaillée du (ou des) bâtiment(s) actuel(s) et futur(s) et de leur environnement proche (joindre plan(s) de masse et extrait(s) du cadastre),
* Localisation, orientation et identification sur un plan (le cas échéant extensions futures),
* 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,
* Détail de la réhabilitation le cas échéant,
* 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.

## Phase 2 : Description détaillée du projet

Cette phase permet de préciser le projet, et de fournir l’ensemble des informations nécessaires à la compréhension du projet au sein de son environnement. La description détaillée devra être adaptée en fonction du contexte et du type de projet.

**Pour les bâtiments neufs :** le prestataire devra mettre en avant l’exemplarité du projet en indiquant l’impact de la solution énergétique avec PAC solaire sur le Cep du bâtiment (Cep calculé avec et sans cette installation).

**Pour les installations sur bâtiments existants** : le prestataire devra décrire et faire un état des lieux détaillé :

* Du bâtiment et de son environnement proche, les éventuels **projets d'agrandissement** et les **travaux réalisés** récemment sur le bâtiment et sur le système de production de chaleur
* **Des systèmes de production de chauffage et d’ECS existants** ainsi que de leurs auxiliaires :
	+ État, marque, type, année,
	+ Puissance,
	+ Température de consigne de sortie système et autres températures opérables (bouclage),
	+ Logique de régulation (modes hiver/été, etc.),
	+ L’évaluation du rendement de combustion en et hors période de chauffe et intérêt de changer la production actuelle,
	+ Compatibilité de la régulation chaudière avec une régulation solaire et intérêt d’adapter ou non cette régulation,
* **Du système de distribution** : nature, débits de pointe et de bouclage, diamètre et états des canalisations, longueur linéaire (éventuellement estimatif) et présence et état le cas échéant du calorifugeage,
* **Des pertes de bouclage** et classe de calorifugeage équivalente associée,

**Pour les installations en milieu industriel**, le prestataire devra décrire et faire un état des lieux détaillé :

* Des différents procédés de production unitaires (vecteur énergétique utilisé, position dans le bâtiment, etc.),
* Des besoins énergétiques non couverts par les flux de chaleurs récupérables par le biais d’une analyse de type « pinch analysis » (« méthode du pincement »),
* Des opérations de maîtrise de l’énergie et de récupération de chaleur réalisées et prévues.

## Phase 3 : Etude des besoins thermiques (référence selon "DTU")

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 : (page 17).

Pour les bâtiments neufs, l’étude des besoins thermiques se basera sur la réglementation thermique en vigueur avec un objectif d’amélioration de 20 % par rapport à la RT applicable.

L’objectif de cette phase est de préciser les besoins thermiques du site au global ainsi que les usages visés par l’installation des PAC Solaire.

Selon les projets, cette évaluation des besoins, menée par une analyse approfondie des équipements utilisant le vecteur eau chaude, pourra être réalisée de différentes façons :

* **Pour un bâtiment existant**, il sera présenté un bilan des mesures de consommation :
	+ **Pour l’eau chaude sanitaire,** si aucun suivi n'est réalisé, le Maître d’Ouvrage devra installer une solution de comptage adaptée (compteur d'eau chaude, compteur d’énergie thermique) pour relever pendant une période les consommations réelles (un suivi de quelques semaines est conseillé). Il conviendra ensuite, en concertation avec le Maître d’Ouvrage, d'estimer les habitudes de consommation, de déterminer les périodes creuses et de pics pour établir des profils journaliers et annuels des puisages. On rappelle que le calcul ou la mesure des déperditions de boucle (en kWh/an) est obligatoire. La classe de déperdition associée à cette valeur sera indiquée. Elle sera complétée par la valeur du qecs de l’établissement,
	+ **Pour le chauffage, le bilan sera établi sur les consommations d’énergie mesurées.** En fonction de l’énergie considérée (finale ou utile), des calculs justifiés devront permettre d’évaluer les besoins thermiques,
	+ **Pour les autres usages thermiques, le bilan sera également établi sur les consommations d’énergie mesurées.** Si aucun suivi n’est réalisé, le Maître d’Ouvrage devra installer une solution de comptage adaptée.
* **Pour un bâtiment neuf**, n'ayant aucune possibilité d’analyser des données réelles, prestataire et le Maître d’Ouvrage devront se conforter :
	+ **Pour l’eau chaude sanitaire,** aux ratios d’usage de la bibliothèque SOCOL[[2]](#footnote-2) ou du Guide ADEME-COSTIC[[3]](#footnote-3). Dans le cas où les ratios s’éloigneraient vraiment des perspectives d’usage, un argumentaire détaillé sera présenté pour valider de nouveaux profils de consommations. Cet argumentaire s’appuiera sur des retours d’expériences de la Maîtrise d’Ouvrage sur des usages et profils d’occupants similaires au bâtiment envisagé. Le calcul des déperditions de boucle doit également être présenté. Le prestataire s’assurera que la classe de calorifugeage à minima de 4 est bien préconisée dans le lot fluide ECS. Il fera une note d’alerte à ce sujet,
	+ **Pour le chauffage,** sur la base des études thermiques règlementaires,
	+ **Pour les autres usages thermiques,** sur la base des études thermiques réalisés pour ces différents usages.
* **Pour le milieu industriel :**
	+ La description des différents procédés de productions unitaires (vecteur énergétique utilisé, position dans le bâtiment, etc…) et les flux de chaleur associés
	+ Les caractéristiques thermiques du flux source de chaleur et du flux valorisant (température, pression, humidité, débit…),
	+ Les facteurs de charge à l’échelle de la journée, de la semaine et de l’année,
	+ Les mesures qui ont conduit à ces données.

In fine, l’étude des besoins thermiques doit permettre d’établir le tableau suivant :

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Besoins thermiques du site (kWh ou MWh)** | **Dont usages adressés par la PAC Solaire[[4]](#footnote-4)** |
|  | **Usage 1** | **Usage 2** | **…** | **Usage n** |
| **Janvier** |  |  |  |  |  |
| **…** |  |  |  |  |  |
| **Décembre** |  |  |  |  |  |
| **TOTAL** |  |  |  |  |  |

Tableau 1 : Synthèse des besoins thermiques

## Phase 4 : Caractérisation de la solution PAC Solaire proposée

Les équipements proposés pour la solution PAC Solaire et la solution de référence seront justifiés par les résultats de l’étude des besoins thermiques en Phase 3 :

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 cette solution. La décision de couvrir les puissances crête de chaud ou d’installer une puissance maximale limitée mais couvrant un fort pourcentage des consommations dépendent des conditions d’installation et des résultats de l’analyse en coût global et de la démarche environnementale de l’investisseur.

### Descriptif technique de la solution PAC Solaire

Le descriptif technique comprend à minima les informations suivantes :

* Schéma hydraulique de l’installation projetée,
* Caractéristiques des capteurs non vitrés ou PVT,
* Caractéristiques de la PAC Solaire.

Autres caractéristiques jugées pertinentes (cf. §3.4.1.4 -).

#### Schéma hydraulique de l’installation projetée

Le schéma hydraulique et le mode de fonctionnement de l’installation doivent faire l’objet d’une présentation.

Celle-ci devra notamment rappeler le schéma SOCOL correspondant et justifier les différences éventuelles.

Le schéma de principe de l’installation devra être suffisamment détaillé et faire apparaitre l’emplacement des différents points de mesure (température, débit, puissance…).

#### Caractéristiques des capteurs non vitrés ou PVT

Le système devra avoir recours à l’installation de capteurs solaires certifiés (QB Procédés Solaires, SolarKeymark ou équivalents) ou bénéficiant d’un Avis Technique du CSTB, et dont la température conventionnelle de stagnation est inférieure à 95 °C.

Dans ce paragraphe sera précisé :

* Le modèle des capteurs : non vitrés / PVT / mixte des 2 technologies,
* La surface de capteurs mis en œuvre pour chacune des technologies,
* Le montage des capteurs : principe de montage des capteurs (toiture, terrasse, nombre de nappes superposés…),
* La certification ou Avis Technique associé aux capteurs.

La fiche technique et le certificat du capteur seront joints en Annexe de cette étude de faisabilité.

#### Caractéristiques de la pompe à chaleur

Cette partie devra mentionner :

* La marque et le modèle de la pompe à chaleur prise en compte dans l’étude,
* Le nombre de PAC,
* Les caractéristiques unitaires :
	+ La puissance thermique à l’évaporateur,
	+ La puissance thermique au condenseur,
	+ La puissance électrique du compresseur,
	+ Le nombre d’heures de fonctionnement.

La fiche technique et le certificat de la PAC Solaire seront joints en Annexe de cette étude de faisabilité.

Les exigences sur la PAC Solaire sont :

* Avoir recours à une PAC de type « eau glycolée-eau sur capteur solaire » :
	+ - Avec un COP supérieur à 3,5 sur le régime de température 10-7 °C/40-45 °C,
		- Ou un COP supérieur à 2,8 sur le régime 10-7 °C/47-55 °C,
		- Ou un COP supérieur à 2,5 sur le régime 10-7 °C/55-65 °C.

Validé par une certification NF PAC (ou équivalent) sur la gamme « eau glycolée-eau sur capteur solaire » ou par des mesures suivant la norme d’essai NF EN 14511 issues d’essais en laboratoire accrédité COFRAC,

* En l’absence de certification NF PAC (ou équivalent) sur la gamme « eau glycolée-eau sur capteur solaire », en complément de l’essai de performance, l’aptitude à la fonction de la PAC retenue devra par ailleurs être justifiée par un essai de validation de la plage de fonctionnement, avec un démarrage de la PAC effectué avec des débits identiques à l’essai de performance, en prenant la température entrée amont (eau solaire glycolée) supérieure ou égale à 50 °C, et la température d’eau entrée aval de 40 °C, 47 °C, ou de 55 °C. Dans ces conditions, la PAC doit pouvoir démarrer et fonctionner pendant 20 minutes.

#### Autres caractéristiques

Les autres caractéristiques devant être précisées dans cette étude de faisabilité seront adaptés en fonction de la typologie de l’installation et couvriront à minima les points suivants :

* Le ballon tampon en sortie du condenseur (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).

* Le système d’émetteurs de chaleur/froid retenu avec pour chaque type d’émetteurs le régime de température associé,

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.

* L’efficacité des échangeurs de chaleur (s’ils sont prévus),
* Le mode de production d’ECS,
* Les caractéristiques de l’appoint éventuel (énergie utilisée, puissance thermique installée, rendement),
* La régulation (cascade, moteur à vitesse variable…) : description des modes de fonctionnement de l’installation.

### Suivi et maintenance :

Le prestataire présentera à la Maîtrise d’ouvrage **les différentes possibilités de suivi, leurs avantages et inconvénients et les coûts associés. Si la Maîtrise d’Ouvrage souhaite effectuer le suivi seule (cas fréquent dans l’industrie), le prestataire devra l’accompagner dans la prise en main de ce suivi.** Le prestataire pourra s’appuyer sur les éléments présents sur le site de SOCOL pour ce faire.

Le choix du type de suivi, en concertation avec la Maitrise d’ouvrage, fera l’objet d’un cahier des charges précis. Ce suivi devra être au minimum conforme à celui recommandé par l’ADEME : comptage de l’énergie thermique fournie par la PAC solaire, comptage de l’énergie électrique consommée par la PAC et ses auxiliaires.

Dans le cas de la mise en place d’un Contrat de Performance Energétique (CPE), le comptage de l’énergie d’appoint est indispensable.

Le prestataire fournira les éléments suivants :

* Comptage et suivi de l’installation : **description des indicateurs à suivre et du protocole de suivi à mettre en œuvre**. Selon le niveau de suivi de l’installation : description des éléments d’interprétation des données et des indicateurs d’alerte de disfonctionnement de l’installation. On rappelle que pour des installations non télé-relevées, l’ADEME propose au Maître d’Ouvrage un tableau de bord de suivi,
* Maintenance à prévoir : en fonction de la technologie, le prestataire en préconisera les points clés afin de garantir le maintien des performances de l'installation à long terme. **Il fournira un cahier des charges de suivi et maintenance adapté à l’installation ; on rappelle qu’une formation qualifiante du prestataire d’exploitation au suivi des installations solaires pourra faire l’objet d’un prérequis**.

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

### Descriptif de la solution de référence

Caractéristiques de la solution de référence en considérant :

* **Pour les bâtiments ou équipements existants :** les caractéristiques des équipements existants (puissance thermique, énergie utilisée, rendements),
* **Pour les bâtiments ou équipements neufs :** les caractéristiques d’un système de production de chaleur et/ou de froid à partir d’une énergie dite traditionnelle **(solution sur vecteur eau), et couvrant les mêmes besoins thermiques.** Par exemple : chaudière au gaz naturel ou propane, chaudière au fuel (puissance thermique, énergie utilisée, rendements).

## Phase 5 : Bilans thermiques

Cette phase établit le bilan thermique de l’installation de la PAC Solaire dans son environnement. Le **périmètre du bilan thermique sera basé sur les besoins adressés par la PAC Solaire** et mentionnés dans le Tableau 1 (cf. §3.3 -).

Le bilan thermique sera réalisé avec une **méthode de simulation dynamique au pas horaire** (ou inférieur) de type TRNSYS (ou équivalent). Ce bilan prendra en compte, sur l'année ou sur les différentes périodes représentatives de celle-ci, la gestion journalière du besoin de la production et du stockage d'énergie. Elle intégrera les variations du besoin, des données climatiques et de la température d'eau froide au cours de l'année et annoncera les productibles mensuels pour la PAC et son appoint. Elle prendra en compte les pertes de stockage, de distribution ainsi que la consommation des auxiliaires. Dans ce cadre, la présente étude de faisabilité fournira une description succincte de l’outil (nom, fournisseur) ainsi que les références aux données climatiques utilisées. L’étude précisera également si ce bilan thermique a été établi par le fournisseur de solutions techniques ou par le bureau d’études en charge de cette étude de faisabilité.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Données climatiques** | **Besoins thermiques** |
| **Mois** | **Temp Air (°C)** | **Temp Eau Froide (°C)** | **Irradiation\*****(kWh/m²)** | **Chauffage****(kWh)****[1] Chauffage** | **ECS****(kWh)****[1] ECS** | **Autres\*\*****(kWh)****[1] Autres** |
| **Janvier** |  |  |  |  |  |  |
| **…** |  |  |  |  |  |  |
| **Décembre** |  |  |  |  |  |  |
| **TOTAL** |  |  |  |  |  |  |

Tableau 2 : Données d’entrée utilisées pour établir le bilan thermique

\* Irradiation globale mensuelle sur le plan des capteurs

\*\* : à préciser et ajouter autant de colonnes que de postes de besoins autres

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Mois** | **Apports thermiques des capteurs (kWhef)** | **Consommation électrique PAC (kWhef)****[2]** | **Consommation auxiliaires (kWhef)****[3]** | **Consommation appoint (kWhef)****[4]** | **Apports thermiques PAC****(kWhef)****[5]** |
| **Janvier** |  |  |  |  |  |
| **…** |  |  |  |  |  |
| **Décembre** |  |  |  |  |  |
| **TOTAL** |  |  |  |  |  |

Tableau 3 : Résultats du bilan thermique de l’installation

Les indicateurs suivants seront renseignés sur la base des définitions fournies en Annexe 2 :

|  |  |
| --- | --- |
| **COP Moyen annuel** $\overbar{COP}$ |  |
| **Taux d’économie d’énergie FSAV** |  |
| **Taux de production de la PAC Solaire FPAC** |  |

Tableau 4 : Principaux indicateurs

Le bilan thermique permettra également de fournir les éléments suivants[[5]](#footnote-5) :

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  | **Besoins utiles** | **Solution PAC Solaire + appoint éventuel** | **Solution référence** |
| **Consommations** | **Production** | **Consommations** |
| **(kWh)****[1]** | **PAC \* (kWhef)****[2]** | **Auxiliaires\*\* (kWhef)****[3]** | **Appoint \*\*\* (kWhef)****[4]** | **PAC (kWhef)****[5]** | **Appoint \*\*\*****(kWhef)****[6]** | **Combustible (kWhef)****[7]** | **Electricité (kWhef)****[8]** |
| **Chauffage** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **ECS** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Autres\*\*\*\*** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **TOTAL** |  |  |  |  |  |  |  |  |

Tableau 5 : Bilan thermique annuel de l’installation projetée et de l’installation de référence

\* Consommation électrique du compresseur de la PAC

\*\* Consommation électrique des auxiliaires : pompes de circulation (hors pompes côté distribution) nécessaires au bon fonctionnement de la PAC

\*\*\* Préciser la nature et l’énergie de l’appoint (en cas de multiples appoints utilisant des énergies différentes, préciser la répartition)

\*\*\*\* A préciser

## Phase 6 : Bilan économique

### Récapitulatif des investissements liés à la PAC et à l’appoint

Détermination des investissements poste par poste :

* Champ de capteurs non vitrés y compris pose/support,
* Champ de capteurs PVT y compris pose/support,
* Circuit hydraulique associé au champ de capteurs,
* PAC,
* Local technique (génie civil dédié),
* Régulation,
* Production d’eau chaude sanitaire (s’il y a),
* Chauffage d’appoint (s’il y a),
* Instrumentation et monitoring,
* Emetteurs de chaleur et réseau de distribution,
* Ingénierie, conception et réalisation.

### Coûts d’exploitation prévisionnels

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,
* Du système de chauffage d’appoint éventuel,
* Des pompes de circulation (hors pompes côté distribution).

Le type d’abonnement et le tarif énergétique retenu sont à préciser.

Seront également à déterminer :

* Les frais prévisionnels de conduite et de petit entretien (poste P2),
* Les frais prévisionnels de gros entretien et réparation (poste P3).

### Solution de référence

Les deux premiers points de cette phase 6 sont à reprendre en considérant une production de chaleur et/ou de froid à partir d’une énergie dite traditionnelle **(solution sur vecteur eau), couvrant les mêmes besoins thermiques** (par exemple : chaudière au gaz naturel ou propane, chaudière au fuel).

### Bilan économique entre les deux solutions (PAC Solaire – référence)

Cette analyse économique du projet doit utiliser :

* 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,
* Des valeurs standard pour les paramètres clefs (dont taux d'actualisation, scénario d'évolution des prix des énergies à 0 %, 4 % et 8 %).

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

## Phase 7 : Bilan environnemental

Evaluation de l’impact sur l’environnement :

* Estimation des gains en kWh/an puis en tep/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 CO2 en tonne/an et incluant un taux de fuite du fluide frigorigène de la PAC de 3 %/an 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.

## 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 selon la fiche de synthèse du projet en Annexe 3 :.

# DEROULEMENT DE LA MISSION

## Comité 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 l’Environnement et de la Maîtrise de l’Energie (ADEME),
* D’un représentant du porteur de projet d’implantation d’une PAC solaire dans le cadre de l’étude de faisabilité exclusivement (2nde partie),
* Et de toute autre personne ou entité dont le maître d’ouvrage jugera la présence temporaire ou régulière utile.

## Réunions

Dès la 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 sera 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 évoquées ci-dessus.

## Documents

Le bureau d’études remettra un rapport final et une synthèse au format électronique en version source (Word, Excel, LibreOffice…) et en version PDF.

## Propriété des résultats

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

## Prestataires d’études

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 et 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 de réalisation garantis,
* Ses prix de prestations,
* Ses références dans des études similaires,
* Ses qualification / certifications relatives à la prestation.

## Délais de réalisation

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.

## Restitution et confidentialité

A l’issue de la mission, le prestataire transmet le résultat de l’étude comprenant :

* Le rapport final d’étude,
* Une fiche de synthèse (figurant en annexe 3 du présent cahier des charges).

La confidentialité des informations est garantie par l’utilisation de codes d’accès strictement personnels délivrés par l’ADEME.

## 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.

## 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 et de l'objectivité du rapport.

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 froid** 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 disponible en chaufferie et aux abords, accès véhicule, …
* Les contraintes d’usage des bâtiments : systèmes énergétiques produisant de la chaleur (ordinateurs de bureau, réfrigérateurs, fours, …), fréquentation au cours de l’année, …

**Analyse des factures**

L’objet de cette étape sera la détermination des consommations énergétiques constatées sur relevés de consommations (facture, quantités, etc.) sur les 3 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 bâtiment. 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 le cas échéant. 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 et/ou de climatisation 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/ou de climatisation des bâtiments. Ces solutions pourront être :

* Le renforcement de l’isolation sur tout ou partie du bâtiment,
* Le changement des vitrages,
* L’amélioration de la ventilation,
* L’amélioration de la régulation,
* Un travail architectural simple (brise soleil, etc.),
* La (re-)programmation des plages et niveau de chauffe et/ou climatisation.

Le bureau d’étude mettra en évidence l’économie réalisée en kWh énergie finale, et en pourcentage global et sur chaque poste concerné.

**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, des gains estimés, de leur coût et de leur rentabilité.**

**Echéancier**

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

1. Définition des grandeurs énergétiques utiles et des indicateurs de Performance des installations de PAC Solaire

Les grandeurs énergétiques de la solution PAC Solaire + Appoint

****

Les grandeurs énergétiques de la solution de référence

****

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | Désignation | Unité |
| [1] | Besoins énergétiques pour l’eau chaude sanitaire, le chauffage et les autres usages | [kWh] |
| [2] | Consommation électrique de la PAC (sans les auxiliaires) | [kWh] |
| [3] | Consommation électrique des auxiliaires, nécessaires au fonctionnement de la PAC | [kWh] |
| [4] | Energie en entrée du générateur d’appoint | [kWh] |
| [5] | Energie thermique fournie par la PAC (au condenseur de la PAC) | [kWh] |
| [6] | Energie thermique fournie par le générateur d’appoint | [kWh] |
| [7] | Energie fournie à l’entrée du générateur de la solution de référence (combustible) | [kWh] |
| [8] | Energie fournie à l’entrée du générateur de la solution de référence (électricité) |  |

Les indicateurs

**Taux d’économie d’énergie FSAV**

Part de la consommation d'énergie finale économisée grâce à l'énergie solaire, en référence à l’installation de référence.

$$FSAV=1-\frac{\left[2\right]+\left[3\right]+[4]}{\left[7\right]+[8]}$$

**COP Moyen annuel**  $\overbar{COP}$

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). Ce coefficient prend en compte les consommations électriques des auxiliaires indispensables au bon fonctionnement de la PAC (les pompes de circulation alimentant le condenseur et l’évaporateur de la PAC, …).

Cette valeur est donc plus représentative de la performance de la machine en fonctionnement annuel.

$$\overbar{COP}=\frac{Q\_{CH}}{\left(W\_{COMP}+W\_{AUX}\right)}=\frac{\left[5\right]}{\left[2\right]+\left[3\right]}$$

**Taux de production de la PAC Solaire FPAC**

Part de la production thermique assurée par la PAC

$$FPAC=\frac{\left[5\right]}{\left[5\right]+[6]}$$

1. Fiche de synthèse du projet

|  |
| --- |
| Généralités |
| Nom du projet |  |
| Localisation du projet |  |
| Prestataire d’études |
| Nom du BE |  |
| Nom du prestataire |  |
| Qualification RGE |  |
| Description du projet |
| Besoins thermiques (kWh) |  |
| Usages | Chauffage – ECS – Procédés Industriels – Tertiaire – Autres |
| Surface capteurs non vitrés (m²) |  |
| Surface capteurs PVT (m² et kWc) |  |
| Marque capteurs |  |
| PAC : marque et modèle |  |
| Nombre de PAC |  |
| Indicateurs |
| COP annuel global de l’installation (COPA) |  |
| COP machine annuel  |  |
| Taux d’économie d’énergie FSAV |  |
| Taux de production de la PAC Solaire FPAC |  |
| Aspects économiques |
| Investissement (€ HT) |  |
| Exploitation (€ HT) |  |
| Indicateur éco (VAN, TRI, LCOH…) |  |

1. Glossaire

**Cep**

Consommation en énergie primaire. Il s’agit de l’énergie brute à partir de laquelle sont produites les autres énergies. Elle représente la « matière première ».

**Postes de facturation Px**

Ils représentent les différentes prestations du contrat d’exploitation :

* Poste P1 : rémunération de la fourniture d’énergie transformée ou de combustible,
* Poste P2 : rémunération des prestations de maintenance et petit entretien (base du contrat d’exploitation),
* Poste P3 : rémunération des prestations de gros entretien et du renouvellement des matériels (également appelée garantie totale),
* Poste P4 : annuités de remboursement à la suite du financement des gros travaux de rénovation.

*Source :* [*https://conseils.xpair.com/consulter\_parole\_expert/typologie-contrats-exploitation-copropriete.htm*](https://conseils.xpair.com/consulter_parole_expert/typologie-contrats-exploitation-copropriete.htm).

**qECS exprimée en kWh/m3**

Il s’agit de la densité d’énergie en entrée du générateur nécessaire pour obtenir 1 m3 d’ECS au(x) point(s) de puisage. Cette grandeur prend en compte le rendement du générateur ainsi que les différentes pertes thermiques, notamment celles du bouclage sanitaire.

**Taux d’actualisation**

L'actualisation est la méthode qui sert à ramener à une même base des flux financiers non directement comparables car se produisant à des dates différentes.

**Tep**

Tonne équivalent pétrole = 11,63 MWh.

**TRI**

Taux de rentabilité interne (taux d’actualisation qui annule la VAN).

**VAN**

La Valeur actuelle nette permet d’apprécier la viabilité économique du projet. La VAN consiste à calculer la valeur actualisée des différentes économies de charges annuelles attendues sur la durée de vie du projet en intégrant l’investissement initial. De façon simplifiée, c’est le gain d’argent engendré par le projet sur sa durée de vie.



|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
|  |  |  |  |

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| L'ADEME EN BREFÀ 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 DEL’**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 ET DE DIMENSIONNEMENT DE POMPES A CHALEUR SOLAIRES SUR CAPTEURS SOLAIRES NON VITRES OU PVT**

1. Reconnu Garant de l’Environnement : charte signée avec l’ADEME, le Ministère de l’Ecologie, du Développement Durable et de l’Energie et le Ministère de l’Egalité des territoires et du Logement. Elle concerne les signes de qualité (qualifications ou certifications) délivrés aux professionnels réalisant des prestations intellectuelles concourant à la performance énergétique des bâtiments et des installations d’énergie renouvelable.

A compter du 1er janvier 2017 pour la France métropolitaire et la Corse.

A compter de l’application de RGE dans les DOM et hors collectivités d’outre-mer de Nouvelle Calédonie, Polynésie française et Wallis et Futuna, tant qu’un dispositif de nature équivalente n’est pas organisé par les autorités compétentes.

La liste des référencements conformes est susceptible d’évoluer régulièrement. Dans le cas de la prestation, la qualification OPQIBI 20.13 : "Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie géothermique" ou 20.14 : « Ingénierie des installations de production utilisant l'énergie solaire thermique » est conforme. Pour les installations avec des capteurs PVT dont la puissance électrique est supérieure à 15 kWc, la qualification 20.15 « Ingénierie des installations solaires utilisant l’énergie solaire photovoltaïque » sera également requise. [↑](#footnote-ref-1)
2. <https://www.solaire-collectif.fr/achat/definir-les-bons-ratios-de-dimensionnement/Copie_de_BECSC.htm> [↑](#footnote-ref-2)
3. https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/2360-besoins-d-eau-chaude-sanitaire-en-habitat-individuel-et-collectif-les.html et <https://librairie.ademe.fr/urbanisme-et-batiment/3878-vers-une-meilleure-connaissance-des-besoins-en-eau-chaude-sanitaire-en-tertiaire.html> [↑](#footnote-ref-3)
4. En précisant les types d’usage adressés [↑](#footnote-ref-4)
5. Les chiffres entre [] dans le tableau font référence aux schémas figurant en Annexe 2 :, page 19 [↑](#footnote-ref-5)