

# 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 EFFICACITE ENERGETIQUE ET DECARBONATION DES PROCEDES & UTILITES EN INDUSTRIE**

---

Version janvier 2025

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

---

# SOMMAIRE

---

<b>1 - PREAMBULE</b> .....	<b>3</b>
<b>2 - INTRODUCTION</b> .....	<b>7</b>
<b>3 - PHASE 1 (OPTIONNELLE) : ANALYSE COMPLEMENTAIRE</b> .....	<b>11</b>
<b>4 - PHASE 2 : ETUDE DE FAISABILITE</b> .....	<b>12</b>
<b>5 - MODALITES DE REALISATION DE LA PRESTATION</b> .....	<b>15</b>
<b>6 - ANNEXES</b> .....	<b>16</b>
Annexe 1 - Prérequis : Etat des lieux et définition du périmètre du projet .....	16
Annexe 2 – Méthodes d’analyses approfondies réalisables .....	18
Méthode du pincement .....	18
Analyse exergetique.....	18
Analyse énergétique systémique .....	19
Approche mathématique et simulation.....	19

# 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** (études de diagnostic, étude d'accompagnement 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 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.

### **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.

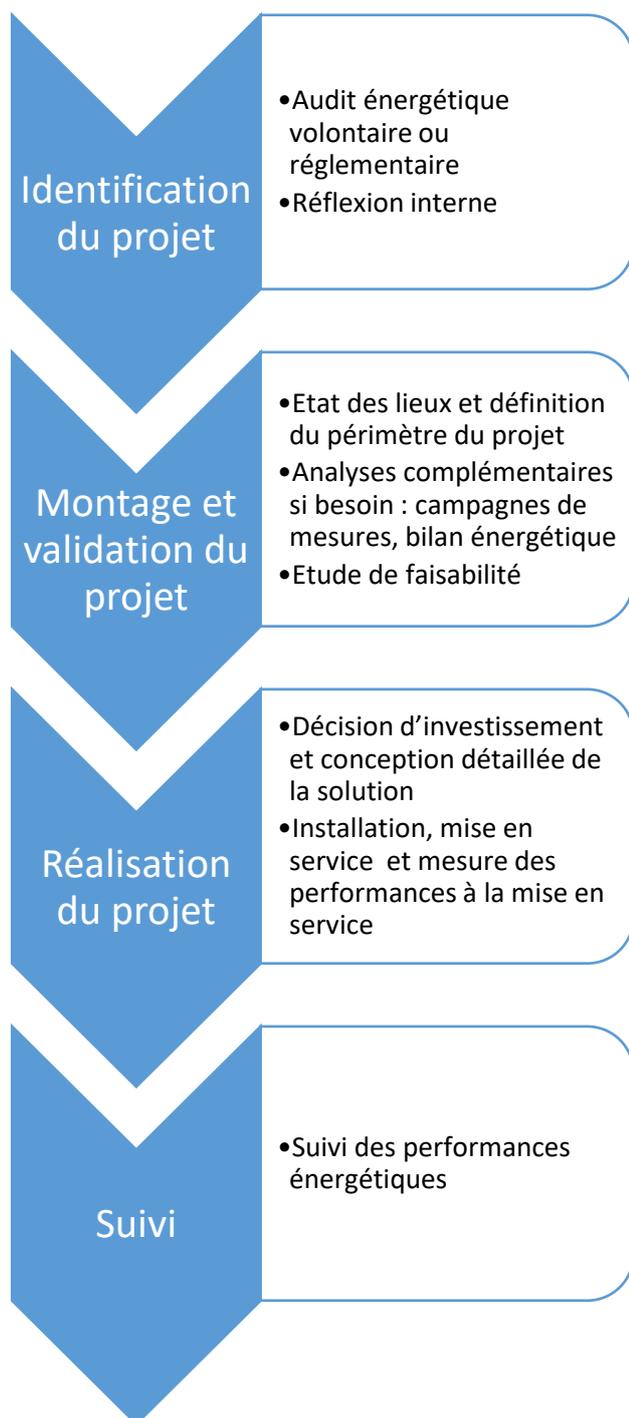
**Le présent document précise le contenu et les modalités de réalisation et de restitution de l'étude qui seront effectués par un intervenant extérieur au bénéficiaire de l'aide de l'ADEME.**

# CHRONOLOGIE D'UN PROJET D'EFFICACITE ENERGETIQUE ET/OU DECARBONATION D'UN SITE INDUSTRIEL



L'ADEME

et les CEE vous accompagnent dans votre décarbonation avec les dispositifs suivants :



**1. Etat des lieux :**

- Audit énergétique volontaire en industrie
- Bilan GES

**2. Feuille de route de décarbonation :**

- Etude d'opportunité d'évolution du mix énergétique
- Trajectoire de décarbonation (ACT)

Aide à la décision

**3. Etude de faisabilité**

- Installation de récupération de chaleur fatale
- **Etude de faisabilité efficacité énergétique et décarbonation des procédés & utilités en industrie**

Vous êtes ici

**4. Investissement**

- Fonds Chaleur : réalisation d'installations de récupération de chaleur fatale
- Fonds chaleur : EnR thermiques et/ou réseaux de chaleur
- AAP Décarbonation industrie : AAP DECARB IND, ...
- Fiche CEE standard & dossier CEE spécifiques

Aide à l'investissement

**5. Suivi**

- PRO-Smen : certification ISO 50 001
- PROREFEI : formation des Référénts Energie en industrie
- Fiche CEE IND-UT-134 : système de mesurage d'indicateurs de performance énergétique

---

## VISION DES DIFFERENTS DISPOSITIFS D'ACCOMPAGNEMENT

---

1. L'audit énergétique constitue un examen et une analyse méthodiques de l'utilisation de l'énergie et de la consommation d'énergie d'un site industriel, d'un bâtiment, d'un procédé... dans le but d'identifier les flux énergétiques et les potentiels d'amélioration de la performance énergétique ;
2. L'étude d'opportunité balaie l'ensemble des solutions potentielles de décarbonation de votre mix énergétique (changement de fluides caloporteurs, récupération de chaleur fatale, production de chaleur et d'électricité renouvelable, électrification, etc.) et priorise les préconisations du plan d'actions non pas uniquement en fonction du temps de retour brut mais également en fonction de la trajectoire de décarbonation de l'entreprise.



Sur l'ensemble du territoire français, l'aide ADEME pour la réalisation d'un audit énergétique volontaire en industrie est proposée en combinaison de l'aide à la réalisation d'une étude d'opportunité d'évolution du mix énergétique du programme CEE « PACTE Industrie ».

Cette étude d'opportunité est complémentaire de l'audit et vous permet d'obtenir une feuille de route de décarbonation de votre site industriel (priorisation des solutions de décarbonation de votre mix énergétique).

Audit et étude d'opportunité sont alors réalisés en parallèle par le même prestataire conseil référencé par l'ADEME dans le cadre d'une étude globale. Le dépôt d'une demande d'aide pour une **étude combinée** audit-étude d'opportunité se fait directement sur la page du [programme PACTE Industrie](#).

→ Pour plus de renseignements : [pacte-industrie.ademe.fr](http://pacte-industrie.ademe.fr)

3. L'étude de faisabilité apporte au maître d'ouvrage les éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux lui permettant de se positionner sur la faisabilité d'une opération d'efficacité énergétique ou, plus globalement, de décarbonation de ses procédés et utilités. L'étude de faisabilité fait notamment suite à une solution identifiée lors d'un audit énergétique ou une étude d'opportunité.
4. L'investissement est décidé en fonction des critères et des objectifs du maître d'ouvrage et, des connaissances apportées par l'une des études précédentes.
5. Le plan de mesurage est indispensable pour vérifier les performances énergétiques du système mis en place au cours du temps. Ce suivi temporel sert à mesurer les dérives dues entre autres aux variations de production, au vieillissement des équipements, aux températures extérieures... et, à quantifier l'impact du changement des conditions de fonctionnement du site.

---

## LEXIQUE

---

**Chaleur fatale** : production de chaleur dérivée d'un site de production et qui n'en constitue pas l'objet premier, et qui de ce fait n'était pas nécessairement récupérée. Il s'agit par exemple de chaleur contenue dans les fumées de fours, de chaleur émanant de matériels fabriqués et en cours de refroidissement, etc. Il s'agit de capter puis transporter cette chaleur, qui serait perdue, pour favoriser son exploitation sous forme d'énergie thermique.

**Energie finale (Ef)** : quantité d'énergie mesurée au compteur du consommateur (compteur électrique, gaz, pompe à essence, etc.).

**Energie primaire (Ep)** : 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.

**Equation de corrélation** : pour ce document, ce terme correspond aux équations permettant d'estimer les consommations d'énergie ou de matière en fonction d'un ou plusieurs facteurs influents (niveau de production, température extérieure, etc.).

**Bilan GES** : La réalisation d'un bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES ou bilan GES<sup>1</sup>) a pour but d'évaluer la quantité annuelle des émissions de gaz à effet de serre induites par les activités de la personne morale (collectivité ou entreprise) et exprimées en équivalent tonnes de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>e).

**Indicateur de performance énergétique (IPÉ)** : Valeur quantitative ou mesure de la performance énergétique. L'IPÉ peut être défini sous forme d'une mesure simple, d'un ratio ou d'un modèle plus complexe

**Norme ISO 50 001** : Conçue pour aider les organisations dans tous les secteurs, cette norme ISO propose des modalités pratiques visant à réduire la consommation d'énergie par la mise en œuvre d'un système de management de l'énergie (SMÉ).

**Quotas EU-ETS** : L'Union européenne a mis en place depuis 2005 un marché du carbone, également nommé système d'échange de quotas d'émissions (SEQE) ou système de permis d'émissions négociables (Emissions Trading Schemes en anglais – ETS-EU), qui est un outil réglementaire facilitant l'atteinte d'objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre (GES) déterminés politiquement.

---

<sup>1</sup> <https://bilans-ges.ademe.fr/>

---

# CAHIER DES CHARGES

## ETUDE DE FAISABILITE EFFICACITE

### ENERGETIQUE ET DECARBONATION DES

### PROCEDES & UTILITES EN INDUSTRIE

---

## 2 - INTRODUCTION

### Objectifs du document

Ce cahier des charges a pour objectif de décrire le déroulement et le contenu type d'une étude de faisabilité pour un projet d'efficacité énergétique ou, plus largement, de décarbonation des procédés industriels et/ou des utilités industrielles.

Ce document s'applique uniquement aux porteurs de projets ayant une activité industrielle<sup>1</sup>.

### Pourquoi réaliser une étude de faisabilité ?

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 opération d'efficacité énergétique ou, plus globalement, de décarbonation de ses procédés et utilités.

L'étude de faisabilité fait notamment suite à une solution identifiée lors d'un audit énergétique ou une étude d'opportunité et permet :

- de vérifier la faisabilité technique et économique du projet ;
- de proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site ;
- d'étudier les solutions en matière de montage financier et juridique.

La décarbonation des procédés et des utilités doit s'inscrire dans une démarche cohérente qui se décline en quatre étapes successives :

- 1) Sobriété**
  - a. Le changement de comportement est le levier le moins coûteux et le plus impactant pour réduire les consommations et baisser les émissions de gaz à effet de serre ;
- 2) Modification du mix matières**
  - a. Efficacité matière via l'incorporation de Matières Premières Recyclées (MPR) et valorisation des coproduits ;
  - b. Développement de procédés utilisant moins d'intrants, ou des intrants moins émissifs ;
- 3) Amélioration de l'efficacité énergétique**
  - a. Performance énergétique des technologies et procédés ;
  - b. Réflexion sur la bonne adéquation des températures produites au regard des besoins finaux et, remplacement potentiel du fluide caloporteur ;
  - c. Importance de la mesure et du suivi des performances : plan de mesurage...
- 4) Substitution des énergies fossiles**
  - a. Substitution des combustibles fossiles par des combustibles décarbonés ou bas carbone (chaleur fatale, biomasse, biogaz, combustibles solides de récupération, géothermie, solaire thermique, etc.) ;
  - b. Electrification directe et/ou indirecte de la chaleur et des procédés.

**Pour aller plus loin... profitez de cette étude de faisabilité, notamment lorsqu'elle porte sur une action d'électrification, pour aborder le sujet de l'effacement électrique !**

En ce sens, afin de permettre aux industriels d'estimer leur potentiel d'effacement, l'ADEME met à disposition un [outil d'auto-évaluation](#) en 10 questions.

Afin de mieux comprendre ces enjeux et les potentiels d'effacement de la consommation électrique des sites industriels, l'ADEME vous propose plusieurs [fiches retours d'expérience](#) pour mieux comprendre la mise en place de ce dispositif sur votre site avec des exemples concrets.

### Quel est le périmètre de l'étude de faisabilité ?

Contrairement à l'audit énergétique ou à l'étude d'opportunité d'évolution du mix énergétique de PACTE Industrie qui balaie l'ensemble des solutions d'efficacité énergétique ou de décarbonation potentielles, l'étude de faisabilité se concentre sur une des solutions prioritaires identifiées dans l'une des études en amont (audit ou étude d'opportunité).

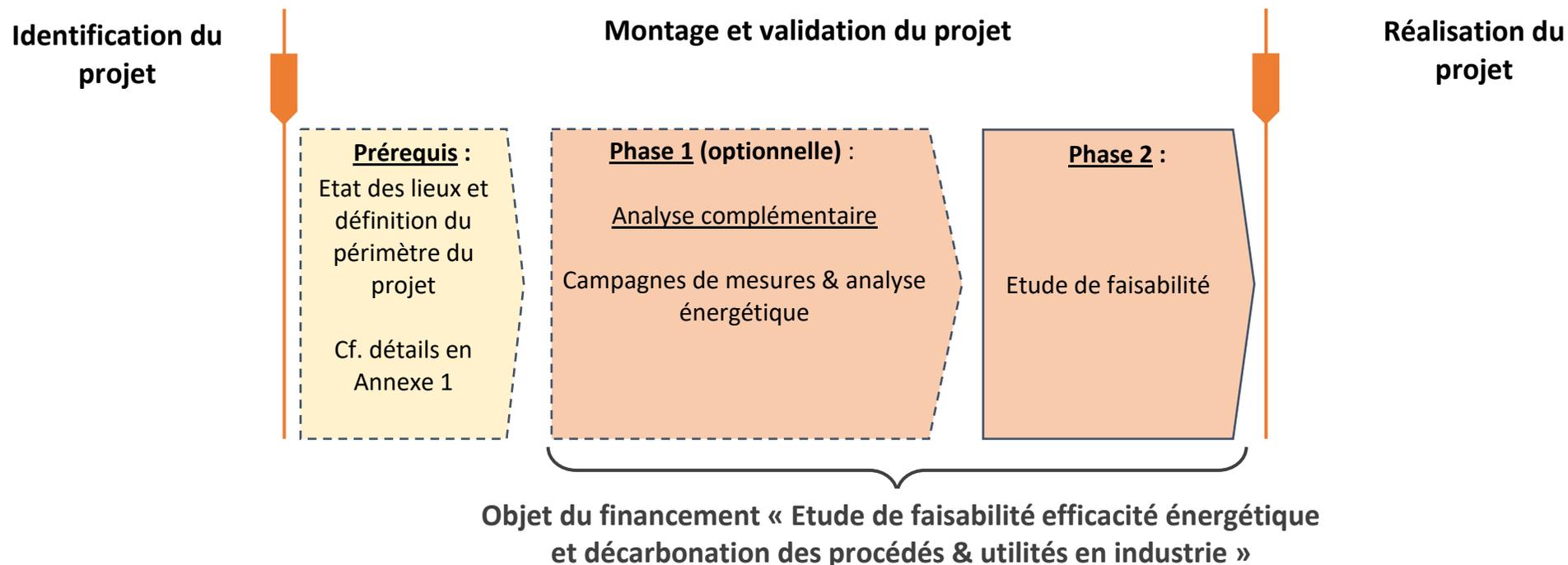
L'étude de faisabilité ne permet pas, à elle seule, de juger de la pertinence et de la cohérence du projet avec la stratégie de décarbonation du site et/ou de l'entreprise.

Cette étude permet avant tout **de valider la faisabilité du projet au regard d'un compromis technico-économique** sur le périmètre consenti et, en ce sens, il est nécessaire que l'étude de faisabilité s'inscrive dans le processus global décrit dans ce document.

---

<sup>1</sup> La référence aux codes NAF industrie pourra ne pas être obligatoire si l'activité peut s'entendre comme à finalité industrielle (exemples : entrepôts frigorifiques pour usage industriel, installation fixe de production d'enrobés)

Chronologie type de l'étape de montage et validation du projet :



**Prérequis, non financée dans l'étude de faisabilité** : Ce prérequis établit l'état des lieux des ressources documentaires et météorologiques disponibles sur site, afin de déterminer les besoins d'analyses et de mesures complémentaires nécessaires à la bonne réalisation de l'étude de faisabilité. Cf. tous les détails du prérequis en Annexe 1.

**Phase 1 (optionnelle)** : Cette phase permet, quand cela est nécessaire, d'obtenir des éléments complémentaires permettant de confirmer le cadre de l'étude initialement prévu ou l'ajuster voire le réorienter, en cohérence avec la feuille de route de décarbonation du site. Si toutes les données nécessaires à la conduite de l'étude de faisabilité sont déjà disponibles, il est alors possible de passer cette étape.

**Phase 2** : Le cœur du projet se situe dans cette phase d'analyse des données et d'établissement de bilans énergétiques et économiques consolidés, permettant de valider la solution de décarbonation adaptée aux enjeux et contraintes du maître d'ouvrage.

## **Critères d'éligibilité :**

### 1. Quelle chronologie pour une étude de faisabilité pertinente ?

L'étude de faisabilité cible une solution ; cette solution doit alors obligatoirement avoir été définie au préalable par une étude en amont (audit ou étude d'opportunité par exemple).

En l'absence d'étude amont argumentant que la solution à étudier est pertinente au regard de la feuille de route de décarbonation du site industriel et/ou de l'entreprise, alors l'étude d'opportunité d'évolution du mix énergétique, financée par PACTE Industrie, devra être réalisée en amont.

### 2. A quel prestataire conseil faire appel ?

Pour réaliser une étude de faisabilité subventionnée par l'ADEME, le porteur de projet doit faire appel à un prestataire conseil garant de compétences techniques mais également garant d'objectivité, de transparence et d'impartialité au regard d'intérêts particuliers.

Sont donc éligibles :

- les **Bureaux d'études comportant les codes NAF suivants : 7112B « ingénierie, études techniques » et 7022Z « conseil en affaires »** (ou structures justifiant par tout moyen d'une activité similaire) **et étant qualifiés OPQIBI 1717** ou qualification équivalente (ou justification de compétences dans la thermique/l'énergétique du secteur concerné) ;
- les **Centres techniques** justifiant de compétences dans la thermique/l'énergétique du secteur concerné.

Dans le cas particulier où le bureau d'études, sa maison mère ou filiales auraient un intérêt particulier dans la vente, fabrication, installation, utilisation ou maintenance d'une solution ou avec le dispositif des CEE, ces liens devront être clairement signalés dans le devis et dans le rapport final. De plus, selon les cas, l'ADEME pourra exiger que soit étudiée(s) une ou deux autre(s) solution(s) non dépendante(s) des intérêts particuliers afin d'objectiver la solution identifiée, objet de l'étude de faisabilité.

### 3 - PHASE 1 (OPTIONNELLE) : ANALYSE COMPLEMENTAIRE

Cette phase optionnelle permet, quand cela est nécessaire, d'obtenir des éléments complémentaires permettant de confirmer l'intérêt du projet initialement prévu ou l'ajuster voire le réorienter, en cohérence avec la feuille de route de décarbonation du site. Si toutes les données nécessaires à la conduite de l'étude de faisabilité sont déjà disponibles, il est alors possible de passer cette étape.

À la suite de la récupération des données dont l'étude amont (audit énergétique ou étude d'opportunité d'évolution du mix énergétique par exemple), il est possible d'approfondir les diagnostics existants par l'application :

1. D'analyses complémentaires « classiques » (campagnes de mesures complémentaires et remise à jour du bilan énergétique) à **Option allégée**

Pour une campagne de mesures complémentaires, le prestataire conseil met en place des appareils de mesures supplémentaires pour valider ses analyses et, précise les éléments suivants :

- les moyens de mesure à employer en précisant ceux qu'il serait utile d'installer à demeure. La proposition est accompagnée le cas échéant d'une proposition financière concernant la fourniture des dits matériels ;
- l'intégration des moyens de mesure aux installations existantes ;
- les caractéristiques et les exigences métrologiques des moyens de mesures ;
- la périodicité des mesures envisagées ;
- les moyens nécessaires pour effectuer les mesures.

2. Des méthodes d'analyses approfondies (méthode du pincement, analyse exergetique, analyse systémique, etc.), dans le cas de schéma énergétiques complexes ou d'ensemble de procédés intégrés à **Option approfondie**

L'annexe 2 au §6.2 décrit succinctement quatre méthodologies d'analyses énergétiques approfondies. Ces dernières facilitent l'établissement d'une feuille de route de décarbonation consolidée.

In fine, à la suite de cette phase 1, deux cas sont possibles :

- soit le prestataire conseil valide le cadre du projet initialement prévu et, le projet peut alors continuer comme défini dans la proposition technique ;
- soit, le prestataire conseil a identifié d'autres solutions d'efficacité énergétique ou de décarbonation pertinents à prendre en compte, faisant évoluer le projet initial. Le projet doit alors tenir compte de ces solutions et faire évoluer le cadre de l'étude de faisabilité en conséquence afin d'avoir un rendu d'étude des plus pertinents.

## 4 - PHASE 2 : ETUDE DE FAISABILITE

Le cœur du projet se situe dans cette phase d'analyse des données et d'établissement de bilans énergétiques et économiques consolidés, permettant de valider la solution de décarbonation adaptée aux enjeux et contraintes du maître d'ouvrage.

### **Collecte et consolidation des données**

Cette partie caractérise plus en détail les besoins en énergie et matières concernés par ce projet, ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub>e à son périmètre. Il est crucial pour la suite de l'étude, notamment le bilan économique, d'assurer une précision maximum sur les valeurs présentées. Le prestataire conseil doit justifier de cette précision en donnant les caractéristiques techniques des instruments de mesures, ainsi que les hypothèses utilisées pour les calculs.

Une partie de ces informations est déjà capitalisée lors de l'état des lieux du site, cf. *Annexe 1 - Prérequis : Etat des lieux et définition du périmètre du projet*

La collecte des données se base sur les éléments transmis lors du prérequis (cf. Annexe 1), éventuellement des analyses complémentaires de la phase 1 et, se précise par les entretiens avec les équipes du maître d'ouvrage (direction, achat, production, méthode, maintenance, énergie etc.) en lien avec l'opération.

Pour quantifier les potentiels de baisse d'émissions de CO<sub>2</sub>e ou d'efficacité énergétique, le prestataire conseil doit accéder aux :

- Caractéristiques techniques de l'équipement : métrologie en place, dimensions, matériaux, épaisseur d'isolants, caractéristiques de technologies (brûleurs, compresseurs, pompes à chaleur, échangeurs, dispositifs de rejet des effluents, etc.) ;
- Caractéristiques opératoires de l'équipement : systèmes de régulation, consignes de fonctionnement, etc. Il est souvent nécessaire de vérifier l'étalonnage des capteurs en place ;
- Relevés de consommation et de fonctionnement de l'équipement : consommations d'énergie ou de matière, quantité de produit transformé, temps d'utilisation de l'équipement, évolution des indicateurs de performances énergétiques, etc.

### **Consolidation des bilans :**

- Bilan énergétique : à effectuer sur une période de fonctionnement significative de l'usine de manière à prendre tous les scénarios de fonctionnement. Il distingue les postes combustibles et bilan électrique. Ce bilan doit aussi être présenté en énergie primaire.

Remarque : Pour quantifier le gain énergétique réel du projet n'oubliez pas de prendre en compte les consommations induites par la solution (pompes de circulations, système de rehausse de la température, système d'appoint, maintien en température du stockage, etc.).

- Bilan matière : à effectuer sur une période de fonctionnement significative de l'usine de manière à prendre tous les scénarios de fonctionnement.
- Bilan des émissions directes de gaz à effet de serre : pour effectuer ce bilan les facteurs de conversion de la BASE EMPREINTE de l'ADEME sont à utiliser ; si l'énergie finale utilisée par le maître d'ouvrage n'apparaît pas dans cette base (exemple fourniture via un réseau de chaleur), un facteur de conversion est demandé au fournisseur ;
- Autres conséquences environnementales : les autres rejets dans l'environnement (eau, oxyde d'azote, etc.) sont à expliciter.
- Indicateurs de performances du site : le prestataire conseil doit estimer l'impact du projet sur les indicateurs de performances utilisés par l'industriel. Si nécessaire, il propose un jeu d'indicateurs caractérisant les performances du site.

Au-delà de la quantification des consommations, ces bilans énergétique/matière/GES consolidés associés à l'identification des facteurs influents prépondérants (exemple : niveau de production, température extérieure, etc.) seront utiles à l'établissement des équations de corrélations permettant de corriger les consommations et d'analyser l'évolution de la performance énergétique dans le temps.

Pour chacun des équipements de procédés ou d'utilités existant dans le périmètre du projet, le prestataire conseil prend soin de définir les coûts financiers et environnementaux des énergies et matières utilisées au travers des critères suivants :

- L'efficacité des systèmes (rendement) ;
- Le coût des énergies (€/kWh) ;
- Le facteur d'émission de CO<sub>2</sub> équivalent des énergies (kgCO<sub>2e</sub>/kWh) ;
- Les intrants matières utilisés (en tonnes d'intrants/tonnes de produits finis).

Une fois les analyses terminées, le prestataire conseil doit disposer des informations clés suivantes :

- La nature et les caractéristiques des intrants énergétiques et matières ;
- Les caractéristiques techniques des équipements, dont le schéma PFD (diagramme des flux procédés) de la solution, et leurs indicateurs de performance ;
- Les facteurs influençant les performances énergétiques ou matières du procédés ou des utilités (variation de la production, température extérieure, qualité des intrants matières, etc.) ;
- La liste des fournisseurs potentiels.

*Dans la mesure du possible, le prestataire conseil donnera également les corrections à apporter à ces données, notamment par rapport à la mise en place d'autres actions d'efficacité énergétique et de décarbonation.*

### **Contrôlabilité et maintenance des équipements**

Dans le cadre de cette étude de faisabilité, le prestataire conseil doit vérifier la qualité opératoire du nouveau système et proposer une politique de maintenance des équipements, en s'attardant notamment sur les points suivants :

- Qualité opératoire : préservation de la flexibilité du site en termes de production, définition de la structure de régulation, identification des consignes opératoires en fonction des conditions de fonctionnement du site ;
- Maintenance des équipements : types de maintenance (prédictive, préventive, curative, système autonettoyant), fréquences des actions de maintenance recommandée, conséquences sur la disponibilité, coûts associés.

### **Anticipez dès à présent le plan de comptage**

Le plan de comptage au périmètre de la future installation est à intégrer dans l'étude de faisabilité ; en effet, il sera indispensable de vérifier les performances énergétiques ou de décarbonation de l'installation lors de sa mise en service et de les suivre dans le temps. Ce suivi temporel sert à mesurer les dérives dues entre autres aux variations de production, au vieillissement des équipements, aux températures extérieures... et, à quantifier l'impact du changement des conditions de fonctionnement du site. De manière induite cela permet également de mettre en place un plan de maintenance préventive.

Pour aller plus loin, l'ADEME vous propose un [modèle de plan de mesurage de l'énergie](#) et un [ouvrage sur le comptage de l'énergie](#).

**Note :** Le suivi des performances énergétiques de la solution peut être exigé pour valider l'atteinte de la performance de décarbonation, nécessaire pour finaliser l'octroi de l'aide à l'investissement de l'ADEME.

### **Bilan économique**

Récapitulatif des investissements : le prestataire conseil liste l'ensemble des investissements liés à la réalisation de la solution, en distinguant les postes par nature (achat d'équipements, main d'œuvre, transport, levage, génie civil, etc.).

Le mode d'estimation de ces coûts (devis ou méthodes de calcul) doit être précisé.

Récapitulatif des coûts d'exploitation prévisionnels dont voici quelques exemples :

- Valorisation interne : gains/pertes sur les factures énergétiques ; gains/pertes sur les factures d'intrants matières.
- Valorisation externe : quantité d'énergie revendue, si pertinent ; coût de revente, fourni par le maître d'ouvrage.
- Valorisation interne/externe : gains sur les émissions de CO<sub>2e</sub> si site soumis aux quotas EU-ETS ; évolution des charges d'exploitation (maintenance).

Montage financier prévisionnel: plusieurs dispositifs d'aides à l'investissement permettent d'accompagner des actions de baisse des émissions de CO2e et d'économies d'énergie. Les modalités du contrat liant le maître d'ouvrage et le prestataire conseil précisent l'acteur en charge d'identifier le processus d'aide le plus adapté au projet. Voici une liste non-exhaustive de mécanismes pouvant intégrer le montage financier :

- Prêts « classiques » ;
- Prêts verts bonifiés : complémentaire à d'autres prêts mais dispose de conditions d'éligibilités plus spécifiques ;
- Tiers investissement: financement de la solution par un tiers se rémunérant sur les économies d'énergie ;
- Prêts PME sur enveloppe de la Banque Européenne d'Investissement : pour tout investissement matériel et immatériel permettant le développement d'une structure ;
- Fond Européen de Développement Economique et Régional (FEDER) : pouvant être attribué aux entreprises dont le projet contribue à atteindre les objectifs de la région.
- Certificats d'Economie d'Energie (CEE)
- Fonds Chaleur (ADEME)
- Appels à projets de décarbonation des procédés et utilités de l'industrie (DECARB IND ou autre)
- ...

### **Livrable**

A la fin de l'étude de faisabilité, le prestataire conseil doit remettre un rapport comprenant à minima les éléments suivants :

- Un rappel du contexte et des objectifs ;
- Les descriptions et bilans CO2e, matières et énergétiques, avant et après projet. Cela comprend les consommations d'énergies, de matières, les rejets, les indicateurs de performances, les équations de corrélations, etc. ;
- Les actions de décarbonation et d'économies d'énergie ou matière réalisables avant mise en place du projet ;
- La liste des équipements composant la solution proposée, comprenant le détail des caractéristiques techniques, coût matériel, coût d'installation et coût de maintenance ;
- La disposition des appareils de mesures ;
- Le bilan économique du projet ;
- Le cas échéant, des impressions d'écran du fichier de simulation montrant les différentes configurations et les résultats.

# 5 - MODALITES DE REALISATION DE LA PRESTATION

## **COMITE DE PILOTAGE**

Les travaux relatifs à l'étude de faisabilité sont suivis par un comité de pilotage chargé d'orienter et de valider les démarches du prestataire conseil. Il est constitué :

- du maître d'ouvrage ;
- et de toute autre personne ou entité dont le maître d'ouvrage jugera la présence temporaire ou régulière utile.

## **REUNIONS**

Dès signature du contrat, le prestataire conseil retenu présente au comité de pilotage lors d'une première réunion, son organisation, 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 prestataire conseil, des réunions de travail pourront être organisées en sus des 2 réunions évoquées ci-dessus.

## **DOCUMENTS**

A la fin de la prestation, le prestataire conseil remet les éléments suivants :

- Rapport du diagnostic du site (Phase 1), le cas échéant ;
- Rapport de l'étude de faisabilité (Phase 2) reprenant ces différentes étapes de ce guide.

## **PROPRIETE DES RESULTATS**

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

## **PRESTATAIRES D'ETUDES**

Le prestataire conseil désigne une personne référente qui assure les relations avec le maître d'ouvrage. En cas de sous-traitance, le prestataire conseil précise 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 prestataire conseil 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.

## **DELAIS DE REALISATION**

Le prestataire conseil doit se conformer aux délais annoncés au comité de pilotage lors de l'établissement de son devis.

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

## **COÛT DE LA MISSION**

Le prestataire conseil établit 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 inclut au minimum l'ensemble de la prestation telle que définie dans le présent cahier des charges.

## **RESTITUTION ET CONFIDENTIALITE**

A l'issue de la mission, le prestataire conseil transmet son rapport final de l'étude de faisabilité, qui détaillera le résultat de son étude.

## **CONTRÔLE**

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

# 6 - ANNEXES

## **Annexe 1 - Prérequis : Etat des lieux et définition du périmètre du projet**

Ce prérequis établit l'état des lieux des ressources documentaires et métrologiques disponibles sur site, afin de déterminer les besoins d'analyses et de mesures complémentaires nécessaires à la bonne réalisation de l'étude de faisabilité.

**Ce prérequis dont l'aboutissement est la proposition technico-commerciale du prestataire conseil n'est pas financée dans l'étude de faisabilité.**

### **ETAPE 1 : Définition des objectifs**

Le maître d'ouvrage doit transmettre :

- Les éléments de contexte du projet (projet consécutif à un audit énergétique, à une étude d'opportunité d'évolution du mix énergétique de PACTE Industrie, à un bilan GES, à des objectifs de baisse des émissions du site ou d'économies d'énergie, etc.) ;
- Ses besoins et ses attentes concernant l'étude (efficacité énergétique sur un équipement, décarbonation d'un procédé via électrification, via un nouvel intrant matière, etc.) ;
- La feuille de route de décarbonation de son site et les projets en cours et à venir. Si l'étude de faisabilité concerne une mesure d'efficacité énergétique, le maître d'ouvrage doit transmettre sa politique énergétique et son plan d'action d'économie d'énergie en cours ou à venir ;
- Les consommations énergétiques antérieures du site ou d'équipements, ISO 50001, plan de comptage en place, dispositif de suivi des performances énergétiques, etc. ;
- Le calendrier d'exécution de l'étude.

### **ETAPE 2 : Etat des lieux du site et ressources**

Préalablement à la rédaction d'une proposition technico-commerciale, le prestataire conseil réalise un état des lieux du site et des ressources à sa disposition afin de :

- 1) S'assurer de la bonne compréhension du projet par le prestataire conseil ;
- 2) S'assurer – autant que possible – de la cohérence du projet dans un contexte de décarbonation en profondeur du site d'ici 2050 et de performance énergétique globale ;
- 3) Si nécessaire, définir le niveau d'approfondissement attendu et fixer le périmètre de l'étude de faisabilité.

L'état des lieux, complété par une visite du site, devra notamment s'appuyer sur l'exploitation d'un audit énergétique ou d'une étude d'opportunité effectués antérieurement sur le site (qu'ils soient globaux ou spécifiques). Cette démarche sert à :

- déterminer le niveau d'intervention du prestataire conseil (nécessité ou non d'une analyse complémentaire du site ?) et donc bâtir la proposition technico-commerciale ;
- identifier les technologies et l'agencement des systèmes existants et ainsi anticiper les contraintes de réalisation de l'étude et des solutions de valorisation.

Les éléments ci-après constituent une liste non-exhaustive des documents et informations utiles au prestataire conseil pour la réalisation de l'état des lieux.

- Lieu d'implantation : ville, département d'implantation du projet ;
- Secteur d'activité du maître d'ouvrage (code APE) ;
- Description de l'activité du site (type de production, saisonnalité, horaires de fonctionnement, contraintes particulières) ;
- Contraintes environnementales réglementaires, y compris SEQE ;
- Procédés de production et utilités : synoptiques complets (avec identification de chaque opération unitaire), répartition des consommations d'énergie (gaz, vapeur, élec, froid, air comprimé, etc.) avec plans des réseaux énergies, répartition des émissions de CO2 équivalent, liste des principaux effluents et leurs températures ;
- Préciser le périmètre des installations concernées : description de l'installation et de ses caractéristiques techniques, âge, sa fonction, son fonctionnement ;
- Audit/diagnostic énergétique du site et/ou d'équipements spécifiques ;
- Plan de comptage en place et à venir.

### **ETAPE 3 : Proposition technico-commerciale**

Son objectif est de décrire toutes les phases d'études nécessaires à une analyse technico-économique avec le niveau de précision désiré par le client.

Lorsque la réalisation d'une analyse complémentaire ou d'une campagne de mesures est nécessaire (cf. Phase 1), l'offre doit être séparée en plusieurs parties. Cette structuration facilite l'adaptation ultérieure de l'étude de faisabilité.

- 1) La partie technique décrit finement le programme de travail tel que détaillé dans le présent cahier des charges notamment :
  - sa durée (exemple : 4 à 5 mois) ;
  - son volume (exemple : 15 jours de conseil dont 5 sur site) ;
  - ses modalités (exemple : nombre de visites sur sites, campagnes de mesures...).
- 2) Une offre commerciale correspondant au coût de la prestation dans son ensemble, faisant apparaître la charge de travail, les coûts journaliers du (ou des) intervenant(s), les frais de déplacements, de mesures et les éventuels frais annexes.
- 3) Les références
  - Les CV et références des intervenants faisant ressortir les qualifications professionnelles en rapport avec la prestation demandée ;
  - Les références de la structure :
    - o Certifications / Accréditations / Qualifications ;
    - o Références d'analyses énergétiques comparables à la proposition et/ou attestant des capacités requises de la structure.

## **Annexe 2 – Méthodes d’analyses approfondies réalisables**

Ce paragraphe décrit succinctement quatre méthodologies d’analyses énergétiques approfondies qui peuvent être pertinentes dans le cas de schéma énergétiques complexes ou d’ensemble de procédés intégrés. Bien que non-indispensables, celles-ci donnent accès à une vue globale du management de l’énergie et facilitent l’établissement d’une stratégie cohérente. Elles peuvent être financées dans la phase 1 (optionnelle).

### **Méthode du pincement**

La méthode du pincement (ou méthode Pinch) est particulièrement adaptée à la détection de solutions de valorisation de chaleur fatale<sup>3</sup>.

Elle se concentre sur l’analyse des besoins de la matière en chaleur (flux froids) et de ses besoins en refroidissement (flux chauds). Cette caractérisation conduit à une représentation graphique simple permettant d’identifier plus aisément les synergies possibles entre différents flux et de quantifier la consommation cible d’un point de vue technico-économique.

Des outils informatiques basés sur cette méthode facilitent son utilisation et déterminent les meilleurs réseaux d’échangeurs d’un point de vue économique et/ou énergétique.

#### Avantages :

- Adapté à la valorisation de chaleur fatale ;
- Méthodologie intuitive.

#### Documentations :

- <http://www.recuperation-chaleur.fr/methodologie-pinch> ;
- *L’analyse Pinch: pour une utilisation efficace*, disponible sur <https://www.rncan.gc.ca> ;
- *Pinch Analysis and Process Integration*, Ian C. Kemp.

### **Analyse exergetique**

L’exergie est représentée comme l’indicateur de la qualité d’une énergie.

Pour expliquer de façon simplifiée ce qu’est l’exergie, prenons l’exemple d’une batterie 12 V, 2,3 Ah, et d’une casserole de 1 Litre d’eau à 44°C. Ces deux éléments contiennent chacun 100 kJ d’énergie, mais la batterie dispose d’une exergie de 100 kJ et l’eau chaude de 4 kJ, ce qui correspond à l’énergie mécanique récupérable par un cycle de Rankine idéal.

L’objectif d’un bilan exergetique est de quantifier les pertes en valeur d’usage des énergies mises en œuvre. L’ensemble des pertes exergetiques mesurent la quantité d’énergie surconsommée dans le procédé existant par rapport au procédé idéal thermodynamiquement.

L’objectif d’une analyse exergetique est donc d’identifier les réels besoins d’un procédé ou d’un équipement et de choisir la source d’énergie qui lui correspond le mieux.

#### Avantages :

- Permet une représentation accrue de l’efficacité d’un équipement ;
- Idéal en complément d’une analyse énergétique.

#### Documentations :

- *Méthodologie d’analyses énergétique et exergetique des procédés de transformation de produits dans l’industrie*, Bachir Abou Khalil.
- *Analyse exergetique des systèmes industriels*, Georges HEYEN

---

<sup>3</sup> Pour plus de détails, le cahier des charges de l’ADEME « étude de faisabilité récupération de chaleur fatale pour valorisation interne et/ou externe » est disponible

## **Analyse énergétique systémique**

Elaborée notamment à partir des bilans exergétiques, la méthodologie d'analyse énergétique systémique permet de réaliser une cartographie énergie et matière complète d'un site, pour en tirer le meilleur scénario d'optimisation des procédés et de valorisation énergétique interne.

Cette méthodologie comporte trois phases :

1. L'optimisation des procédés existants, en tentant de rapprocher leur consommation de leur énergie minimum requise (EMR), correspondant à la consommation énergétique minimum atteignable par l'optimisation du procédé ;
2. L'analyse du système globale pour identifier les valorisations potentielles entre les différents procédés et annexes ;
3. L'optimisation des utilités en fonction des nouveaux besoins tout en préservant la flexibilité nécessaire à la production.

Avantages :

- Spécifiquement adaptée à l'optimisation d'un site industriel ;
- S'inscrit parfaitement dans une démarche d'utilisation rationnelle de l'énergie.

## **Approche mathématique et simulation**

Au-delà des méthodologies décrites ci-dessus, méthodologies facilitant une approche globale de la gestion de l'énergie dans un site, il existe de plus en plus d'outils logiciel créés pour aider à l'identification de solutions d'économie d'énergie tant au niveau d'un équipement que d'un procédé ou d'un site complet. Ces outils s'appuient sur des analyses statistiques de données ou de modèles plus ou moins sophistiqués des systèmes mis en œuvre.

Les principaux domaines d'application sont les suivants :

- 1) Simulation de procédé ou d'équipement ;
- 2) Consolidation/Validation de données ;
- 3) Analyse statistique de données ;
- 4) Maintenance préventive.

## 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 EFFICACITE  
ENERGETIQUE ET DECARBONATION  
DES PROCES & UTILITES EN  
INDUSTRIE**

Bâtiment  
audit  
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  
Bruit

