

# 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 ET  
UTILITES INDUSTRIELS**

---

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

---

# SOMMAIRE

---

<b>1 - PREAMBULE.....</b>	<b>3</b>
<b>2 - INTRODUCTION.....</b>	<b>4</b>
<b>3 - PHASE 1 : ETAT DES LIEUX ET DEFINITION DU PERIMETRE DU PROJET .....</b>	<b>8</b>
<b>4 - PHASE 2 : ANALYSE COMPLEMENTAIRE DE L'ENSEMBLE DU SITE .....</b>	<b>11</b>
<b>5 - PHASE 3 : ETUDE DE FAISABILITE .....</b>	<b>13</b>
5.1.1 - Equipements de procédés ou d'utilités existant dans le périmètre du projet .....	13
5.1.2 - Opérations unitaires.....	13
5.1.3 - Plan de comptage et suivi de performance .....	14
Contrôlabilité et maintenance des équipements .....	14
5.1.4 - Informations de synthèse de la solution.....	15
5.1.5 - Récapitulatif des investissements.....	15
5.1.6 - Coûts d'exploitation prévisionnels.....	16
5.1.7 - Montage financier prévisionnel .....	16
<b>6 - MODALITES DE REALISATION DE LA PRESTATION .....</b>	<b>17</b>
<b>7 - ANNEXE - METHODES D'ANALYSES APPROFONDIES REALISABLES .....</b>	<b>19</b>
7.1.1 - Analyse exergétique.....	19
7.1.2 - Analyse énergétique systémique .....	19
7.1.3 - Approche mathématique et simulation.....	20

# 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.

### 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 EFFICACITE ENERGETIQUE ET DECARBONATION DES PROCEDES ET UTILITES INDUSTRIELS

---

### 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 et des utilités industriels.

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 industriels.

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 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. Adéquation des températures produites au regard des besoins finaux ;

---

<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)

#### 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.

Quelle est la limite de l'étude de faisabilité ?

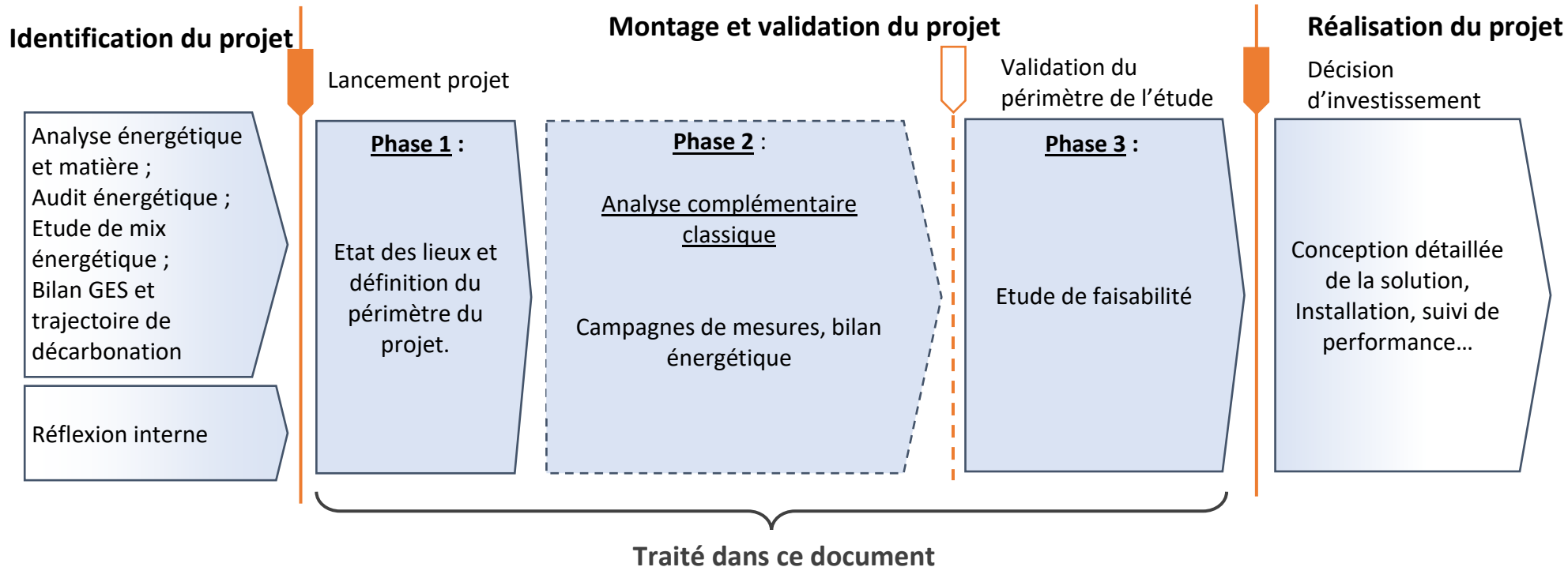
Contrairement à l'étude d'opportunité qui balaie l'ensemble des solutions potentielles de ces 4 étapes (étude mix énergétique de PACTE Industrie), l'étude de faisabilité se concentre sur une des solutions identifiées dans l'une ou l'autre de ces étapes.

Il est nécessaire que l'étude de faisabilité s'inscrive dans le processus global décrit dans ce document et il incombe au prestataire conseil de proposer plusieurs solutions (a minima 3 solutions et/ou fournisseurs) garantes de neutralité et d'impartialité au regard d'intérêts particuliers qu'il pourrait avoir et cohérentes avec une démarche d'efficacité énergétique appliquée à l'ensemble du site.

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.

## Chronologie type d'un projet d'efficacité énergétique et/ou de décarbonation des procédés et des utilités



**Phase 1 :** Cette phase 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.

**Phase 2 :** Cette phase permet, quand cela est nécessaire, d'obtenir des éléments complémentaires permettant de valider l'intérêt du projet en termes de cohérence avec la stratégie de décarbonation du site et de performance énergétique globale, ainsi que du respect des enjeux et contraintes du bénéficiaire. 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 3 :** Le cœur du projet se situe dans cette phase où la consolidation et l'analyse des données nécessaires ainsi que l'établissement de bilans énergétiques et économiques, permettent l'identification de la solution de décarbonation la plus adaptée aux enjeux et contraintes du maître d'ouvrage.

## 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 ou rejets d'énergie/matière en fonction d'un ou plusieurs paramètres.

**Bilan GES** : La réalisation d'un bilan d'émissions de gaz à effet de serre (BEGES ou bilan GES<sup>2</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>2</sup> <https://bilans-ges.ademe.fr/>

### 3 - PHASE 1 : ETAT DES LIEUX ET DEFINITION DU PERIMETRE DU PROJET

Cette phase 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.

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

Le maître d'ouvrage doit transmettre :

- Les éléments de contexte du projet (projet consécutif à un audit énergétique, 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 stratégie 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, pourra notamment s'appuyer sur l'exploitation d'audit énergétique ou d'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 (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 leur température ;
- Préciser le périmètre des installations concernées : description de l'installation et de ses caractéristiques techniques, âge, sa fonction, son fonctionnement ;
- Audit énergétique du site et/ou d'équipements spécifiques ;
- Plan de comptage en place et à venir.

Note : De manière générale, il est préférable que les audits énergétiques, étude d'opportunité ou bilans GES servant de base à l'étude de faisabilité soient récents (moins de 2 ans par exemple).

### **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, 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<sup>3</sup>;
    - o Références d'analyses énergétiques comparables à la proposition et/ou attestant des capacités requises de la structure.

Le prestataire s'engage dans sa proposition à respecter les règles suivantes :

- suivre une démarche rigoureuse explicitée et justifiée dans ses rapports d'étude ;
- être exhaustif dans ses recommandations et fournir toutes les informations objectives nécessaires au maître d'ouvrage pour décider des suites à donner ;
- ne pas intervenir dans un établissement vis-à-vis duquel il ne présenterait pas toute garantie d'objectivité, notamment sur des installations conçues, réalisées ou gérées pour l'essentiel par lui-même ;
- n'adjointre aucune démarche commerciale concernant des biens ou services (ayant un lien avec les recommandations) au cours de son intervention.

Pour une campagne de mesures, sont à préciser 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.

La campagne de mesures peut être réalisée en plusieurs étapes, par exemple lors de l'état des lieux du site, où l'on cherche à obtenir la répartition des consommations du site, et lors de l'étude de faisabilité qui se concentre sur certains équipements. Pour établir de manière précise les équations de corrélation et les indicateurs de performances énergétiques, un historique sur plusieurs mois, voire une année entière, à créer ou à exploiter.

---

<sup>3</sup> Qualification OPQIBI 1717 (audit énergétique dans l'industrie) ou équivalent LNE ou AFNOR

## 4 - PHASE 2 : ANALYSE COMPLÉMENTAIRE DE L'ENSEMBLE DU SITE

Cette phase permet, quand cela est nécessaire, d'obtenir des éléments complémentaires permettant de **valider l'intérêt du projet** en termes de cohérence avec la stratégie de décarbonation du site et de performance énergétique globale et, de respect des enjeux et contraintes du bénéficiaire. Si toutes les données nécessaires à la conduite de l'étude de faisabilité sont déjà disponibles, il est alors possible de passer cette étape.

Il est possible d'approfondir les diagnostics existants par l'application :

- D'analyses complémentaires 'classiques' (campagnes de mesures complémentaires, bilan énergétique) → **Option allégée**
- Des méthodes d'analyses approfondies (campagnes de mesures, analyse exergétique, analyse systémique, etc.), dans le cas de schéma énergétique complexe → **Option approfondie**

Le cas échéant, le déroulé d'un diagnostic énergétique ou d'une étude approfondie est repris dans les paragraphes ci-dessous.

Ce document n'ayant pas vocation à expliciter les différentes phases d'un audit énergétique, il n'en est rappelé ici que les grandes lignes. Toutefois pour plus d'informations sur le sujet, vous pouvez vous référer à la norme NF EN 16247.

### **ETAPE 1 : Récupération de données**

Le prestataire conseil récupère, pour tous les modes de fonctionnement, les informations et données dont dispose le maître d'ouvrage, relatives aux émissions de CO<sub>2</sub>e, aux consommations énergétiques, aux capacités de production et aux durées de fonctionnement.

Notamment, le maître d'ouvrage veille à fournir au prestataire conseil, les rapports d'analyses et audits/diagnostics énergétiques et environnementaux ayant été réalisés pour l'ensemble du site ou pour des équipements spécifiques.

### **ETAPE 2 : Prise de mesures complémentaires**

Le cas échéant, le prestataire met en place des appareils de mesures supplémentaires pour valider ses analyses.

### **ETAPE 3 : Bilan GES / audit énergétique ou matière / Analyse approfondie** (cf. §7.ANNEXE)

Une fois les informations collectées, le prestataire conseil traite les données et analyse les résultats.

### **ETAPE 4 : Rendu**

A la suite de cette analyse, le prestataire conseil rend un premier rapport contenant les informations nécessaires au maître d'ouvrage pour valider le périmètre de l'étude de faisabilité.

En outre, ce document établit une liste non-exhaustive des différentes solutions d'efficacité énergétique et de décarbonation, en spécifiant pour chacune d'elles :

- Les économies ou les gains potentiels (en CO2e, matière ou énergie) ;
- Une première estimation des investissements nécessaires ;
- Les contraintes techniques et environnementales devant faire l'objet de points de vigilance ;
- Les analyses et mesures complémentaires nécessaires.

#### **ETAPE 5 : Validation du périmètre de l'étude de faisabilité**

A la suite de l'état des lieux et/ou de l'analyse approfondie, deux cas sont possibles :

- 1) Le prestataire conseil valide l'intérêt du projet initialement prévu :  
Le projet peut continuer comme défini initialement dans la proposition technique ;
- 2) Le prestataire conseil a identifié d'autres potentiels de valorisation pertinents :  
Soit le maître d'ouvrage continue le projet comme défini dans la proposition initiale, soit il sollicite une nouvelle proposition.

## 5 - PHASE 3 : ETUDE DE FAISABILITE

Le cœur du projet se situe dans cette phase où la consolidation et l'analyse des données nécessaires ainsi que l'établissement de bilans CO<sub>2e</sub>, matières, énergétiques et économiques, permettent l'identification de la solution la plus adaptée aux enjeux et contraintes du maître d'ouvrage.

Il est nécessaire que l'étude de faisabilité s'inscrive dans le processus global décrit dans ce document et il incombe au prestataire conseil de proposer plusieurs solutions (a minima 3 solutions et/ou fournisseurs) garantes de neutralité et d'impartialité au regard d'intérêts particuliers qu'il pourrait avoir et cohérentes avec une démarche d'efficacité énergétique appliquée à l'ensemble du site.

### **ETAPE 1 : Collecte et consolidation des données décrivant les installations existantes**

Cette partie caractérise plus en détail les besoins en énergie et matières concernés par ce projet, ainsi que les émissions de CO<sub>2e</sub> 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.

#### **5.1.1 - Equipements 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)

#### **5.1.2 - Opérations unitaires**

##### **1) Description de l'installation et récupération de données :**

Pour quantifier les potentiels de baisse d'émissions de CO<sub>2e</sub> et/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.).

## 2) Bilans énergétique, matière ou GES :

Au-delà de la quantification des consommations et déperditions de l'équipement, les bilans énergétique/matière/GES seront utiles à l'établissement des équations de corrélations, indispensables pour l'étude de faisabilité.

## 3) Résumé des informations clés :

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

- La nature et les caractéristiques des intrants énergétiques et matières ;
- Les caractéristiques techniques des équipements et leurs indicateurs de performance;
- Les facteurs influençant les performances énergétiques ou matières du procédé ou des utilités (variation de la production, température extérieur, qualité des intrants matières, etc.).

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.

### **5.1.3 - Plan de comptage et suivi de performance**

Le plan de comptage est indispensable pour vérifier les performances CO2e, matières ou 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. De manière induite cela permet également de mettre en place un plan de maintenance préventive.

Pour plus de renseignements concernant l'aspect suivi de performance énergétique, veuillez-vous référer à l'ouvrage « [Le comptage de l'énergie – Amélioration de la performance énergétique dans l'industrie](#) ».

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.).

Note : Le suivi des performances énergétiques de la solution peut être un critère d'éligibilité aux dispositifs d'aides à l'investissement.

## **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.

### **5.1.4 - Informations de synthèse de la solution**

Le prestataire conseil se doit de fournir à minima le schéma PFD (diagramme des flux procédés) du système conçu, la liste récapitulative des caractéristiques des équipements nouveaux ainsi que la liste des fournisseurs potentiels.

### **ETAPE 3 : Bilan GES, matière et/ou énergétique**

Tant pour le maître d'ouvrage que les entités pouvant financer le projet, un bilan GES, matière et/ou énergétique consolidé est indispensable.

Les hypothèses prises pour réaliser ces bilans, doivent être explicitées. Si nécessaire le prestataire conseil s'appuiera sur des simulations du système avant et après la mise en place du projet.

- **Bilan énergétique :**
  - Ce bilan énergétique est effectué 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.
- **Bilan matière :**
  - Ce bilan est effectué 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 utilisés ;
  - Si l'énergie finale utilisée par le bénéficiaire 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 conséquences du projet sur les autres rejets dans l'environnement (eau, oxyde d'azote...) sont explicitées.
- **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.

### **ETAPE 4 : Montage économique et juridique**

#### **5.1.5 - 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.

### **5.1.6 - Coûts d'exploitation prévisionnels**

- Valorisation interne :
  - o Gains/pertes sur les factures énergétiques ;
  - o Gains/pertes sur les factures d'intrants matières.
- Valorisation externe :
  - o Quantité d'énergie revendue, si pertinent ;
  - o Coût de revente, fourni par le maître d'ouvrage.
- Valorisation interne/externe :
  - o Gains sur les émissions de CO2e si site soumis aux quotas EU-ETS ;
  - o Evolution des charges d'exploitation (maintenance).

### **5.1.7 - 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 incluant Contrat de Performance Energétique (CPE) : financement de la solution par un tiers se rémunérant sur les économies assurées contractuellement par un CPE ;
- 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)

### **ETAPE 5 : Livrables**

A la fin de l'étude de faisabilité, le prestataire 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 cas échéant, des impressions d'écran du fichier de simulation montrant les différentes configurations et les résultats.



## **6 - 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 ;
- d'un représentant de la direction régionale de l'Agence de la transition écologique (ADEME) ;
- 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 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 2), le cas échéant ;
- Rapport de l'étude de faisabilité (Phase 3) 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 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 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.

## 7 - ANNEXE - METHODES D'ANALYSES APPROFONDIES REALISABLES

Ce paragraphe décrit succinctement un certain nombre de méthodologies d'analyses énergétiques avancées. 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.

### **7.1.1 - 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

### **7.1.2 - Analyse énergétique systémique**

Elaborée notamment à partir des bilans exergetiques, 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.

### **7.1.3 - 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  
RECUPERATION DE CHALEUR  
FATALE POUR VALORISATION  
INTERNE ET/OU EXTERNE**

Bâtiment  
à u d i t  
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

