



# PRE-DIAGNOSTIC ENERGETIQUE et ETUDE de FAISABILITE d'une CHAUFFERIE BOIS

DENOMINATION DE L'OPERATION :

Maître d'ouvrage :

Personne à contacter :



Etude technique :

Personne à contacter :



## Avertissement

Ce document donne une présentation détaillée du déroulement de l'étude de faisabilité d'une chaufferie bois, précédée d'un pré-diagnostic thermique. Ce modèle doit être adapté pour la consultation des bureaux d'études en fonction du projet.

## Sommaire

|  |           |
|--|-----------|
| <b>I.- Objectifs de l'intervention.....</b>                                | <b>3</b>  |
| <b>II.- PRE-DIAGNOSTIC ET BESOINS THERMIQUES.....</b>                      | <b>3</b>  |
| <b>A- Description de la prestation .....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>B- Collecte préalable des renseignements .....</b>                      | <b>4</b>  |
| <b>C- Visite du site et investigations .....</b>                           | <b>4</b>  |
| <b>D- Rapport intermédiaire .....</b>                                      | <b>4</b>  |
| <b>III.- ETUDE DE FAISABILITE D'UNE CHAUFFERIE BOIS.....</b>               | <b>5</b>  |
| <b>A - Choix des équipements .....</b>                                     | <b>5</b>  |
| 1- Détermination de la puissance chaufferie et des consommations .....     | 5         |
| 2- Technologie de chaudière bois .....                                     | 6         |
| 3- Matériels et équipements spécifiques .....                              | 6         |
| 4- Implantation de l'installation .....                                    | 6         |
| 5- Voiries, réseaux, desserte.....   | 6         |
| 4- Stockage du combustible (si stockage et conditionnement sur place)..... | 7         |
| 7- Réglementation .....  | 7         |
| 8- Réalisation - Exploitation.....   | 7         |
| <b>B.- Caractérisation des ressources bois .....</b>                       | <b>7</b>  |
| <b>C.- Etude économique et financière .....</b>                            | <b>8</b>  |
| 1- Récapitulation des investissements.....                                 | 8         |
| 2- Exploitation prévisionnelle de la chaufferie.....                       | 8         |
| 3- Définition de la situation de référence.....                            | 8         |
| 4- Plan de financement proposé .....                                       | 8         |
| 5- Montage juridique et administratif.....                                 | 9         |
| 6- Synthèse économique.....  | 9         |
| <b>D.- Tableaux de synthèse.....</b>                                       | <b>9</b>  |
| <b>ANNEXES.....</b>  | <b>10</b> |
| <b>Calculs de référence.....</b>   | <b>10</b> |
| <b>Tableaux de synthèse.....</b>   | <b>11</b> |

## I - OBJECTIFS DE L'INTERVENTION

Les partenaires du Plan bois énergie Bretagne souhaitent inciter les maîtres d'ouvrage et gestionnaires de bâtiments à s'engager sur la voie de l'utilisation rationnelle de l'énergie, avant toute décision de recours à une énergie renouvelable. Cette démarche a pour objectif de permettre aux maîtres d'ouvrage d'identifier les gisements d'économie d'énergie et de mettre en œuvre rapidement des actions de maîtrise des consommations d'énergie économiquement pertinentes.

L'étude de faisabilité d'une chaufferie bois sera donc précédée d'un **pré-diagnostic énergétique** qui doit permettre, à partir d'une analyse des données disponibles sur le site, de dresser une première évaluation des gisements d'économie d'énergie envisageables pour le bâtiment considéré et d'orienter le maître d'ouvrage vers des interventions simples à mettre en œuvre et/ou vers des études plus approfondies. Le présent document rappelle les investigations à mener et les données minimales que le prestataire technique doit restituer au maître d'ouvrage.

L'étude de faisabilité d'une chaufferie bois doit quant à elle permettre de :

- vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation de chaufferie automatique à bois,
- proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site,
- comparer la solution bois aux autres possibilités en terme d'investissement et d'exploitation,
- rechercher des solutions visant à assurer la pérennité d'un approvisionnement de qualité, réservant une part à la plaquette forestière ou bocagère,
- Proposer des solutions pour le financement de l'opération, le montage administratif et juridique.

## II- PRE-DIAGNOSTIC ET BESOINS THERMIQUES

### A.- DESCRIPTION DE LA PRESTATION

Le prestataire fera l'analyse de l'existant, en prenant en compte les modalités d'occupation et d'exploitation du bâtiment, la nature des activités hébergées et les équipements en place, ainsi que tout autre paramètre pouvant peser sur les bilans thermiques et énergétiques.

Les préconisations du prestataire pourront être classées en trois catégories :

- action immédiate, permettant une économie d'énergie sans nécessiter d'investissement significatif,
- action prioritaire, à mener à court terme car ayant un niveau de rentabilité élevé,
- action utile, à mettre en œuvre mais pouvant être différée.

**Cas particulier d'un réseau de chaleur avec plusieurs maîtres d'ouvrage (réseau de chaleur au sens juridique) :** l'opportunité d'étude d'un réseau de chaleur émane le plus souvent d'un maître d'ouvrage propriétaire de bâtiments à raccorder au futur réseau. Chacun de ces bâtiments fera l'objet d'un pré-diagnostic. Les bâtiments n'appartenant pas au maître d'ouvrage commanditaire de l'étude font l'objet le plus souvent d'une approche simple : état général des installations existantes, niveaux de consommations énergétiques.... Si l'on ne peut imposer à ces maîtres d'ouvrage un tel pré-diagnostic dans la première approche que constitue l'étude de faisabilité du réseau de chaleur bois, ces mêmes maîtres d'ouvrage seront invités à faire réaliser ce pré-diagnostic, notamment si le réseau de chaleur bois s'avère être une option pertinente.

## **B- COLLECTE PREALABLE DE RENSEIGNEMENTS**

La collecte préalable d'informations se fait en amont de l'intervention du prestataire et **est assurée par le Maître d'ouvrage**. Cette collecte est basée sur les renseignements fournis par le responsable ou gestionnaire du bâtiment, à valider par le prestataire au cours de la visite. Elle comprendra notamment les relevés de consommation d'énergie des deux ou trois dernières années qui sont indispensables pour permettre une analyse et mettre en place les éléments d'une comptabilité énergétique.

Le prestataire devra également avoir accès à tout document dont dispose le maître d'ouvrage relatifs à la consommation d'énergie dans l'établissement (études déjà réalisées, rapports des contrôles réglementaires...).

Les plans disponibles de bâtiments seront également mis à disposition du prestataire, ainsi qu'un plan masse si le projet concerne plusieurs bâtiments.

Pour le bon déroulement du pré-diagnostic, le maître d'ouvrage désignera une personne chargée de suivre les étapes de la prestation et d'être l'interlocuteur du prestataire.

## **C.- VISITE DU SITE ET INVESTIGATIONS**

La première rencontre avec le maître d'ouvrage est l'occasion de présenter le contexte et de dresser les caractéristiques générales des bâtiments et installations :

- chauffage de locaux, production d'eau chaude sanitaire, autres usages,
- création, rénovation ou extension des bâtiments,
- changement ou couplage d'installation,
- conditions d'utilisation des bâtiments (intermittence...),
- prévision d'éventuels aménagements futurs (extensions, réseaux de chaleur...)

Le prestataire effectuera une visite détaillée du site afin de diagnostiquer de manière essentiellement qualitative les postes consommateurs d'énergie. La prestation ne vise pas à réaliser des calculs (de consommations, d'économie...) mais doit néanmoins emprunter une démarche d'analyse énergétique permettant d'expliquer les raisons des choix de propositions. Des éléments quantitatifs descriptifs du bâtiment et de son usage pourront également être enregistrés, notamment s'il est envisagé un suivi futur des actions immédiates ou prioritaires mises en œuvre.

Cette visite doit ainsi permettre de :

- décrire sommairement les caractéristiques thermiques et données techniques de base des bâtiments et locaux concernés par le projet : surface, volume, orientation, isolation, surface vitrée, renouvellement d'air, période de fonctionnement...
- décrire bâtiment par bâtiment les installations de chauffage existantes, le réseau de distribution (puissance, émetteurs de chaleur, température intérieure recommandée...), la régulation et le système de production d'eau chaude sanitaire.
- décrire l'état des installations de production de chaleur en place.
- d'évaluer les consommations énergétiques constatées et les pistes potentielles de réduction des consommations actuelles par travaux complémentaires.

## **D.- RAPPORT INTERMEDIAIRE**

A l'issue de cette visite, le prestataire procédera à une analyse des données recueillies sur le site et rédigera un rapport intermédiaire faisant état des résultats de son analyse.

Ce rapport contiendra notamment :

- un descriptif simplifié des principales installations techniques, celui-ci devant permettre de situer rapidement les différents postes consommateurs d'énergie sur le site et de repérer les domaines concernés par des préconisations et la position des éventuels moyens de mesure ou de comptage existants ou à mettre en œuvre,
- un bilan énergétique du ou des bâtiments sur une année,
- un bilan sommaire des principaux postes consommateurs d'énergie,
- une appréciation sur les comptages et les abonnements (électricité, gaz...),
- l'indication des principaux ratios utilisés pour l'analyse énergétique,
- une mise en évidence des mesures conseillées pour réduire les déperditions d'énergie (isolation, régulation, etc.) et utiliser plus rationnellement l'énergie délivrée, quel que soit son mode de production,
- la détermination des besoins énergétiques prévisionnels et consommations énergétiques après mises en œuvre de travaux d'économie d'énergie,
- un projet de tableau de bord de suivi des consommations, qui devra être adapté à l'importance énergétique du site.

Les conclusions des travaux devront ainsi permettre de proposer des actions à entreprendre par le maître d'ouvrage suite au pré-diagnostic sous l'une ou l'autre des formes suivantes :

- simples conseils d'optimisation de l'exploitation des installations,
- proposition(s) de diagnostic détaillé, d'étude de faisabilité,
- préconisations d'investissements : pour chacune des actions complémentaires préconisées, un chiffrage des coûts des interventions et des économies d'énergie attendues sera établi.

Le rapport intermédiaire ainsi rédigé sera transmis par le prestataire au maître d'ouvrage. Il pourra faire l'objet d'une présentation orale au cours de laquelle seront en outre expliquées et discutées les principales conclusions et préconisations.

Une fiche de synthèse sera rédigée selon le modèle donné en annexe au présent cahier des charges. Elle rassemblera les principaux résultats issus du pré-diagnostic ainsi que les préconisations faites par le prestataire au maître d'ouvrage.

### **III- ETUDE DE FAISABILITE D'UNE CHAUFFERIE BOIS**

#### **A- CHOIX DES EQUIPEMENTS**

##### **1 - Détermination de la puissance chaufferie et des consommations**

Au regard de l'évaluation des besoins thermiques et de la nature des ressources bois disponibles, le prestataire déterminera :

- la puissance bois à installer (optimisation de la puissance installée) à partir des monotonies de consommation et puissance par bâtiment et pour l'ensemble du projet, en dissociant les besoins liés au chauffage et les besoins en production d'eau chaude sanitaire,
- la nécessité ou non d'un appoint/secours,
- le rendement des chaudières, les consommations prévisionnelles en bois et en autres combustibles (MWh PCI),
- la quantification des besoins volumiques et massiques d'approvisionnement en combustible bois en fonction de ses caractéristiques (nature, humidité, densité, foisonnement...).

La production d'eau chaude sanitaire en période estivale fera l'objet d'un examen spécifique.

## **2 - Technologie de la chaudière bois**

- ⇒ Détermination de la technologie retenue en fonction :
  - ✓ du type de combustible
  - ✓ de la puissance à installer
  - ✓ du fluide caloporteur
  - ✓ du lieu d'implantation
  - ✓ du budget prévisionnel
  - ✓ des besoins en autonomie
- ⇒ Choix définitif de la technologie envisagée :
  - ✓ type de foyer-échangeur
  - ✓ systèmes de chauffage
  - ✓ systèmes de régulation
  - ✓ automatismes
  - ✓ traitement des fumées
- ⇒ Description du combustible acceptable pour la technologie envisagée (valeurs moyennes et limites) :
  - ✓ humidité
  - ✓ essence
  - ✓ PCI
  - ✓ granulométrie
  - ✓ masse volumique
- ⇒ Liste de fournisseurs possibles proposant les choix technologiques et le matériel adapté.

## **3 - Matériels et équipements spécifiques**

- ⇒ Equipements périphériques nécessaires :
  - ✓ transfert silo-foyer
  - ✓ type de silo : dimensions, type de fermeture...
  - ✓ décendrage
  - ✓ automatismes, régulation
  - ✓ comptage de l'énergie calorifique produite
  - ✓ systèmes de sécurité
  - ✓ traitement des fumées
  - ✓ autres
- ⇒ Equipements d'appoint et/ou secours (type d'énergie, matériels)
- ⇒ Conséquences sur le bâtiment chaufferie en relation avec le stockage (volume et surface nécessaires, raccordement en cas de réseau...)
- ⇒ Réalisation d'un document descriptif de l'installation (caractéristiques dimensionnelles, énergétiques, environnementales, hydrauliques...) déterminée en fonction des choix technologiques.

## **4 - Implantation de l'installation**

- ⇒ Présentation du plan masse d'implantation de la chaufferie, du silo, du stockage et des réseaux de chaleur sur le site comprenant tous les bâtiments concernés.
- ⇒ Présentation des vues détaillées de l'installation de combustion dans la chaufferie.

## **5 - Voiries, réseaux, desserte**

- ⇒ Besoins en desserte pour les accès au stockage, chaufferie, sous-stations...
- ⇒ En cas de réseau de chaleur
  - optimisation du tracé du réseau existant suivant la position envisagée de la chaufferie et des bâtiments raccordés,
  - aménagement d'un réseau de distribution neuf – couplage avec d'autres travaux de voirie,
  - optimisation des raccordements et du rendement de distribution, implantation des sous-stations.

## **6 - Stockage du combustible (si conditionnement et stockage du combustible sur place).**

- ⇒ Optimisation spatiale du site : prise en compte de l'environnement local et des contraintes de surface et de volumes,
- ⇒ Détermination du système le mieux adapté à la chaufferie,
- ⇒ Détermination d'une capacité de stockage optimisée (surface disponible, surface nécessaire, possibilité de stockage sur toute l'année...),
- ⇒ Détermination des équipements nécessaires :
  - ✓ hangars
  - ✓ manutention
  - ✓ systèmes d'alimentation et d'extraction
  - ✓ broyeurs, déchiqueteur

## **7 - Réglementation**

- ⇒ Prise en compte des aspects réglementaires concernant l'implantation de l'installation :
  - relatifs à la chaufferie, notamment aux émissions atmosphériques,
  - relatifs au réseau de distribution,
  - relatifs au stockage.
- ⇒ Inventaire des contraintes locales et des obligations en matière énergétique et environnementale : bruit, rejets, sécurité, normes incendies....

## **8 - Réalisation - Exploitation**

- ⇒ Planification des travaux et coûts estimés :
  - génie civil (silo, stockage, réseau de chaleur...),
  - pose et installation des équipements de la chaufferie,
  - rénovation de bâtiments,
  - modification de chaufferie existante,
  - raccordement au réseau, sous-stations, chaudière(s) existante(s).
- ⇒ Fonctionnement prévisionnel de l'installation :
  - rythme des livraisons sur l'année - quantité de combustible sur une semaine froide,
  - réalisation d'un planning de maintenance de l'installation : postes P<sub>2</sub> et P<sub>3</sub>.

## **B- CARACTERISATION DES RESSOURCES BOIS**

Des propositions concrètes devront être définies pour proposer des solutions fiables et pérennes quant à la fourniture du combustible :

- caractéristiques des produits disponibles (granulométrie, humidité),
- sources d'approvisionnement possibles : plates-formes industrielles, plates-formes locales, autres opérateurs,
- selon la taille des installation : nécessité éventuelle d'une organisation locale de la filière d'approvisionnement, d'un recours à plusieurs fournisseurs...
- intégration dans une politique locale d'aménagement du territoire, d'entretien de l'espace naturel, de gestion des déchets...
- respect des conditions du Plan bois énergie Bretagne : 50 % maximum de DIB bois, au moins 25 % de plaquettes forestières ou bocagères.

### 1 - Récapitulation des investissements

Détail des investissements concernant :

- les frais d'études et d'ingénierie,
- les équipements thermiques mis en place (chaudière, alimentation du foyer, cheminée, décendrage),
- la régulation et le contrôle (traitement antipollution),
- le génie civil,
- le raccordement aux installations existantes, aux réseaux,
- les équipements et les bâtiments relatifs au stockage silo,
- le réseau de chaleur: génie civil, sous-stations, comptage énergie et hydraulique.

### 2 - Exploitation prévisionnelle de la chaufferie

⇒ Détail les consommations (poste P<sub>1</sub>) :

- taux de couverture assuré par le bois,
- coûts du combustible bois (coût unitaire à la tonne et au MWh pci entrée chaudière, dépense totale),
- coûts des combustibles d'appoint (abonnement, coût unitaire, dépense totale).

⇒ Détail des coûts d'exploitation et de maintenance spécifiques à la chaufferie bois et du réseau :

- estimation des frais de conduite et de petit entretien (poste P<sub>2</sub>),
- estimation de la fourniture en électricité de la chaufferie et du réseau éventuel,
- estimation des frais de gros entretien et de réparations (poste P<sub>3</sub>).

### 3 - Définition d'une situation de référence

Le projet bois s'examine au regard d'une situation de référence qui correspond au choix technique le plus probable si le projet bois n'est pas retenu. Les éléments suivants décrivent la situation de référence :

- nature et montants des investissements éventuels,
- coût de l'énergie (abonnement, coût unitaire, dépense totale),
- coûts de maintenance (P<sub>2</sub>),
- coûts de gros entretien et réparation (P<sub>3</sub>),
- financement des investissements (P<sub>4</sub>).

En cas de réseau de chaleur au sens juridique : la situation de référence se décrit le plus souvent par le coût du MWh utile sortie chaudière (= dépenses annuelles divisées par le nombre de MWh utiles sortie chaudière). En effet, le réseau de chaleur livrera une quantité de chaleur sortie échangeur de la sous-station, en remplacement de la quantité de chaleur produite par la chaudière existante ou à créer dans la situation de référence.

### 4 - Plan de financement proposé

Concertation entre les différents financeurs afin de déceler le mode de financement le plus satisfaisant. Les points suivants seront envisagés :

- ⇒ Les montages financiers préconisés avec leur coût et leurs avantages
- ⇒ Les mécanismes d'aides : subventions, prêts, autres incitation (Certificats d'économie d'énergie, projets domestiques...)
- ⇒ Montant annuel des annuités de financement des investissements (terme P<sub>4</sub>).

Les simulations financières seront réalisées hors et avec subventions publiques ; plusieurs scénarios seront élaborés afin de déterminer le point d'équilibre de l'opération.

## **5 - Montage juridique et administratif**

Description des modes d'exploitation possibles :

- mode de gestion adapté à l'installation :
  - gestion directe : régie ou marché d'exploitation (nature du marché, intéressement...)
  - gestion indirecte : concession ou affermage
- répartition des tâches, des rôles de chaque acteur.

Dans le cas d'un réseau avec vente de chaleur, les montages juridiques, administratifs et fiscaux de l'opération seront précisés.

## **6 - Synthèse économique**

⇒ Réalisation d'un ou de plusieurs documents de synthèse (tableaux – graphes) présentant les solutions techniques proposées, en comparaison avec la solution de référence :

- coût global des investissements à réaliser et quantification du surcoût à l'investissement des solutions bois,
- économie réalisée grâce à l'exploitation de la solutions bois - temps de retour actualisé du surcoût d'investissement,
- coût global des frais de fonctionnement annuel, exploitation (P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>) et financement (P<sub>4</sub>)
- bilans sur 5, 10, 15 et 20 ans en coût global actualisé (évolutions des différents postes).
- éventuellement : bilan annuel d'exploitation équilibré (dépenses/recettes)
- éventuellement, rentabilité économique (VAN, TRA) et financière (TRI) des investissements

⇒ L'analyse sera effectuée en tenant compte du statut du maître d'ouvrage vis-à-vis de la TVA (ht ou ttc pour les investissements, ttc pour le fonctionnement).

Cas particulier d'un réseau de chaleur au sens juridique : la synthèse économique sera effectuée pour chaque client, au regard de sa propre situation de référence. Des propositions de répartition des coûts d'investissement et d'exploitation seront proposées.

## **D - TABLEAUX DE SYNTHÈSE**

Des tableaux de synthèse seront rédigés selon le modèle donné en annexe au présent cahier des charges. Ils rassembleront les principaux résultats issus de l'étude.

## METHODES DE CALCUL DE REFERENCE

### A - Calcul des tonnes de CO2 évitées

| Combustible      | kgCO2/tep (PCI) | gCO2/kWh |
|------------------|-----------------|----------|
| Fioul domestique | 3 150           | 271      |
| Fioul Lourd      | 3 276           | 282      |
| Gaz naturel      | 2 394           | 206      |
| Propane          | 2 688           | 231      |
| Charbon          | 3 990           | 343      |
| Electricité      | 2 092           | 180      |

tonnes de CO<sub>2</sub> évitées =  $(C_{référence} * R_{référence} - C_{appoint} * R_{appoint}) / 1000$

avec :

- $C_{référence}$  = consommation de référence en tep
- $R_{référence}$  = ratio lié au combustible de référence en kgCO<sub>2</sub> / tep
- $C_{appoint}$  = consommation d'appoint (solution bois) en tep
- $R_{appoint}$  = ratio lié au combustible d'appoint de la solution bois en kgCO<sub>2</sub> / tep

**Remarque :** Les émissions de CO<sub>2</sub> liées à la combustion du bois sont neutres vis-à-vis de l'effet de serre.

### B - Réglementation

|                                | $P_{bois} < 300 \text{ kW}$                                  | $2 < P_{globale} < 20 \text{ MWth}$ | $P_{globale} > 20 \text{ MWth}$   |
|--------------------------------|--|-------------------------------------|---|
| <b>Référence réglementaire</b> | Norme européenne EN 303.5 (obligatoire depuis le 20/08/2004) | Arrêté du 25 juillet 1997           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Arrêté du 30/07/2003 pour les installations existantes</li> <li>- Arrêté du 20 juin 2002 pour les installations nouvelles (autorisées à partir du 31/07/2002)</li> </ul> |
| <b>Rubrique ICPE</b>           | #  | 2910<br>soumis à déclaration        | 2910<br>soumis à autorisation   |

**ICPE :** Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

**$P_{bois}$  :** Puissance de l'appareil de chauffage au bois

**$P_{globale}$  :** Somme des puissances composant la chaufferie (bois + appoint)

**MWth :** MW thermique ( $\neq$  électrique)

### C - Référence bibliographique

Edition ADEME /EDP 2007 :

« Mise en place d'une chaufferie au bois »  
Etude et installation d'une unité à alimentation automatique