



# ÉTUDE DE FAISABILITÉ CHAUFFERIE BOIS

## SOMMAIRE

### OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

#### ÉTUDE DES BESOINS

- rencontre avec le représentant désigné par le maître d'ouvrage
- visite du site, des bâtiments et étude thermique

#### ÉTUDE DES RESSOURCES BOIS

- détermination des gisements mobilisables
- prospection et caractérisation de ces gisements
- récapitulation des gisements mobilisables de ressources bois disponibles
- caractérisation des coûts de mobilisation du combustible
- conclusion

#### CHOIX DES ÉQUIPEMENTS

- solutions proposées
- technologie de chaudière bois
- matériels et équipements spécifiques
- stockage du combustible (en coordination avec l'offre de combustible et les schémas d'organisation prévus et possibles)
- fournisseurs - références
- voiries, réseaux, desserte
- réglementation
- implantation de l'installation
- réalisation - mode d'exploitation proposé

#### ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

- récapitulation des investissements
- exploitation prévisionnelle de la chaufferie
- analyse du plan de financement
- aspects économiques
- synthèse

#### ANNEXE

- fiche récapitulative

*Dans le cadre de la relance de la politique de maîtrise de l'énergie et de développement des énergies renouvelables, l'ADEME et la Région Midi-Pyrénées souhaitent inciter les maîtres d'ouvrages et gestionnaires de bâtiments à s'orienter vers l'utilisation du bois-énergie. Pour cela, un plan d'action basé notamment sur le soutien aux études d'aide à la décision a été engagé.*

*Cette démarche a pour but d'aider les maîtres d'ouvrages à prendre les bonnes décisions en matière de substitution d'énergie ou de services offerts à la population dans le cas d'un réseau de chaleur au bois.*

*L'objectif du présent cahier des charges est d'aider à la réalisation d'une étude de faisabilité d'une chaufferie-bois, avec ou sans réseau de chaleur.*

*Il précise le contenu minimal de l'étude qui sera effectuée par un prestataire technique extérieur au service technique du Maître d'ouvrage.*

Outils recommandé : logiciel Bioréseau ([www.ademe.fr](http://www.ademe.fr))

## BIBLIOGRAPHIE

- Cahier des charges, étude de faisabilité chaufferies collectives au bois, OPTI-THERMIE Environnement, Christophe HUON
- Cahier des charges type d'une étude de faisabilité technico-économique d'une chaufferie bois avec ou sans réseau de chaleur, ADEME Franche Comté.
- Appel d'offre pour chauffage plaquettes, installations au bois de chauffage, guide PACER



### ▮ OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

- 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 de l'approvisionnement et en cherchant à favoriser une logique de :
  - développement local (cf. objectifs du Plan Bois-Energie Développement Local),
  - gestion des déchets bois,...
- Proposer des solutions pour le financement de l'opération et le montage juridique.
- Proposer un déroulement du projet de la phase conception à la phase réalisation (concertation, enquête, réglementation, étapes contractuelles...).

### ▮ ÉTUDE DES BESOINS

#### Rencontre avec le représentant désigné par le maître d'ouvrage

Il s'agit de déterminer les caractéristiques générales du projet :

- besoins : chauffage de locaux, production d'eau chaude sanitaire (ECS), autres (énergie de process, production de froid...);
- création, rénovation ou extension des bâtiments;
- changement ou couplage d'installation;
- projets de travaux de voiries sur la commune;
- variations des besoins (courbe monotone) à prévoir au cours de la journée, du mois, de l'année (DJU), intermittences;
- prévision d'aménagements futurs (réseaux de chaleur, hangar de stockage);
- fluide caloporteur désiré;
- appoint, secours en fonction de l'existant.

#### Visite du site, des bâtiments, et étude thermique

- Situation actuelle :
  - caractéristiques et état d'usage des installations en place : chaudière, fluide caloporteur, rendement,
  - 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,...
- description bâtiment par bâtiment des installations de chauffage existantes, du réseau de distribution interne (puissance, nombre de radiateurs, température intérieure recommandée...) et du système de production d'ECS,
- détermination des consommations énergétiques constatées.
- Situation envisagée :
  - détermination des besoins énergétiques prévisionnels,
  - détermination de la puissance bois à installer (optimisation de la puissance installée, en tenant compte notamment des intermittences et des complémentarités des différents appels de puissance), du rendement de la chaufferie bois, des consommations prévisionnelles en bois et en autres combustibles (MWh PCI); sauf cas particulier, le dimensionnement se basera sur un usage de la chaudière bois pour les besoins de chauffage uniquement,
  - quantification des besoins volumique et massique d'approvisionnement en sous-produits bois en fonction de leurs caractéristiques (nature, essence, humidité, densité, foisonnement...):
    - . plaquettes forestières
    - . copeaux
    - . sciures
    - . autres
  - détermination et optimisation du site d'implantation de la nouvelle chaufferie ou de la chaudière bois avec ses équipements (conditionnement et stockage combustible) suivant la disponibilité des locaux et terrains, et surtout des besoins en voirie d'accès en fonction de la nature des moyens d'approvisionnement :
    - Cas de bâtiments existants : relevés à effectuer sur site et sur les plans (masse et coupe),
    - Cas de bâtiments futurs : relevés à effectuer sur plans et en collaboration avec le bureau d'étude concepteur.
  - en cas de réseau de chaleur à réaliser :
    - étude d'un ou deux scénarios de tracé, recherche d'un optimum, détermination des pertes de distribution, constitution de chaque sous-station,
    - estimation des travaux internes à réaliser au sein de chaque bâtiment, évaluation des contraintes de raccordement (projet de changement de chaudière...).



## 1 ÉTUDE DES RESSOURCES BOIS

### Détermination des gisements mobilisables

Identification des détenteurs et des circuits existants ou possibles d'approvisionnement de produits provenant :

- de la forêt ou d'élagage ;
- de la première transformation du bois ;
- du conditionnement de Déchets Industriels Banals (DIB) autres ;
- de la seconde transformation du bois ;
- autres.

### Prospection et caractérisation de ces gisements

- moyens à mettre en œuvre pour disposer de ces sous-produits ;
- possibilités du conditionnement sur place ;
- volumes disponibles ;
- destination actuelle des sous-produits ;
- évolution probable ;
- conditions de cession ou vente de ces sous-produits, prix d'achat.

### Récapitulation des gisements mobilisables de ressources bois disponibles

- Réalisation d'un tableau de synthèse, présentant chaque gisement en fonction de :
  - sa nature,
  - ses caractéristiques physico-chimiques (essence, granulométrie, humidité, masse volumique),
  - son lieu de production,
  - les contraintes techniques et économiques de mobilisation : éloignement du site de chauffe, gisement diffus/concentré, transport, tarifs d'achat...,
  - son volume et sa masse totale disponible,
  - son équivalent en quantité de chaleur (en tep),
  - son évolution prévisible.
- Mise en évidence de schémas d'organisation d'une filière d'approvisionnement en tenant compte :
  - de la proximité
  - des possibilités de contractualisation
  - du coût
  - de la pérennité (gisement disponible et durable)
  - de la qualité

### Caractérisation des coûts de mobilisation du combustible

• Étude des moyens humains et matériels à mettre en œuvre pour approvisionner la chaufferie en sous-produits bois pour chaque gisement local :

- conditionnement (broyeur)
- stockage
- transport
- manutention

• Approche, pour chaque gisement local, du coût moyen de mise à disposition du combustible, par unité de volume, et du coût moyen de livraison en entrée chaufferie (Euros HT/ MAP ou tonne livrée) :

- investissement en matériel
- frais de consommation d'énergie
- amortissement des matériels
- frais de main d'œuvre
- frais d'entretien
- frais financiers

==> Réalisation d'un tableau de synthèse présentant, pour chaque type d'approvisionnement, le coût du combustible « entrée chaufferie », ainsi que l'intérêt et les risques d'un tel approvisionnement (comparatif avec d'autres combustibles). Possibilités et garanties d'approvisionnement alternatives (type « Garantie Bois Energie »).

### Conclusion

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

- modèle de contrats de fourniture ;
- sources d'approvisionnement multiples ;
- intégration de la filière d'approvisionnement envisagée dans une filière organisée et plus vaste (département, région) ;
- possibilités d'inscrire ce projet dans une logique de développement local (emplois créés ou soutenus) ;
- intégration dans une politique locale de gestion des déchets et/ou de gestion de la ressource forestière et de l'entretien des espaces boisés.



## CHOIX DES ÉQUIPEMENTS

### Solutions proposées

Descriptif sommaire des équipements proposés et justifiés suivant les résultats des études Besoins et Ressources.

### Technologie de chaudière bois

- Détermination en fonction :
  - du type de combustible
  - du lieu d'implantation
  - de la puissance à installer
  - du budget prévisionnel
  - du fluide caloporteur
  - des besoins en autonomie
- Choix définitif de la technologie envisagée :
  - type de foyer-échangeur
  - automatismes
  - systèmes de chauffage
  - traitement des fumées
  - systèmes de régulation
- Description du combustible acceptable pour la technologie envisagée (valeurs moyennes et limites) :
  - humidité
  - granulométrie
  - essence
  - masse volumique
  - PCI

### Matériels et équipements spécifiques

- Équipements périphériques nécessaires :
  - transfert silo-foyer
  - comptage de l'énergie calorifique produite/source
  - type de silo
  - systèmes de sécurité
  - décendrage
  - traitement des fumées
  - automatismes, régulation
  - équipements d'appoint et/ou secours (type d'énergie, matériel à implanter)
  - autres

Conséquences sur le bâtiment chaufferie en relation avec le stockage (volume et surface nécessaires, raccordement en cas de réseau, ...);

Réalisation d'un document descriptif complet de l'installation (caractéristiques dimensionnelles, énergétiques, hydrauliques...) pour chaque solution retenue et déterminée en fonction des choix technologiques.

### Stockage du combustible (en coordination avec l'offre de combustible et les schémas d'organisation prévus et possibles)

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

### Fournisseurs - Références

- Liste des fournisseurs possibles proposant les choix technologiques et le matériel adapté (devis correspondants);
- Références d'installations identiques existantes et en cours de réalisation.

### Voiries, réseaux, desserte

- Optimisation des raccordements et du rendement de distribution, définition des sous-stations;
- En cas de réseau de chaleur :
  - optimisation du tracé du réseau s'il existe déjà suivant la position envisagée de la chaufferie et des bâtiments à desservir,
  - aménagement d'un réseau de distribution neuf en étudiant la possibilité de coupler cette réalisation avec des travaux de voiries programmés (assainissement, téléphone...),
- Besoin en desserte pour les accès au stockage, chaufferie, sous-stations,...

### Réglementation

- Tenir compte des aspects réglementaires concernant l'implantation de l'installation relatifs :
    - à la chaufferie
    - au réseau de distribution
    - au stockage
- Les modalités concernant le bruit, les rejets, la sécurité, les normes incendie seront abordées.
- Inventaire des contraintes locales et des obligations en matière énergétique et environnementale.



### Implantation de l'installation

- Présentation (pour chaque solution technique retenue) 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 (pour chaque solution technique retenue) des vues détaillées de l'installation de combustion dans la chaufferie ;
- Présentation (pour chaque solution technique retenue) du plan de circuit de chauffe, pour chaque bâtiment concerné.

### Réalisation - Mode d'exploitation proposé

- Planification des travaux :  
Présentation (pour chaque solution technique retenue) des travaux à prévoir et de leur coût :
  - génie civil (silo, stockage, réseau de chaleur...),
  - raccordement au réseau, sous-stations, chaudière(s) existante(s),
  - pose et installations des équipements de la chaufferie,
  - rénovation de bâtiments,
  - modification de chaufferie existante.
- Proposition d'un planning de réalisation détaillé, incluant toutes les démarches (études, travaux, autorisations, contractualisation pour la vente de chaleur, raccordements....).
- Fonctionnement prévisionnel de l'installation :
  - Réalisation (pour chaque solution technique retenue) d'un planning de conduite de chauffe prenant en compte les besoins journaliers en sous-produits bois et la cadence de remplissage du silo.  
Ce planning conditionne l'organisation des chantiers de conditionnement et le renouvellement du stock tampon de combustible.
  - Réalisation (pour chaque solution technique retenue) d'un planning de maintenance des installations postes P2 et P3.

## ÉTUDE ÉCONOMIQUE ET FINANCIÈRE

### Récapitulation des investissements

- Détermination des investissements propres à la chaufferie et au réseau concernant :
  - les frais d'études et d'ingénierie,
  - les équipements thermiques à mettre en place (chaudière, alimentation du foyer, cheminée, décrochage) ainsi que leur montage,
  - la régulation et le contrôle (traitement antipollution),
  - le génie civil (en décomposant la chaufferie, le silo),
  - 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.
- Estimation des investissements propres à chaque bâtiment à raccorder (réseau interne, appoint ECS...).

### Exploitation prévisionnelle de la chaufferie

- Déterminer les consommations (poste P1) :
  - estimation de la fourniture en eau et électricité de la chaufferie,
  - coûts du combustible bois, des combustibles d'appoint.
- Déterminer les coûts d'exploitation et de maintenance spécifiques à la chaufferie bois et au réseau :
  - estimation des frais de conduite et de petit entretien (poste P2),
  - estimation des frais de gros entretien et de réparations (poste P3).
- Description des schémas d'exploitation possibles :
  - mode de gestion adapté à l'installation :
    - . régie directe
    - . régie indirecte : concession, affermage, contrat d'exploitation (marché de type MF, MT, MC, ..., avec ou sans clause d'intéressement)
  - répartition des tâches, des rôles de chaque acteur
  - Impact financier de telle ou telle solution de gestion, impact sur le déroulement du projet



### Analyse du plan de financement

Les points suivants seront envisagés et décrits :

- Montages financiers préconisés avec leur coût et leurs avantages (capacité d'investissement, TIR, risques...) :
  - autofinancement
  - location
  - crédit bail
  - tiers investissement avec/sans garantie de résultat
  - emprunt (poste P4 annuités de remboursement)
- Aides possibles d'organismes publics, européens :
  - subventions
  - prêts
  - autres incitations

### Aspects économiques

Déterminer les impacts prévisionnels des coûts d'investissement et d'exploitation sur le compte de résultat comparé à la durée de vie économique du projet. Bilan annuel d'exploitation équilibré (dépenses/recettes) et bilans sur 5, 10, 15 et 20 ans en coût global actualisé (évolutions des différents postes).

- Calculer les valeurs suivantes :
    - la capacité d'autofinancement (CAF)
    - la valeur actuelle nette (VAN)
    - le temps de retour de l'investissement (TRB)
    - le taux interne de rentabilité (TIR)
  - Réalisation d'un document de synthèse sous forme de tableaux présentant les solutions proposées (en détaillant les coûts d'investissements et d'exploitation : P1, P2, P3 et P4), avec pour références :
    - pour une chaufferie seule, deux ou trois solutions concurrentes jugées appropriées au projet (gaz, fuel, PAC géothermale...),
    - pour un réseau de chaleur, la solution existante pour chaque bâtiment, ou jugée la plus appropriée s'il s'agit d'un projet de construction.
- Analyse du taux de subvention nécessaire à l'équilibre financier du réseau (au minimum 3 taux à étudier : 50 %, 60 %, 70 %). Hypothèses de calcul : abonnement sur 20 ans. Proposition de tarifs d'abonnement selon la grille :
- 0 à 10 kW
  - 10 à 15 kW
  - 15 à 30 kW
  - 30 à 90 kW
  - > 90 kW

Détermination du prix de vente de l'énergie réseau en €/MWh, analyse de ce prix et commentaires par rapport au coût des énergies traditionnelles, proposition d'indexation du prix de l'énergie.

### Synthèse

Réalisation d'un document de synthèse reprenant les points essentiels du projet (avantages, inconvénients, limites...) et ses conditions de réalisation. Présentation d'une fiche de synthèse de l'installation (cf annexe).



## ANNEXE FICHE DE SYNTHÈSE DE L'INSTALLATION

### 1 PLAN DE FINANCEMENT

Répartition	Montant (précisez Euros HT ou TTC)
Autofinancement	
ADEME	
Conseil Régional	
Conseil Général	
Europe (Précisez : )	
Autres (Précisez : )	
<b>COÛT TOTAL DU PROJET</b>	

### 1 CARACTÉRISTIQUES DU PROJET

Libellé	Unité	Valeur
Puissance Bois installée	MW	
Tep bois consommées	tep	
Tep autres énergies consommées	tep	
Emissions CO <sub>2</sub> évitées (1)	tonnes	
Quantité Bois FORET consommée	tonnes	
Quantité Bois CONNEXES consommée	tonnes	
Quantité Bois DIB consommée	tonnes	
Quantité Bois AUTRES consommée	tonnes	
Installation neuve ou existante (2)		
Nature du combustible principal substitué (3)		
Prix du combustible	Euros TTC/MWh	
Tarif d'abonnement (raccordement réseau de chaleur)		
	0 – 10 kW	
	10 – 15 kW	
	15 – 30 kW	
	30 – 90 kW	
	> 90 kW	
Taux de couverture annuel Bois (4)	%	
Existence d'un contrat d'approvisionnement	sans dimension	
Réseau de chaleur (longueur)	m	
Durée initiale du contrat	années	
Temps de retour brut avec subvention	années	
Temps de retour brut sans subvention	années	
Emplois permanents créés : mise en place et exploitation de la chaufferie (5)	nombre	
Emplois permanents créés : approvisionnement (5)	nombre	

NB :

- (1) : conformément aux coefficients en vigueur (source MEDD).
- (2) : NEUF si nouveaux besoins énergétiques ou EXISTANT si substitution de besoins énergétiques.
- (3) : FOD, FL<sub>2</sub>, FL<sub>2</sub>TBS, FL<sub>2</sub>TBTS, CHARBON<sub>20</sub>, CHARBON<sub>40</sub>, GAZNAT, ELEC.
- (4) : Energie utile bois produite (kWh) / Energie utile totale sur chaufferie toutes énergies confondues (kWh).
- (5) : emploi équivalent à temps-plein.