



# ÉTUDE DE FAISABILITÉ COGÉNÉRATION BIOMASSE

## SOMMAIRE

### OBJECTIFS DE L'ÉTUDE

#### ÉTUDE DES BESOINS

- Situation actuelle des besoins
- Évolutions prévisibles des besoins

#### ÉTUDE DES RESSOURCES BIOMASSE

- Détermination des gisements mobilisables
- Prospection et caractérisation de ces gisements
- Récapitulation des gisements mobilisables de ressources bois/ biomasse disponibles
- Conclusion

#### SOLUTION DE RÉFÉRENCE

- État des lieux de l'existant
- Chauffage bois/ biomasse optimisée

#### SOLUTION DE COGÉNÉRATION BIOMASSE (BOIS, PAILLE,...)

- Solutions proposées
- Groupe cogénérateur
- Matériels et équipements spécifiques
- Stockage du combustible
- Fournisseurs - références
- Voiries, réseaux, dessertes
- Réglementation
- Implantation de l'installation
- Réalisation - Mode d'exploitation proposé
- Vente d'énergie électrique et/ou thermique

#### PLAN DE FINANCEMENT ET ANALYSE ÉCONOMIQUE

#### SYNTHÈSE

*La biomasse est la fraction biodégradable des déchets et résidus provenant de l'agriculture (substances végétales et animales), de la sylviculture et des industries connexes, ainsi que la fraction biodégradable des déchets industriels et municipaux. L'énergie issue de la biomasse est une énergie renouvelable.*

*La cogénération de biomasse permet d'effectuer une valorisation énergétique sous forme de chaleur et d'électricité de ce type de combustible.*

*Ce document est une présentation détaillée de l'étude de faisabilité technico-économique d'une cogénération biomasse (bois, paille, céréales, ...).*

*Il précise le contenu et les modalités de réalisation de ces études et rappelle notamment les investigations à mener et les données minimales que le prestataire technique doit restituer au maître d'ouvrage.*



## ● OBJECTIFS DE L'ETUDE

- Proposer une solution optimisée de chaudière permettant de valoriser le bois ou autre biomasse et de couvrir les besoins énergétiques. Cette solution servira de référence.
- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'une cogénération biomasse selon différents scénarii de besoins thermiques et d'approvisionnement en biomasse.
- Comparer les solutions d'implantation d'une cogénération aux autres possibilités, en terme d'investissement, d'exploitation et d'économie.
- Rechercher des solutions assurant la pérennité de l'installation en terme d'approvisionnement. Il s'agira notamment de trouver une cohérence avec les initiatives locales de structuration d'une filière bois-énergie ou autre biomasse.
- Proposer des solutions pour le financement de l'opération et le montage juridique.

## ● ÉTUDE DES BESOINS

### Situation actuelle des besoins

Il s'agit de déterminer précisément :

- la nature des usages (chauffage de bâtiments, process de séchage, autoclaves ...),
- les caractéristiques des besoins par poste consommateur (fluide caloporteur, niveaux de température, puissances, consommations ...),
- la variation des besoins cumulés (courbe monotone) au cours de la journée, du mois, de l'année (DJU), intermittences.

### Évolution prévisible des besoins

Il s'agit d'évaluer les besoins cumulés à venir du site en tenant compte de :

- l'évolution du volume d'activité dans les années à venir,
- la création, rénovation ou extension des bâtiments et des postes de production consommateurs d'énergie thermique,
- la possibilité d'effectuer de la revente de chaleur à des sites voisins.

Plusieurs scénarii de besoins pourront être établis.

## ● ÉTUDE DES RESSOURCES BIOMASSE

Cette étude s'inscrit en cohérence avec les initiatives locales de structuration d'une filière bois-énergie ou autre biomasse. Les conséquences de la mobilisation de ces gisements sur des projets locaux de valorisation de cette ressource devront être précisées.

### Détermination des gisements mobilisables

Identification des détenteurs et des circuits existants ou possibles d'approvisionnement de produits, complémentaires à ceux issus de l'activité industrielle du site, et pouvant provenir :

- d'une filière de récupération
- de la première transformation du bois,
- de la forêt ou d'élagages
- de la seconde transformation du bois,
- du conditionnement de DIB autres,
- 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/biomasse 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,
- contraintes techniques de mobilisation : éloignement du site de chauffe, gisement diffus/concentré, transport,
- son volume et sa masse totale disponible,
- son équivalent en quantité de chaleur,
- son évolution prévisible,
- son coût rendu usine ou silo de stockage (en €/MWh).

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



## Conclusion

Pour apporter des solutions fiables et pérennes quant à la fourniture du combustible, des propositions concrètes devront être faites sur :

- les contrats de fourniture,
- les sources d'approvisionnement multiples,
- l'offre de service aux entreprises pour la gestion des déchets,
- l'intégration de la filière d'approvisionnement envisagée dans une filière organisée et plus vaste (département, région),
- les possibilités d'inscrire ce projet dans une logique de développement local (emplois créés ou soutenus),
- l'intégration dans une politique locale de gestion des déchets de bois.

## ● SOLUTION DE RÉFÉRENCE

Il s'agit ici de réaliser un diagnostic de la chaufferie existante et de proposer une solution d'optimisation à moindre coût permettant :

- de couvrir les besoins prévisionnels du site, tels que déterminés précédemment,
- si l'entreprise est détentrice de déchets ou sous-produits bois/biomasse, de les valoriser en tenant compte des contraintes environnementales réglementaires.

Plusieurs solutions pourront être proposées. Chacune d'elles correspondra à un optimum technologique et économique fonction des scénarii de besoins et de ressources précédemment identifiés.

## État des lieux de l'existant

Il conviendra de :

- donner un avis sur l'état de marche des différents matériels (stockage, broyeurs, chaudière, réseau de chaleur, automatismes, génie civil, ...),
- faire un point sur la conformité réglementaire de l'installation,
- vérifier l'adéquation entre la capacité de production de chaleur et les besoins actuels,
- préciser les coûts de fonctionnement actuels : combustible annexe (ou P1 complémentaire), conduite et entretien courant (ou P2), travaux de gros entretien ou de renouvellement (ou P3), valorisation/élimination des cendres, ... ainsi que le coût de la chaleur utile ( en €/MWh).

## Chaufferie bois/biomasse optimisée

Il conviendra de préciser :

- le dimensionnement optimal en fonction du type de combustible, de la puissance nécessaire pour couvrir les besoins à venir, du lieu d'implantation, ...
- la technologie la mieux adaptée (type de foyer, système de chauffage et de régulation, automatismes, traitement des fumées, ...) ainsi que les matériels et équipements périphériques indispensables (transfert silo-foyer, type de silo, décentrage, systèmes de sécurité, automatisme et régulations, ...)
- les caractéristiques adéquates du combustible (humidité, granulométrie, essence, PCI, masse volumique, ...)
- les équipements d'appoint et/ou de secours (type d'énergie, matériel à implanter, ...) nécessaires,
- les conséquences sur le bâtiment-chaufferie en relation avec le stockage (volume et surface nécessaires, raccordement en cas de réseau, ...)
- le dimensionnement des installations de stockage et de manutention du combustible en précisant leur implantation,
- les améliorations à apporter au réseau de distribution de chaleur (voirie, réseaux, desserte, ...),
- les aspects réglementaires concernant l'implantation de l'installation (chaufferie, stockage et réseaux de distribution de chaleur). Les modalités concernant le bruit, les rejets, la sécurité, les normes incendie seront abordées. L'inventaire des contraintes locales et des obligations en matière énergétique et environnementale sera fait.
- l'implantation des installations (sur un plan de masse du site) ainsi que le plan du circuit de distribution de la chaleur,
- les travaux à prévoir ainsi que leur coût (génie civil, raccordements aux réseaux, pose et installation des équipements, rénovation de bâtiments, modifications sur les installations existantes, ...),
- les coûts d'exploitation à prévoir : combustible annexe (ou P1 complémentaire), conduite et entretien courant (ou P2), travaux de gros entretien ou de renouvellement (ou P3), valorisation/élimination des cendres, ... ainsi que le coût de la chaleur utile (en €/MWh).

Il conviendra de réaliser un document descriptif complet de l'installation optimisée en indiquant les coûts afférents pour chaque solution retenue.

Le prestataire proposera une liste des fournisseurs possibles, accompagnée de références d'installations identiques existantes et en cours de réalisation.

Un comparatif technico-économique avec la situation actuelle sera réalisé.



## ● SOLUTION DE COGÉNÉRATION BIOMASSE (BOIS, PAILLE,...)

### Solutions proposées

Il s'agit de proposer une installation de cogénération bois/biomasse dont le dimensionnement et les caractéristiques technologiques autorisent une rentabilité financière maximale.

Les techniques de gazéification devront impérativement être expertisées et comparées aux techniques classiques de cogénération par chaudière/turbine à vapeur.

L'optimisation tiendra compte :

- de la couverture des besoins précédemment identifiés et de leur évolution prévisible dans le temps,
- de la valorisation énergétique (  $V$  supérieure ou égale à 70 %) définie ainsi :  $V = \text{énergie thermique valorisée (vendue ou auto consommée)} + \text{énergie électrique valorisée (vendue ou auto consommée)} / \text{énergie sortie chaudière}$  ;
- de la ressource bois ou autre biomasse mobilisable (quantité, qualité, coûts, ...),
- des conditions de valorisation financière de l'électricité produite (revente, auto-consommation, mix des deux solutions, ...)
- du coût d'investissement et d'exploitation des différentes solutions envisageables.

### Groupe cogénérateur

- 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 :
  - gazéification-moteur / chaudière-turbine / autres
  - des automatismes
  - des systèmes de chauffage
  - du traitement des fumées
  - des 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
  - type de silo
  - systèmes de sécurité
  - déchargement
  - traitement des fumées
  - automatismes, régulation
  - autres
  - équipements d'appoint et/ou de secours (type d'énergie, matériel à implanter)
  - équipements nécessaires à la production et à la revente d'électricité (raccordement sur la boucle HTA, transformateur élévateur, protection de découplage, circuit bouclon, comptage énergie électrique produite ...)
- 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.

Systématiquement, les rendements thermiques et électriques (instantanés théoriques et globaux d'exploitation) seront précisés ainsi que le productible thermique et la part réellement valorisée.

### 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 de matériels adaptés (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,
- Si raccordement à un réseau de chaleur :
  - optimisation du tracé du réseau existant suivant la position envisagée de la chaufferie et des bâtiments à desservir,
  - aménagement d'un réseau de distribution neuf.
- besoin en desserte pour les accès au stockage, chaufferie, sous-stations,..
- raccordement électrique au réseau externe ou/et interne.

## Réglementation

- Tenir compte des aspects réglementaires concernant l'implantation de l'installation :
    - relatifs à la chaufferie
    - relatifs aux réseaux de distribution
    - relatifs 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 l'installation, 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.
- Présentation du plan de circuit de distribution de la chaleur et du réseau électrique (pour chaque solution technique retenue si nécessaire).

## 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 de chaleur (sous-stations, chaufferie existantes) et électrique,
  - pose et installation des équipements,
  - rénovation de bâtiments,
  - modification de chaufferie existante.
- Fonctionnement prévisionnel de l'installation :
  - Réalisation (pour chaque solution technique retenue) d'un planning sommaire 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 de l'installation :
    - . Pour une opération industrielle : planifier l'entretien courant, les travaux de gros entretien ou de renouvellement, la valorisation/élimination des cendres,...
    - . Pour une opération collective/tertiaire, planifier les postes P2 et P3.

## Vente d'énergie électrique et/ou thermique

- Déterminer les gains générés par la vente d'électricité, suivant la réglementation en vigueur la mieux adaptée à la situation (vente de tout ou partie de la production) ;
- Préciser la périodicité et la formule de révision des prix d'achat par le gestionnaire de réseau et/ou le client chaleur ;
- S'assurer auprès des autorités compétentes de la possibilité d'enlèvement par le réseaux électrique des puissances produites et préciser les conditions techniques du raccordement.
- Préciser les termes du contrat de vente en spécifiant les droits et obligations de l'entreprise. Expliciter les conséquences d'une modification (à la hausse ou à la baisse) de la production d'électricité et de chaleur ainsi que des rendements de production.



## CHAPITRE IMPÉRATIF

### ● PLAN DE FINANCEMENT ET ANALYSE ÉCONOMIQUE

#### Plan de financement

Démarchage auprès des différents financeurs afin de déceler le mode de financement le plus satisfaisant. Les points suivants seront envisagés :

- Le montage du projet, le mode d'exploitation et leur coût :
  - pour le collectif/tertiaire : régie, Délégation de Service Publics (DSP : concession, affermage), contrat d'exploitation.
  - pour l'industrie : régie, sous-traitance, co-investissement, contrat d'exploitation.
- Les 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 (annuités de remboursement)
  - sofergies
  - fiscalité : amortissement exceptionnel
  - prêts
- Les aides financières possibles d'organismes publics, territoriales, européens :
  - subventions
  - autres incitations
  - avance remboursable

#### Analyse économique

- Déterminer les impacts prévisionnels des coûts d'investissement et d'exploitation sur le compte de résultat, sur la durée contractuelle de revente d'électricité / la durée de vie économique du projet
- Déterminer la rentabilité économique des projets en comparant les coûts globaux de production de l'énergie entre la situation de référence et les solutions alternatives de cogénération biomasse (thermique et électrique) : le bilan de la 1<sup>re</sup> année et l'évolution comparative sur la durée de vie économique de l'installation (courbes sur 12 ou 15 ou 20 ans), y compris la révision des prix d'achat.

- 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)

- Présenter des comptes de résultats prévisionnels des 3 premiers exercices (du process, si société existante, ou de la société, si création)

### ● SYNTHÈSE

Réalisation d'une synthèse (2 pages maximum) sous forme de tableaux présentant les solutions techniques proposées y compris leur rentabilité économique (TRB) et financière (TIR), avec pour base de comparaison la solution de référence.

Les grandeurs suivantes devront être notamment mises en valeur :

- coût global des investissements à réaliser et quantification du surcoût à l'investissement des différentes solutions par rapport à la solution de référence ;
- économie réalisée grâce à l'exploitation de la solution cogénération et le temps de retour brut du surcoût d'investissement ;
- coût global de l'énergie ;
- coût global des frais de fonctionnement annuel, exploitation et financement et du coût du kWh bois/biomasse énergie et du kW installé ;
- bilan annuel d'exploitation équilibré (dépenses/recettes) et les bilans actualisés sur la durée contractuelle de revente d'électricité / la durée de vie économique de la solution.