

Soutien à la filière Bois-énergie

Cahier des charges des études de faisabilité préalables

Chaufferie bois automatique de plus de 70 kW

La Région Grand Est et l'État accélèrent la transition énergétique

climaxion
anticiper • économiser • valoriser

Financé par :


**RÉPUBLIQUE
FRANÇAISE**
*Liberté
Égalité
Fraternité*

ADEME

AGENCE DE LA
TRANSITION
ÉCOLOGIQUE

Grand Est
ALSACE CHAMPAGNE-ARDENNE LORRAINE
L'Europe s'invente chez nous

Objectifs de l'étude

L'étude de faisabilité doit apporter au porteur de projet les éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux lui permettant de se projeter sur la faisabilité d'une telle opération. Elle a pour objectifs de :

- Présenter l'historique du projet et les acteurs en présence ;
- Proposer des actions d'améliorations énergétiques du bâti ou du process étudié ;
- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'une chaufferie automatique à bois ;
- Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site ;
- Comparer des solutions bois à d'autres possibilités en termes d'investissement et d'exploitation dont les solutions géothermiques ;
- Rechercher des solutions visant à assurer la pérennité de l'approvisionnement et à favoriser une logique de développement local, et de gestion des déchets et sous-produits de la filière bois ;
- Proposer des solutions pour le financement de l'opération et le montage juridique.

L'étude sera de niveau Avant-Projet Simplifié -APS- pour la partie technique (hors bâtiments) avec approche des résultats à plus ou moins 10 %. Une pré-consultation d'entreprises est nécessaire (pour la partie chaufferie et approvisionnement) afin d'atteindre ce résultat. Une attention particulière devra être accordée à la conception du silo et la facilité de livraison.

Les conclusions de cette étude, si elles sont favorables, ainsi que les choix réalisés par le maître d'ouvrage constitueront ensuite les bases du programme d'appel d'offre pour la maîtrise d'œuvre et la réalisation du projet.

Lors de la réalisation de l'étude de faisabilité, l'étude d'opportunité d'une solution par géothermie ou d'autres sources d'énergies renouvelables ou de récupération sera obligatoire.

SOMMAIRE

1.	HISTORIQUE ET CONTEXTE DU PROJET	6
2.	ETUDE DES RESSOURCES	6
1.	Ressources humaines	6
2.	Ressources matérielles	6
3.	ETUDE DES BESOINS ENERGETIQUES	6
4.	ETUDE D'OPPORTUNITE AUTRES ENERGIES RENOUEVELABLES OU DE RECUPERATION	8
1.	Ressources disponibles	8
2.	Adéquation besoins énergétiques et ressources	8
3.	Définition des scénarios techniques sur les solutions identifiées	9
5.	ETUDE DE DIMENSIONNEMENT DE LA CHAUFFERIE	10
1.	Calcul de la puissance nécessaire en chaufferie	10
2.	Calcul de la puissance à installer en bois et de l'appoint-secours	10
3.	Implantation de l'installation	11
6.	RESEAU DE CHALEUR	11
1.	Tracé du réseau de chaleur	11
2.	Caractéristiques du réseau de chaleur	11
3.	Sous-stations	11
7.	ETUDE DE L'APPROVISIONNEMENT BOIS : FACULTATIF POUR LES CHAUFFERIES A	11
GRANULES	11	
1.	Détermination et caractérisation des gisements	12
2.	Schémas d'organisation de l'approvisionnement et mobilisation du combustible	12
3.	Solutions préconisées	13
8.	ETUDE TECHNIQUE DE LA CHAUFFERIE	13
1.	Chaudière et équipements	13
2.	Génie civil et VRD	14
3.	Réglementation et qualité de l'air	15
4.	Fournisseurs et références	15
9.	ETUDE ECONOMIQUE ET FINANCIERE	16
1.	Chiffrage des investissements	16
2.	Coût prévisionnel d'exploitation de la chaufferie	17
3.	Schémas d'exploitation de la chaufferie	17
4.	Aspects économiques	17
5.	Plan de financement proposé	18
10.	DELAI DE REALISATION DE L'ETUDE DE FAISABILITE	18
11.	RAPPEL DES ELEMENTS A FOURNIR PAR LE PRESTATAIRE	18
12.	VISITES D'INSTALLATIONS	19



CAHIER DES CHARGES

pour l'étude de faisabilité technico-économique d'une chaufferie automatique au bois

Objectifs de l'étude

L'étude de faisabilité doit apporter au porteur de projet les éléments techniques, économiques, réglementaires et environnementaux lui permettant de se projeter sur la faisabilité d'une telle opération. Elle a pour objectifs de :

- Présenter l'historique du projet et les acteurs en présence ;
- Proposer des actions d'améliorations énergétiques du bâti ou du process étudié ;
- Vérifier la faisabilité technique et économique du projet d'implantation d'une chaufferie automatique à bois ;
- Proposer des solutions techniques adaptées au contexte et aux possibilités qu'offre le site ;
- Comparer des solutions bois à d'autres possibilités en termes d'investissement et d'exploitation dont les solutions géothermiques ;
- Rechercher des solutions visant à assurer la pérennité de l'approvisionnement et à favoriser une logique de développement local, et de gestion des déchets et sous-produits de la filière bois ;
- Proposer des solutions pour le financement de l'opération et le montage juridique.

L'étude sera de niveau Avant-Projet Simplifié -APS- pour la partie technique (hors bâtiments) avec approche des résultats à plus ou moins 10 %. Une pré-consultation d'entreprises est nécessaire (pour la partie chaufferie et approvisionnement) afin d'atteindre ce résultat. Une attention particulière devra être accordée à la conception du silo et la facilité de livraison.

Les conclusions de cette étude, si elles sont favorables, ainsi que les choix réalisés par le maître d'ouvrage constitueront ensuite les bases du programme d'appel d'offre pour la maîtrise d'œuvre et la réalisation du projet.

Lors de la réalisation de l'étude de faisabilité, l'étude d'opportunité d'une solution par géothermie ou d'autres sources d'énergies renouvelables ou de récupération sera obligatoire.

1. Historique et contexte du projet

L'étude doit comporter les éléments suivants :

1. Informations générales :
 - Situation et coordonnées du maître d'ouvrage
 - Responsable du projet (fonction et coordonnées)
 - Partenaires et associés (collectivités, organismes publics, industriels, ...)
 - Bureaux d'études chargés de l'étude de faisabilité avec numéro de qualification
 - Contexte du projet

2. Périmètre concerné par l'opération :
 - Description détaillée du ou des bâtiments actuels et futurs et de leur environnement proche
 - Usage et occupation du ou des bâtiments
 - Propriétaire(s) des bâtiments
 - Année de construction et éventuellement de réhabilitation
 - Projets de rénovation énergétique des bâtiments étudiés (importance et planning)

2. Etude des ressources

1. Ressources humaines

- ⇒ Inventaire des personnels du maître d'ouvrage ou de personnels extérieurs, qui pourraient jouer un rôle dans l'exploitation de la chaufferie. Ces personnes pourraient s'occuper de l'approvisionnement (agent de la collectivité par ex.), de la réception des livraisons (concierge par ex.), de la surveillance de la chaufferie (agent d'entretien par ex.), de la conduite des installations, du dépannage, de la vente d'énergie ou du suivi de la clientèle.

2. Ressources matérielles

- ⇒ Inventaire des matériels (remorque, tracteur, ...), des bâtiments (hangar pour le stockage, local d'accueil de la chaufferie ...), des terrains du maître d'ouvrage ou d'autres structures locales qui pourraient servir à la réalisation ou à l'exploitation de la chaufferie.

3. Etude des besoins énergétiques

La faisabilité technico-économique d'une chaufferie bois et d'un réseau de chaleur passe par l'analyse des usages liés à cette installation, une enquête d'opportunité technico-économique dans le voisinage de la future chaufferie et les actions d'économies d'énergie envisageable.

⇒ **Déterminer les caractéristiques générales des bâtiments, existants et futurs :**

- Caractéristiques thermiques et données techniques de base des bâtiments
 - Surfaces, volumes, orientation, isolation, travaux à réaliser, déperditions thermiques...

- Caractéristiques et état d'usage des installations de chauffage / froid / ECS

- Puissance, consommations en kWh/an, rendement, âge des chaudières, énergies utilisées, réseaux de chaleur...
- Description par bâtiment des réseaux de distribution de chauffage
 - Type d'émetteur, température intérieure recommandée, programmation, régulation...
- Détermination des besoins énergétiques prévisionnels annuels
 - Besoin de chauffage / froid / ECS
- Détermination du potentiel d'autres énergies renouvelables thermiques sur les bâtiments (géothermie, solaire thermique)
- Comparatif thermique de ces bâtiments
 - Par rapport à la RT en vigueur pour les bâtiments neufs
 - Par rapport à des ratios connus pour des bâtiments existants
- Courbe monotone des puissances
 - Chauffage, froid et ECS appelées sur l'année
- Détermination de la puissance totale à installer et à ventiler par type de production (bois, géothermie, appoint).
- Envisager si tout ou partie de la production d'eau chaude peut être assurée par le réseau (pour une partie des locaux ou une partie de l'année).
- Envisager si tout ou partie de la production d'eau chaude peut être assurée par des panneaux solaires thermique (pour une partie des locaux ou une partie de l'année).
- Prise en compte d'améliorations réalisables ou programmées en matière de maîtrise de l'énergie

⇒ **Réaliser une synthèse sous forme de tableau récapitulatif des puissances installées, des besoins et des consommations d'énergie.**

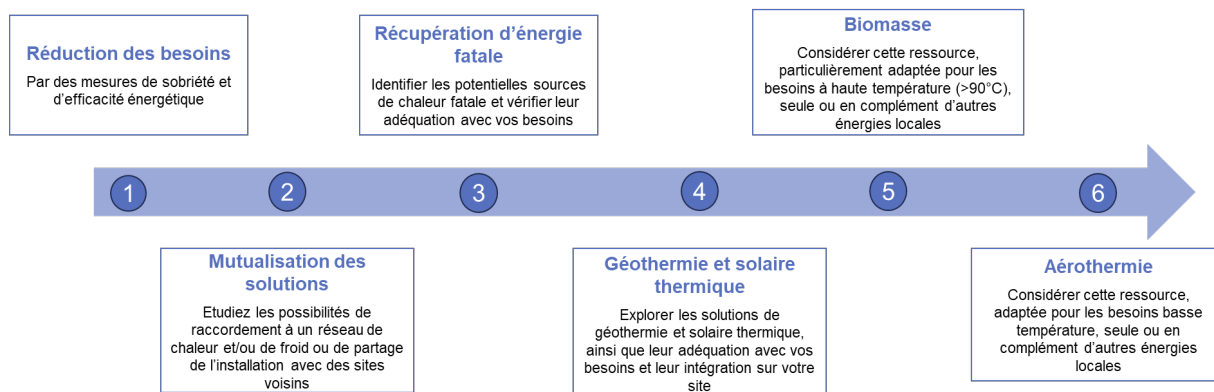
⇒ **En fonction des caractéristiques des bâtiments définies ci-dessus, déterminer :**

- Les bâtiments présentant un niveau de performance faible
- Globalement les travaux d'isolation ou de rénovation les plus importants à mettre en œuvre
- Les avantages à réaliser de tels travaux pour le maître d'ouvrage et pour le projet (puissance chaufferie inférieure, incidences réglementaires - < 70 kW, > 2MW -, volume silo, consommations moindres, ...)
- Les conséquences des rénovations futures qui seront nécessairement entreprises à plus ou moins long terme (surpuissance en chaufferie, puissance rendue disponible, extensions de réseau envisageables, ...)

Une attention particulière sera demandée pour cette partie, trop souvent négligée.

4. Etude d'opportunité autres énergies renouvelables ou de récupération

L'étude suivra la hiérarchisation des actions préconisée par la démarche EnR'Choix de l'ADEME :



1. Ressources disponibles

Les différentes ressources en énergies renouvelables disponibles sur le site seront analysées. Pour ce faire, le chargé d'étude utilisera les données publiques et sollicitera les acteurs locaux si besoin (mairie, communauté de communes, syndicats d'énergies territoriaux, ...).

Dans cette phase, le chargé d'étude balayera l'ensemble des ressources suivantes :

- Récupération et/ou valorisation de chaleur fatale
- Géothermies
- Solaire thermique

2. Adéquation besoins énergétiques et ressources

La ressource en énergies renouvelables doit être confrontée aux besoins du ou des bâtiments, aux contraintes réglementaires (carte GMI, ...), aux contraintes d'implantation. A l'issue de cette phase, le bureau d'étude sera en mesure de proposer un ou 2 scénarios alternatifs au bois énergie.

L'adéquation entre les besoins du bâtiment et les ressources portent sur plusieurs aspects :

- La température : il faut que la température produite par la solution EnR soit compatible avec les régimes de fonctionnement des émetteurs du bâtiment.
- Les contraintes d'implantation et de foncier : chaque solution EnR présente des contraintes des terrains. Il est nécessaire d'en tenir compte pour évaluer si une solution est implantable sur le site du bâtiment.
- La temporalité : il est nécessaire que la période de production de la source EnR soit similaire à celle des besoins de chaleur du bâtiment. Un stockage journalier pourra être proposé à l'aide d'un ballon tampon. D'éventuels solution de stockage inter-saisonnier pourront être envisagées sur certains bâtiments (si source de chaleur fatale intermittente ou exemple de stockage solaire dans un champ de sondes). Par exemple, une solution solaire thermique seule ne sera pas proposée pour un bâtiment ayant uniquement des besoins de chauffage en hiver.

Le chargé d'études pourra également envisager des solutions de couplages ou hybridations de solutions EnR&R, dans le but d'optimiser leur fonctionnement.

3. Définition des scénarios techniques sur les solutions identifiées

Pour chacun des scénarios identifiés dans l'étape précédente, un prédimensionnement sera réalisé, afin de pouvoir comparer ces scénarios sur des aspects énergétiques, techniques et environnementaux. Au stade opportunité, des ratios seront utilisés.

Pour chaque scénario, les points suivants devront être développés :

- Etude technique
 - Choix de la puissance EnR (limitée par le projet ou par la ressource)
 - Implantation possible dans le ou les bâtiments ou à proximité
 - Choix de la puissance d'appoint pour couvrir les besoins résiduels
 - Repréciser les chiffres clefs spécifiques à chaque énergie et potentiel (locaux techniques, volume de stockage, profondeur de forage, surface de toiture équipée, impact sur la puissance électrique du site, caractéristiques du réseau, ...) et les contraintes réglementaires (démarches administratives, ICPE...)
- Bilan énergétique
 - Déterminer le taux de couverture des besoins par la solution EnR
 - Déterminer les besoins couverts par la solution d'appoint
 - Calculer les consommations énergétiques liées à la solution EnR et à la solution d'appoint
 - Calculer le taux d'EnR associé
- Comparer les scénarios au scénario initial sur des critères
 - Environnementaux (Taux d'ENR et CO₂ évité)
 - Energétiques (Performances, puissance nécessaire)
 - De contraintes (foncier nécessaire, impact visuel, impact environnemental (fluides frigorigènes, ...), besoins de maintenance)

Les solutions ne seront pas chiffrées précisément dans cette étude. En revanche, une brève comparaison économique des solutions pourra être réalisée (en hiérarchisant les solutions)

- Choix de la puissance EnR (limitée par le projet ou par la ressource)
- Implantation possible dans le ou les bâtiments ou à proximité

Les éléments pourront être présentés sous forme de tableau récapitulatif permettant de visualiser les avantages/inconvénients de chaque solution.

Exemple :

Scénarios	Réseau de chaleur urbain	géothermie	Biomasse	Biomasse + solaire thermique
Taux d'ENR	+	++	++	+++
	83%	90%	90%	98%
CO2 évité	+	++	+	+++
	t CO2/an	t CO2/an	t CO2/an	t CO2/an
Puissance installée	kW	kW	kW	kW
Impact travaux	++	-	+	--
	faible	remplacement des émetteurs	construction silo	Construction silo + pose capteurs
Fourniture	++	++	-	-
			livraison par camion	livraison par camion
Exploitation maintenance	++	+	-	-
Adaptabilité aux climats futurs (TRACC)	-	+++	-	-
		Production de froid		
Contraintes foncières	+++	+	-	--
		Sondes	chaufferie+silo+rotation camions	chaufferie+silo+rotation camions+capteurs
Contraintes visuelles	++	++	-	--
			cheminée	cheminée + capteurs

Ces éléments devront également apparaître dans les tableaux récapitulatifs (annexes 1 et 2). L'étude demandée est bien au stade de l'opportunité. Si le projet s'avère opportun sur la géothermie ou une autre EnR/R et que le maître d'ouvrage souhaite s'orienter vers cette solution, une étude de faisabilité pourra être réalisée.

5. Etude de dimensionnement de la chaufferie

1. Calcul de la puissance nécessaire en chaufferie

⇒ Déterminer la puissance totale nécessaire en chaufferie en détaillant :

- La somme des puissances nécessaires par bâtiment, corrigée vers le bas par les indices de foisonnement de la demande et vers le haut par les pertes dues à l'installation et autres facteurs comme les appels de puissance.
- Les éléments de régulation du réseau avec démarrages anticipés programmés ou de ballon tampon sont à utiliser pour minimiser la puissance maximum nécessaire.

2. Calcul de la puissance à installer en bois et de l'appoint-secours

⇒ Déterminer la puissance optimale à installer en bois, notamment au regard des investissements nécessaires. Il convient d'essayer de couvrir la majeure partie des consommations par le bois et de laisser aux autres énergies les tâches de bas régime et d'écrêtage des consommations hivernales.

Calculer les consommations bois (en kWh entrée chaudière) et appoint, et présenter la monotone des consommations annuelles.

La chaufferie bois gagne à disposer d'un appoint par une énergie à usage instantané. En fonction des exigences du maître d'ouvrage, un secours à 100% peut être assuré par les mêmes chaudières alors dimensionnées à la puissance totale de la chaufferie. L'appoint et le secours pourront être constitués en totalité, ou en partie, par des chaudières existantes.

Une vigilance particulière sera apportée au dimensionnement de la chaufferie bois afin de ne pas la surdimensionner. Une option 100% bois pourra être étudiée selon le souhait du maître d'ouvrage.

3. Implantation de l'installation

- ⇒ Argumenter le choix du site de la chaufferie et du stockage de combustible en fonction de la disponibilité des locaux et terrains, des conditions d'accès, du voisinage et de la proximité des plus gros consommateurs.

Présentation du plan de masse d'implantation optimale de la chaufferie, du silo, du stockage

6. Réseau de chaleur

1. Tracé du réseau de chaleur

- ⇒ Argumenter le choix du tracé du réseau de chaleur en fonction de la position envisagée de la chaufferie et des bâtiments à desservir, de l'investissement, de la densité du réseau (rapport longueur / chaleur desservie).
- ⇒ Justifier le choix technico-économique du raccordement des bâtiments les plus éloignés ou les moins consommateurs.

2. Caractéristiques du réseau de chaleur

- Diamètres
- Nature des tubes
- Profondeur
- Longueur des réseaux
- Densité globale et par branche
- Contraintes techniques éventuelles

3. Sous-stations

- ⇒ Décrire les caractéristiques des sous-stations :
- Surface nécessaire,
 - Emplacements,
 - Composants
 - et du réseau de chaleur (diamètres, nature des tubes, profondeur, longueur ...).
- ⇒ *Présentation du plan précis des réseaux de chaleur avec la densité de chaque branche indiquée (code couleur ou équivalent)*

7. Etude de l'approvisionnement bois : facultatif pour les chaufferies à granulés

L'étude devra prendre en compte le souhait ou non du maître d'ouvrage de créer une filière d'approvisionnement interne, les points suivants seront plus ou moins approfondis pour répondre au mieux à l'attente du maître d'ouvrage. Les données devront être issues de contacts avec minimum trois prestataires locaux nommément cités. Les propriétaires forestiers ou leurs gestionnaires, les

entreprises de travaux forestiers, les scieries ou les charpentiers locaux, ... devront être interrogés afin de déterminer leurs interventions possibles dans la filière.

1. Détermination et caractérisation des gisements

⇒ Réaliser une synthèse comparative des ressources bois disponibles, sous forme d'un tableau selon le modèle ci-dessous :

	Ressource 1	Ressource 2	...
Provenance			
Nature (plaquette forestière, bois d'industrie ...)			
Taux d'humidité sur brut (%)			
Granulométrie (cm)			
Masse volumique (kg/MAP)			
Volume annuel disponible (MAP) pour une utilisation en chaufferie			
Equivalent en masse (t)			
Equivalent en PCI (kWh/t et kWh/MAP)			

2. Schémas d'organisation de l'approvisionnement et mobilisation du combustible

⇒ Mettre en évidence des schémas pertinents d'organisation d'une filière d'approvisionnement en tenant compte :

- des besoins de la chaufferie
- de la proximité
- du coût
- de la qualité du combustible fourni
- des services que son utilisation rend à la collectivité (valorisation, entretien, emploi, environnement...)
- de la pérennité (gisement disponible et durable)
- de la sécurité d'un approvisionnement correct (partenariat, contrats, assurance, stockage...)
- de la possibilité de contractualisation

Dans le cas où un hangar de stockage est préconisé, des emplacements devront être proposés et les choix argumentés.

⇒ Caractériser les coûts de mobilisation du combustible pour les différents schémas d'approvisionnement : étude des moyens humains et matériels à mettre en oeuvre pour approvisionner la chaufferie en sous-produits bois pour chaque gisement local : conditionnement, transport, stockage, manutention

⇒ Préciser quels fournisseurs ou prestataires ont été contactés

3. Solutions préconisées

⇒ Remplir le tableau de comparaison des différents types d’approvisionnements envisagés :

	Approvisionnement 1	Approvisionnement 2	...
Coût du combustible bois entrée chaufferie en € TTC /MAP en ct € TTC /kWh			
Moyens humains			
Moyens matériel			
Avantages			
Inconvénients ou risques			

⇒ Proposer le choix de l’approvisionnement le plus intéressant pour le maître d’ouvrage en fonction :

- de sa disponibilité au cours des saisons et de son degré de pérennité,
- de son coût de mise à disposition,
- de ses garanties de qualité,
- des services que son utilisation rend à la collectivité (valorisation, emploi, environnement, ...).

⇒ Récapituler les caractéristiques du combustible choisi (valeurs moyennes et limites) :

- | | |
|------------|-------------------|
| • humidité | • granulométrie |
| • essence | • masse volumique |
| • PCI | • pureté du bois |

Ces éléments devront pouvoir servir de cahier des charges pour la consultation de fournisseurs du combustible.

8. Etude technique de la chaufferie

1. Chaudière et équipements

⇒ Déterminer la technologie de chaudière bois en fonction :

- | | |
|-------------------------------|--------------------------|
| • du type de combustible | • du lieu d’implantation |
| • de la puissance à installer | • du fluide caloporteur |

⇒ Présenter et décrire le choix définitif de la technologie envisagée :

- | | |
|--|----------------------------|
| • type de foyer-échangeur | • des automatismes |
| • systèmes de chauffage | • du traitement des fumées |
| • système de régulation | |
| • système de décendrage (privilégier la voie sèche pour une valorisation plus facile en agriculture) | |

- ⇒ Proposer et décrire en fonction du site, du combustible, des puissances en présence et de la réglementation en vigueur :
- extracteur de silo (désilage)
 - système de convoyage du bois
 - automatismes, régulation
 - équipements d'appoint et/ou de secours (type d'énergie, matériel à implanter)
 - comptage énergie calorifique produite
 - systèmes de sécurité
 - autres

↪ **Proposition du schéma de principe de l'installation de production de chaleur accompagné d'une analyse fonctionnelle de la chaufferie.**

2. Génie civil et VRD

a) Chaufferie

- ⇒ Réaliser un document descriptif complet de la chaufferie (dimensionnement, organisation, flux bois, eau et cendres, caractéristiques hydrauliques, aspects phoniques, ...) pour chaque solution retenue et déterminée en fonction des choix technologiques. Une attention particulière sera portée à l'esthétique du local ou du bâtiment. Envisager éventuellement l'accueil de visiteurs.

b) Silo d'alimentation – Stockage du combustible

Le silo doit être adossé à la chaufferie et peut être entièrement enterré, semi enterré ou de plain-pied, intégré dans le bâtiment de la chaufferie ou accolé à celle-ci.

- ⇒ Optimiser le volume et la surface nécessaires du silo d'alimentation en fonction :
- des caractéristiques des moyens d'approvisionnement,
 - de l'autonomie du silo à pleine charge de puissance,
 - de la fréquence du rechargement du silo,
 - de la répartition prévisionnelle sur l'année des consommations de bois
 - du système de fermeture et d'étanchéité
 - du coût de la construction

L'expérience montre que les problèmes de fonctionnement de chaufferies bois proviennent très souvent d'une mauvaise planification du silo. La conception du silo devra donc être particulièrement réfléchie. Sa description devra préciser l'accès au site, le déchargement et les possibilités de manœuvre pour les engins de livraison du combustible.

Elle détaillera :

- ⇒ l'implantation précise du silo.
- ⇒ le planning-type de remplissage du silo sur une année.
- ⇒ le schéma de principe de la livraison du combustible.
- ⇒ les systèmes préconisés de fermeture et d'étanchéité du silo.

- ⇒ *Présenter (pour chaque solution technique retenue) des vues détaillées de l'installation de combustion dans la chaufferie, avec le silo et les systèmes de désilage et convoyage préconisés.*

c) Hangar et stockage éventuel du combustible

Le stockage du combustible devra prendre en compte l'offre de combustible et les schémas d'organisation prévus et possibles. Le stockage sera réfléchi avec le maître d'ouvrage pour pouvoir être éventuellement modulable et prendre en compte les futurs projets de chaufferies bois.

L'étude devra décrire :

- ⇒ l'optimisation spatiale du site : prise en compte de l'environnement local et des contraintes de surfaces, de volumes et de bruit, proximité de la chaufferie
- ⇒ l'étude des accès et des espaces pour les manœuvres.
- ⇒ la capacité de stockage optimisée (surface disponible, surface nécessaire, possibilité de stockage sur toute l'année, dimensionnement du hangar, hauteur nécessaire au basculement des engins de livraison...). Précision de la surface « propre » afin d'éviter le risque de collecter des impuretés lors des manipulations du combustible.
- ⇒ les équipements et matériels périphériques nécessaires :
 - matériel de manutention pour l'approvisionnement et la reprise du combustible (remorque, tractopelle ...)
 - broyeur (sous réserve d'un usage partagé avec d'autres utilisateurs)

3. Réglementation et qualité de l'air

Les solutions proposées doivent tenir compte des aspects réglementaires concernant l'implantation de l'installation relatifs à :

- la chaufferie
- le réseau de distribution
- le stockage du combustible
- les opérations de broyage

Les normes concernant le bruit, les rejets, la sécurité, les normes incendie seront précisées, en fonction de la taille du projet.

4. Fournisseurs et références

- ⇒ **Etablir une liste de fournisseurs possibles de chaudières bois après les avoir contactés pour vérifier qu'ils proposent des choix technologiques et de matériels adaptés.**
- ⇒ **Fournir une liste d'installations semblables existantes et/ou en cours de réalisation.**

9. Etude économique et financière

1. Chiffrage des investissements

⇒ Déterminer et récapituler les investissements selon le tableau suivant :

Investissement	Solution 1 en € HT	Solution 2 en € HT
Chaudière bois et équipements (vis d'alimentation, décendrage, ...)		
Chaudière(s) d'appoint *		
Hydraulique chaufferie (pompes, robinetteries ...), comptage de chaleur sur le circuit primaire et raccords éventuels aux installations existantes		
Mise à disposition de l'eau, électricité, régulation et contrôle		
Génie civil chaufferie (cheminée, bâtiment chaufferie)		
Génie civil et équipements du silo (trappe ...)		
Génie civil hangar de stockage		
Réseau de chaleur (génie civil, sous-stations, sous-comptage de chaleur ...)		
Distribution intérieure (radiateurs, circuit hydraulique ...) et éventuellement eau chaude sanitaire (ballon, robinetterie, mitigeur thermostatique ...) *		
Installation, essais, réglages et mise en route des équipements		
Divers		
Travaux d'isolation ou de rénovation importants à mettre en œuvre		
Maîtrise d'œuvre, contrôle, sécurité		
Total en € HT hors subventions		

* : non éligible pour les subventions ADEME et Région

2. Coût prévisionnel d'exploitation de la chaufferie

- ⇒ Déterminer les consommations (poste P1) :
 - estimation du coût de la fourniture en eau et électricité de la chaufferie
 - la quantité de combustible consommé (bois et appoint) et ses coûts
- ⇒ Déterminer les coûts d'exploitation et de maintenance spécifiques à la chaufferie bois et du réseau :
 - estimation des frais de conduite et de petit entretien (poste P2)
 - estimation des frais de gros entretien et de réparations (poste P3)
- ⇒ Estimer les annuités de remboursement (poste P4).

3. Schémas d'exploitation de la chaufferie

- ⇒ Comparer les différents modes de gestion de la chaufferie et en mesurer les conséquences légales, juridiques et fiscales :
 - mode de gestion adapté à l'installation (régie directe, concession, affermage, contrat d'exploitation ...),
 - répartition des tâches et des rôles de chaque acteur,
 - impact sur le régime de TVA,
 - décrire les incidences administratives et fiscales en cas de raccordement de privés.

4. Aspects économiques

- ⇒ **Remplir le tableau fourni en annexe 1, comparant les solutions proposées avec un référentiel ou avec la solution actuelle (en intégrant les investissements nécessaires au bon fonctionnement de l'installation dans la période comparée) :**
 - le coût global des investissements à réaliser,
 - le coût des combustibles utilisés et leur PCI (bois et autres combustibles),
 - le régime de TVA pour l'achat du bois,
 - les consommations (en kWh, tonne et MAP) pour le bois et les autres combustibles,
 - les coûts d'exploitation et de maintenance de la chaufferie,
 - les coûts d'exploitation et de maintenance du réseau,
 - provision pour gros entretiens et réparations (P3),
 - le taux de récupération de TVA sur la vente de chaleur suivant le régime d'exploitation (statut),
 - le coût de la chaleur vendue sur le réseau (R1 et R2),
 - le montant des subventions possibles,
 - les annuités de remboursement (P4),
 - le temps de retour sur investissement des différents postes avec ou sans subventions,
 - un bilan sur 15, 20 ou 25 ans en coût global actualisé.

Cas spécifiques des entreprises : le soutien aux études et aux investissements s'inscrit dans le **régime cadre exempté de notification n°SA SA.111726** relatif aux aides pour la protection de l'environnement. La dépense subventionnable prendra en compte les dépenses éligibles auxquelles sera déduite une solution de référence conformément à ce régime. Cette solution de référence sera calculée par les services de la Région.

5. Plan de financement proposé

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

• **Montages financiers préconisés avec leurs coûts et leurs avantages :**

- autofinancement
- tiers investissement avec/sans garantie de résultat
- emprunt
- location
- crédit bail
- autres

• **Aides possibles d'organismes publics, européens :**

- subventions
- autres incitations
- prêts

10. Délai de réalisation de l'étude de faisabilité

Le maître d'ouvrage précisera le délai de réalisation de l'étude souhaité.

Une copie de l'étude sera envoyée aux services de la Région et/ou de l'ADEME en charge du projet avant le rendu final au maître d'ouvrage.

11. Rappel des éléments à fournir par le prestataire

L'étude de faisabilité devra comprendre les éléments suivants :

- tableau des besoins énergétiques des bâtiments concernés (modèle chapitre III)
- tableau de synthèse des ressources bois disponibles (modèle chapitre V.1)
- tableau de comparaison des types d'approvisionnement (modèle chapitre V.3)
- tableau récapitulatif des investissements (modèle chapitre VII.1)
- tableau économique (modèle en annexe 1)
- grille de synthèse des résultats de l'étude (modèle en annexe 2)
- schéma de principe de l'installation de chauffage
- plan de masse de l'implantation de la chaufferie, du silo et du hangar éventuel et des réseaux de chaleur
- plan détaillé de l'installation de combustion dans la chaufferie, du silo et du système de désilage et convoyage
- schéma de livraison du silo
- liste des fournisseurs de matériel et de combustible contactés
- liste des installations semblables

12. Visites d'installations

Le bureau d'études peut organiser des visites d'installations semblables existantes et/ou en cours de réalisation seront organisées pour le maître d'ouvrage (élus, techniciens, autres) en lien avec les services de la Région et/ou de l'ADEME en charge du projet.

Liste des annexes

Fiche renseignements pour le bureau d'études

A compléter :

Annexe 1 : Tableau économique

Annexe 2 : Grille de synthèse des résultats de l'étude

Pour information :

Annexe 3 : Calcul des TEPS substituées et des quantités de CO₂ et SO₂ évitées

Annexe 4 : Pouvoir calorifique des plaquettes

Annexe 5 : Liste des fournisseurs de plaquettes et granulés

A compléter par le maître d'ouvrage pour permettre au bureau d'étude d'établir le devis de l'étude de faisabilité

FICHE RENSEIGNEMENTS POUR LE BUREAU D'ETUDES

1. Historique du projet

Présenter les circonstances ayant amené le projet.

2. Attentes du maître d'ouvrage

Préciser éventuellement les attentes plus spécifiques du maître d'ouvrage et les premiers éléments de réflexion par rapport :

- au projet (remplacement d'installations vieillissantes, extension réseau de chaleur, opportunité de raccordement de bâtiments, ...)
- à l'approvisionnement (souhait de création d'une filière interne, d'un approvisionnement local, ressources bois de la collectivité, acteurs ou partenaires, ...)

3. Bâtiments concernés par l'étude

Remplir le tableau suivant pour chaque bâtiment concerné, **a priori**, par le projet.

Bâtiments	Usages	Surfaces (m ²)	Installations de chauffage et de production d'eau chaude existantes (énergie, type d'émetteur, âge de l'installation)	Puissances installées (kW)	Niveau d'isolation (1,2,3)*
Ecole	Enseignement	400	Chaudière fioul, 15 ans, radiateurs Ballon électrique, 2 ans	150 kW chaudière 2 kW ballon	2

* appréciation qualitative 1 : pas isolé ; 2 : moyennement isolé ; 3 : bien isolé.

Annexe 1 : Tableau économique

	Solution de référence	Solution bois 1	Solution bois 2	Solution EnR/R 1	Solution EnR/R 2
Coût global des investissements à réaliser	€	€	€	€	
Consommation combustibles :					
KWh/an					
MAP/an					
t/an					
Coût des combustibles/an :	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	
- bois		PCI =... KWh/MAP	PCI =... KWh/MAP		
- autre		PCI =... KWh/loum ³	PCI =... KWh/lou		
Coût eau + électricité chaufferie					
TOTAL P1					
TVA Combustibles	%	%	%	%	
Coût exploitation et maintenance	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	
- chaufferie					
- réseau					
TOTAL P2					
Coût pour entretien et réparation	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	€ HT/an	
- chaufferie					
- réseau					
TOTAL P3					
Frais financiers					
TOTAL P4					
Vente de chaleur					
KWh / an					
€ HT / an					
T.V.A.					
Subventions					
ADEME					
CRA					
Autres....					
TOTAL SUBVENTIONS					
TEMPS DE RETOUR SUR INVESTISSEMENT					
sans subvention					
avec subvention					
COÛT GLOBAL D'EXPLOITATION					
15 ans					
20 ans					
25 ans					

Annexe 2 : Grilles de synthèse des résultats de l'étude

Date : / / .

Maître d'ouvrage :

Grille complétée par :

Bureau d'étude :

Unité		Solution de référence	Solution bois 1	Solution bois 2	Solution EnR/R 1	Solution EnR/R 2
Bâtiments concernés						
Type de combustible bois (forêt, industrie 1 ^{ère} ou 2 ^{de} transformation, granulés)						
Puissance bois / géothermie / autre	kW					
Consommation bois / autre	kWh /an MAP /an					
Autre(s) combustible(s) (gaz, FOD ...)						
Puissance autre(s) énergie(s)	kW					
Consommation autre(s) énergie(s)	kWh /an					
Taux couverture annuel bois / géothermie	%					
Longueur réseau de chaleur	m					
Densité globale réseau de chaleur	MWh/ml/an					
Volume utile silo	m ³					

Volume utile hangar stockage annuel, si prévu	m3				
Cahier des charges pour élaborer un contrat d'approvisionnement fourni ?		<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	<input type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non		
Types d'approvisionnements étudiés		<input type="checkbox"/> 100 % par le maître d'ouvrage <input type="checkbox"/> bois du maître d'ouvrage et broyage par un prestataire <input type="checkbox"/> 100 % prestataire extérieur <input type="checkbox"/> autre	<input type="checkbox"/> 100 % par le maître d'ouvrage <input type="checkbox"/> bois du maître d'ouvrage et broyage par un prestataire <input type="checkbox"/> 100 % prestataire extérieur <input type="checkbox"/> autre		

		Solution de référence	Solution bois 1	Solution bois 2	Solution EnR/R 1	Solution EnR/R 2
Coût énergie bois entrée chaudière	ct € TTC /kWh ct € TTC /MAP					
Coût autre(s) énergie(s) entrée chaudière	ct € TTC /kWh					
Coût P1	€ TTC /an					
Coût P2 + P3	€ TTC /an					
Investissement	€ HT					
Subventions ADEME	€					
Conseil Régional	€					
Conseil Départemental	€					
Autres	€					
Autofinancement	€ HT					

Temps de retour brut avec subventions *	ans					
Impact sur l'emploi						
Economies de TEP/an						
Emissions CO ₂ évitées	tonnes/an					
Emissions SO ₂ évitées	kg/an					
Atouts particuliers						
Contraintes particulières						

* Temps de retour brut avec subvention =
$$\frac{\text{surcoût de l'investissement pour la chaufferie bois déduit des subventions}}{\text{économie annuelle d'exploitation par rapport à la solution de référence}}$$

Annexe 3 : Calcul des TEPS substituées et des quantités de CO₂ et SO₂ évitées

	PCI MJ/kg	PCI kWh/kg	Quantité en tonnes pour une TEP de	Masse CO2 t/t de Combustible	Masse SO2 kg/kg de Combustible	Masse CO2 en t / TEP	Masse SO2 en kg / TEP
FOD	42,900	11,917	0,979	3,142	0,006	3,076	5,874
FO2 (fioul lourd n°2 ordinaire)	39,700	11,027	1,058	3,113	0,078	3,293	82,524
FO2BTS (fioul lourd n°2 basse teneur en soufre)	40,800	11,334	1,029	3,128	0,0394	3,220	40,543
FO2TBTS (fioul lourd n°2 très basse teneur en soufre)	41,350	11,486	1,016	3,191	0,0198	3,241	20,100
CHARBON pur sec à 20% de matières volatiles	36,500 (PCS)	10,139	1,151	3,300	0,02	3,798	23,020
CHARBON pur sec à 40% de matières volatiles	34,000 (PCS moyen)	9,445	1,235	3,043	0,02	3,758	24,700
Gaz naturel (Groningue)	38,160	10,600	1,101	2,128	1,204 x 10E-6	2,343	1,326 x 10E-3
Gaz naturel (Lacq)	49,680	13,800	0,845	2,746	1,35 x 10E-5	2,320	0,0114

Source : ADEME Bois énergie, chaufferies à alimentation automatique, p143.

Annexe 4 : Pouvoir calorifique des plaquettes

	Plaquettes vertes (teneur en eau de 50 %)			Plaquettes séchées sous hangar (teneur en eau de 30 %)		
	Bois dur	Bois tendre	Moyenne	Bois dur	Bois tendre	Moyenne
Masse volumique (kg/map)	400	280	340	290	200	245
P C I en kWh / tonne	2 200	2 200	2200	3 300	3 300	3300
P C I en kWh / map	900	600	750	950	650	800

Source : ADEME Bois énergie, chaufferies à alimentation automatique, p32.

Annexe 5 : Liste des fournisseurs de plaquettes et granulés bois

Voir sur le site climaxion : www.climaxion.fr