

SUIVRE SA CHAUFFERIE BOIS

Guide méthodologique Chaufferies petite et moyenne puissance



**Pour les
collectivités
porteuses de
projet**

Source photo : chaufferie de St Alban des Villards

Maison des énergies
124 rue du Bon Vent,
73 094 Chambéry

tél. 04 79 85 88 50
info@asder.asso.fr
www.asder.asso.fr

Association Savoyarde pour le Développement des Énergies Renouvelables

Elsa DONADIO - Pôle Collectivités

Ce guide s'adresse aux communes ayant pour projet d'installer une chaufferie bois-énergie de petite (30 à 400 kW) ou moyenne puissance (puissance totale < 1MW). Il fournit des informations nécessaires à la structuration d'une exploitation effective et au bon fonctionnement de l'installation. Il peut également être source d'inspiration pour mettre en place un suivi sur les installations existantes.

INTRODUCTION

Pourquoi mettre en place un suivi ?

Suivre son installation bois-énergie c'est s'assurer de son bon fonctionnement.

En phase d'exploitation de l'installation, il faut surveiller que les équipements fonctionnent correctement mais aussi **optimiser** leur rendement afin de diminuer les coûts et augmenter leur pérennité.

Ne pas confondre : exploitation / maintenance et suivi !

La **maintenance** et l'**exploitation** sont l'ensemble des opérations d'entretien d'un matériel technique. Le **suivi** consiste à piloter, surveiller et contrôler l'installation (ainsi que son exploitation) pour assurer un fonctionnement optimal.

Comment mettre en place un suivi ?

Le bon fonctionnement de la chaufferie dépend de nombreux paramètres : qualité du combustible, bonnes pratiques de conduite et d'exploitation,... Ces paramètres sont donc à suivre et surveiller !

En relevant et analysant des indicateurs spécifiques à l'installation, il est possible d'identifier une dérive de performance et détecter les anomalies. Des mesures pour les résoudre peuvent alors être prises rapidement, ce qui permet de limiter le temps de non ou de moindre performance du système. Différents échelons de suivi existent : de la simple détection de panne à une comparaison des performances réelles et attendues du système. La collectivité peut elle-même prendre en charge le suivi si elle possède les compétences en interne ou être accompagnée par un prestataire extérieur : bureau d'études/ Assistant Maître d'Ouvrage ou animateur bois-énergie du territoire.

Pourquoi réfléchir au suivi dès maintenant ?

→ Vers une meilleure définition du cahier des charges du projet

Vous avez pour projet d'installer une chaufferie bois-énergie ? La chaufferie doit être préalablement équipée d'instruments de mesure (sondes, compteurs, etc.) qui fourniront les données nécessaires à son suivi. Réfléchir au suivi en amont permet de préciser au plus tôt le cahier des charges du projet pour prévoir un **plan de comptage** adapté et mettre en place l'instrumentation en chaufferie. D'un point de vue technique et économique, il est beaucoup plus avantageux de poser le matériel nécessaire au suivi pendant les travaux d'installation plutôt que sur des équipements déjà existants.

→ Formuler des contrats adaptés

Le bon fonctionnement de l'installation dépend du travail de chaque acteur (installateur, fournisseur de combustibles, exploitant, prestataire de suivi). Des contrats adaptés garantissent de meilleures performances. L'enjeu commence dès les étapes de réception et mise en service des équipements.



Financer son projet : le suivi comme critère d'éligibilité !

Certains territoires en France ont signé avec l'ADEME des Contrats de Développement Territorial (CDT) (délégation de l'enveloppe Fonds Chaleur aux territoires). Ainsi, ces territoires bénéficient de fonds qu'ils peuvent redistribuer à des projets d'énergie renouvelable thermique. Pour être éligibles aux financements CDT, les maîtres d'ouvrage doivent avoir prévu de mettre en place une instrumentation destinée à assurer le suivi du fonctionnement et des performances de l'installation pendant toute la durée de l'exploitation. 80% du financement est attribué à la réception des travaux de l'installation. Les 20% restants sont distribués en phase de fonctionnement à condition que le bénéficiaire justifie que la production de chaleur renouvelable corresponde à celle prévue initialement. Un comptage et un suivi sont donc indispensables ! Pour les réseaux de chaleur, en plus du comptage de production, le comptage d'énergie à chaque point de livraison est obligatoire d'après l'article 86 de la loi 2010-790 du Grenelle 2.

Pour savoir si votre territoire est couvert par un CDT, demandez à [votre Animateur Bois-Energie](#) !

Table des matières

INTRODUCTION	3
1. METTRE EN PLACE UNE METHODE DE SUIVI ADAPTEE.....	5
1.1. Comprendre.....	5
1.2. Les étapes de décision	5
1.3. Formez et impliquez votre Agent Technique !	7
2. LE SUIVI DE LA MISE EN SERVICE	8
2.1. Le plan de comptage.....	8
2.2. L'instrumentation	9
2.3. Réception et mise en service	10
2.4. Première année de fonctionnement	11
3. LE SUIVI DE BON FONCTIONNEMENT.....	12
3.1. Différents échelons de suivi de bon fonctionnement	12
3.1.1. Option à minima : alerte si détection d'un dysfonctionnement	12
3.1.2. Au-delà d'une simple alerte : le suivi simplifié et détaillé	12
3.2. Le bilan des performances.....	15
4. LE SUIVI DE L'APPROVISIONNEMENT	16
4.1. Suivi de la qualité du bois	16
4.2. Suivi de la consommation de bois et d'appoint.....	18
4.3. Le contrat d'approvisionnement	20
5. LE SUIVI D'EXPLOITATION	21
5.1. Les bonnes pratiques de conduite de la chaufferie par l'agent de chaufferie	21
5.2. Les bonnes pratiques d'exploitation de la chaufferie par l'exploitant	22
6. UNE BONNE COMMUNICATION INTERNE ET EXTERNE	24
6.1. Restitution des bilans de performance et d'exploitation en interne	24
6.2. Informer les abonnés au réseau de chaleur	24
7. CONTRACTUALISER LE SUIVI.....	25
8. SYNTHESE DES ETAPES DE SUIVI.....	26
9. CONTRIBUTEURS ET RELECTEURS	28
10. DOCUMENTS UTILES & ANNEXES	29

MINI LEXIQUE

Les Acronymes utilisés dans ce guide

AMO : Assistant Maitre d'Ouvrage,
généralement un bureau d'études
BE : Bureau d'Etudes
GTC : Gestion Technique Centralisée
MAP : Mètre cube Apparent Plaquettes

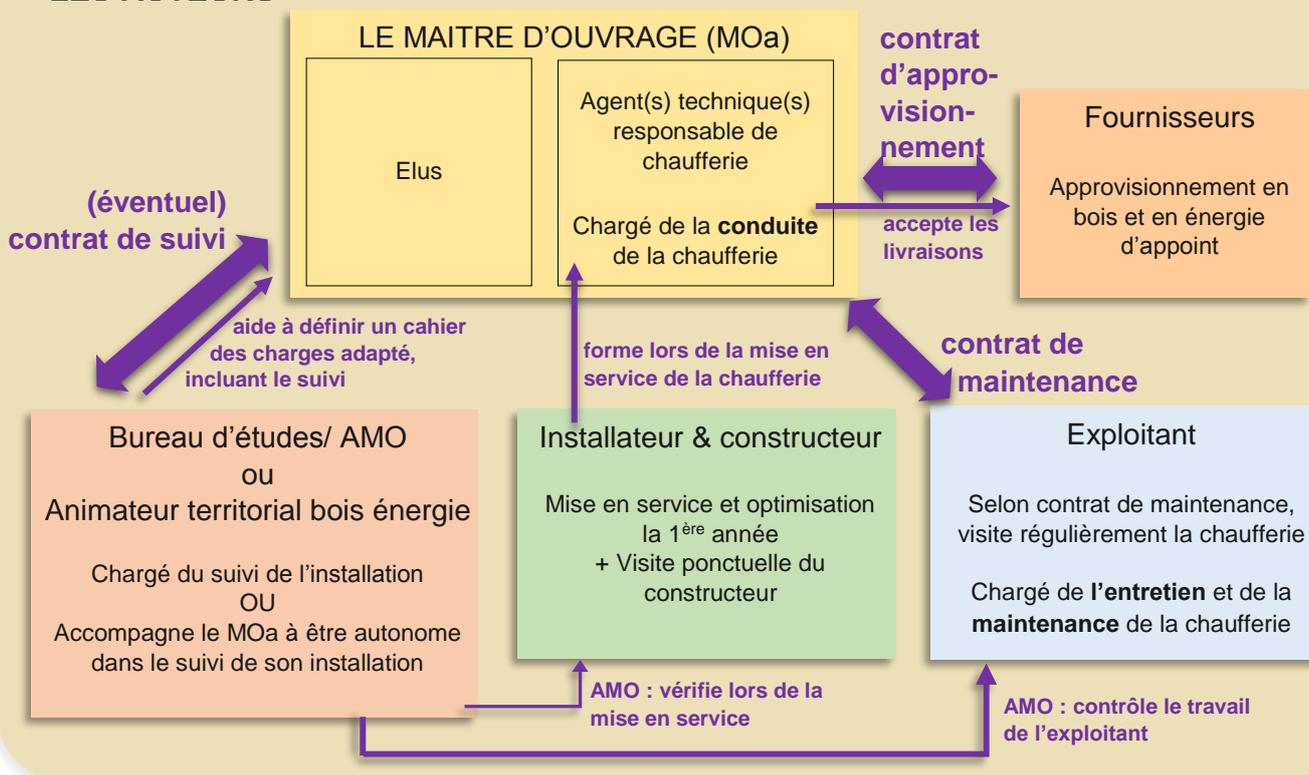
MOa : Maitre d'Ouvrage,
à l'initiative du projet : c'est vous !
MOe : Maitre d'Œuvre, qui conçoit l'installation
PCI : Pouvoir Calorifique Inférieur

1. METTRE EN PLACE UNE METHODE DE SUIVI ADAPTEE

Comprendre les enjeux et choisir une méthode de suivi adaptée, en impliquant un Agent Technique responsable de chaufferie

1.1. Comprendre : de nombreux acteurs interviennent dans le suivi et le bon fonctionnement de la chaufferie. Le Maître d'Ouvrage doit dialoguer avec chacun d'entre eux et définir un cahier des charges adapté incluant le suivi de l'installation.

SUIVRE SA CHAUFFERIE ET S'ASSURER DE SON BON FONCTIONNEMENT – LES ACTEURS



Astuce : il peut être pertinent de choisir une entreprise qui sera à la fois le concepteur, l'installateur et l'exploitant. Cela évite les reports de responsabilité lors de l'apparition d'un problème. Les **marchés globaux de performances** ont été créés dans cette optique.

1.2. Les étapes de décision

Le suivi de la chaufferie, du réseau de chaleur et de l'approvisionnement nécessite des compétences et du personnel. Selon la taille du projet et son implication, la collectivité pourra suivre seule ses équipements, se faire accompagner ou contractualiser le suivi. Pour des projets de plus grande ampleur ou d'investissement supérieur à 1 million d'€, l'accompagnement par une entreprise spécialisée est fortement conseillé.



source : cartographie CIBE

→ S'adresser à l'animateur bois-énergie du territoire

L'animateur bois-énergie soutient localement le développement de la filière bois-énergie. Il n'a pas de rôle commercial et peut être une association, agence de l'énergie, département ou région, syndicat...

Trouver l'animateur près de chez vous :

Cartographie et annuaire des animateurs en ligne sur le site du CIBE : <https://cibe.fr/annuaire-des-animateurs/?pg=1>

SUIVRE SA CHAUFFERIE ET S'ASSURER DE SON BON FONCTIONNEMENT – LES ETAPES

Chaufferie bois de petite et moyenne puissance (<1 MW)

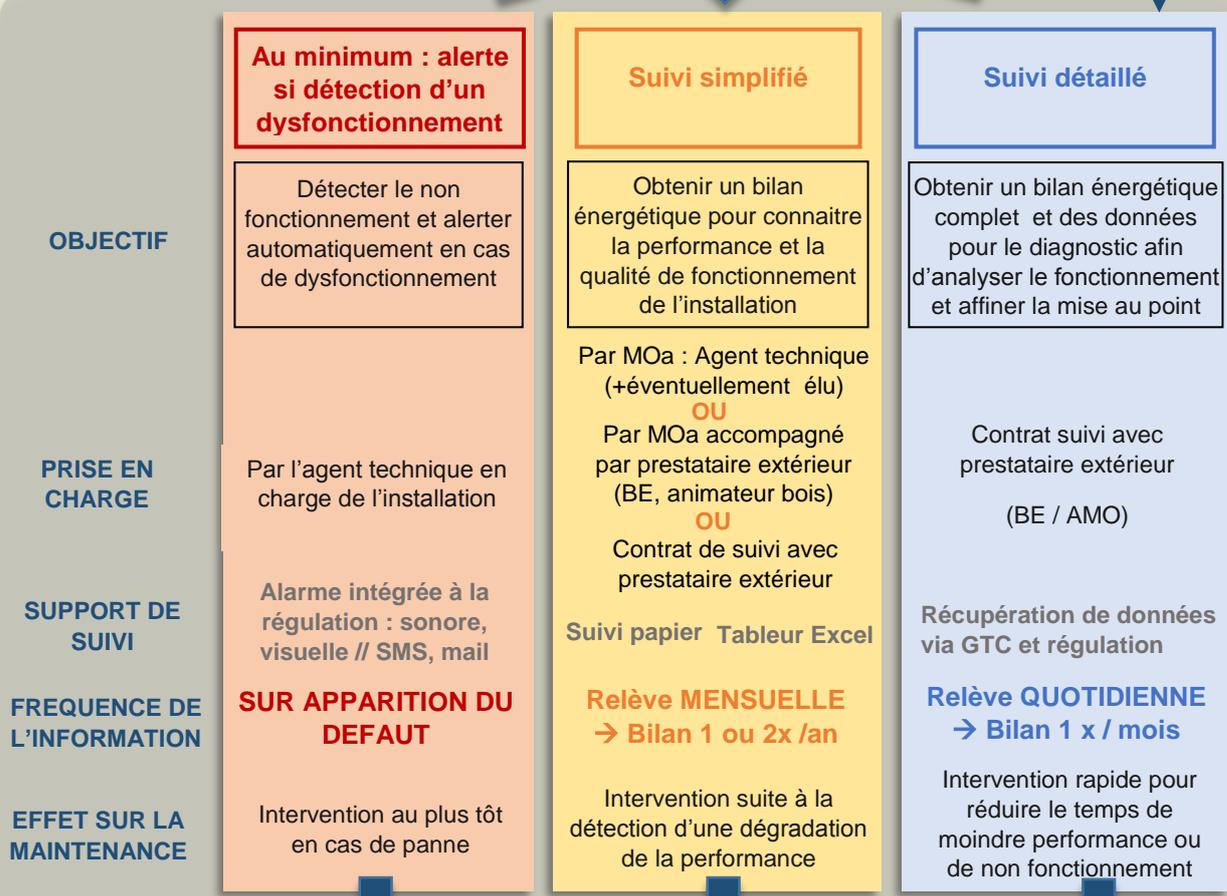
Chaufferie bois de grande puissance (>1 MW ou travaux >1 million d'€)

SUIVI DE MISE EN SERVICE

Vérification du plan de comptage, opérations préalables à la réception, contrôles & tests après mise en service

Contractualisation : contrat avec objectifs de performance

SUIVI DE FONCTIONNEMENT



Exemple 1
Marché Global de Performance avec AMO
(anciennement CREM)

Engagement des parties sur des objectifs de performance. Malus / bonus selon l'atteinte des objectifs

AMO
- rédige l'appel d'offre
- aide à la sélection d'une entité chargée de la conception, réalisation et exploitation
- suit l'installation pour vérifier le travail de l'exploitant et l'atteinte des objectifs

Exemple 2
Contrat de Performance Energétique (CPE)

Amélioration de la performance et diminution de la consommation énergétique sur une dizaine d'années

Travail d'équipe entre exploitant et MOa. Un AMO ou agent technique doit vérifier les actions menées par exploitant.

*Attention : dans tous les cas, veiller à bien définir la **situation de référence** sur laquelle seront évaluées les économies réalisées*

BILAN ANNUEL DE PERFORMANCE
Par professionnel (AMO, BE ou Animateur territoire bois-énergie)

SUIVI DE L'APPROVISIONNEMENT

SUIVI QUALITE BOIS ET CONSOMMATION BOIS & APPOINT
Par MOa (Agent technique (+ élu))

SUIVI DE L'EXPLOITATION

BONNES PRATIQUES DE CONDUITE DE LA CHAUFFERIE
Par l'Agent Technique responsable de la chaufferie

BONNES PRATIQUES D'ENTRETIEN DE LA CHAUFFERIE
par l'Exploitant + diagnostics du constructeur

- Travail contrôlé par MOa ou AMO grâce au suivi des performances
- BILAN ANNUEL D'EXPLOITATION
- Visites régulières du constructeur (tous les ans ou tous les 2 ans).

Restitution des bilans de performances & exploitation - élus, exploitants, agents techniques, fournisseurs

BON FONCTIONNEMENT – DUREE DE VIE DE L'INSTALLATION PROLONGEE – DIMINUTION DES CONSOMMATIONS – ECONOMIES – TENUE DE OBJECTIFS DES COÛTS DE LA CHALEUR

1.3. Formez et impliquez votre Agent Technique !

Les chaufferies de petites et moyennes puissances peuvent fonctionner en automatique grâce à un système de régulation. Cependant, il faut gérer l’approvisionnement, la conduite et l’entretien courant, agir en cas de petite panne. Cela impose un personnel compétent, disponible et impliqué. Il faut donc, dès les étapes de planification de l’installation, identifier un ou plusieurs agent(s) responsable(s) de la chaufferie (plusieurs agents formés facilitent la mise en place de permanences lors des vacances) et lui/leur donner envie de s’investir ! **Comment ?**

✓ En lui donnant les clés pour mener à bien sa mission :

Le métier d’origine de l’agent technique est parfois très éloigné des chaufferies bois-énergie (plomberie, électricité, ..., un profil de chauffagiste ou d’électromécanicien serait à privilégier pour la conduite de la chaufferie), il est donc nécessaire de le **former**. Lors de la mise en service de la chaufferie, l’installateur dispense une formation d’1/2 journée minimum à l’agent sur le terrain. Cette formation est brève ; pour une réelle compréhension et prise en main de l’installation, des formations plus poussées sur l’exploitation et la conduite de chaufferie existent (cf encadré en bas de page).

✓ En l’impliquant dès les étapes de planification du projet :

Décider ensemble d’une méthode de suivi adaptée à ses compétences, à son temps de travail disponible et à ses envies (prise en charge du suivi par la commune ou contractualisée, relève des indicateurs manuelle ou automatisée, suivi papier ou tableur Excel, ...).

Si besoin, il est possible de faire appel à un prestataire extérieur (comme l’animateur bois-énergie du territoire), pour accompagner l’agent technique à s’approprier ou développer une méthode de suivi adaptée ou prendre en main des outils de suivi simplifié.



Rappelez-vous ! L’agent technique est une personne clé :

- Proche du terrain, c’est lui qui connaîtra le mieux l’installation. Faire preuve d’écoute et de considération ! Prévoir des temps d’échanges avec lui pour qu’il vous informe de l’état de la chaufferie et/ou des difficultés rencontrées. Les restitutions de bilan d’exploitation sont une bonne occasion pour échanger avec tous les acteurs impliqués dans le bon fonctionnement de la chaufferie (cf. *partie sur les Bilans d’Exploitation*)
- Il est important de l’impliquer dans le suivi de la chaufferie afin de pérenniser l’installation au-delà du mandat des élus à l’initiative du projet.
- Il sera l’interlocuteur avec l’entreprise de maintenance et tout autre prestataire extérieur en cas de contractualisation du suivi. Il doit donc avoir les connaissances nécessaires pour communiquer avec ces acteurs ainsi que comprendre et contrôler leur travail.

Comprendre son installation et se l’approprier



Formez votre agent à la conduite de la chaufferie !

Différentes structures proposent des formations à l’exploitation et la conduite de chaufferie bois, comme l’ADEME Aquitaine, AGEIC, AILE, [ASDER en partenariat avec le PEB](#), ATLANBOIS, BOIS ENERGIE 66, CIBE/METROL, COMMUNES FORESTIERES PACA, COSTIC, CRER, FCBA,...

2. LE SUIVI DE LA MISE EN SERVICE

En phase
étude du
projet

2.1. Le plan de comptage

Le plan de comptage est un schéma (hydraulique ou schéma de principe) de la chaufferie précisant le positionnement des compteurs d'énergie qui permettront de connaître les consommations réelles aux différents endroits de l'installation. C'est la base d'un suivi énergétique puisque grâce à lui, les principales dérives de consommation peuvent être identifiées et corrigées de manière réactive.

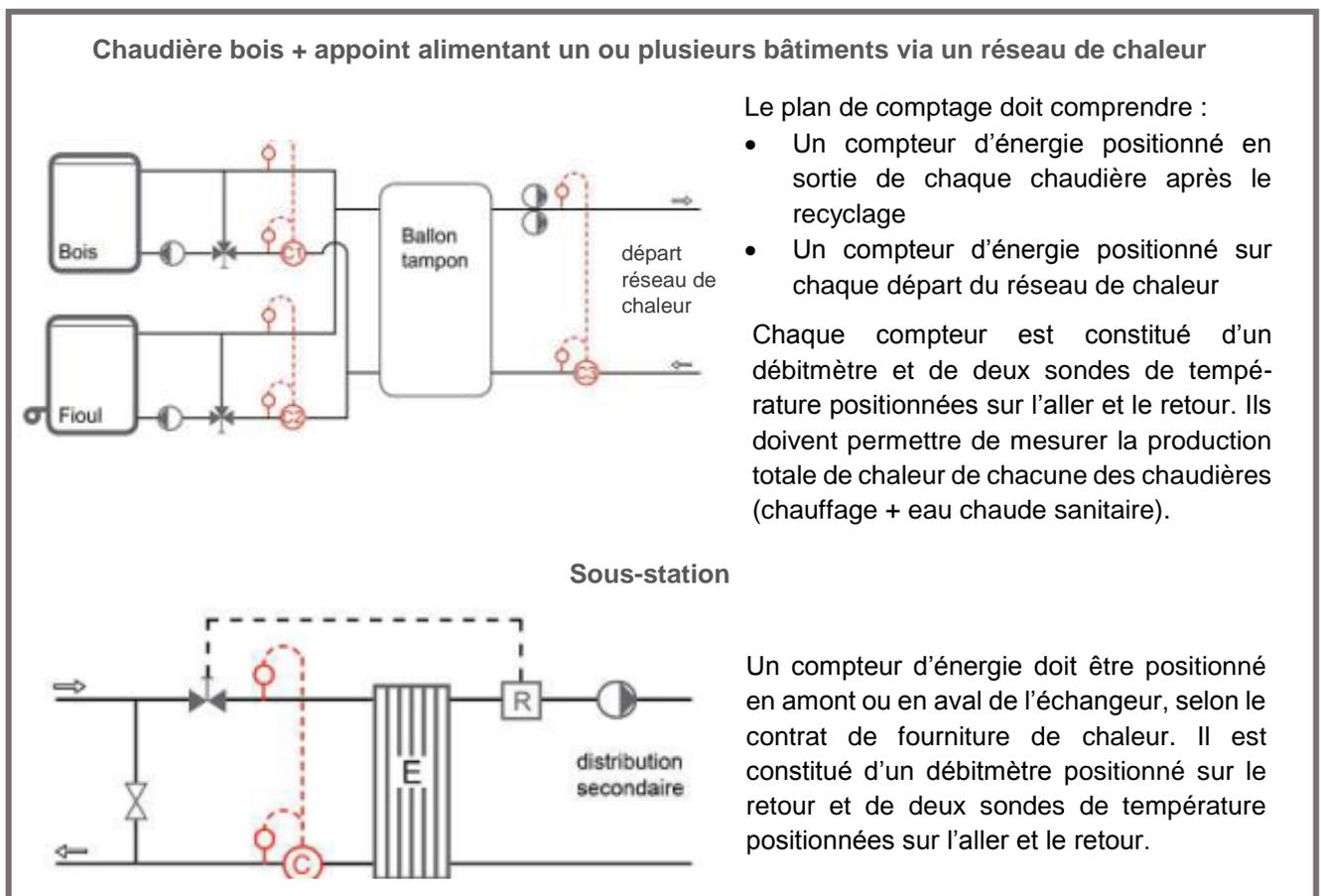
⇒ Etablir un plan de comptage

- ✓ Définir ce que l'on souhaite relever et suivre
- ✓ Faire figurer sur le schéma hydraulique de l'installation dans le cahier des charges (exemple fourni en [Annexe 1](#))
- ✓ Bien dimensionner les compteurs (diamètre et débit) et choisir une technologie fiable.

⇒ Préconisations sur le positionnement de l'instrumentation – réception des équipements

- ✓ Le placement des compteurs respecte le schéma hydraulique. Les compteurs sont placés de manière accessible (pas de tuyaux devant empêchant le passage) et lisible, à hauteur des yeux.
- ✓ Contrôler le bon positionnement des sondes de température sur les tuyauteries, conformément aux recommandations du fabricant, et leur branchement (des sondes inversées empêchent le comptage car la valeur est négative) cf. préconisations en [Annexe 2](#).

⇒ Schémas de principe – préconisations pour un suivi simple ou détaillé



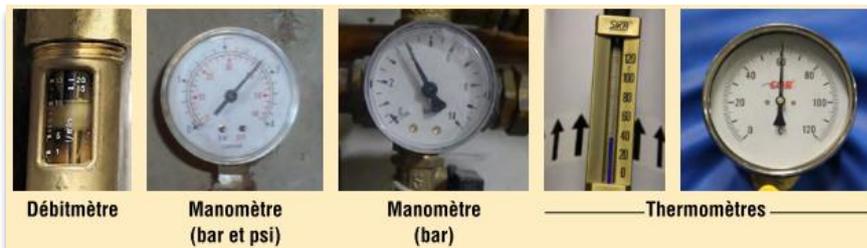
Source : document IERA – suivi des chaufferies bois de petite puissance <400kW

2.2. L'instrumentation

Il est important de mettre en place l'instrumentation pendant les travaux d'installation. Remplacer une pièce défectueuse n'est pas très coûteux, en revanche effectuer des modifications sur la tuyauterie déjà installée pour ajouter du matériel l'est !

Les appareils de mesure

Débitmètres, manomètres, thermomètres... Lors d'un passage en chaufferie, ces appareils permettent un contrôle visuel du bon fonctionnement de l'installation. En cas de défaillance, leur remplacement est peu coûteux (quelques dizaines d'€ hors pose).



source : SOCOL installations Solaire Thermique collectives en copropriété

La régulation

Elle est indispensable au fonctionnement de l'installation et est donc **forcément présente** en chaufferie. Cet appareil a pour objectif d'optimiser la qualité de la combustion du bois et d'adapter le fonctionnement de la chaudière aux demandes d'énergie. Une régulation en sous-station permet de régler l'approvisionnement selon les besoins du bâtiment. La régulation permet de contrôler les températures et les réglages de l'installation, avec la possibilité de choisir différents programmes de fonctionnement (réduit nuit, jour, choix de la plage de température de confort). Connectée à internet, elle peut récupérer la météo sur plusieurs jours et s'adapter automatiquement aux conditions climatiques.

D'un simple coup d'œil, la régulation permet de **superviser l'état de la chaudière**, des circuits de chauffage et de l'eau chaude. Elle donne de nombreuses informations sur l'installation : fonctionnement des circulateurs, températures (extérieure, eau chaude sanitaire, ballon tampon),... Pour les chaudières à granulés elle peut même donner la consommation de bois. Selon la technologie, elle affiche les défauts comme les problèmes d'acheminement (bouchage vis, manque de combustible), capteur ou sonde, moteur si celui-ci consomme trop, mauvaise combustion (manque d'air primaire). Les paramètres de la régulation doivent respecter les prescriptions du constructeur et doivent donc être soumis à un **contrôle régulier** par l'agent de chaufferie.



Régulation

Il existe aujourd'hui des régulations pilotables à distance, depuis un PC ou un smartphone. Une connexion internet en chaufferie est alors requise. Cela représente un coût supplémentaire mais peut s'avérer avantageux pour diminuer les frais de maintenance : l'exploitant et le constructeur peuvent alors avoir accès aux données à distance et de nombreux déplacements sont évités.



- **Anticiper !** Installer une connexion internet en chaufferie avant la mise en service de l'installation (prise, carte SIM 3G/4G). Lors de la mise en route de l'installation, le constructeur configure la régulation. Si internet n'a pas encore été installé mais que le MOa a l'intention de le faire, il devra revenir pour configurer la régulation, ce qui implique des frais supplémentaires.
- **Préférer** une régulation de la marque de la chaudière afin d'éviter tout dysfonctionnement de communication et de report de responsabilité entre le constructeur de chaudière et celui de la régulation !

La Gestion Technique Centralisée (GTC)

Plutôt réservée aux installations de moyenne et grosse puissance, cet appareil permet de centraliser sur une seule interface l'information donnée par les régulations des différents sites et matériels.

Compteurs d'énergie pour le suivi des performances

- **Energie hydraulique**

Constitués de deux sondes de température et d'un débitmètre, les compteurs d'énergie permettent de suivre la consommation et la production d'énergie. Ils sont indispensables au suivi de bon fonctionnement de l'installation et donc à l'évaluation des performances du système. Ordre de prix ≈ de 500€ à 1500€ pour des puissances de chaudière de 15kW à 170kW.



Compteur d'énergie hydraulique



Compteur électrique Linky

- **Energie électrique**

Prévoir un compteur électrique dédié à la chaufferie afin de suivre sa consommation.

Plus d'informations sur les organes en chaufferie, notamment les organes de sécurité dans le document [Doc3.Installation hydraulique MOUNTEE](#).(cf. paragraphe [10. Documents utiles & Annexes](#) p29)



Le bon réflexe !



Etiqueter les organes de mesure et la tuyauterie

- Mesure d'énergie
- Mesure de Pression
- Mesure de température
- Mesure de volume d'eau

2.3. Réception et mise en service

La réception et la mise en service des équipements sont des étapes clés du projet, déterminantes dans le bon fonctionnement de l'installation.



La réception ou réception statique

Evènement officiel où le MOa devient propriétaire de l'installation en déclarant accepter l'ouvrage. Cette étape est obligatoire pour ensuite la facturation finale par l'installateur. Le MOa atteste que le matériel installé est conforme et répond au cahier des charges.

Pour faciliter la réception, il est vivement conseillé d'effectuer des **opérations préalables à la réception (OPR)**, permettant à l'installateur de corriger une anomalie alors qu'il est à l'œuvre plutôt que de revenir dessus quelques temps après. Un exemple synthétique de fiche de validation lors des OPR et lors de la réception est fourni en [Annexe 3](#).

La mise en service ou réception dynamique

Mise en route de l'installation. Cette étape est rarement considérée comme une étape de contrôle. C'est pourtant l'occasion parfaite pour effectuer des mesures en présence de l'installateur, parfois également du fabricant, et vérifier la conformité aux prescriptions du marché. C'est aussi à ce moment que le MOA peut évaluer si les réglages effectués correspondent aux besoins (par exemple, l'installation peut avoir été réglée pour fonctionner du lundi au dimanche alors qu'il n'y a personne dans les locaux le week-end). Les réglages pourront être immédiatement corrigés par l'installateur (voire le constructeur si besoin). Lors de la mise en service, l'installateur ou le fabricant dispense une formation d'1/2 journée minimum à l'agent de chaufferie.

Fiche de validation des opérations de réception et de mise en service

Une fiche de validation est indispensable lors de la réception et de la mise en service. Les guides de réception pour les chaufferies bois de l'ADEME (granulé ou bois déchiqueté) fournissent une liste détaillée des points de contrôle et de vérification. Le constructeur peut également fournir sa propre grille de contrôle. Ce document doit être complété en plusieurs phases :

- Aux pré-réceptions et à la réception de l'installation
- A la mise en service ou quelques jours après la mise en service (mesures lorsque l'installation est en fonctionnement)

Il pourra être signé par :

- le Maître d'Ouvrage,
- l'agent de maintenance (si possible)
- l'installateur ou le fabricant de la chaufferie
- l'équipe de maîtrise d'œuvre / l'AMO / le prestataire de suivi.

Une feuille spécifique au bon positionnement des compteurs et sondes de températures pour le suivi énergétique est fournie en [Annexe 4](#).

2.4. Première année de fonctionnement

De nombreux réglages et ajustements de l'installation auront lieu au cours de la première année de fonctionnement de la chaufferie bois-énergie (par exemple la cadence d'enfournement par le poussoir). Pendant cette première année, c'est généralement l'installateur qui est en charge de l'exploitation de la chaufferie, voire le constructeur pour la chaudière et ses périphériques.

La **garantie du parfait achèvement** (GPA) est une assurance obligatoire exigeant de l'installateur qu'il procède à la réparation des éventuelles malfaçons dans un délai de 12 mois après la réception de l'installation.

La première année est très importante, puisque de bons réglages assurent un meilleur fonctionnement et la pérennité de l'installation. Il faudra donc faire preuve d'une vigilance toute particulière au suivi de l'installation sur cette période, afin de détecter le moindre problème et le prendre en charge le plus rapidement possible.



C'est le constructeur qui connaît le mieux sa chaudière. Au cours de cette première année, il est conseillé de prévoir plusieurs visites de la chaufferie par le constructeur afin que celui-ci ajuste les réglages et fournisse un petit rapport écrit des actions effectuées.

En phase de
fonctionnement

3. LE SUIVI DE BON FONCTIONNEMENT

3.1. Différents échelons de suivi de bon fonctionnement

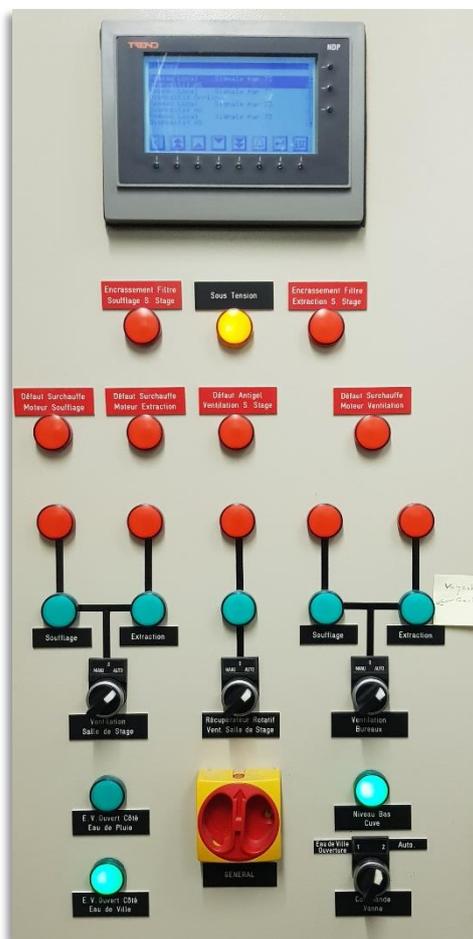
3.1.1. Option à minima : alerte si détection d'un dysfonctionnement

L'alerte constitue un premier niveau de suivi : elle est généralement déjà intégrée à la **régulation** du système. La régulation détecte en temps réel un dysfonctionnement majeur (panne chaudière, arrêt pompes réseau...) et génère alors une alarme **sonore** ou **visuelle** (voyant rouge). Selon la technologie de la régulation, la provenance du problème n'est pas toujours spécifiée, ce sera à l'agent technique ou à l'exploitant de trouver la source du dysfonctionnement. Cette option est vraiment une option à minima ! Il est vivement conseillé de coupler cette méthode à un suivi plus poussé.

Alerte par mail ou SMS

Une alerte peut être envoyée par mail ou par SMS à l'Agent Technique en charge de l'installation. Certains systèmes proposent d'envoyer un SMS à une seconde personne si le premier destinataire ne répond pas. Selon les préférences de l'agent de chaufferie, favoriser une alerte par SMS, les mails étant généralement vérifiés moins fréquemment.

Ce dispositif demande que quelqu'un soit disponible à tout moment pour réagir : l'organisation et la prise en charge des astreintes 24h/24 entre l'exploitant ou les employés communaux est à définir en amont. Un service d'astreinte externalisé coûte cher. Il est indispensable pour une chaudière bois sans appoint, afin de continuer à répondre aux besoins de chauffage des utilisateurs. Dans les autres cas, si un problème majeur survient sur la chaudière bois, l'appoint-secours (gaz, fioul et parfois bois...) prendra automatiquement le relais. Les habitants de la commune ne courent pas le risque que leur chauffage soit coupé en plein hiver mais, pour des raisons économiques, il faut intervenir rapidement et rétablir la chaudière bois. Cette option requiert une infrastructure de communication (cf page suivante



Exemple de voyants en chaufferie

3.1.2. Au-delà d'une simple alerte : le suivi simplifié et détaillé

Ces méthodes de suivi sont à coupler à un dispositif d'alerte.

Méthode générale d'un suivi des performances

Quel que soit le niveau de suivi choisi, les étapes de mise en place sont les suivantes :

1	Déterminer les données que l'on souhaite relever et suivre → Suivi simplifié : les indicateurs de performances donnent les données à relever	Phase pré-projet
2	Etablir un plan de comptage en conséquence	Phase pré-projet
3	Mettre en place l'instrumentation nécessaire	Phase travaux
4	Relever les données, les analyser et ainsi détecter toute dérive de performance, signe de dysfonctionnement	En fonctionnement

La relève & l'analyse de données

La relève de données peut-être manuelle ou automatique.

- Relève manuelle :
 - *Sans mémorisation* : l'agent technique responsable de la chaufferie relève les compteurs d'énergie à intervalle de temps réguliers, idéalement tous les mois. Il lit le cadran du compteur d'énergie et inscrit la valeur sur le support de suivi : papier, tableur Excel. Un modèle de fiche de relève manuelle est disponible en [Annexe 5](#).
 - *Avec mémorisation* : il existe des appareils (compteurs, thermomètres) avec mémorisation, généralement jusqu'à 6 mois. L'agent technique ou le prestataire de suivi lui-même peut venir récupérer les données sur une clé USB. Cela peut s'avérer pratique pour les chaudières à granulé qui ne demandent pas un passage en chaufferie aussi fréquent que celles au bois déchiqueté.
- Relève automatique : les compteurs d'énergie doivent être communicants. Ils transmettent les données directement à un ordinateur ou à la GTC/GTB. La relève automatique permet d'avoir une bonne fiabilité et régularité sur les données collectées. Elle permet également de limiter les déplacements de l'agent technique, notamment en cas de réseau avec des sous-stations nombreuses et/ou difficiles d'accès. Pour que la transmission soit possible, il faudra mettre en place un accès internet dans la chaufferie. Mettre en place une connexion internet en chaufferie peut être stratégique car l'accès aux données à distance permet aussi de diminuer certains déplacements du prestataire de maintenance.

Une connexion internet en chaufferie – les options :

Voir avec le constructeur les modes de transmission compatibles avec le matériel et la régulation.

La prise réseau (accès filaire)

Si la chaufferie est à l'intérieur d'un bâtiment qui possède déjà une Box, il faudra seulement ajouter une prise réseau en chaufferie

Prix : pose d'une prise réseau

Le routeur 3G /4G

Si la chaufferie n'est pas facilement raccordable à un accès filaire internet.

Prix : carte SIM + abonnement

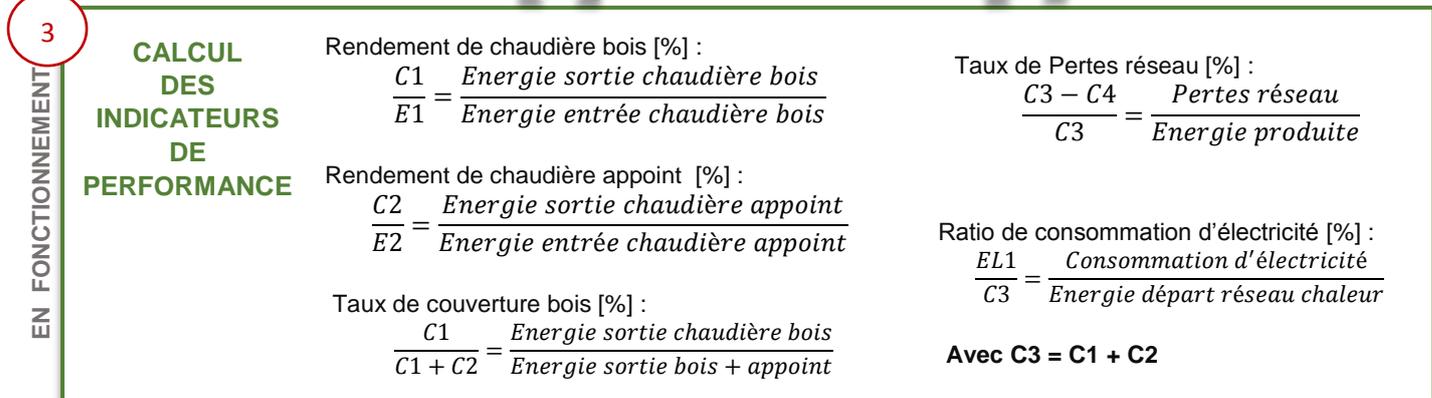
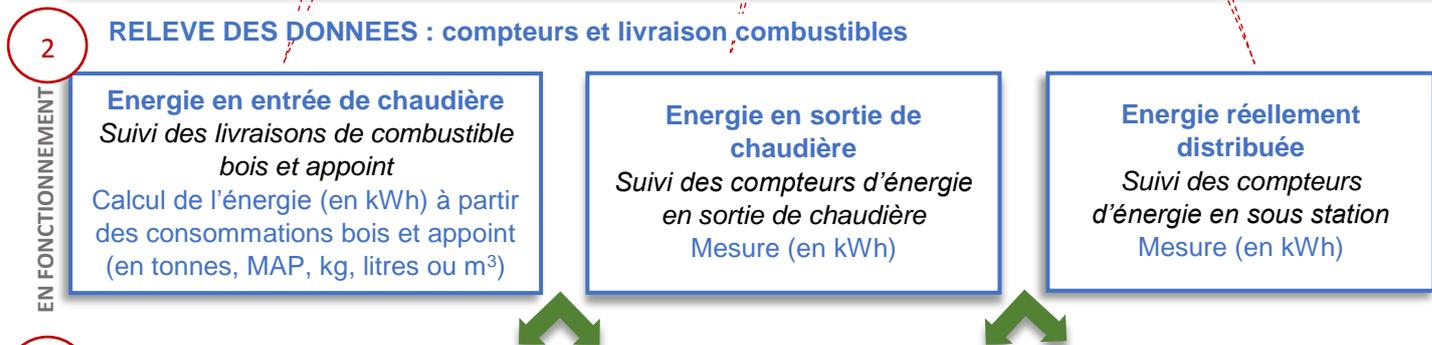
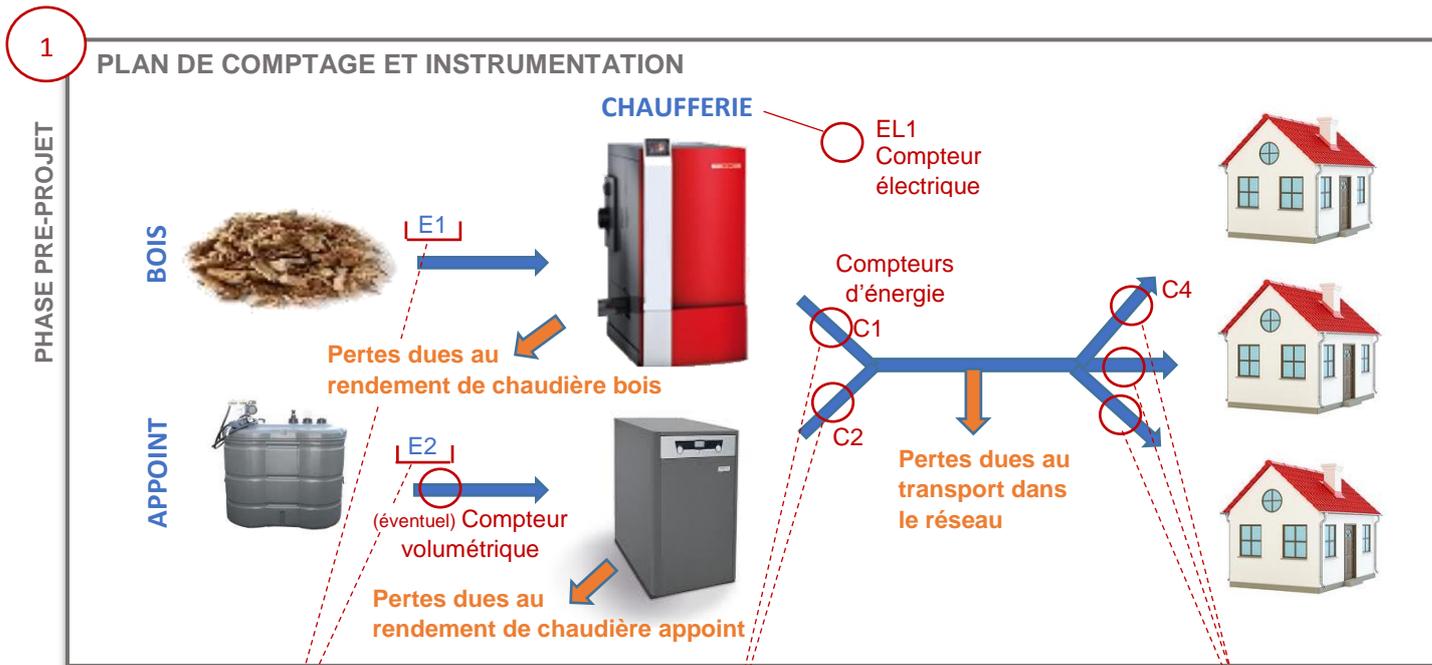
L'analyse de données repose sur le calcul et l'étude d'indicateurs clés de performance : rendement chaudière, pertes réseau, ... Elle peut être effectuée directement par l'Agent technique s'il dispose des compétences nécessaires et d'un temps de travail dédié à cette tâche. Dans la plupart des cas, un élu ou du personnel administratif de la mairie prend l'analyse en charge. Pour donner du sens au travail de relève de l'agent technique, il est bienvenu de prendre un moment pour lui expliquer comment sont traitées les données relevées et lui montrer leur utilité.

Le suivi simplifié

Méthode : le suivi simplifié s'appuie sur la réalisation de bilans énergétiques. Il faut calculer ou mesurer les consommations énergétiques à différents endroits de l'installation. Le but est d'obtenir des indicateurs de performance permettant de se rendre compte du bon fonctionnement des équipements.

Un bilan annuel est produit à partir des indicateurs de performances ci-dessous. Le suivi simplifié peut être entièrement pris en charge par le MOa, si la commune a été formée ou possède les compétences en interne. Une méthodologie de suivi simplifié est proposée dans le document ressources [Doc4. Suivi du fonctionnement des chaufferies bois de petites puissances](#) (partie 10. Document utiles 1 Annexes); contacter l'ASDER pour obtenir un modèle de fichier Excel s'appuyant sur cette méthode. Ne pas hésiter à demander une formation à l'animateur bois-énergie de votre territoire pour prendre en main l'outil. En cas de contractualisation du suivi avec un BE ou l'animateur territorial bois-énergie, c'est généralement la commune qui relève les compteurs et transmet les données au prestataire. Nous conseillons au MOa d'avoir pris connaissance de cette méthode afin d'être à même de comprendre les actions du prestataire.

LE SUIVI SIMPLIFIE



Le suivi détaillé

Le suivi détaillé est plutôt réservé aux grosses installations (> 1 MW) équipées d'une GTC permettant d'enregistrer des mesures régulières. Le suivi détaillé est souvent contractualisé avec un professionnel en charge du suivi, qui utilise ces mesures pour élaborer un bilan mensuel. Plus complet, il reprend le même principe que le suivi simplifié mais rajoute le suivi de multiples mesures (température, débits). En cas de dysfonctionnement, les données mesurées quotidiennement pourront être exploitées pour une meilleure identification de la cause du problème.

Le suivi détaillé peut également comprendre le suivi de la facturation (fournisseurs, abonnés), la détermination du prix de la chaleur selon formule d'actualisation, la réponse à l'enquête du Syndicat National de Chauffage Urbain, le suivi des devis travaux, présentation du bilan annuel aux abonnés (cf. partie 7. Contractualiser le suivi).

3.2. Le bilan des performances

Le bilan des performances est un rapport annuel (ou bi-annuel en milieu et fin de saison de chauffe) qui **synthétise** les résultats du suivi obtenus tout au long de l'année et les **compare** aux années précédentes. Doivent donc figurer dans le bilan :

- l'évolution des consommations et de la production de chaleur
- les évolutions des indicateurs de performance : rendement chaudière et appoint, taux de couverture bois, pertes réseau, consommation d'électricité

Ces éléments sont à comparer avec les données climatiques et l'occupation des bâtiments qui peuvent expliquer une évolution de la performance de l'installation. Le tout est accompagné de **préconisations d'améliorations** pour l'année à venir.

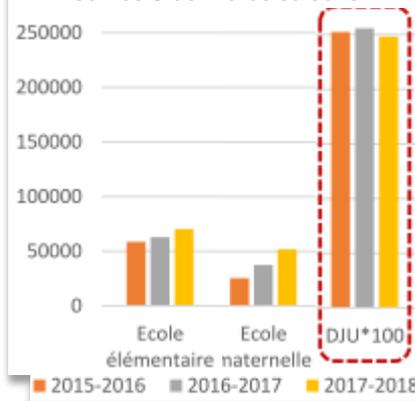
Pour un réseau de chaleur, le bilan des performances peut également être couplé à un bilan économique vérifiant l'équilibre entre les charges et les recettes. Il est également possible de calculer le gain environnemental en émission de CO₂ du réseau bois-énergie par rapport à l'hypothèse d'un réseau 100% gaz ou fioul.

Il est conseillé que le bilan des performances soit réalisé par des professionnels :

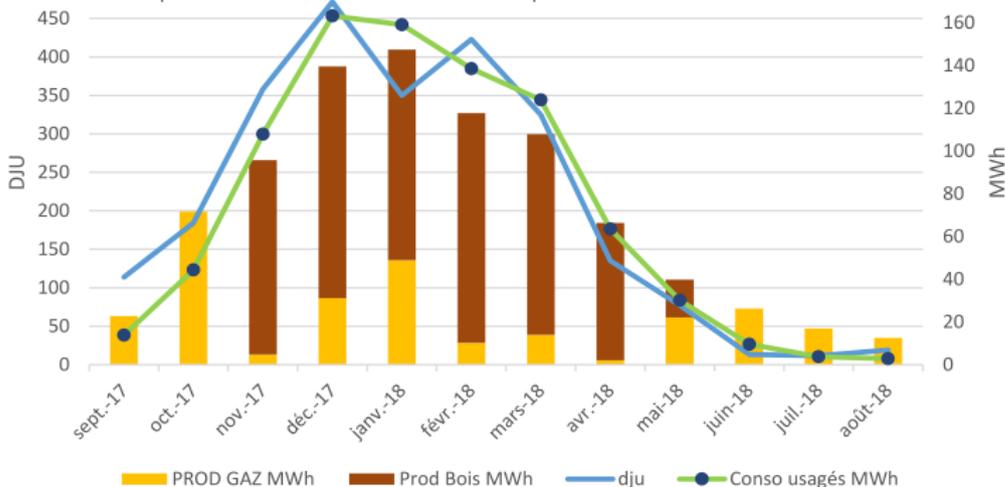
- si le suivi est déjà contractualisé avec un bureau d'étude, AMO ou animateur territoire bois-énergie, le bilan annuel est pris en charge par celui-ci
- pour les collectivités qui suivent elles-mêmes leurs installations, il est recommandé qu'elles fassent appel à l'animateur bois-énergie de leur territoire.

Le bilan est présenté lors d'une réunion de restitution (p24), en même temps que le bilan d'exploitation.

Exemple : Evolution des consommations (MWh) et de la climatologie sur les 3 dernières saisons



Exemple - Evolution mensuelle de la production et des besoins



KESAKO ?
Le **Degré Jour Unifié (DJU)** représente la rigueur climatique.

En phase de fonctionnement

4. LE SUIVI DE L'APPROVISIONNEMENT

4.1. Suivi de la qualité du bois

Caractéristiques

Les caractéristiques du bois doivent être adaptées à celles de la chaudière et peuvent varier d'une installation à l'autre. Ces caractéristiques sont à contrôler à chaque livraison de bois afin de vérifier leur conformité aux exigences du fabricant de la chaudière. Le fournisseur atteste de la qualité de son combustible à l'aide d'un **bon de livraison** qu'il remet à l'agent de chaufferie à chaque réception (un exemple de fiche d'approvisionnement est fourni en [Annexe 6](#)). Il est donc important que l'agent de chaufferie ait pris connaissance des prescriptions du fabricant de chaudière et **soit présent** à chaque livraison pour vérifier la qualité du combustible. Il effectue un contrôle visuel, un test d'humidité (pour le bois déchiqueté) et d'autres tests en cas de doute, puis signe le bon de livraison. Lorsque le silo est bien conçu, une livraison dure environ 30 minutes (d'où l'intérêt de concevoir un silo adéquat). Si le combustible livré ne respecte pas les normes, l'agent de chaufferie peut refuser la livraison et/ou engager l'application d'une **pénalité financière** si le contrat d'approvisionnement le prévoit.

En fonction du combustible (bois granulé ou du bois déchiqueté), les caractéristiques à suivre et contrôler à chaque livraison sont les suivantes :

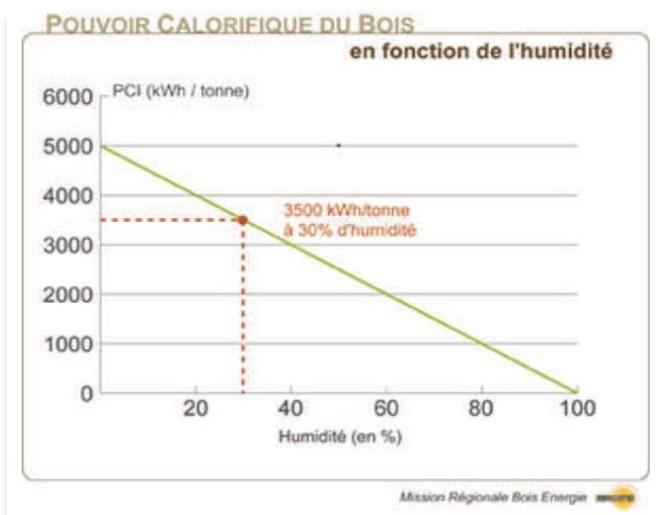


Pour le bois déchiqueté :

✓ Le taux d'humidité

C'est un des critères essentiels d'une fourniture de bois déchiqueté. L'humidité a une influence majeure sur le pouvoir calorifique du bois, un bois trop humide délivrant peu d'énergie et affectant le fonctionnement de la chaudière. La chaudière doit être choisie en fonction de l'humidité du bois produit par les fournisseurs locaux. Les petites installations sont généralement adaptées au bois sec (< 35% d'humidité).

→ Suivre le taux d'humidité : l'humidité doit être indiquée sur le bon de livraison et être régulièrement mesurée par le MOa pour vérification. Il existe plusieurs méthodes dont :



- Le test à l'étuve à 103°C pendant 13h minimum avec pesage avant et après séchage (normes du protocole ISO 18134-1). C'est le test le plus précis mais il faut investir dans une étuve (≈ 1000 à 3000€)
- Le test au microonde : plus économique et simple à mettre en place mais moins précis, donne une première estimation. Principe de la méthode : pesages avant et après séchage (voir méthode en [Annexe 7](#)). L'équipement d'un poste (microonde+ balance) est à prévoir au plus près du lieu de livraison. Il est conseillé de compléter les tests au micro-onde par un test en laboratoire une fois par an et/ou de demander au fournisseur 2 mesures à l'étuve au cours de l'année.



KESAKO ?

Le pouvoir calorifique du bois représente la quantité d'énergie que peut délivrer une tonne de bois lors de sa combustion. On exprime le PCI (Pouvoir Calorifique Inférieur) en kWh/tonne.

✔ La granulométrie

Elle indique les dimensions de la plaquette (c'est-à-dire, des « morceaux » de bois) : longueur, largeur, épaisseur en mm. Elle joue sur deux paramètres :

- *Sur les systèmes mécaniques de transfert du bois entre le silo et la chaudière* : plus la granulométrie est régulière, moins la technologie d'alimentation a besoin d'être robuste. Une granulométrie régulière est ainsi adaptée à un système plus simple, et donc moins coûteux.
- *Sur la combustion* : une granulométrie adaptée permet un bon mélange entre le combustible et l'air comburant.

Dans le cahier des charges, votre fournisseur s'engage à fournir un combustible de granulométrie adaptée à votre chaudière et votre système de transfert, répondant aux prescriptions du constructeur. La granulométrie est fixée lors de l'opération de broyage selon le type de broyeur et le réglage effectué. L'essence et l'humidité du bois ont une influence : un bois tendre et humide sera plus filandreux et donc plus dur à calibrer. Une opération supplémentaire de criblage peut être réalisée, cela ajoute un coût au combustible mais garantit son calibre. Tous les fournisseurs ne possèdent pas cette technologie. Selon les broyeurs, une grille de calibrage assure la production d'un bois bien dimensionné, sans opération de criblage.



➔ Suivre la granulométrie : à chaque livraison, un **contrôle visuel** permet de se rendre compte de la taille des plaquettes et de leur régularité. En cas de doute, la granulométrie peut être évaluée plus précisément en faisant passer un échantillon à travers des tamis et déterminant la masse entre 2 dimensions de mailles différentes. L'analyse granulométrique demande une formation spéciale pour être réalisée selon la norme en vigueur. Il faut également compter ≈ 9 000€ pour une tamiseuse complète. Il est donc plus intéressant de faire effectuer les analyses par un laboratoire extérieur.

Les prescriptions sur le taux d'humidité et la granulométrie se trouvent dans la notice de la chaudière. Il est également possible de s'appuyer sur la classification professionnelle du CIBE <https://cibe.fr/classification/>. Les normes et catégories de combustibles sont régulièrement révisées.

✔ Le taux de fines

Les fines sont les particules de taille inférieure à 3,15 mm, résidus des opérations de transformation et de transport du bois. Lors de la combustion, des particules trop fines risquent de s'envoler dans les flux de fumées. Ainsi, un taux de fines important dans le combustible peut :

- augmenter le taux de poussières émises dans les fumées et donc la pollution de l'air
- engendrer des dysfonctionnements dans la chaudière, comme l'encrassage des tubes et du foyer, une mauvaise montée en puissance, etc.

➔ Suivre le taux de fines : éviter que le taux de fines ne dépasse **5%** (se référer aux normes prescrites par le constructeur). Le taux de fines peut être mesuré en laboratoire lors de l'analyse granulométrique, avec un tamis de 3,15 mm. Le criblage des plaquettes forestières par le fournisseur permet de réduire le taux de fines.



Pour le bois granulé :

Il est conseillé d'utiliser du bois granulé **certifié** (labels ENplus, DINplus ou NF Biocombustibles solides). Ces certifications garantissent le respect des critères de la norme européenne EN ISO 17225-2 (précisés en [Annexe 8](#)). Tout professionnel peut dire respecter la norme mais cela n'est garanti que pour les entreprises certifiées. A noter qu'en cas de litige, la garantie du constructeur peut ne pas fonctionner si le granulé utilisé n'est pas certifié.



On considère que le taux d'humidité ne varie pas d'une livraison à l'autre, et peut être approximé autour de 8% (pour un bon rendement, il doit être inférieur à 10%). Le taux de fines du granulé en vrac est de 1% en sortie d'usine. Si l'installation n'a pas été correctement réalisée, le granulé peut se dégrader lors des opérations de remplissage du silo et d'acheminement, augmentant sensiblement le taux de fines jusqu'à générer des problèmes pour le fonctionnement de l'installation. Pour réaliser une bonne installation, Propellet a réalisé un MOOC « les Clés pour Prescrire le Chauffage au granulé de bois » <https://www.propellet.fr/mooc/>.

Laboratoire

Pour valider le combustible ou en cas de doute sur une livraison, il est possible de procéder à une analyse d'échantillons en laboratoire. Par exemple, le laboratoire de [Fibois Drôme Ardèche](#) propose des prestations de mesures des caractéristiques du combustible bois (à partir de 30€) et compare l'échantillon à la classification du CIBE. Attention à bien respecter le protocole pour réaliser un échantillon (prélèvements à différents points du tas de bois).

En cas de refus d'une livraison par le MOa, le fournisseur peut demander l'analyse d'un échantillon et facturer le transport si son combustible était en réalité en conforme.

Bon de livraison

A chaque réception, un bon de livraison est délivré par le fournisseur de bois. Pour le bois déchiqueté, quelle que soit l'unité de vente, le bon de livraison doit comporter la date de livraison, la quantité, la pesée (vente à la tonne), le taux d'humidité (si cela est demandé dans le cahier des charges), le type de bois (répartition des essences de bois) et la granulométrie. Un modèle est fourni en [Annexe 9](#). Pour le bois granulé, le bon comporte la date et la pesée.

CBQ+

L'association CBQ+ (Chaleur Bois Qualité Plus) regroupe des producteurs et fournisseurs de combustibles bois engagés dans une démarche de qualité et certifie leur combustible et les modalités de livraison. Elle garantit un suivi des livraisons clients (suivi des stocks, traçabilité des produits livrés, contrôles qualité).

4.2. Suivi de la consommation de bois et d'appoint

Suivre sa consommation de bois et d'appoint permet de :

- ✓ Calculer l'énergie en entrée de chaufferie, donnée nécessaire au suivi de fonctionnement (cf. la méthode de suivi simplifié [Doc4. Suivi du fonctionnement des chaufferies bois petites puissances](#))
- ✓ Suivre ses dépenses et factures, s'assurer qu'elles soient à peu près équivalentes d'une année sur l'autre. Si ce n'est pas le cas, l'hiver a-t-il été plus ou moins froid que l'année précédente ? Des dysfonctionnements se sont-ils produits sur la chaufferie bois ? Ou des besoins supplémentaires ?

Un modèle de feuille de traçabilité des combustibles bois et appoint est fourni en [Annexe 6 et 10](#).

Suivre sa consommation de bois



Pour le bois granulé :

L'achat de bois est toujours effectué à la tonne



Pour le bois déchiqueté :

L'achat peut être effectué en MAP, en tonne ou en kWh. Il faut retenir que ce que l'on achète n'est pas seulement du bois mais de l'énergie. Les unités de vente MAP et tonnes n'ont de sens que si elles sont liées à un taux d'humidité, permettant de calculer le pouvoir calorifique du combustible bois et donc l'énergie réellement achetée.



Le MAP (Mètre cube Apparent de Plaquettes) est à éviter car il est compliqué d'attester la quantité d'énergie réellement livrée. Il est difficile d'évaluer la taille de la benne à l'œil nu et si le trajet est long, il y a risque de tassement. Contrairement à l'achat de bois au poids, l'achat de volume présente pour un même volume une variation non négligeable d'énergie selon l'essence de bois. En effet, la masse sèche du bois varie fortement selon si le bois est dur (chêne, hêtre, frêne, châtaigner, orme, bouleau), moyen (aulne, pin, douglas) ou tendre (peuplier, sapin, épicéa). Un MAP de bois dur délivrera plus d'énergie qu'un MAP de bois tendre.



La tonne est à favoriser au MAP. La pesée est effectuée par le fournisseur qui doit venir avec un ticket de pesée, joint au bon de livraison. La livraison ne peut se faire que s'il existe un pont à bascule à proximité afin de peser le camion à vide et plein. Le fournisseur peut disposer de sa propre bascule ou peser chez un prestataire type coopérative agricole en venant livrer. Le poids variant en fonction de l'humidité, ce type de livraison n'a de sens que si elle est couplée à une mesure d'humidité.



Le kWh est l'unité la plus juste car on achète réellement de l'énergie. Cela nécessite une pesée et une humidité garantie. Les petits fournisseurs ont du mal à mettre en place ce mode de facturation, même s'il a tendance à se diffuser, il est plutôt utilisé pour les chaufferies de moyenne et forte puissance (> 1 MW).

L'effet de stock

Consommation annuelle de bois = Bois livré pendant la saison de chauffe

+ Bois présent dans le silo avant la saison de chauffe

- Bois présent dans le silo après la saison de chauffe

} **Effet de stock**

Pour l'estimation de la consommation de bois en entrée de la chaudière (nécessaire pour évaluer le rendement de la chaudière bois), il faut prendre en compte l'effet de stock. Pour mesurer la quantité de bois qui est présent dans le silo avant et après la saison de chauffe, on peut dessiner un marquage gradué dans le silo, mais cela n'est pas très précis. Certaines chaudières à granulés possèdent une sonde dans le silo qui indique le volume restant.

Suivre sa consommation de combustible d'appoint (fioul, propane, gaz de ville)

La consommation de fioul ou gaz naturel peut être mesurée par un **compteur volumétrique** (m³ ou litres). Méthodes pour calculer la production d'énergie de l'appoint :

- **Gaz de ville**

La consommation mesurée par le compteur volumétrique en m³ ou litre est convertie en kWh grâce au coefficient de conversion inscrit sur la facture (compris entre 10 et 14 kWh/m³).

- **Gaz propane**

A partir des livraisons et du niveau de remplissage de la cuve avant et après la période de suivi (effet de stock). La chaudière d'appoint doit posséder une **jauge** permettant de voir le pourcentage de remplissage de propane dans la cuve. Les jauges pneumatiques sont peu fiables, favoriser une jauge électronique. La quantité livrée donnée en kg sur la facture est convertie en kWh grâce au coefficient de conversion ≈ 12,9 kWh/kg.

- **Fioul**

La consommation peut être mesurée par un compteur volumétrique ou à ultrason. La consommation en m³ ou litre est convertie en kWh avec 10 kWh/l et 1 litre = 0.001m³. Si il n'y a pas de compteur volumétrique, calculer à partir des livraisons (quantité livrée en m³) et du niveau de remplissage de la cuve avant et après la période de suivi (requiert la présence d'une jauge, peu fiable).



4.3. Le contrat d’approvisionnement

*Jauge pneumatique
sur compteur fioul*

Mettre en place un contrat d’approvisionnement pluriannuel permet au fournisseur d’anticiper la saison de chauffe et préparer les stocks. Il est important de s’assurer que le fournisseur est capable de livrer des produits aux caractéristiques constantes dans la durée et répondant aux spécificités de la chaudière. Comme vu précédemment, favoriser les livraisons en kWh ou en tonnes. Préconisations d’obligations contractuelles :

- 📄 **Caractéristiques du combustible** : le contrat précise la granulométrie et le taux de fines. Le fournisseur s’engage à ne pas dépasser 5% de fines ; des pénalités peuvent être définies en cas de dépassement de ce taux.
- 📄 **Unité de vente** : favoriser une vente au kWh ou une vente à la tonne avec le taux d’humidité.
- 📄 **Définir les modalités de contrôle** :
 - Sur site (pesée, humidité, granulométrie, prélèvement d’échantillons)
 - A posteriori (taux de fines, ...)
- 📄 **Un bon de livraison** est à délivrer à chaque réception.

Bois déchiqueté : le bon précise la pesée (vente à la tonne) et la quantité (vente au MAP), le taux d’humidité, la granulométrie et le type de bois (répartition par essence) pour chaque livraison. Modèle fourni en [Annexe 9](#).

Bois granulé : le granulé est certifié et le bon précise la pesée.
- 📄 **Préciser les pénalités financières**
 - *imputables au fournisseur* : en cas de non-respect du planning de livraison ou d’une fourniture d’un produit non conforme
 - *imputable au MOa* : une indemnisation peut être versée en cas d’arrêt technique prolongé de l’installation en pleine saison de chauffe
- 📄 **Indexation des prix** : avec des contrats de 3 ans et au-delà, le prix de combustible bois doit être révisable pour tenir compte de l’évolution du marché. Le contrat doit indiquer la périodicité de l’indexation des prix et établir la formule de calcul de révision. Attention : les formules mathématiques à l’échelle nationale ne prennent pas en compte les caractéristiques locales du marché. Il est important de dialoguer avec son fournisseur qui connaît les contraintes régionales et d’adapter si besoin les pourcentages de pondération des index de la formule de révision.

Plus d’infos sur l’établissement d’un contrat d’approvisionnement et les formules de révisions dans le document ressource [Doc 5. Fiche Contrat d’approvisionnement de l’ADEME](#). Un modèle de contrat est également fourni dans le [Doc 6. Modèle de Contrat Type d’approvisionnement des installations Bois-Energie en combustible biomasse](#).

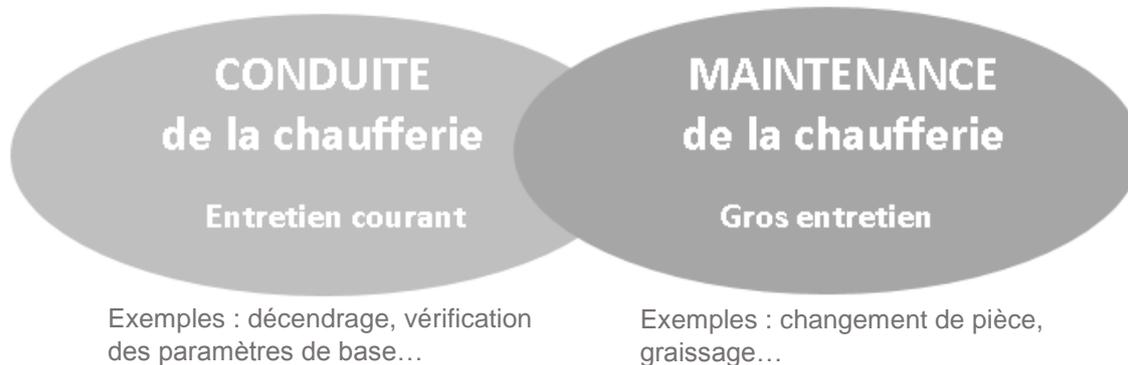


Livraison Gilly-Sur-Isère

En phase de
fonctionnement

5. LE SUIVI D'EXPLOITATION

L'EXPLOITATION DE LA CHAUFFERIE



AGENT DE CHAUFFERIE

EXPLOITANT (contrat)

Un contrat d'exploitation est signé entre le MOa et l'exploitant. Il définit la répartition des tâches entre l'agent communal responsable de la chaufferie et l'exploitant. Cette répartition dépend des compétences de l'agent : plus l'agent possède des compétences, plus le contrat d'exploitation est allégé et donc moins coûteux. Exemple de répartition des tâches en [Annexe 11](#) et dans les documents ressources [Doc 7. Opérations de conduite et maintenance agent /exploitant bois déchiqueté](#) du Parc Morvan et [Doc 8. Cahier des charges de maintenance des chaufferies bois à alimentation automatique \(granulé ou bois déchiqueté\)](#) de l'ADEME.

5.1. Les bonnes pratiques de conduite de la chaufferie par l'agent de chaufferie

Une visite de contrôle de la chaufferie doit être effectuée régulièrement, si possible tous les jours, surtout pour les chaufferies à bois déchiqueté la première année. Passée la première année, l'agent connaît mieux l'installation et peut définir la périodicité des visites. Durant 5 à 15 minutes, l'agent de chaufferie vérifie le bon fonctionnement de l'installation :

- ✓ **Contrôle de l'absence de bruits anormaux**
- ✓ **Contrôle visuel sur l'ensemble de l'installation**
 - Silo / alimentation : bon écoulement du combustible, aucun blocage
 - Chaudière bois, appoint, pompes réseau...
 - Armoire de commande : aucun défaut d'affichage
 - Appareils de mesure : débitmètres, thermomètres, manomètres (pression du circuit),...
 - Impuretés, morceaux de charbon, quantité et couleur des cendres, pouvant être signe d'une combustion mauvaise ou incomplète

- ✓ **Contrôle des paramètres de la chaufferie**

Les paramètres de chaufferie (températures, pressions, concentration en CO₂ et O₂,...) doivent répondre aux valeurs de consigne. Si les valeurs à l'affichage ne correspondent pas aux valeurs de consigne, l'agent de chaufferie doit intervenir ou contacter l'entreprise de maintenance.



Pour disposer d'une rédaction plus pratique et opérationnelle par rapport aux notices, demandez à votre installateur une fiche résumant les spécificités de l'installation : taux d'humidité accepté, granulométrie, valeurs de consigne en chaufferie.

L'agent de chaufferie inscrit toutes les actions de conduite de la chaufferie dans un registre de chaufferie. Une fiche de traçabilité d'entretien courant est fournie en [Annexe 10](#).

5.2. Les bonnes pratiques d'exploitation de la chaufferie par l'exploitant

Le carnet de chaufferie

Le carnet de chaufferie retrace toutes les interventions effectuées par l'exploitant en chaufferie : contrôles, mesures, changement de pièces... Il est obligatoire en chaufferie. Le MOa pourra s'y référer en cas de doute sur les entretiens effectués. Il permet également d'assurer une continuité lors d'un changement d'exploitant.

Le contrat d'exploitation

Il définit les actions d'exploitation et la fréquence des visites de contrôle par l'exploitant. Lorsque le MOa constate un dysfonctionnement, l'exploitant doit pouvoir intervenir au plus vite. Après identification du problème, soit la correction est effectuée directement si elle rentre dans les tâches couvertes par le contrat, soit elle est soumise à un devis si elle sort du cadre du contrat.

En complément des interventions de l'exploitant, il est conseillé de prévoir de temps à autre (tous les 5 ans par exemple) une intervention du constructeur pour un diagnostic plus approfondi. C'est au MOa de solliciter lui-même le constructeur ou alors veiller à ce que l'exploitant le fasse. Pour s'assurer que ce contrôle soit effectué, il peut être inscrit dans le contrat d'exploitation.

Préconisations pour le contrat d'exploitation - les obligations contractuelles :

-  **Bien définir les actions de maintenance et d'entretien** : se référer aux grilles qui recensent les principales interventions à prévoir pour les chaufferies de petite et moyenne puissance ([Annexe 11](#) et dans les documents ressources [Doc 8. Opérations de conduite et maintenance agent /exploitant bois décheté – Parc Morvan](#) et [Doc 9. Cahier des charges de maintenance des chaufferies bois à alimentation automatique \(granulé ou bois décheté\)](#) de l'ADEME.)
-  **Définir la fréquence des passages en chaufferie** selon les actions d'entretien à réaliser et la taille des installations.
-  **Définir les modes de détection en cas de dysfonctionnement**. L'exploitant reçoit-il également des alertes et décide lui-même d'intervenir ou intervient-il seulement à la demande du MOa après constatation de dysfonctionnement ? A-t-il accès aux données à distance ou doit-il se déplacer ?
-  **Le carnet de chaufferie doit être régulièrement rempli**. Toutes les procédures de maintenance doivent être tracées et inscrites dans le carnet de chaufferie
-  **Bien définir la contractualisation des provisions d'entretien/renouvellement** : de manière générale, le MOa alimente régulièrement des provisions (P3) à disposition de l'exploitant, en cas de changement de pièces. L'utilisation de ces provisions peut être déterminée par le contrat : par exemple, en cas de casse de matériel, l'exploitant peut intervenir rapidement sans attendre l'accord de la mairie mais doit demander son avis en cas de travaux non urgents ou d'amélioration. Il est également possible de ne pas contractualiser les provisions auquel cas l'exploitant réalisera des devis au cas par cas. Si le contrat d'exploitation intègre le renouvellement (P3), les dépenses de l'exploitant doivent être justifiées en fin de chaque année.
-  **Éviter de contractualiser l'approvisionnement en combustible avec l'exploitant** : le MOa perd l'intérêt de la TVA à taux réduit sur l'achat du combustible bois
-  **Exiger un bilan annuel d'exploitation** (écrit et présenté)
-  **Conseil** : demander que l'exploitant fasse appel au constructeur pour un diagnostic complet de l'installation, tous les 2 à 5 ans et plusieurs visites durant la première année.

Le bilan annuel d'exploitation

Le bilan annuel d'exploitation est un rapport qui synthétise les opérations d'entretien effectuées sur la chaufferie durant la période de chauffe.

Données devant figurer dans le bilan :

- taux de panne,
- durée des arrêts et nombre d'heures de fonctionnement de la chaudière bois et appoint,
- pièces changées,
- nature de la maintenance (préventif, curatif),
- perspective de maintenance (notamment les pièces à changer pour les années à venir).

Le bilan est présenté par l'exploitant lors d'une réunion de restitution, en même temps que le bilan des performances.



Astuces : comment diminuer le coût du contrat d'exploitation ?

- **en donnant les compétences à l'agent de chaufferie !**

La plupart des passages en chaufferie par l'exploitant sont réalisés pour des opérations de décendrage. Avoir cette compétence en interne permet de diminuer la récurrence des visites de l'exploitant, et donc le coût du contrat d'exploitation. Pour former l'agent communal responsable de chaufferie au décendrage, il est possible de se tourner vers le constructeur.

Il arrive également que la réception du combustible bois fasse partie des missions de l'exploitant. Ce coût peut être évité si l'agent de chaufferie s'en charge (cf. partie 4. Suivi d'approvisionnement).

- **en réfléchissant à la mise en place d'une connexion internet en chaufferie**

Les compteurs et la régulation rassemblent une grande quantité de données, consultables en chaufferie. Une connexion internet est nécessaire à la transmission de ces données, si on souhaite qu'elles soient accessibles à distance. Le prix de la connexion internet en chaufferie peut être amorti par les économies faites sur l'exploitation. En effet, en cas de dysfonctionnement, le constructeur et l'exploitant peuvent détecter le problème à distance, ce qui permet d'éviter des déplacements souvent coûteux pour le MOA. La fréquence des visites préventives en chaufferie par l'exploitant peut également être réduite, baissant le coût du contrat. Par exemple, un diagnostic par le constructeur n'est souvent pas facturé s'il est effectué à distance.



QUE FAIRE DES CENDRES ?

Les cendres de bois peuvent être valorisées par compostage. En petite quantité, elles peuvent également être utilisées comme amendât de jardin : apport de potassium et de phosphore, redressement de pH... Certains les utilisent même en remplacement de produits ménagers ou pour fabriquer une lessive maison écologique ! A défaut, l'exutoire privilégié par les services déchets est la mise en incinération.

6. UNE BONNE COMMUNICATION INTERNE ET EXTERNE

La clé : la communication ! Pour une meilleure organisation et meilleure prise en charge des difficultés rencontrées

6.1. Restitution des bilans de performance et d'exploitation en interne

Les bilans d'exploitation et de performance sont présentés lors d'une réunion de restitution, respectivement par l'entreprise de maintenance et le prestataire de suivi. Lors de cette restitution, sont présents les élus et tous les acteurs impliqués dans le bon fonctionnement de la chaufferie bois-énergie : exploitant, installateur si c'est la première année de fonctionnement, DST / agents techniques en charge de la chaufferie, fournisseurs de bois, constructeur. Le bilan des performances et d'exploitation se complètent, par exemple un taux de couverture faible (constaté dans le bilan des performances) peut s'expliquer par un fort taux de panne (rapporté dans le bilan d'exploitation). Les exploitants peuvent justifier de leurs réglages production/distribution et s'expliquer en cas de performances non-atteintes.

La présence de toutes les parties prenantes, y compris celle de l'agent de chaufferie est très importante, afin que chacun prenne conscience des préconisations d'amélioration et soit en mesure de les appliquer à son niveau. L'agent technique verra comment les données qu'il a relevées ont été utilisées, ce qui donnera du sens à son travail.

Ce bilan est également une belle opportunité d'échange entre les acteurs. Agents techniques et exploitants pourront communiquer avec les élus sur les difficultés rencontrées au cours de l'année. Conscients des réalités du terrain, des solutions et pistes d'amélioration pourront être discutées et décidées ensemble.

Il est recommandé d'organiser au minimum une restitution par an, idéalement deux : une au milieu et une en fin de saison de chauffe.

6.2. Informer les abonnés au réseau de chaleur

Informers les abonnés est essentiel pour renforcer le sentiment d'appartenance au réseau de chaleur et lever les incompréhensions. Pour une installation bois-énergie qui bénéficie d'un suivi, il est pertinent d'organiser un temps d'échange annuel avec les usagers. Les résultats énergétiques et financiers du bilan des performances ainsi que les principales actions de maintenance ayant pu perturber le fonctionnement du réseau pourront être présentés. Cette réunion peut être réalisée par le professionnel (AMO ou Animateur bois-énergie) chargé du bilan des performances ou rentrer dans le cadre du contrat de suivi.

Il est également bienvenu d'organiser une visite de l'installation ouverte au public, en présence du prestataire de maintenance expliquant son travail. Ce temps de vulgarisation et d'échanges permettront de mieux comprendre les problématiques des uns et des autres.

7. CONTRACTUALISER LE SUIVI

Il existe différents contrats selon l'envergure du suivi (simple, détaillé).

Pour un suivi simple, il est possible de faire appel à l'animateur bois-énergie du territoire. Selon l'animateur, la prestation de suivi pourra inclure des bilans de performances avec réunion de restitution, une réunion d'information avec les abonnés du réseau de chaleur, une validation du plan de comptage en phase projet, un accompagnement du MOa à être autonome sur le suivi (formation à la prise en main d'outils de suivi),... Le prix est variable selon la prestation (1000 à 2000 €/an).

Pour un suivi plus détaillé, il est possible de faire appel à un bureau d'études ou AMO. Le prix de la prestation est variable selon la taille de l'installation et l'envergure du suivi demandé. Il faut généralement compter minimum 3500€ par an.

La prestation de suivi peut inclure :

-  **En phase de planification du projet** : contrôle et validation du plan de comptage. Vérification que le suivi est bien inclus dans le cahier des charges de l'installation.
-  **En phase réception de l'installation** : être présent lors de la réception et mise en service de l'installation
-  **Suivi de bon fonctionnement (suivi des indicateurs de performances):**
 - un bilan mensuel des indicateurs de performance. Ces rapports sont envoyés au contact en mairie mais également à l'exploitant, au fournisseur et à l'agent technique. Chaque acteur est ainsi conscient des performances de l'installation et se sent impliqué pour les améliorer.
 - au minimum deux réunions de restitution de bilans de performances par an (milieu et fin de saison de chauffe)
-  **Eventuellement, suivi de l'exploitation** :
 - contrôle du travail de l'exploitant. Le prestataire de suivi étudie le bilan d'exploitation : il vérifie la conformité aux prescriptions du constructeur et si les contrôles réglementaires ont bien été effectués. L'AMO est le lien entre les différents acteurs (concepteur, exploitant, maître d'ouvrage, fournisseur) ; il ne devra pas seulement être critique envers les travaux de l'exploitant mais également proposer des solutions et favoriser de bonnes relations.
-  **Réunion d'information annuelle** avec les abonnés du réseau de chaleur
-  Eventuellement pour les installations moyennes : demander à l'AMO d'accompagner le MOa à être autonome sur le suivi

Pour les réseaux de chaleur, certains prestataires proposent également de réaliser la facturation et de remplir l'enquête annuelle du SNCU (Syndicat National de Chauffage Urbain).

Pour les installations déjà en fonctionnement, demander à l'animateur bois-énergie du territoire un premier diagnostic pour évaluer s'il est possible de mettre en place un suivi avec l'instrumentation présente en chaufferie.

8. SYNTHÈSE DES ÉTAPES DE SUIVI

LEGENDE

-  A inclure dans le cahier des charges ou le contrat
-  Bonnes pratiques du MOa

SUIVI DE MISE EN SERVICE

Réception

-  Mise en place d'opérations préalables à la réception (OPR) (grille en [Annexe 3](#))
-  S'assurer que l'espace en chaufferie est suffisant pour faire l'exploitation de la chaudière, que le matériel est présent et correctement positionné
-  S'appuyer sur une fiche de validation (modèle dans documents ressources [Doc 1](#).et [2](#).)

Mise en service

-  Effectuer des mesures et tests lors de la mise en service et/ou quelques jours après et vérifier leur conformité aux prescriptions du constructeur
-  S'appuyer sur une fiche de validation fournie par le constructeur ou s'appuyer sur le modèle de l'ADEME ([Doc 1](#).et [2](#).)

SUIVI DE BON FONCTIONNEMENT

ALERTE SI DETECTION DYSFONCTIONNEMENT

-  Instrumentation de l'installation : présent dans la régulation
-  Alerte par sms : définir le personnel qui recevra l'alerte, connexion téléphonique ou internet

SUIVI SIMPLIFIÉ

- Accompagnement éventuel par l'animateur bois-énergie du territoire ou AMO.
-  Etablir un plan de comptage
 -  Instrumentation de l'installation : compteurs d'énergie (sonde de température + débitmètre, compteurs avec mémorisation des données ou non), jauge ou compteur m³ sur appoint
 -  Précision du moyen de transfert des informations (reporting manuel ou automatique, mise en place d'une connexion internet ou abonnement téléphonique)
 -  Bilan des performances par un professionnel (min 2 restitutions par an, au milieu et en fin de saison de chauffe)
- Bonnes pratiques :
-  L'agent de chaufferie relève périodiquement les compteurs d'énergie
 -  Les données sont analysées par le MOa ou prestataire de suivi, afin de détecter toute dérive de performance, signe de dysfonctionnement, de mauvaise gestion ou de problème d'entretien.

SUIVI DÉTAILLÉ

- Mise en place d'un contrat de suivi
-  Etablir un plan de comptage
 -  Instrumentation de l'installation : compteurs d'énergie sonde de température + débitmètre, compteurs avec mémorisation des données ou non), manomètre, jauge ou compteur m³ sur appoint
 -  Bilan mensuel : analyse des données par un professionnel, identification des dysfonctionnements et préconisations d'amélioration
 -  Précision du moyen de transfert des informations (reporting automatique, mise en place d'une connexion internet ou abonnement téléphonique)
 -  Bilan des performances par un professionnel (plusieurs restitutions pendant la saison de chauffe)
- Bonnes pratiques :
-  L'agent de chaufferie relève périodiquement les compteurs d'énergie et les envoie au prestataire de suivi

SUIVI DE L'APPROVISIONNEMENT

Contrat d'approvisionnement (bois plaquette) :

-  Le contrat précise la granulométrie, le taux d'humidité (fourchette) et le taux de fines : ce sont les 3 caractéristiques permettant de qualifier un combustible bois déchiqueté selon la norme ISO 17225 en vigueur
-  Favoriser une vente au kWh ou une vente à la tonne avec le taux d'humidité.
-  Pour une vente à la tonne : à chaque livraison, le bois est pesé et le ticket de pesée est fourni
-  Les caractéristiques du bois livré sont constantes et adaptées à la chaudière bois
-  Le bon de livraison est délivré à chaque livraison
Bois déchiqueté : le bon précise la pesée (vente à la tonne) et la quantité (vente au MAP), le taux d'humidité, la granulométrie et le type de bois (répartition des essences) pour chaque livraison. Modèle fourni en [Annexe 9](#).
Bois granulé : le granulé est certifié et le bon précise la pesée.
-  Dans le cas où le fournisseur n'utilise pas l'étuve pour mesurer l'humidité à chaque livraison, attester la fiabilité de l'outil de mesure en exigeant une analyse comparative avec 2 mesures à l'étuve par an (inclus dans le contrat)

Les bonnes pratiques :

-  L'agent de chaufferie est présent à chaque livraison et demande systématiquement le bon de livraison au fournisseur de bois
-  Il vérifie la qualité du bois et s'assure qu'elle respecte les prescriptions du fabricant de la chaudière avant de signer le bon de livraison : contrôle visuel, tests d'humidité réguliers. Pour une analyse plus poussée, il peut faire appel à un laboratoire
-  Il n'hésite pas à refuser une livraison en cas de combustible de mauvaise qualité (humidité non conforme, granulométrie inadaptée) ou fait appliquer une pénalité financière

SUIVI D'EXPLOITATION

Contrat d'exploitation :

-  Définir les actions d'exploitations effectuées par l'exploitant et la fréquence des visites de contrôle
-  Prévoir à minima 2 entretiens complets par an
-  Le contrat inclut un bilan annuel d'exploitation (rapport écrit + présentation)
-  Eventuellement : prévoir un diagnostic par le constructeur

Les bonnes pratiques de conduite de la chaufferie :

-  L'agent de chaufferie a été formé à la conduite de la chaufferie. Il dispose des compétences et du temps nécessaire à la conduite et l'entretien courant de l'installation
-  Des formations techniques sont proposées périodiquement à l'agent de chaufferie selon ses besoins
-  L'agent de chaufferie effectue des visites régulières : contrôle visuel et auditif + contrôle des paramètres de la chaufferie
-  Traçabilité : l'ensemble des tâches liées à l'entretien sont inscrites dans le carnet de chaufferie.
-  L'exploitant informe régulièrement le MOa (et dans le cas échéant l'AMO) des pannes, travaux...

PENSER A DEMANDER AU CONSTRUCTEUR/ INSTALLATEUR

-  Exiger que l'agent de chaufferie reçoive une formation sur le terrain d'1/2 journée minimum + fiche qui rappelle les actions d'entretien courant
-  Demander au constructeur une fiche résumant toutes les spécificités de l'installation :
 - o granulométrie et taux d'humidité acceptée,
 - o paramètres de la chaufferie : températures, pressions, concentrations CO₂/O₂,...
-  Demander à l'installateur un résumé contenant les prescriptions de conduite et des modes opératoires de la chaufferie

- ✓ En complément des interventions de l'exploitant, il est conseillé de prévoir une intervention du fabricant pour un diagnostic plus approfondi (par exemple, tous les 2 ans) : le MOa peut lui-même faire appel au constructeur ou alors veiller à ce que l'exploitant le fasse et le préciser dans son contrat de maintenance
- ✓ Durant la première année, prévoir plusieurs visites par le constructeur pour ajuster les réglages

METTRE EN PLACE UNE BONNE COMMUNICATION INTERNE ET EXTERNE

- ✓ Organiser une réunion de restitution des bilans de performances et d'exploitation par an (idéalement deux : au milieu et en fin de saison de chauffe), moments propices à l'échange
- ✓ S'assurer que l'agent de chaufferie est présent lors de ces restitutions et être à l'écoute de ses retours et besoins
- ✓ Organiser un bilan avec les abonnés du réseau de chaleur et répondre à leurs questions

9. CONTRIBUTEURS ET RELECTEURS

Note de l'auteure : je tiens à remercier très chaleureusement l'ensemble des contributeurs de ce guide, qui ont pris du temps pour échanger, répondre à mes questions et apporté de précieux conseils. Un grand merci à tous les relecteurs pour leurs retours constructifs et leur implication dans l'élaboration de ce guide. Je souhaite remercier particulièrement Marion Mezzina et Elodie Payen, chargées de projets au CIBE, pour la diffusion de ce document auprès des membres de la commission ANI et REX du CIBE.

CONTRIBUTEURS

Alain MAITRE	Responsable Centre Technique Municipal	Beaufort	MOa de la Savoie
André VAIRETTO	Maire	Notre Dame des Millières	
Stéphane DUCHATEAU	Responsable Technique	Gilly Sur Isère	
Florian TRONCHET	Chargé des Finances	Queige	
Raymond COMBAZ	Adjoint au Maire		Constructeurs
Laurent BESTENTI	Directeur partenariats, grands comptes et prescription	ÖkoFEN	
Maxime THOLLET	Représentant secteur Savoie	Hargassner	
Jean-Bernard AMPHOUX	Responsable Technique,	SAELEN	
Philippe PREAU	Responsable régional Sud-Ouest,		Fournisseurs bois
Philippe COQUET	ONF Energie		
Stéphane CHAPPAZ	Combustible Bois Energie		
Olivier REY	Chargé d'affaires en industrie et bâtiment	Bureau d'études Enerbat	
Nicolas PICOU	Chargé de mission EnR thermique	Auvergne Rhône-Alpes Energie Environnement	

CONTRIBUTEURS & RELECTEURS

Gaëlle VAUGEOIS	Cheffe de projet	Bureau d'Etudes Eepos
Julien ALLIROT	Chargé de mission	AGEDEN
Nathalie NOËL, Thierry POTTIER, Christian FLEURY Sébastien EYRAUD	Chargée de mission Bois énergie Chargé de mission EnR Chargé de mission Responsable Collectivités	ASDER
Marion MEZZINA	Chargée de projets	Comité Interprofessionnel du Bois-Energie (CIBE)
Martin KELLER	Chargé de mission énergies	Parc National Régional du Morvan
Isabelle PINEY	Chargée de missions bois-énergie	Pro-Forêt
Eric VIAL	Délégué Général	PROPELLET France
Grégory ZABALA	Chargé de missions approvisionnement	BOIS ENERGIE 66
Marc Le Tréis	Animateur Plan bois Énergie Bretagne - Responsable du Secteur Biocombustibles	AILE
Matthieu PETIT	Chargé de mission bois énergie	FIBOIS Ardèche Drôme

10. DOCUMENTS UTILES & ANNEXES

Toute la documentation (sauf guides payants) se trouve sur le site de l'ASDER dans la rubrique [RESSOURCES > Prix des énergies/Guides/Points de vigilance > Pour les collectivités.](#)

DOCUMENTS ET LIENS UTILES	
Concevoir un silo	
	<p><i>Guide Technique – concevoir et dimensionner en toute sécurité un silo de chaufferie bois</i> (bois déchiqueté et granulé) FIBOIS 2015 Prix 48€ TTC</p>
Réception et mise en route	
	<p><i>Guide de réception des chaufferies bois à alimentation automatique</i> Grille de validation pour la réception et mise en service de l'installation ADEME → Doc 1. Granulés de bois https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/.../guide-reception-chaufferies-bois-dechiquete.pdf → Doc 2. Bois déchiqueté https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/sites/default/files/guide-reception-chaufferies-granules-bois.pdf</p>
	<p>Doc 3. Installations hydrauliques – Réception des installations et suivi des consommations Présentation des organes en chaufferie et points de vigilance en phase travaux Formation MOUNTEE Fev. 2015 AGEDEN, ALEC, AURAEE</p>
Suivi de bon fonctionnement	
	<p>Doc 4. Suivi du fonctionnement des chaufferies bois de petites puissances (<400kW) Méthodologie de suivi simplifié → Fichier Excel s'appuyant sur cette méthode à demander à l'ASDER IERA mai 2018</p>
Suivi d'approvisionnement	
	<p>Doc 5. Fiche Contrat d'approvisionnement ADEME Mars 2018 https://www.ademe.fr/sites/default/.../fiche7-contrats-approvisionnement-010367.pdf</p>
	<p>Doc 6. Modèle de Contrat Type d'approvisionnement des installations Bois-Energie en combustible biomasse CIBE 2016 https://cibe.fr/wp-content/uploads/2016/12/2016-11-25_CIBE_2016-Modele_Contrat_APR-V9.pdf</p>
	<p>Doc 7. Prélever un échantillon – protocole de prélèvement Fiche FIBOIS Ardèche – Drôme, Energies 15 www.fibois.com/tl_files/pdf/PROTOCOLE%20PRELEVEMENT.pdf</p>

	<p>Dans la médiathèque de l'ADEME : Production de chaleur biomasse : qualité des approvisionnements 23 Fiches méthodologiques Collection Clés pour Agir – mars 2018 https://www.ademe.fr/production-chaleur-biomasse-qualite-approvisionnementnements</p>
<p>Suivi d'exploitation</p>	
	<p>Doc 8. Opérations de conduite et maintenance agent /exploitant bois déchiqueté Proposition de répartition des tâches entre agent de chaufferie et exploitant : - liste d'opération de conduite & entretien courant à réaliser par l'agent en charge de chaufferie - liste d'opérations d'entretien & maintenance à faire réaliser par une entreprise. <u>Bois déchiqueté</u> Parc naturel Régional Morvan Juin 2019</p>
	<p>Doc 9. Cahier des charges de maintenance des chaufferies bois à alimentation automatique (granulé ou bois déchiqueté) Liste détaillée des actions d'entretien selon leur difficulté de réalisation (donne des clés pour répartir les tâches entre agent communal et entreprise) ADEME https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/.../cdc-maintenance-chaufferies-bois-alimentation-...</p>
	<p>Doc 10. Guide bonnes pratiques des chaufferies bois à alimentation automatique (granulé et bois déchiqueté) Pistes de bonnes pratiques d'exploitation et actions recommandées en cas de dysfonctionnements ADEME 2013 https://cibe.fr/documents/guide-de-bonnes-pratiques-chaufferies-bois-a-alimentation-automatique-granules-bois-dechiquete/</p>
	<p>Doc 11. Conseils d'exploitation Bonnes pratiques à appliquer en cas de dysfonctionnement liés à des problèmes de combustibles ADEME Mars 2018 https://www.ademe.fr/production-chaleur-biomasse-qualite-approvisionnementnements</p>
	<p><i>Recommandations sur le cahier des charges de contrat d'exploitation</i> CIBE 2019</p>
<p>Transversal</p>	
	<p>MOOC sur le bois granulé <i>Les clés pour prescrire le chauffage au granulé de bois</i> Conception d'une chaufferie, exploitation et maintenance Propellet https://www.propellet.fr/mooc/</p>
	<p><i>Recensement des formations liées au bois-énergie</i> CIBE 2018 https://cibe.fr/documents/recensement-formations-continues-liees-bois-energie-2018-ani-5/</p>

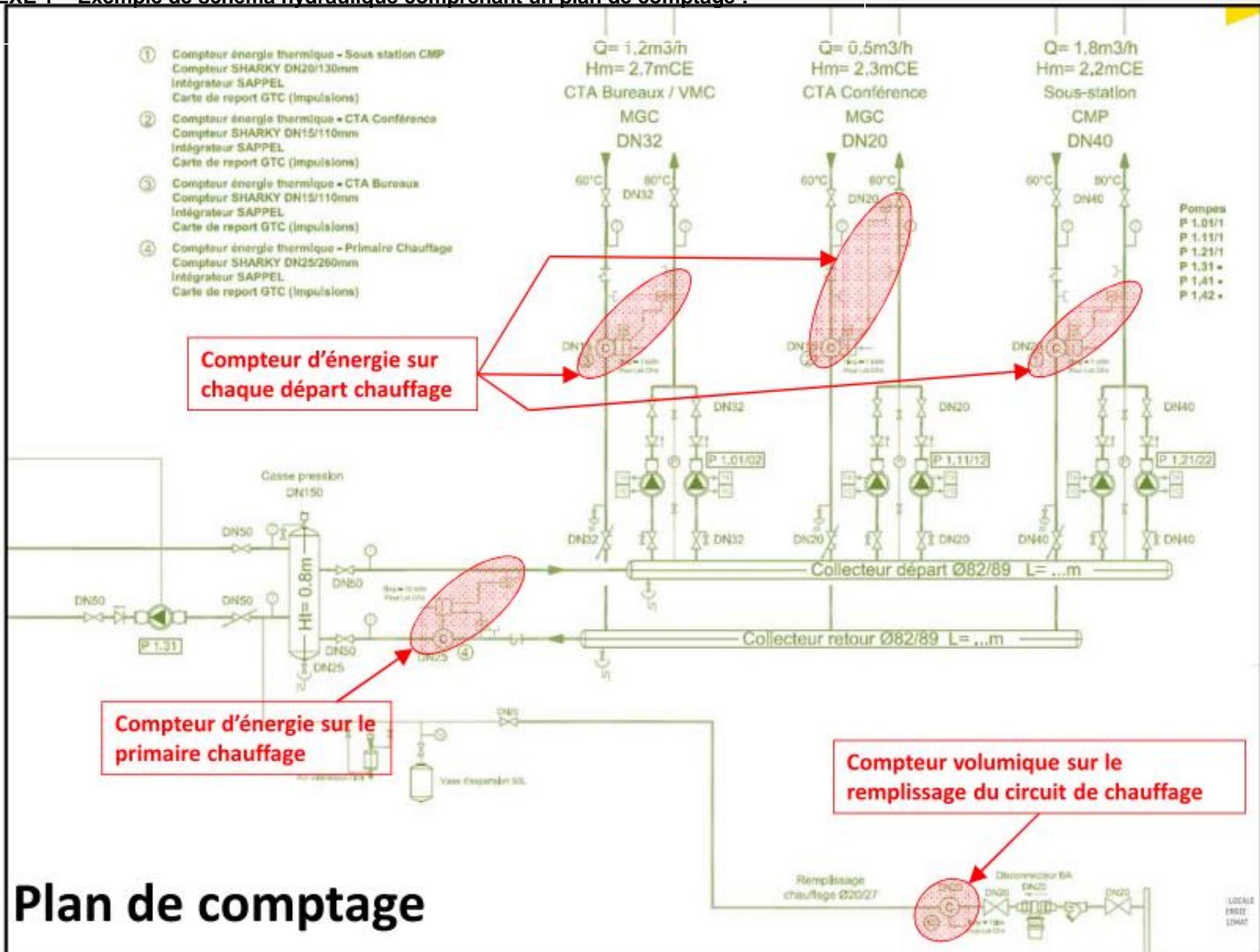
Pour toute information complémentaire, contacter l'ASDER

Contact à l'ASDER :
Nathalie NOËL
 Pôle Collectivités et Territoires

asder

Maison des énergies
 124 rue du Bon Vent – BP 99 499
 73 094 Chambéry Cedex 9
 tél. 04 79 85 88 50
www.asder.asso.fr

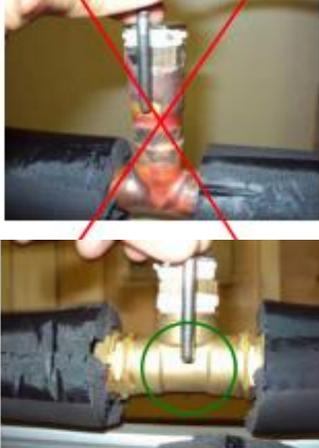
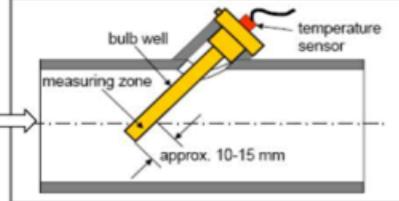
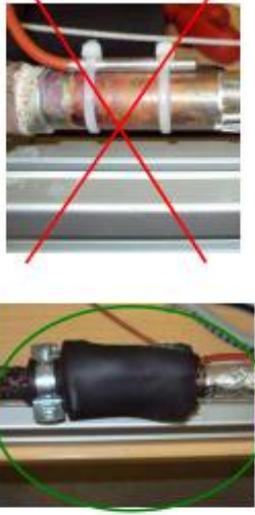
ANNEXE 1 – Exemple de schéma hydraulique comprenant un plan de comptage :



ANNEXE 2 – Bon positionnement des sondes de température

Lors de la réception des équipements, contrôler le bon positionnement des sondes de température sur les tuyauteries, conformément aux recommandations du fabricant.

Attention également aux erreurs de branchements : si les sondes de températures sont inversées les compteurs ne pourront compter l'énergie cumulée (valeur négative)

DIFFERENTS MONTAGES DE SONDE DE TEMPERATURE SUR TUYAUTERIES		
<p>Immergée (idéal mais rare)</p>  <p>Position de l'élément sensible de la sonde</p>	<p>En doigt de gant (le plus courant)</p>  <p>La sonde doit impérativement arriver au niveau du flux</p> <p>Et idéalement : huile ou pâte thermique</p> <p><i>Exemple de mise en œuvre de sonde de température pour un fabricant (Sensus)</i></p>  <p>source : formation MOUNTEE</p>	<p>En applique (uniquement sur du cuivre)</p>  <p>Sont nécessaires : Pâte thermique + scotch aluminium + isolant bien plaqué</p> <p>source : guide INES TélésuiWeb</p>

⇒ Plus d'infos sur les organes en chaufferie et organes de sécurité :

	<p>Doc 3. Installations hydrauliques – Réception des installations et suivi des consommations</p> <p>Présentation des organes en chaufferie et points de vigilance en phase travaux</p> <p>Formation MOUNTEE Fev. 2015</p> <p>AGEDEN, ALEC, AURAE</p>
---	---

ANNEXE 3 - Réception statique : fiche de validation – OPR (Opération Préalable à la Réception) et réception des installations de chauffage

liste des éléments à vérifier par la Maîtrise d'œuvre dès la phase OPR/Réception	C : Conforme NC : Non-Conforme						Commentaires
	réunion OPR 1		réunion OPR 2		Réunion Réception		
Schéma de principe hydraulique affiché en chaufferie le schéma doit faire apparaître TOUS les organes de l'installation (T°C, filtres, compteurs, etc...) le schéma doit être conforme à l'installation en chaufferie (tous les raccordements doivent être représentés)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Étiquetage des circuits hydrauliques étiquetage du circuit hydraulique par des flèches indiquant le sens des fluides les réseaux chauffage et ECS doivent être étiquetés	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Étiquetage des vannes de réglage (TA) les vannes TA de réglage doivent être étiquetées avec le nombre de tours et débit	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification du conduit de fumée vérification de la présence d'une plaque signalétique sur le conduit indiquant le type de conduit, son diamètre, la distance de sécurité, le nom de la société et la date de réalisation des travaux de fumisterie (DTU 24,1)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Raccordements hydrauliques Vérification de tous les raccords hydrauliques dits "sensibles" (retour bouclage ECS sur entrée froide du mitigeur pour le solaire, raccordement des échangeurs, etc...)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Piquage "eau froide" pour les logement aucun piquage de type "eau froide logements" ou "remplissage cuve arrosage extérieur" ne doit être positionné en aval du compteur général ECS	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Positionnement des organes de mesure agissant sur la régulation vérification du bon positionnement des organes de mesure agissant sur la régulation et de leur mise en œuvre (doigts de gants et sondes de température adaptés et en contact avec le fluide, sonde correctement fixée, etc)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Positionnement des organes de mesure associés aux compteurs d'énergie vérification du bon positionnement des organes de mesure associés aux compteurs d'énergie et de leur mise en œuvre (doigts de gants et sondes de température adaptés et en contact avec le fluide, sonde correctement fixée, etc)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification du bon dimensionnement des compteurs volumiques débit nominal adapté Qn,...	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification des caractéristiques des compteurs énergétiques vérifier pour chaque compteur le poids d'impulsions des compteurs volumiques et des intégrateurs associés	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Circulateur à variation électronique de vitesse s'assurer que l'installation hydraulique soit compatible avec la variation électronique de vitesse (positionnement des éventuelles soupapes de pression différentielle et réglages...)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Calorifuge des réseaux hydrauliques et organes vérification de l'épaisseur de l'isolant pour les conduites ch et ECS conformément au CCTP vérification de l'isolation des différents organes (ballon de stockage, échangeur, vannes,...)	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification du bon positionnement de la sonde de température extérieure position nord de préférence à l'abri de l'ensoleillement direct	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification du débit des mousseurs aux différents points de puisage vérification à faire sur quelques points de puisage avec un débitmètre	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Eclairage des communs vérifier le type, la puissance et la temporisation conformément aux prescriptions du CCTP	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	
Vérification du contenu du DOE rapport d'équilibrage chauffage et ventilation, analyse fonctionnelle du chauffage/CTA, notice technique d'utilisation du matériel, essais COPREC, etc...	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	C <input type="checkbox"/>	NC <input type="checkbox"/>	

ANNEXE 4 – Réception statique : fiche de validation de l'instrumentation nécessaire au suivi énergétique

	C	NC	Non concerné	Observations
SUIVI ENERGETIQUE				
Plan de comptage adapté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Les sondes de température				
Accessibilité des sondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sonde adaptée à la plage de température mesurée (0-100°C)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Couples de sondes de température appairées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sondes de température de type plongeur ou sonde immergée	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Diamètre du plongeur proche de celui de la sonde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Longueur de la sonde adaptée au diamètre de la canalisation	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sur canalisation droite : plongeur incliné à 45°, à contre-courant	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Présence d'huile ou de pâte thermique	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Présence d'un dispositif de maintien de la sonde	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sondes calorifugées	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Protection des sondes : minimum IP33	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Longueur de câble de liaison identique pour les 2 sondes	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Prolongement (éventuel) avec diamètre de câble	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Le compteur d'eau				
Respect du débit maximum et minimum de puisage	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Sens de raccordement du compteur respecté	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Compteurs installés conformément aux indications constructeur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Présence de filtre (démontable) en amont	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Présence de vannes d'isolement avec robinet de vidange	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Raccordement conforme (câbles blindés)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Le compteur d'énergie				
Sonde de température en aval du compteur	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Classe du compteur : 1	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Positionné sur le circuit d'eau froide	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Eloigné des sources de perturbations électromagnétiques	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Possibilité de mémorisation interne mensuelle des index	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____
Présence d'un compteur électrique pour la chaufferie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	_____

ANNEXE 5 – Fiche de relève manuelle des compteurs d'énergie

SAISIE DES INDEX saisir la date du jour de la relève		septembre	octobre	novembre	décembre	janvier	février	mars	avril	mai	juin	juillet	août
		../09/2017	../10/2017	../11/2017	../12/2017	../01/2018	../02/2018	../03/2018	../04/2018	01/05/2018	01/06/2018	01/07/2018	01/08/2018
compteur d'énergie en sortie de la chaudière bois	MWh										---		
compteur d'énergie en sortie de la chaudière d'appoint	MWh										--		
compteur d'énergie distribuée départ réseau de chaleur	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 1	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 2	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 3	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 4	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 5	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 6	MWh										---		
compteur d'énergie livrée en sous-station 7	MWh										---		
compteur d'électricité de la chaufferie	MWh										---		
compteur d'eau du circuit de chauffage	m3												

ANNEXE 7 – Fiche méthode par micro-ondes

Méthode par micro onde

Afin d'obtenir une vitesse de déshydratation plus rapide (5 à 15 minutes), il est possible d'utiliser un four à micro onde du commerce.

Ci-dessous un exemple de procédure de l'humidité avec un four à micro onde.

1. Objet

Cette méthode simplifiée permet de mesurer le taux d'humidité moyen des combustibles bois.

2. Matériels utilisés

- Un four à micro onde ;
- Une balance avec une précision de 1 gramme ;
- Une coupelle en matériau incombustible.

3. Notations

- m1 : poids de la coupelle vide ;
- m2 : le poids de la coupelle avec l'échantillon avant passage au four à micro onde ;
- m3 : le poids de la coupelle avec l'échantillon après passage au four à micro onde.

4. Déroulement de l'essai

Mettre au micro-ondes, puissance max de 700 watt pour éviter qu'il chauffe trop fort.

Peser la coupelle vide (m1).

Remplir de combustible sur une épaisseur de combustible (pas trop importante), peser l'ensemble (m2).

Passer au micro-ondes pendant une durée de 1 minute puis peser et noter la valeur,

Laisser reposer 1 minute hors du micro-ondes pour laisser la vapeur d'eau s'en aller.

Répéter l'opération **jusqu'à ce que le poids se stabilise** entre deux mesures, le nombre de répétition va varier en fonction du taux d'humidité.

5. Présentation des résultats

Le taux d'humidité est :

$$H = 100 \times (m2-m3)/(m2-m1)$$

6. Préconisations

Eviter d'attendre l'apparition de tâches brunâtres ou de fumée, car la mesure sera faussée.

Les sens olfactifs et visuels doivent être utilisés.

Ne jamais mettre une période prolongé au micro-ondes et s'absenter.

Utiliser des gants pour éviter de se bruler avec le plat chaud. Utiliser un récipient incombustible.

ANNEXE 8 – Classification et normes du combustible bois



BOIS DECHIQUETE - Classification professionnelle recommandée du CIBE des types-qualités de produits bois-énergie

Catégorie et forme	Classe de granulométrie	Classe d'humidité	Taux de cendres	Contenu énergétique	Préconisations d'utilisation	Nature, origine combustible
Petites plaquettes bois calibrées fins sèches C1	P16-P45A	M15-M30	A0.5-A0.7	3,4 à 4,2 MWh/t moy: 3800 kWh/t	Petite à très petite chaudière P < 200kW-300kW foyer volcan, désilage vis	PFA, CIB sans écorces
Plaquettes calibrées séchées ou ressuyées C2	P45-P63	M30-M40	A1.0-A2.0	2,8 à 3,4 MWh/t moy: 3100 kWh/t	Petite à moyenne chaudière P < 800 kW (jusqu'à 1,5 MW) foyer volcan, désilage vis	PFA, CIB % écorces faible
Plaquettes-broyats non calibrés séchés ou ressuyés C3	P63-P125	M30-M40	A1.5-A3.0	2,8 à 3,4 MWh/t moy: 3100 kWh/t	Moyenne chaudière 800 KW < P < qq5 MW foyer grille (voire volcan)	mix-produit PFA, CIB, BFVBD % écorces < 50 %
Broyats non calibrés très secs C4	P100-P200	M10-M20	A1.0-A3.0	3,9 à 4,5 MWh/t moy: 4200 kWh/t	Grosse chaudière P > 800 kW foyer grille ou équivalent	broyat palettes BFVBD, CIB sans écorces
Broyats non calibrés très humides C5	P100-P200	M40-M55	A3.0-A5.0	1,9 à 2,8 MWh/t moy: 2400 kWh/t	Très grosse chaudière P > quelques MW foyer grille ou équivalent	Mix produit PFA, CIB % écorces élevé

PFA : Plaquette forestière (ou assimilée) - CIB : Connexes des industries du bois - BFVBD : Bois Fin de Vie Bois Déchet

Classe de granulométrie	Fraction de 75% du poids		Fraction grossière plaquettes		Fraction fine (< 3,15 mm)
	Minimale	Maximale	% en masse	Long max	
P16-P45A	3,5 mm	45 mm	< 3%	< 100 mm	< 8%
P45A-P63	8 mm	63 mm	< 6%	< 100 mm	< 6%
P63-P125	8 mm	125 mm	< 6-10%	< 200 mm	< 4%
P100-P200	16 mm	200 mm	< 10%	< 350 mm	< 10%

HUMIDITÉ	VALEUR
M10-M30	10% < H < 20%
M15-M30	15% < H < 30%
M30-M40	30% < H < 40%
M40-M55	40% < H < 55%

Attention : distinguer la fine (< 1 mm qui doit toujours être < 2-3%) de la fraction fine de plaquette (< 3,15 mm)



BOIS GRANULE - normes européenne EN ISO 17225-2

Tableau des caractéristiques physiques de la norme internationale ISO 17225-2, granulés de catégorie A1 (particuliers et petites puissances)

Diamètre	6 mm ± 1 ou 8 mm ± 1	Masse volumique apparente	≥ 600 kg/m ³
Longueur	3,15 mm ≤ L ≤ 40 mm	Origine matière première	bois vierge
Humidité	≤ 10%	Température de fusion des cendres	à mentionner
Cendres	≤ 0,7 %	Azote	< 0,3 %
Résistance mécanique	≥ 97,5 %	Soufre	< 0,04 %
Quantité de fines	≤ 1 %	Chlore	< 0,02 %
Additifs	≤ 2 %	Contrôle des métaux lourds	oui
Pouvoir calorifique inférieur	4 600 ≤ Q _i ≤ 5 300 Wh/kg		



ATTENTION les normes européennes et les catégories de combustibles sont régulièrement révisées !

La classification professionnelle du CIBE ci-contre date de 2011 et est actuellement (2019) en révision.

En cas de doute, vérifier sur le site du CIBE qui sera à jour : <https://cibe.fr/classification/>.

ANNEXE 9 – Bon de livraison

BON DE LIVRAISON

NUMERO BL:

Date de la livraison

Nom du fournisseur combustible

Lieu de chargement

Lieu de destination (chaufferie)
Classification ICPE de la chaufferie

Type de produit selon catégorie référentiel
(indiquer la sous-catégorie)

PFA	PCIB	BFV-DB	GR	préparation
PF, PB, PP	Ec, PCS	SSD, 2910B 2770, 2771	GB, GA, GT	

Nom du transporteur

Kilométrage départ

Kilométrage arrivée

Immatriculation camion

en cas de préparation

	PFA	PCIB	DB	GR
Répartition par nature de combustible (en %)	<input style="width: 40px;" type="text"/>			

	Q	U
Quantité livrée et unité (tonne, tonne sèche, MAP)	<input style="width: 40px;" type="text"/>	<input style="width: 40px;" type="text"/>
PCI du produit livré (en MWh)	<input style="width: 100px;" type="text"/>	
Humidité sur brut du produit (%)	<input style="width: 100px;" type="text"/>	

	humidimètre	étuve	micro-onde	estimation
Moyen de mesure humidité (cocher)	<input style="width: 40px;" type="checkbox"/>			

Région de provenance des produits

	forêt, commune
	<input style="width: 100px;" type="text"/>
	plateforme
	<input style="width: 100px;" type="text"/>
	entreprise
	<input style="width: 100px;" type="text"/>

% bois certifié PF

N° adhérent fournisseur à la certification

N° adhérent certification SSD

Date et visa du fournisseur :

Date et visa du transporteur :

Date et visa du client :

ANNEXE 11 - Principales interventions d'entretien courant à prévoir pour les chaufferies de petite puissance (< 400kW)

Action	Fréquence	maître d'ouvrage	Exploitant
Général			
Mise en service annuelle – mise au point des paramètres de fonctionnement			x
Vérification du bon fonctionnement général de l'installation (état des alarmes de défauts, des thermomètres et sondes, de la pression du circuit, etc.)	A chaque passage	x	x
Chaudière bois			
Dégager les cendres du foyer grâce à un cycle de décendrage			x
Vider le cendrier en s'assurant de laisser les cendres envelopper la vis dans son tube de guidage pour interdire les entrées d'air parasite dans la chaudière		x	
Nettoyage de toutes les surfaces de l'échangeur		X (avec une formation)	x
Nettoyage du carneau de fumées		x	x
Nettoyage du ventilateur d'arrivée d'air (démontage de la grille et nettoyage des pales)			x
Nettoyage de l'allumeur			x
Nettoyage et graissage du mécanisme de décendrage		X (avec une formation)	x
Graissage des paliers de vis et de l'arbre cannelé d'extracteur		X (avec une formation)	x
Nettoyage complet du foyer, contrôle du réfractaire, nettoyage de la grille			x
Contrôle de la course de la grille			x
Vérification des sondes (température, oxygène,...). Nettoyage de la sonde lambda			x
Contrôle visuel des pièces d'usure			x
Vérification des paramètres de fonctionnement (paramètres de régulation, nombre d'heures de fonctionnement, etc...)			x
Régulation			
Vérification du bon fonctionnement des organes de régulation			x
Vérification de l'asservissement des vannes de mélange			x
Contrôle de l'accouplement et des fins de course des vannes motorisées			x
Modification des paramètres de régulation selon demande (loi d'eau, programmation horaire, etc.)			x
Electricité			
Contrôle de serrage des connexions, contrôle des valeurs d'isolement, réglages des intensités, contrôle des témoins lumineux,			x
Organes			
Contrôle des vannes (resserrage des presse-étoupe, ouverture/fermeture), circulateurs, système d'expansion			x
Chaudière d'appoint – entretien annuel obligatoire à minima			

source : document ERA – suivi des chaufferies bois de petite puissance <400kW

En complément des interventions de l'exploitant, il est conseillé de prévoir une intervention du constructeur pour un diagnostic plus approfondi.

Autres exemples de répartition des actions d'exploitation :

[Doc 8. Opérations de conduite et maintenance agent /exploitant bois déchiqueté - Parc Morvan - Juin 2019](#)

Liste d'opération de conduite & entretien courant à réaliser par l'agent en charge de chaufferie + liste d'opérations d'entretien & maintenance à faire réaliser par une entreprise.

[Doc 9. Cahier des charges de maintenance des chaufferies bois à alimentation automatique \(granulé ou bois déchiqueté\) ADEME](#)

Liste détaillée des actions d'entretien selon leur difficulté de réalisation

<https://nouvelle-aquitaine.ademe.fr/.../cdc-maintenance-chaufferies-bois-alimentation-...>