

Traitement des cendres de combustion

Que faire des cendres de combustion d'une chaudière bois : La Réglementation :

Biomasse « non adjuvantée »		Biomasse « faiblement adjuvantée »	
Non ICPE	ICPE Rubrique 2910A		ICPE Rubrique 2910B
PTN* <2MW Règlement Sanitaire Départemental	2 < PTN* < 20MW Déclaration Préfectorale Arrêté 26/08/2013	PTN* > 20MW Autorisation Préfectorale Arrêté 26/08/2013	0.1 < PTN* < 20MW Enregistrement Préfectoral Arrêté 24/11/2013
Cendres équivalentes à des ordures ménagères assimilées à des déchets non dangereux Mise en Décharge de classe 2 ou autorisation Préfectorale/DEAL particulière ou générale (Schéma départemental de gestion des déchets)	Mise sur le marché en tant que matière fertilisante (art. 7.1, arrêté 26/08/2013) : - Homologation - Attestation Provisoire de Vente - Autorisation de Distribution pour Expérimentation - Normes	Epandage cendres sous foyer, volume de 5000t/an maximum (art 5.8, arr. 26/08/2013) Soumis à Arrêté préfectoral + Plan d'épandage conforme (annexe 2, arr. 26/08/2013)	Mise sur le marché en tant que matière fertilisante (sous respect L.255-1 à L.255-11 code rural) : - Homologation - Attestation Provisoire de Vente - Autorisation de Distribution pour Expérimentation - Normes
		Valorisation cendres sous foyer ou volantes (art.52 et 53 arr. 26/08/2013) + épandage sous conditions (art.53, arr. 26/08/2013) + Arrêté Préfectoral + plan d'épandage (Section 4, chapitre V et annexe 2, arrêté 02/02/1998)	Rejets directs dans le sol interdit (art. 72, chapitre VI, arr. 24/11/2013)

* PTN = Puissance Thermique Nominale

Evacuation des cendres en décharge de classe 2 :

Les cendres issues de la combustion du bois des chaufferies de petite puissance (<2MW) ne pouvant qu'être difficilement valorisables en amendement (voir ci-dessous pour les procédures d'homologations nécessaires pour cet usage non compatible en raison de leur coût sur de faibles quantités), elles seront alors évacuées en décharge de classe 2 ou en déchetteries (à valider selon les déchetteries) avec les déchets verts et serviront alors à la réalisation du compost encadré par d'autres textes réglementaires. Pour les installations générant très peu de cendres, il reste envisageable pour le maître d'ouvrage d'utiliser les cendres de combustion comme amendement dans ses propres plantations (massifs de fleurs, jardins pédagogiques, ...). Comme tout amendement, des dosages sont à respecter et une valeur nominale d'environ 1kg de cendres pour 10m² de superficie semble être un très bon compromis.

Valorisation agronomique des cendres :

Le retour au sol des matières fertilisantes est encadré par les articles L.255-1 et suivants du Code rural et de la pêche maritime définissant les matières fertilisantes comme étant « des produits destinés à assurer ou à améliorer la nutrition des végétaux ou les propriétés physiques, chimiques et biologiques des sols ».

Les cendres apportant des éléments minéraux nécessaires à la nutrition (entre autre potasse, phosphore et oligo-éléments) et ayant une valeur neutralisante (apport de Calcium et d'oxydes qui ont un pouvoir basique) permettant de neutraliser les sols rentrent donc dans ce champ d'application.

Les cendres issues de la combustion peuvent être mises sur le marché en tant que matières fertilisantes si elles disposent d'une homologation, d'une autorisation provisoire de vente ou d'une autorisation de distribution pour expérimentation. Ces documents sont délivrés par l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, à l'issue d'une évaluation qui, dans les conditions d'emploi prescrites, révèle son absence d'effet nocif sur la santé humaine, la santé animale et sur l'environnement et son efficacité à l'égard des végétaux et produits végétaux ou des sols. Un dossier complet dont le contenu est fixé par l'arrêté du 21 décembre 1998 permet d'obtenir ces homologations.

L'homologation n'est toutefois pas nécessaire si les produits répondent à une norme d'application obligatoire (NF U 42-001 : engrais N,P,K ; NF U 44-051 : amendement organique ; NF U 44-001 : amendements minéraux calco-magnésiens ; NF U 44-095 : compost de boues). Seule la NF U 44-001 encadrant les composts contenant des matières d'intérêt agronomique issues du traitement des eaux rend possible de mélanger les cendres à d'autres produits.

La phase d'homologation des cendres reste donc la voie à privilégier s'il est difficile localement de les mélanger avec les composts de boues mais ces démarches étant longues et coûteuses ne peuvent être entreprises à l'échelle d'une seule installation.

Les règles d'épandage des cendres :

Une étude d'épandage préalable doit justifier la compatibilité de l'épandage avec les contraintes environnementales recensées et les documents de planification existants. Elle définit la caractérisation des cendres, les doses à épandre, l'emplacement et modalités de stockage, les caractéristiques des sols... Un plan d'épandage est réalisé à l'issue de l'étude préalable d'épandage ainsi qu'un programme prévisionnel d'épandage. Une analyse des cendres est faite régulièrement selon les normes en vigueur. Une analyse des sols est aussi obligatoire.

Les cendres semblent intéressantes pour enrichir les sols agricoles et forestiers afin de dynamiser la croissance végétale et répondre aux carences des sols. La réglementation encadrant l'épandage des cendres dépend de la puissance des installations concernées et est donc régie par les deux arrêtés du 26 août 2013.

Pour les cendres issues de chaufferie biomasse d'une puissance nominale supérieure à 20MW, le titre V traitant des sous-produits et déchets de l'arrêté du 26 août 2013, ne prévoit pas de conditions particulières pour l'épandage, il serait donc potentiellement autorisé sur sol forestier.

Pour les cendres issues de chaufferies Biomasse d'une puissance nominale entre 2 et 20MW, l'arrêté du 26 août 2013 précise que l'épandage est interdit en dehors des terres régulièrement travaillées et des prairies ou des forêts régulièrement exploitées, sachant qu'il est indiqué que les cendres ne peuvent être utilisées sur sols forestiers qu'à titre expérimental.

Traitement des poussières contenues dans les fumées

La législation française encadrant les émissions des chaufferies biomasse :

Le développement des chaufferies Biomasse doit permettre d'assurer simultanément le développement de la filière bois énergie et la réduction des émissions polluantes, dont celles des poussières, ceci étant motivé par les raisons suivantes :

- les émissions de poussières du chauffage collectif au bois ont été identifiées comme une source de risques sanitaires significative, même si au final les impacts toxiques et cancérigènes ont été évalués 2 à 1000 fois inférieurs aux seuils d'alerte. Même si cet impact peut être considéré négligeable, la réduction des émissions de poussières doit permettre de diminuer encore ce risque, en prônant des installations propres et respectueuses de l'environnement ;

- la réduction des émissions de poussières permet aussi de réduire simultanément les émissions d'autres polluants (métaux lourds, dioxines, COV, HAP...) présents sous forme particulaire dans les fumées issues de la combustion du bois ;

- le respect des seuils réglementaires actuels ou à venir, car il est constaté la convergence de nouvelles réglementations dans certains pays européens vers une réduction significative des émissions de poussières du secteur des chaufferies biomasse collectives.

L'encadrement réglementaire en France est actuellement peu contraignant avec les limitations suivantes :

	Texte ou Norme en vigueur :	Seuil de poussières à respecter :	Autres exigences :
Chaudières P<500kW	NF EN 303.5	< 150mg/Nm ³	-
Chaudières 500kW < P<2MW	Pas de texte réglementaire	Recommandation ADEME <150mg/Nm ³	-
Chaudières 2MW < P < 20MW	Article 6.2.4. de l'arrêté 26 août 2013 ICPE soumises à déclaration 2910	< 50mg/Nm ³	Oxydes de soufre : < 225mg/Nm ³ (équivalent SO ₂) Oxydes d'azote : < 525mg/Nm ³ (équivalent NO ₂) si P<10MW Monoxyde de carbone : <250 mg/Nm ³ Dioxines et furanes : <0,1 ng I-TEQ/Nm ³ Composés organiques volatils hors méthane : <50 mg/Nm ³ (équivalent carbone total)
Chaudières 20MW < P < 50MW	Article 10 I. — a) de l'arrêté du 26 août 2013 ICPE soumises à autorisation 2910 et 2931	< 30mg/Nm ³	Oxydes de soufre : < 200mg/Nm ³ (équivalent SO ₂) Oxydes d'azote : < 400mg/Nm ³ (équivalent NO ₂) Monoxyde de carbone : <200 mg/Nm ³ Dioxines et furanes : <0,1 ng I-TEQ/Nm ³ Composés organiques volatils hors méthane : <50 mg/Nm ³ (équivalent carbone total)
Chaudières 50MW < P < 100MW	Article 10 I. — a) de l'arrêté du 26 août 2013 ICPE soumises à autorisation 2910 et 2931	< 20mg/Nm ³	Oxydes de soufre : < 200mg/Nm ³ (équivalent SO ₂) Oxydes d'azote : < 250mg/Nm ³ (équivalent NO ₂) Monoxyde de carbone : <200 mg/Nm ³ Dioxines et furanes : <0,1 ng I-TEQ/Nm ³ Composés organiques volatils hors méthane : <50 mg/Nm ³ (équivalent carbone total)
Chaudières 100MW < P < 300MW	Article 10 I. — a) de l'arrêté du 26 août 2013 ICPE soumises à autorisation 2910 et 2931	< 20mg/Nm ³	Oxydes de soufre : < 200mg/Nm ³ (équivalent SO ₂) Oxydes d'azote : < 200mg/Nm ³ (équivalent NO ₂) Monoxyde de carbone : <150 mg/Nm ³ Dioxines et furanes : <0,1 ng I-TEQ/Nm ³ Composés organiques volatils hors méthane : <50 mg/Nm ³ (équivalent carbone total)
Chaudières P > 300MW	Article 10 I. — a) de l'arrêté du 26 août 2013 ICPE soumises à autorisation 2910 et 2931	< 20mg/Nm ³	Oxydes de soufre : < 150mg/Nm ³ (équivalent SO ₂) Oxydes d'azote : < 150mg/Nm ³ (équivalent NO ₂) Monoxyde de carbone : <150 mg/Nm ³ Dioxines et furanes : <0,1 ng I-TEQ/Nm ³ Composés organiques volatils hors méthane : <50 mg/Nm ³ (équivalent carbone total)

Les technologies de systèmes de filtration des poussières :

La filtration des fumées issues de la combustion du bois étant vivement recommandée voir obligatoire selon les cas pour respecter les valeurs limites d'émissions polluantes (VLE), il est de plus en plus fréquent de rencontrer des systèmes de filtration des fumées, notamment sur les plus grosses installations utilisant la biomasse.

Le système le plus fréquent est le **filtre cyclonique ou multicyclonique** : c'est une technique aujourd'hui éprouvée et largement utilisée qui permet de respecter le seuil de 150 mg/Nm^3 pour les chaudières.

Les techniques de dépeussierage par **électrofiltre (EF)** et **filtres à manches (FAM)** sont quant à elles des techniques éprouvées et largement utilisées pour des chaufferies de puissance thermique supérieure à 4MW, principalement en raison de leur coût élevé, pour lesquelles la réglementation fixe une valeur limite de rejet de poussières inférieure ou égale à 50 mg/Nm^3 qui ne peut pas être garantie par un multicyclone constituant généralement un premier niveau de filtration sur ces équipements.

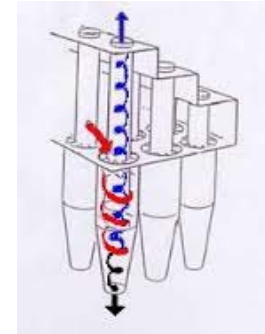
Le filtre cyclonique ou multicyclonique :

Les fumées chargées en poussières sortent de la chaudière à des températures généralement supérieures à 150°C (à pleine charge). Elles pénètrent alors dans le filtre cyclonique ou multicyclonique latéralement dans cette batterie de tubes à base conique (cyclones) dans laquelle les gaz sont soumis à un mouvement de rotation. Sous l'effet de la force centrifuge, les particules sont projetées sur la paroi des cyclones et tombent à la base du système. Elles y sont alors collectées avant évacuation. Après ce dépeussierage, les fumées sont évacuées par le conduit d'évacuation des produits de combustion grâce à un ventilateur de tirage qui met en dépression l'ensemble du dispositif chaudière et traitement de fumées.

Les filtres cycloniques sont des appareils de technologie simple et fiable mais sont soumis à des risques de colmatage limitant leur efficacité en raison de l'accumulation de particules qui peuvent alors se remettre en suspension dans les fumées.

L'efficacité de ces dispositifs dépend en grande partie de la taille des particules présentes dans les fumées. Le rendement de captation est excellent pour les plus grosses particules (η annoncé $> 98,5\%$) mais chute ensuite à moins de 65% pour des particules de moins de 10 microns.

Les dimensions des poussières dépendant directement de la granulométrie du combustible utilisé, l'exploitant de la chaudière bois concerné devra donc apporter une attention particulière à la qualité du combustible utilisé (privilegier du combustible criblé notamment) ainsi qu'aux performances garanties par le constructeur de l'équipement (avec multicyclones) dans le cas où le combustible majoritaire serait de la sciure de bois ou des plaquettes (forestières, bocagères ou industrielles) de faibles dimensions.



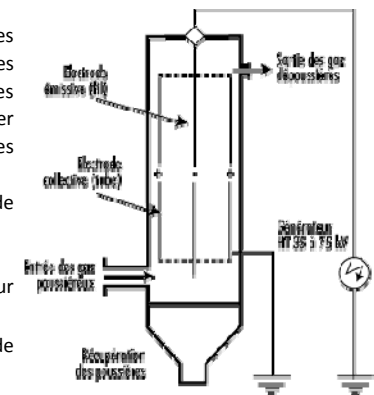
L'électrofiltre :

Les fumées chargées en poussières sortent de la chaudière à des températures généralement supérieures à 150°C (à pleine charge) et pénètrent alors dans l'électrofiltre parfois voir même systématiquement précédé d'un filtre cyclonique ou multicyclonique servant de préfiltration. L'électrofiltre est constitué de plaques métalliques verticales de grande dimension entre lesquelles circulent les fumées. Un groupe électrique établit une différence de potentiel entre des électrodes chargées positivement et ces plaques qui deviennent les électrodes réceptrices. Les particules de poussières chargées électriquement par les ions produits par les électrodes sont attirées par les plaques réceptrices où elles viennent s'accumuler. Afin d'éliminer les poussières récupérées et qui diminuent au fur et à mesure l'efficacité des plaques, des marteaux viennent frapper régulièrement celles-ci pour décoller les poussières qui tombent par gravité dans le collecteur situé à la base du caisson de l'électrofiltre. Les poussières sont ainsi évacuées dans des containers adaptés ou des big-bags selon la filière de retraitement retenue et la logistique mise en place.

Les fumées débarrassés des poussières sont évacuées par le conduit d'évacuation des fumées grâce au ventilateur de tirage mettant en dépression l'ensemble du dispositif de traitement des fumées.

Contrairement au multicyclone, l'électrofiltre garde de bonnes performances quelle que soit la taille des particules. Le rendement de captation annoncé est de l'ordre de 95% pour des particules de $0,1$ microns, cependant, ce rendement diminue si la concentration des poussières augmente.

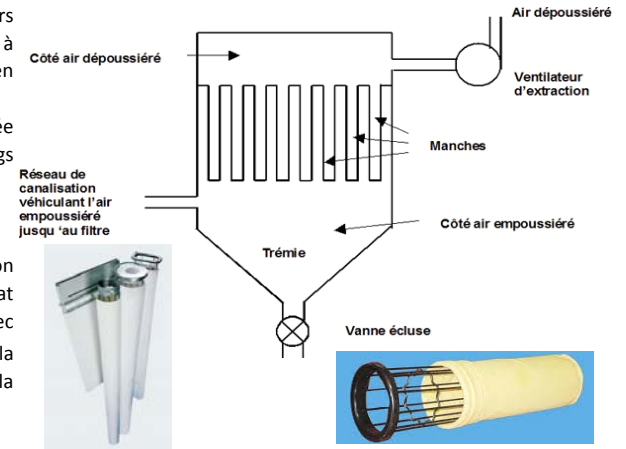
Les seuils de performance garantis peuvent varier de 30 à 100 mg/Nm^3 en fonction de la nature du combustible. Contrairement à un filtre à manches, l'électrofiltre ne permet pas de garantir un seuil de rejet quelque soit la biomasse entrante.



Le filtre à manches :

Les fumées chargées en poussières sortent de la chaudière à des températures généralement supérieures à 150°C (à pleine charge) et pénètrent alors dans le filtre à manches parfois voir même systématiquement précédé d'un filtre cyclonique ou multicyclonique servant de préfiltration. Le filtre à manches est constitué de plusieurs cellules de filtration comprenant chacune des rangées de manches filtrants en feutre, en tissu, métallique ou en céramique. Les gaz traversent les manches, de l'extérieur vers l'intérieur et les poussières collectées s'accumulent en gâteau sur les différents médias filtrants. La collecte des gâteaux de filtration est effectuée régulièrement par soufflage d'air comprimé à l'intérieur du dispositif et les poussières sont collectées en partie basse soit dans des caissons, des big-bags ou des bennes en fonction des quantités traitées et de la logistique mise en place pour le retraitement de ces poussières. Après dépeussierage, les fumées débarrassées des poussières sont évacuées par le conduit d'évacuation des fumées.

Au fur et à mesure de la formation des gâteaux sur les manches filtrantes et de par leur porosité, les poussières collectées ajoutent une filtration complémentaire à celle des manches eux-mêmes jusqu'au moment où les pertes de charge trop élevées n'arrivent plus à aspirer les fumées. Le résultat est que les filtres à manches fixent les particules de poussières très fines et contrairement à l'électrofiltre, le rendement de filtration ne change pas avec la concentration de poussières. Les seuils de performance garantis peuvent être de 10, 30 ou 50 mg/Nm³ selon les exigences réglementaires et/ou de la demande du Maître d'Ouvrage mais peuvent néanmoins varier en fonction de la nature du combustible. Le taux de filtration aura un impact direct sur la taille des équipements, le nombre de manches et la technologie choisie pour les manches et donc directement sur le coût du dispositif.



Avantages et exigences techniques :

Système de filtration/dépoussiérage	Avantages	Exigences techniques	Coût initial et d'exploitation
Filtre cyclonique ou multicyclonique	Système à encombrement limité Système parfaitement adapté pour respecter les seuils d'émissions des chaudières de P<500kW Système de conception simple et sans pièces d'usure (hormis extracteur de compensation obligatoire) Coûts d'investissement limités	Risque de colmatage si combustible très poussiéreux Vidange régulière des poussières en partie basse du filtre Niveau de filtration des particules les plus fines limité	Investissement variable selon le nombre de cyclones utilisés et seuil garantis (5000 à 20000€) Coût d'exploitation limité à l'évacuation des poussières et un nettoyage complet annuel.
Filtres à manches	Performance garantie plus élevée jusqu'à 10 mg/Nm ³ Seuil de rejet garanti quel que soit le combustible biomasse Seuil de rejet constant en sortie Anticipation possible de contraintes réglementaires plus fortes en termes de seuil de rejet Coûts d'investissement moins élevés à débit d'air identique et seuil de rejets identiques	Changement des manches nécessitant jusqu'à 2 jours d'intervention par du personnel qualifié et de la place Risque incendie nécessitant un système de détection et d'extinction incendie Pertes de charges plus importantes Sensible aux polluants acides Nuisances acoustiques	L'investissement dépend du nombre de manches, donc adaptable en fonction de la puissance de la chaudière (80000 à 100000€ pour P≤1MW) Coût d'exploitation plus élevé (durée de vie de manches d'environ 3 ans) + entretien annuel du constructeur
Electrofiltre	Risque incendie beaucoup plus faible Seuil de rejet pouvant descendre jusqu'à 30 mg/Nm ³ Pertes de charges moins importantes donc consommations électriques associées moins élevées	Encombrement : nécessite vitesse d'écoulement des gaz plus faible, donc volume plus élevé Induit coût génie civil plus élevé, lorsque le filtre est placé à l'intérieur Nécessité d'une habilitation électrique pour l'entretien Nuisances acoustiques	Coût d'investissement incompressible quel que soit P chaudière (100000 à 120000€ pour P≤1MW). Coût d'exploitation inférieur au filtre à manches mais entretien annuel du constructeur obligatoire

Que faire des poussières collectées ?

En raison de leur très forte volatilité, les poussières doivent être collectées dans un système hermétique adapté aux quantités à traiter (bac à poussières, big-bags, containers, benne), à la logistique mise en place pour leur enlèvement et au débouché final retenu.

Ces matières volatiles doivent être manipulées avec précautions (usage de masques respiratoires obligatoire) et peuvent être soit épandues dans les mêmes conditions que les cendres de combustion, notamment lorsqu'elles sont collectées par voie humide, sous réserve de respecter les exigences de seuils des différents composants (voir fiche spécifique)

Lorsqu'il n'est pas possible de les épandre (faibles quantités à traiter, non respect des seuils d'au moins un des composant), elles sont lors évacuées en centre d'enfouissement technique ultime au même titre que les autres déchets.

Comptage d'énergie calorifique

Principe de comptage de l'énergie calorifique :

Les chaudières biomasse utilisées dans le collectif tertiaire pour produire de l'énergie thermique, utilisée principalement sous forme d'eau chaude ou surchauffée, voir de vapeur (saturée, sèche ou surchauffée). Dans le cadre d'une installation financée, il est fréquent que le versement au maître d'ouvrage de l'aide financière soit conditionné à la production d'énergie, qui doit donc être mesurée de manière précise. La mesure de l'énergie thermique dans un circuit permet de :

- Connaître les quantités d'énergie produites par la chaudière et consommées par le circuit de distribution ;
- Déterminer le rendement de l'installation, le coût de production de l'énergie thermique ;
- Adapter la production d'énergie thermique à la demande du circuit d'utilisation ;
- Valider de manière fiable les quantités d'énergie thermique effectivement produites, dans le cadre du conditionnement d'une aide financière à la production réelle de la chaudière.

La mesure de l'énergie thermique est réalisée à l'aide d'un compteur d'énergie thermique, instrument qui, dans un circuit d'échange thermique, mesure l'énergie transportée par un fluide caloporteur.

La mesure de l'énergie calorifique nécessite le placement sur le circuit de distribution de la chaleur concerné de différents éléments :

- un compteur de passage d'eau de manière à mesurer le débit circulant dans les canalisations concernées. Ce débitmètre est soit "invasif", c'est-à-dire qu'il est inséré dans le circuit hydraulique, ou "non invasif" (débitmètre à ultrason) qui ne nécessite pas de coupure du circuit hydraulique et dont l'installation est possible en cours d'utilisation.
- de deux sondes de température situées au niveau du départ et du retour de la production de chaleur.
- d'un intégrateur permettant de calculer l'énergie calorifique avec une connexion éventuelle vers une gestion technique centralisée (GTC).

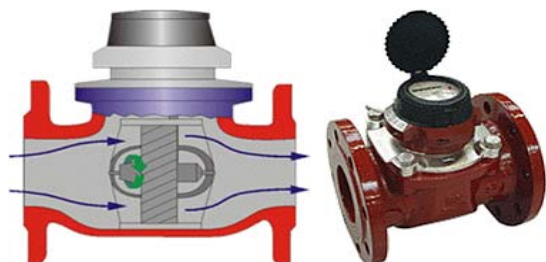
Le placement d'un compteur d'énergie dans une installation existante n'est pas toujours aisé pour les raisons suivantes :

- l'interruption du système de chauffage pour insérer un compteur de débit ne peut en général se réaliser qu'en dehors de la période de chauffe,
- des distances minimum sont nécessaires en amont et en aval de chaque élément de mesure (débitmètre et sonde de température) afin de fiabiliser le résultat, d'où la nécessité de prévoir ce type d'équipement dès la phase de conception de l'installation.

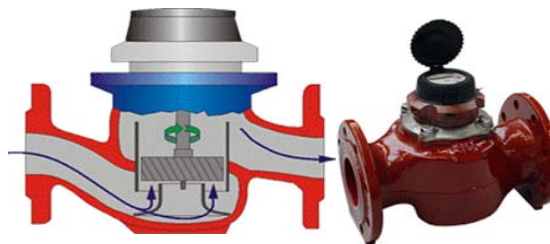
Le débitmètre :

Les compteurs peuvent être de type "mécanique" avec simplement une hélice entraînée directement par le débit de passage du fluide caloporteur (eau, eau avec antigel, fluide thermique spécifique).

Les dernières technologies de débitmètres fonctionnent suivant le principe de la mesure aux ultrasons. Le débit est mesuré avec une très grande précision en comparant les temps de parcours des signaux à ultrasons dans le sens de l'écoulement et à contre-courant tout en tenant compte de la variabilité thermique. Pour les auditeurs (mesures ponctuelles), des compteurs de passage "non invasifs" permettent de mesurer les débits sans devoir "couper" les tuyaux.



Débitmètre à axe horizontal



Débitmètre à axe vertical



Débitmètre à ultrason

Les sondes de températures :

Les sondes de température sont des sondes relativement standard, en général des PT100 ou PT500 glissées dans leur doigt de gant afin d'avoir une mesure précise prise directement dans le lit du fluide. Afin d'assurer un contrôle du compteur d'énergie par un appareillage étalonné externe, il est indispensable d'avoir à disposition un second doigt de gant pour positionner les sondes de contrôle.

Le calculateur intégrateur :

Le calculateur-intégrateur de comptage permet, sur base des informations fournies par les débitmètres (m³/h ou litre/s) et les sondes de température, de calculer les puissances (kW) et l'énergie thermiques (kWh) mise à disposition du circuit mesuré. Le bon étalonnage de ce calculateur est indispensable le jour de sa mise en fonction par du personnel qualifié.

Les compteurs doivent impérativement répondre à la norme EN 1434-1 (classe de précision)

Avantages et exigences techniques :

	Avantages	Exigences techniques	Coût initial
Débitmètre mécanique	Principe de fonctionnement simple et robuste	Nécessite d'arrêter l'installation, couper les canalisations pour être insérer sur le circuit à mesurer Respect des distances amont et aval pour limiter l'incertitude des mesures (variables selon constructeur).	500 à 800€ environ
Débitmètre à ultrason	Possibilité de l'installer sans purger l'installation, installation en fonctionnement	Nécessité que les sonotrodes sont parfaitement couplées à la tuyauterie en respectant les distances amont et aval par rapport à des perturbations (coudes, tés, vannes,...) Nécessité de connaître les caractéristiques de la tuyauterie (diamètre ou épaisseur de paroi) Imprécision de mesure importante si le réseau est encrassé (qualité du signal de mesure altérée).	700 à 1200€

Protocole de mesure :

Avant d'entreprendre la mise en place d'un compteur d'énergie, il est indispensable de connaître l'usage qu'il en sera fait pour la suite du projet. Il peut permettre de déterminer :

- la performance d'un générateur de chaleur en comparant l'énergie produite par rapport à l'énergie consommée,
- la performance d'un réseau de distribution de calories en comparant l'énergie mise à disposition en entrée du réseau de distribution et arrivant dans les sous-stations ou les postes de livraisons de la chaleur,
- la participation financière d'un utilisateur de la chaleur en fonction de son niveau de consommation.

En fonction des besoins et de l'utilité des mesures, il sera déterminé combien de compteurs d'énergie doivent être installés, où est le meilleur emplacement et si la nécessité du report d'information est utile ou non sur ce compteur.

Il sera ensuite nécessaire de mettre en place un suivi des index des compteurs d'énergie en procédant au relevé individuel de chaque compteur si aucune communication ou possibilité de relever en un seul point sur une centrale d'acquisition l'ensemble des compteurs communiquant présents sur l'installation.

Ensuite un tableau de suivi est mis en place permettant l'analyse des différentes valeurs relevées et interprétation des résultats en calculant l'énergie produite, distribuée ou consommée aux différents points de l'installation et de déterminer dans ces conditions les résultats attendus (rendement de générateur, pertes de réseau, énergie à facturer aux utilisateurs de la chaleur,...).

Sans la mise en place d'un **protocole précis dès le départ** de l'installation et sans un relevé périodique, il reste probable que les résultats obtenus soient insuffisamment précis voir ne soient pas à l'image des résultats attendus (voir fiche d'évaluation des documents précédents qui vous permettra de mettre en place ce protocole en fonction de vos nécessités).