

Evaluation des performances énergétiques et environnementales de chaufferies biomasse

Synthèse

Août 2014

Etude réalisée pour l'ADEME par :
LECES : Philippe LE LOUER - Romain LECLERCQ - Alexandre WANIN
INDDIGO : Marjolaine FORCE - Gaëtan REMOND
Micropolluants Technologie : Adam HACHIMI

Contrat n° 1301C0085

Coordination technique :
Simon THOUIN - Florence PROHARAM - Marina BOUCHER
Département Bioressources
Direction Production et Energie Durables
ADEME Angers



SYNTHESE

Remerciements :

Cette étude a été réalisée avec l'aide du comité de pilotage composé de :

Marina BOUCHER
Florence PROHARAM
Simon THOUIN

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (art. L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (art. 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé de copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par la caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.

Synthèse

La présente étude a concerné la réalisation d'expertises énergétiques et de mesures de polluants sur 10 installations biomasse de puissance comprise entre 360 kW et 15MW. Les chaudières étaient récentes (démarrées de 2008 à 2013). L'évaluation concerne les compartiments suivants : bilans énergétiques, émissions atmosphériques, combustibles et cendres.

Cette étude complète les investigations réalisées par l'ADEME entre 2003 et 2009.

Elle met en évidence que le respect des bonnes pratiques en termes de conception, d'exploitation, et de suivi de la qualité du combustible, associées à des traitements de fumées performants, permet d'atteindre de très bonnes performances énergétiques et environnementales.

Bilans énergétiques

Les évaluations énergétiques réalisées montrent que globalement les installations sont bien dimensionnées. Les rendements observés s'approchent des 90% et démontre la bonne maîtrise de la combustion.

Sur quelques installations, souvent de plus petite puissance (< 2MWth), le surdimensionnement et donc le fonctionnement à charge réduite peuvent conduire à de mauvaises conditions de combustion.

Par rapport aux campagnes précédentes (2007 et 2009), on relève une amélioration notable de l'instrumentation avec en particulier un meilleur suivi des consommations énergétiques.

Combustibles

Les analyses réalisées sur la biomasse ont concerné l'humidité, la granulométrie, le PCI, la teneur en métaux et la recherche de composés organochlorés. La qualité du bois est mal contrôlée sur certains sites : taux de fine et humidité sont très variables. L'humidité peut être parfois importante (plus de 45%). Les réglages de combustion ne sont pas toujours ajustés en fonction de l'humidité.

Les impuretés et indésirables du combustible sont souvent à l'origine d'incidents dans le système d'alimentation (phénomène déjà constaté en 2007) et des pannes constatées sur les chaudières.

Une grande majorité de chaufferies utilise un mélange de plaquettes forestières et de broyat d'emballages bois. Les exploitants interrogés ne sont pas informés de l'évolution de la rubrique ICPE 2910 et du possible reclassement de leur installation sous le régime de l'enregistrement sans changement de combustible. La qualité des combustibles analysés respecte de manière générale les seuils définis par la réglementation ICPE 2910B. La teneur en métaux des combustibles est globalement faible sauf sur un site où la présence de nombreux éléments métalliques a été détectée. Il n'a pas été identifié de composés organochlorés de type pesticide dans les combustibles.

Cendres

Les analyses réalisées sur les cendres ont concerné l'humidité, la granulométrie, les valeurs agronomiques et fertilisantes, la teneur en métaux et en éléments organiques (HAP, PCB) et la radioactivité. Deux types de cendres ont été analysées par chaudière : les cendres collectées sous foyer souvent mélangées avec les cendres issues du multi-cyclone (85 % à 95 % des cendres collectées) et les cendres volantes ou fines d'épuration issues des filtres à manches ou des électrofiltres. Les analyses réalisées ont montré :

- une différence notable de concentrations pour de nombreux éléments (granulométrie, métaux, PCDD/F, radioactivité) entre les cendres sous foyer et les cendres volantes. En effet, ces dernières concentrent les éléments volatiles au cours de la combustion qui se condensent sous forme de fines particules,
- les cendres sous foyer et multi-cyclone respectent globalement les valeurs limites des arrêtés pour un épandage agricole, certaines valeurs agronomiques (pH, teneur en K_2O , CaO) semblent être intéressantes pour une valorisation de ces cendres par plan d'épandage,
- les cendres volantes dépassent parfois les seuils fixés par la réglementation ICPE 2910B, obligeant l'exploitant d'une installation en Enregistrement à intensifier la périodicité du contrôle des combustibles utilisés et des cendres produites.

Emissions atmosphériques

Les polluants recherchés sont des polluants classiques (poussières, gaz minéraux, COV) mais aussi des éléments traces comme les polluants organiques persistants (PCDD/F, PCB, HCB,...), les métaux lourds, les poussières fines et des traceurs de combustion du bois (carbone élémentaire et organique, levoglucosan).

On observe de façon générale des émissions de polluants faibles, notamment au regard des valeurs limites d'émissions (VLE) imposées par les réglementations existantes ou même programmées pour les années à venir.

Concernant les émissions de poussières, un seul site dépasse le seuil de rejets de 50 mg/m_0^3 à 6% O_2 (VLE réglementaire à l'horizon 2018) à cause d'une régulation mettant hors service un électrofiltre. Les deux sites qui sont soumis à un arrêté préfectoral plus contraignant que la réglementation ICPE sont à moins de 5 mg/m_0^3 à 6% O_2 .

Seules deux installations parmi les dix étudiées présentent, à cause de mauvaises conditions d'exploitation, des émissions importantes de CO, COVNM et de composés organiques spécifiques. De par leur taille, ces deux sites ne sont pas soumis à la réglementation ICPE.

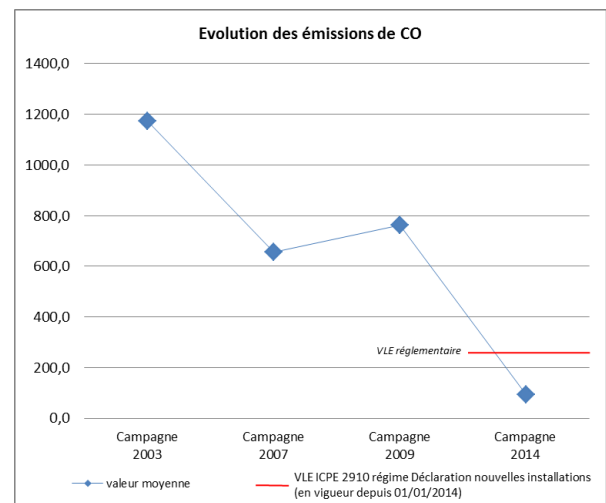
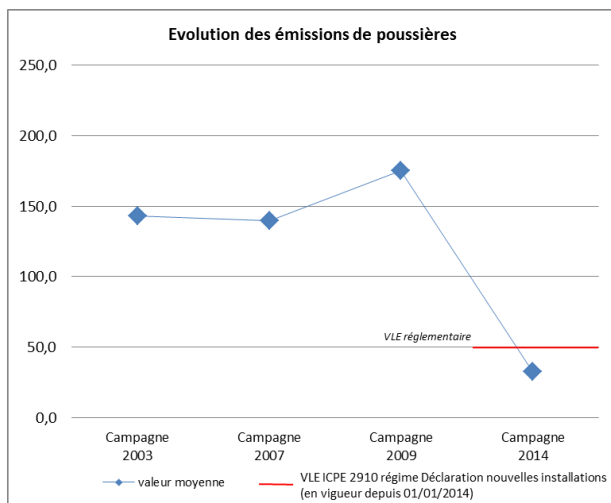
Par ailleurs, un dernier site dépasse la VLE réglementaire de 200 mg/m_0^3 à 6% O_2 pour le CO, en raison d'un dysfonctionnement au niveau de la régulation de l'installation.

Lorsque l'on compare ces résultats aux campagnes de mesures menées en 2003, 2007 et 2009, on observe une baisse significative des rejets atmosphériques.

Le fonds chaleur, mis en place en 2009, a permis d'impulser cette bonne dynamique avec :

- un niveau d'exigence élevé en termes d'émissions de poussières, anticipant la réglementation
- l'utilisation des meilleures technologies disponibles
- l'utilisation de techniques améliorant les performances énergétiques et environnementales, à l'exemple des économiseurs et des condenseurs

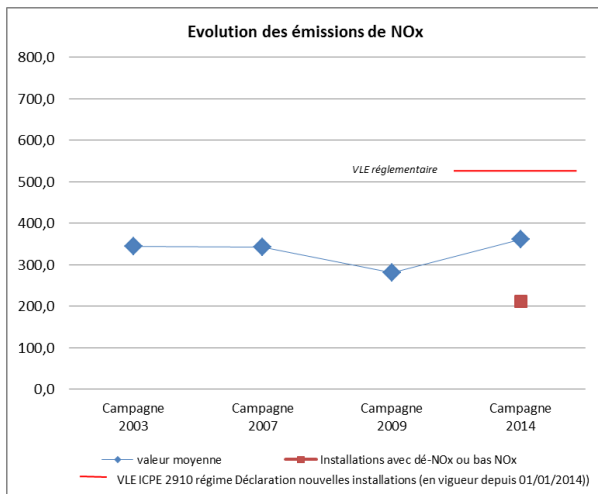
Les figures suivantes présentent l'évolution des rejets de Poussières et CO des différentes Campagnes ADEME (valeurs en mg/Nm^3 à 6% d' O_2)



D'une manière générale, ces évolutions observées sont la conséquence directe :

- pour les poussières, de la mise en place des meilleures technologies disponibles de traitement des fumées (électrofiltres, filtres à manches)
- pour le CO, de l'amélioration de la maîtrise des conditions de combustion par de meilleures régulations et un meilleur usage des équipements,

La figure suivante présente l'évolution des rejets de NOx des différentes Campagnes ADEME (valeurs en mg/Nm³ à 6% d'O₂)



Pour les NOx, si l'ensemble ne présente pas d'évolution notable en moyenne, on observe cependant des performances nettement meilleures sur les chaufferies avec un foyer bas-NOx ou équipées de systèmes de dé-NOx.

Le tableau suivant présente les facteurs d'émission évalués au cours de cette campagne ainsi que les données 2005 du CITEPA.

Facteurs d'émission spécifique par type d'épuration

Paramètres	Unité	Médiane 10 unités	Moyenne 10 unités	CITEPA 2005	
				urbain	industrie
Poussières	g/GJ	3,1	12	49	100
PM10	g/GJ	2,2	11	40,9	79,8
PM2.5	g/GJ	2,6	14	35,7	66,5
CO	g/GJ	11,2	34	250	250
CO ₂	kg/GJ	105	103		
NOx	g/GJ	133	129	167	200
COVNM	g/GJ	0,4	3,0	4,8	4,8
CH ₄	g/GJ	0,2	0,35	3,2	3,2
SO ₂	g/GJ	2,1	3,5	10	10
HAP (8)	mg/GJ	0,1	5,9		
HF	g/GJ	0,9	2,4		
HCl	g/GJ	3,4	2,4	40	40
PCDD/F	ng/GJ I-TEQ	0,5	346	8,1	8,1
Cr	mg/GJ	3,1	5,2	47	47
Cu	mg/GJ	8,7	13	31	31
Ni	mg/GJ	1,7	3,5	11	11
Zn	mg/GJ	68	373	290	290
As	mg/GJ	0,7	5,7	9,5	9,5
Se	mg/GJ	2,0	2,8	7	7
Cd	mg/GJ	2,0	3,1	1,4	1,4
Hg	mg/GJ	1,7	1,8	0,8	0,8
Tl	mg/GJ	1,0	1,5		
Pb	mg/GJ	10,6	122	90	90

Les recommandations formulées à la suite de cette étude sont les suivantes :

- Poursuivre la mise en œuvre des meilleures technologies disponibles, à la fois en matière de combustion et de traitement secondaire des émissions,
- Améliorer la maîtrise de la qualité des approvisionnements afin de réduire les incidents de fonctionnement,
- Dimensionner plus finement les installations afin de mieux maîtriser les conditions d'exploitation ou de combustion, en particulier pour les petites chaufferies,
- Promouvoir la mise en place de filières pérennes de valorisation des cendres.

L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale, l'agence met à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, ses capacités d'expertise et de conseil. Elle aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, la qualité de l'air et la lutte contre le bruit.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de l'Écologie, du Développement durable et de l'Énergie et du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.



ADEME
20, avenue du Grésillé
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

www.ademe.fr