

Note sur le traitement des fumées / VLE¹

Réponse à l'avis sollicité sur les contraintes supplémentaires d'application de VLE pour les installations de moins de 1MW

COMITE INTERPROFESSIONNEL DU BOIS ENERGIE



¹ Valeur limite d'émission

Table des matières

RAPPEL DE LA DEMANDE	1
1 CONTEXTE	1
2 PISTES D' ACTIONS ENVISAGEABLES DONNÉES PAR LE CIBE	2
3 MESURES POUR RÉDUCTION DES ÉMISSIONS DE NO _x	4
4 MESURES POUR RÉDUCTION DES POUSSIÈRES	5
CONCLUSION	6
BIBLIOGRAPHIE	6

Rappel de la demande

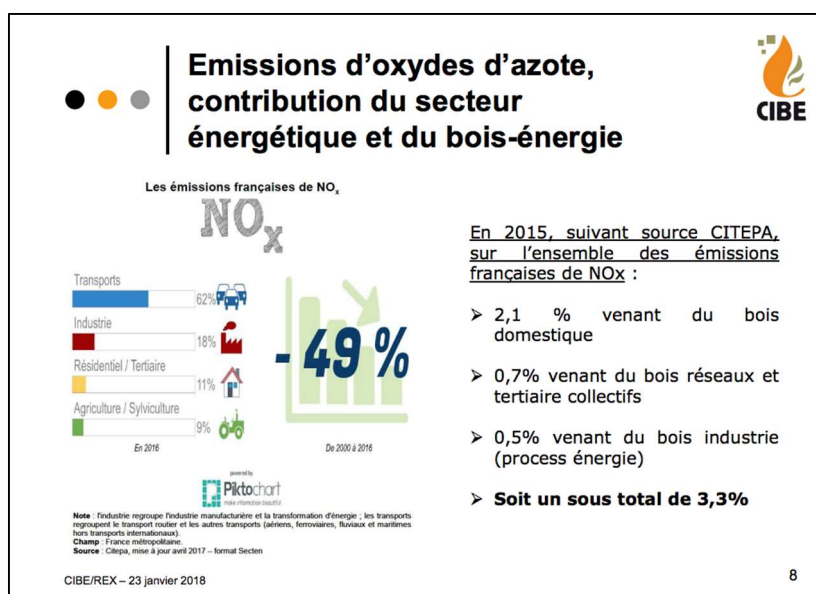
Dans le cadre de l'obligation faite aux préfets de prendre, « d'ici le 1er janvier 2023, les mesures nécessaires pour améliorer la performance énergétique du parc d'appareils de chauffage au bois et atteindre une réduction de 50 % des émissions de particules fines PM^{2,5} issues de la combustion du bois à l'horizon 2030 par rapport à la référence de 2020 » (article L. 222-6-1 du code de l'environnement) et en lien avec la révision du Plan de Protection de l'Atmosphère (PPA) d'Ile-de-France, la région Ile-de-France et la DRIEE souhaitent un point technique sur les possibilités de maîtrise des émissions polluantes des petites chaufferies biomasse.

1 Contexte

Le parc des chaudières bois en France est constitué de plus de **7 000 installations**³ dont les chaudières bois de moins de 1MW représentent en France **moins de 15% de la puissance totale installée**.

Les **émissions de NO_x** issues du bois énergie collectif et industriel représentent moins de 1,5% des émissions totales (cf. ci-contre).

Concernant les **émissions de poussières**, compte tenu de la performances des installations collectives et industrielles et des appareils domestiques, **l'enjeu majeur est le renouvellement du parc domestique comme le rappelle l'Inéris**⁴: « La moitié du parc domestique d'appareils de chauffage au bois se composent d'appareils anciens (plus de quinze ans) ou de foyers ouverts (cheminée) qui ont des rendements énergétiques faibles et contribuent majoritairement aux particules fines (PM 2,5) issues du chauffage individuel. Le renouvellement de ces appareils par des appareils plus performants sur le plan de l'efficacité énergétique apparaît donc comme une priorité. »



² provenant de l'anglais "Particulate Matter", lorsque plusieurs tailles de particules sont distinguées, avec un suffixe pour désigner la taille en microns (µm)

³ Installations automatiques au bois à usage collectif et industriel de plus de 50 kW

⁴ Source : <https://www.ineris.fr/fr/risques/dossiers-thematiques/tous-dossiers-thematiques/chauffage-bois-qualite-air/pollution>

Les installations de chauffage au bois à usages collectif, industriel ou tertiaire sont soumises à une réglementation stricte :

Pour les appareils de puissance inférieure à 1MW

L'arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts donne un cadre concernant les mesures permettant d'évaluer les concentrations de polluants atmosphériques et les contrôles périodiques associés. En annexe de cet arrêté, sont données des VLE indicatives pour les poussières et les NO_x :

- Mesure de poussières → 150 mg/Nm³ à 11 % d'O₂ soit 225 mg/Nm³ à 6 % d'O₂
- Mesure des NO_x en équivalent NO₂ (mg/Nm³) → 500 mg/Nm³ à 11 % d'O₂ soit 750 mg/Nm³ à 6 % d'O₂

Le règlement (UE) 2015/1189 de la Commission du 28 avril 2015 (portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux chaudières à combustible solide) donne aux fabricants de chaudières « [...] des exigences d'écoconception pour la mise sur le marché et la mise en service des chaudières à combustible solide dont la puissance thermique nominale⁵ est inférieure ou égale à 500 kilowatts (kW), [...] (les États membres) procèdent aux contrôles dans le cadre de la surveillance du marché »

- Émissions **saisonniers**⁶ de poussières 40 mg/Nm³ à 10 % d'O₂
- Émissions **saisonniers** d'oxydes d'azote à 200 mg/Nm³ à 10 % d'O₂

A partir d'une puissance d'1MW, les installations sont soumises à la réglementation des ICPE⁷ qui leur impose des VLE dépendantes de la puissance de l'installation et du type de combustible.

2 Pistes d'actions envisageables données par le CIBE

En réponse à la sollicitation de la DRIEE d'un avis sur des contraintes supplémentaires potentielles sur les VLE, le CIBE fait des propositions supportables par la filière bois-énergie.

Pour les nouvelles installations : application de VLE

Afin de définir ces VLE, il faut savoir que, lors de la révision de l'appel à projets 2022 du « Fonds Chaleur », l'ADEME a proposé d'étendre les VLE de l'ICPE « 2910 déclaration » à la gamme de puissances entre 500 kW et 1 MW. Après consultation auprès des professionnels de la filière bois-énergie, il est ressorti les constats suivants concernant les NO_x et les poussières :

- **Poussières < 50 mg/Nm³ à 6 % d'O₂** : un cyclone ou multi cyclone ne suffisent pas, **un filtre à manches (FAM) ou un électrofiltre (ESP) est nécessaire**. En revanche, ces équipements nécessaires pour respecter les VLE ont un surcoût de mise en place et d'exploitation (P2+P3).
- **NO_x < 500 mg/Nm³ à 6 % d'O₂** : cela est normalement **atteignable avec des combustibles bois vérifiant le cahier des charges de la chaudière mais** pas généralisable et en impliquant des contraintes sur les combustibles importantes. Il est très compliqué voire impossible de traiter les NO_x sur ces puissances. Il est possible de se baser sur la VLE en NO_x de l'arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts, rappelé ci-dessus (de même pour les poussières).

⁵ « Puissance thermique nominale » ou « Pr » : puissance thermique déclarée, exprimée en kW, d'une chaudière à combustible solide produisant de la chaleur pour des espaces clos au moyen de son combustible de référence

⁶ Méthode de calcul dans l'annexe III du règlement (valeurs applicables à partir de 2020)

⁷ Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

→ L'extension des **niveaux de VLE (ci-dessus) aujourd'hui appliqués aux ICPE** aux nouvelles installations de moins de 1MW **engendrera des contraintes supplémentaires notamment des coûts et un suivi plus important, mais la filière estime que ces seuils pourraient être supportés.**

Pour les installations existantes :

Il est recommandé, comme proposé à la DGEC lors de la consultation sur la loi « Climat et résilience » (loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets avec des exigences sur les zones avec plan de protection de l'atmosphère), de faire réaliser des audits⁸ pour obtenir un premier diagnostic/état des lieux des installations et partager les bonnes pratiques éventuellement nécessaires. Des bureaux d'étude ou animateurs bois-énergie peuvent être missionnés pour réaliser cette démarche de diagnostic et d'accompagnement des installations. Certaines démarches d'audit ont déjà eu lieu, accompagnées par l'ADEME. Cela permet :

- De mieux connaître le parc sur ces gammes de puissances et si besoin de renforcer les formations sur la conduite des installations (toutes les installations ne sont pas gérées par des énergéticiens).
- De réaliser un guide de bonnes pratiques qui permettent d'améliorer les performances de l'installation et ainsi de diminuer les émissions⁹ de polluants atmosphériques. Cela peut par exemple concerner la régularité de la qualité du combustible, notamment en réalisant des mesures d'humidité sur des échantillons. Pour être à l'optimum, il faut des qualités de biomasses régulières et donc un suivi renforcé du combustible. Pour les chaufferies de puissance bois < 1 MW, il n'y a pas forcément de personnel sur place d'où l'importance de la régularité de l'approvisionnement.
- D'identifier les besoins et soutenir le renouvellement des installations via le Fonds chaleur ou à défaut via les CEE dont le financement reste relativement faible pour soutenir ce renouvellement¹⁰. Il est à noter que l'ajout de filtres sur les installations existantes est conditionné à la configuration de l'installation dont l'espace et les coûts associés¹¹. Il est généralement très compliqué d'installer un système de dépoussiérage supplémentaire dans une installation existante en raison du manque de place (chaufferies exigües) et des coûts très importants que cela engendrerait.
- De réaliser un guide de bonnes pratiques adaptées au territoire.

→ Ainsi concernant le parc des **installations existantes, des actions efficaces d'audits et de suivis permettent une amélioration significative des émissions de polluants atmosphériques.**

⁸ Alliance Soleil/CRER/EDEL - [Synthèse de 30 audits de chaufferies bois en Pays de la Loire](#) – 2016

⁹ AILE - « [Optimiser le fonctionnement des chaufferies bois](#) » - 2020 (qui fait un audit avec préconisation de bonnes pratiques)

¹⁰ CIBE « [Certificats d'économie d'énergie \(CEE\) pour le chauffage en secteurs résidentiel collectif et tertiaire \(2021-MOP-3\)](#) » - 2021 (page 6)

¹¹ ADEME - [RETROFIT D'INSTALLATIONS BIOMASSE](#) - 2015

3 Mesures pour réduction des émissions de NO_x

L'azote est présent naturellement dans l'air (78 %) et dans le bois (0,2 à 0,5 % de la masse anhydre, selon les essences). Dès lors, la combustion du bois produit concomitamment des quantités d'oxydes d'azote. Cependant la production des oxydes d'azote dans les chaufferies bois reste très minime. En effet, d'après le CITEPA (Centre Interprofessionnel Technique d'étude de la Pollution Atmosphérique) « entre 1990 et 2021, les oxydes d'azote sont principalement émis par le secteur du transport » (CITEPA, 2022).

La production des NO_x dans les chaufferies bois dépend de plusieurs facteurs :

- Type du combustible utilisé (taux N₂, humidité ...)
- Taux d'O₂ dans la zone de combustion (air primaire / secondaire)
- Homogénéisation du gaz de combustion
- Homogénéité de la couche de combustion
- Temps de séjour du combustible dans le foyer

Parmi les mesures de prévention des émissions des NO_x, la filière bois-énergie s'appuie sur les **techniques primaires** afin de limiter la formation des polluants pendant l'étape de combustion, comme :

- La **recirculation des fumées** afin de diminuer le taux d'oxygène et par conséquent le taux d'azote présent dans l'air
- L'**étagement de l'air de combustion** qui doit être parfaitement contrôlé par le respect des valeurs prévues
- **Les foyers bas-NO_x**

Ce type de technique nécessite un dimensionnement dédié, afin de pouvoir séparer spatialement les deux zones de combustion spécifiques, et un temps de séjour suffisant du combustible dans le foyer. Pour les foyers bas-NO_x, ceci conduit à augmenter le volume du foyer, le plus souvent par ajout d'une chambre supplémentaire. Pour les chaudières de puissance nominale inférieure à 1 MW augmenter le volume du foyer aurait des effets négatifs sur d'autres éléments importants, notamment le rendement, les émissions de CO et la production d'imbrûlés. Ces types de techniques ne sont donc pas viables pour les chaudières de moins de 1MW. Pour les chaudières neuves à partir de quelques mégawatts, pour des raisons constructives liées aux technologies de combustion et leur puissance thermique nominale, on dispose de volumes compatibles avec les exigences des processus de limitation des NO_x.

En plus des techniques primaires, **à partir de plusieurs mégawatts**, des **techniques secondaires** peuvent être mises en œuvre. Elles consistent à insérer dans l'installation un équipement spécifique (SNCR¹², SCR¹³) destiné à assurer la réduction des NO_x formés.

En effet, les deux **systèmes SNCR et SCR** utilisent des techniques de dénitrification à l'aide d'agents réducteurs, des composés azotés comportant des radicaux NH (ammoniac ou urée) réagissant avec les NO_x pour recomposer de l'azote moléculaire. Cette réaction nécessite une vigilance accrue : en l'absence de suivi, on note un effet inverse sur les émissions de CO qui ont tendance à augmenter, ou encore un transfert de pollution du fait de l'ammoniac NH₃ qui peut être produit si la combustion n'est pas maîtrisée comme le montre l'étude ACV de l'ADEME (Logel, et al., 2022). L'installation de ces techniques secondaires implique de :

- Surveiller la combustion du fait de la sensibilité aux variations de la charge de la chaudière, en respectant un certain taux de charge

¹² SNCR : réduction non catalytique sélective

¹³ SCR : réduction catalytique sélective

- Respecter la température dans le corps de la chauffe afin que la réaction chimique puisse se produire en toute sécurité
- Surveiller les injections au minimum une fois par mois
- Désencrasser les cannes de l'urée qui peut s'y déposer

Une maintenance régulière doit être effectuée au sein de la chaufferie, en plus de la présence d'un agent de maintenance en permanence pour suivre les courbes de charge et de combustion.

En conclusion, ces solutions sont adaptées techniquement et économiquement **pour les grosses puissances, mais ont un coût et des contraintes d'exploitation surdimensionnés pour les petites chaufferies.**

Pour aller plus loin :

- ATANOR / Compte R. / Institut PPRIME / LERMAB - [Bonnes pratiques bas-NO_x pour chaudières à biomasse](#) - 2013
- CIBE - [Réduction des émissions d'oxydes d'azote issues de la combustion du bois en chaudière \(2011-REX-2\)](#) - 2012

4 Mesures pour réduction des poussières

Il existe deux manières de réduire les émissions de particules.

La première manière consiste à réduire les émissions à la source grâce à différentes pratiques :

- Optimiser la combustion
- Utiliser un combustible adapté aux cahiers des charges de la chaufferie
- Concevoir une installation correctement dimensionnée par rapport aux besoins
- Prévoir un ballon tampon pour mieux gérer les phases intermédiaires et de faible demande
- Assurer un entretien régulier de l'installation (ramonage échangeur, foyer, conduit)
- Régler les paramètres aérauliques
- Limiter les arrêts/redémarrages

La seconde manière consiste à traiter les particules présentes dans les effluents gazeux, à travers les dépoussiéreurs mécaniques, humides, électrostatique et couche filtrante.

Afin de respecter les VLE, les chaudiéristes ont recours aux techniques primaires, combinées à plusieurs techniques secondaires en parallèle, comme par exemple un cyclone, voire un multicyclone en amont d'un filtre à manche.

Pour aller plus loin :

- ADEME - [RETROFIT D'INSTALLATIONS BIOMASSE](#) - 2015
- Inddigo - [Évaluation technico-économique des systèmes de réduction des émissions de particules des chaudières biomasse](#) - 2012
- CIBE - [Synthèse des atouts et des faiblesses des systèmes de dépoussiérage des fumées \(multi-cyclone, électrofiltre, filtre à manches\) \(2010-REX-1\)](#) – 2010

CONCLUSION

Dans le secteur collectif et industriel, les constructeurs de chaufferies bois ont beaucoup travaillé à l'amélioration de la conception des installations et proposent aujourd'hui des technologies qui diminuent fortement les émissions de polluants dans l'atmosphère.

Les grandes installations disposent de systèmes de traitement des fumées comme des filtres à particules, des systèmes de pilotage optimisant la combustion de la biomasse et des équipes d'exploitation et de suivi.

Pour les petites chaufferies, il existe des pratiques et des technologies qui permettent de limiter les émissions de polluants

- une conception adaptée (bon dimensionnement, combustible adapté à la technologie de combustion, ...)
- une conduite rigoureuse de la chaufferie (régularité dans la qualité du combustible, réglages des paramètres de combustion, ...)
- un système de filtration adapté : un filtre à manches (FAM) ou électrofiltre (ESP) est indispensable pour respecter certaines VLE, notamment sur les émissions de poussières

Pour répondre aux exigences des zones PPA sur les appareils de combustion bois de puissance thermique nominale inférieure à 1 MW, ces bonnes pratiques et technologies sont à **soutenir en cas de durcissement notable de la réglementation** avec application des VLE fixées pour les ICPE aux installations de plus de 500kW, car elles sont coûteuses en investissement et en exploitation. Les contrôles sont à articuler avec ceux de l'arrêté du 2 octobre 2009.

En deçà, le règlement UE sur l'écoconception est à maintenir.

En revanche pour les installations existantes, ces contraintes deviennent insurmontables. On privilégiera l'audit et le suivi de ces installations, outils qui ont déjà montré leur performance.

Bibliographie

- ADEME - [Le bois énergie et la qualité de l'air](#) - 2009
- ADEME Pays de la Loire - [Le bois énergie et la qualité de l'air - Clés pour agir](#) – 2016
- ADEME - [RETROFIT D'INSTALLATIONS BIOMASSE](#) - 2015
- ATANOR / Compte R. / Institut PPRIME / LERMAB - [Bonnes pratiques bas-NO_x pour chaudières à biomasse](#) - 2013
- Alliance Soleil/CRER/EDEL - [Synthèse de 30 audits de chaufferies bois en Pays de la Loire](#) – 2016
- AILE - « [Optimiser le fonctionnement des chaufferies bois](#) » - 2020
- Biomasse Normandie / FCBA / RDC Environnement - [Analyse du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel](#) – 2022
- CIBE « [Certificats d'économie d'énergie \(CEE\) pour le chauffage en secteurs résidentiel collectif et tertiaire \(2021-MOP-3\)](#) » - 2021
- CIBE - [Réduction des émissions d'oxydes d'azote issues de la combustion du bois en chaudière \(2011-REX-2\)](#) - 2012
- CIBE - [Synthèse des atouts et des faiblesses des systèmes de dépoussiérage des fumées \(multi-cyclone, électrofiltre, filtre à manches\) \(2010-REX-1\)](#) – 2010
- CITEPA - [Gaz à effet de serre et polluants atmosphériques - Bilan des émissions en France de 1990 à 2021](#) – 2022
- Commission européenne - [Règlement \(UE\) 2015/1189 de la Commission du 28 avril 2015 portant application de la directive 2009/125/CE du Parlement européen et du Conseil en ce qui concerne les exigences d'écoconception applicables aux chaudières à combustible solide](#) – 2009
- Inddigo - [Évaluation technico-économique des systèmes de réduction des émissions de particules des chaudières biomasse](#) - 2012
- INERIS - [Pollution atmosphérique : les enjeux de la filière bois-énergie](#) – 2022 (page Internet)
- Ministère - [Arrêté du 2 octobre 2009 relatif au contrôle des chaudières dont la puissance nominale est supérieure à 400 kilowatts et inférieure à 20 mégawatts](#) – 2009
- Ministère - [Loi n°2021-1104 du 22 août 2021 portant lutte contre le dérèglement climatique et renforcement de la résilience face à ses effets avec des exigences sur les zones avec plan de protection de l'atmosphère](#) - 2021