



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

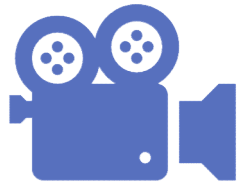
*Liberté  
Égalité  
Fraternité*



# Enjeux de la pollution de l'air et impact des petites chaufferies biomasse

Webinaire ADEME/CIBE

# Les bonnes pratiques pour ce webinar



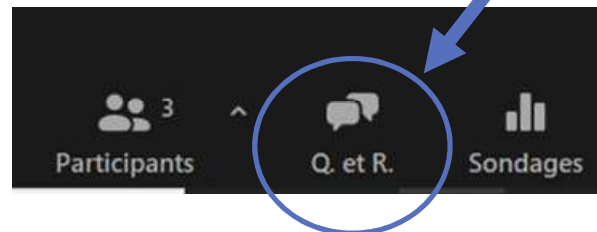
Le webinar est enregistré, merci de nous signaler si vous ne souhaitez pas l'être.



N'hésitez pas à poser **vos questions via la partie "Q. Et R."** en parallèle des interventions



Un **temps d'échanges** et de questions-réponses sont prévus en fin de présentation, les questions écrites seront alors reprises



# Sommaire

## 1. Introduction

- a) Enjeux sur le développement du bois énergie
- b) Recensement chaufferie bois 2023
- c) Constats émissions petites chaufferies

## 2. Généralités et impacts de la pollution de l'air, impact du bois énergie

- a) Quelques définitions et notions sur les principaux polluants
- b) Contribution du bois énergie à la pollution de l'air
- c) Emissions lors de la combustion du bois

## 3. Focus rôle de la cheminée

## 4. Actions d'améliorations

- a) Constat Installations existantes et recommandations
- b) Renforcement des connaissances
- c) Réglementation
- d) Évolution du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

## 5. Echanges

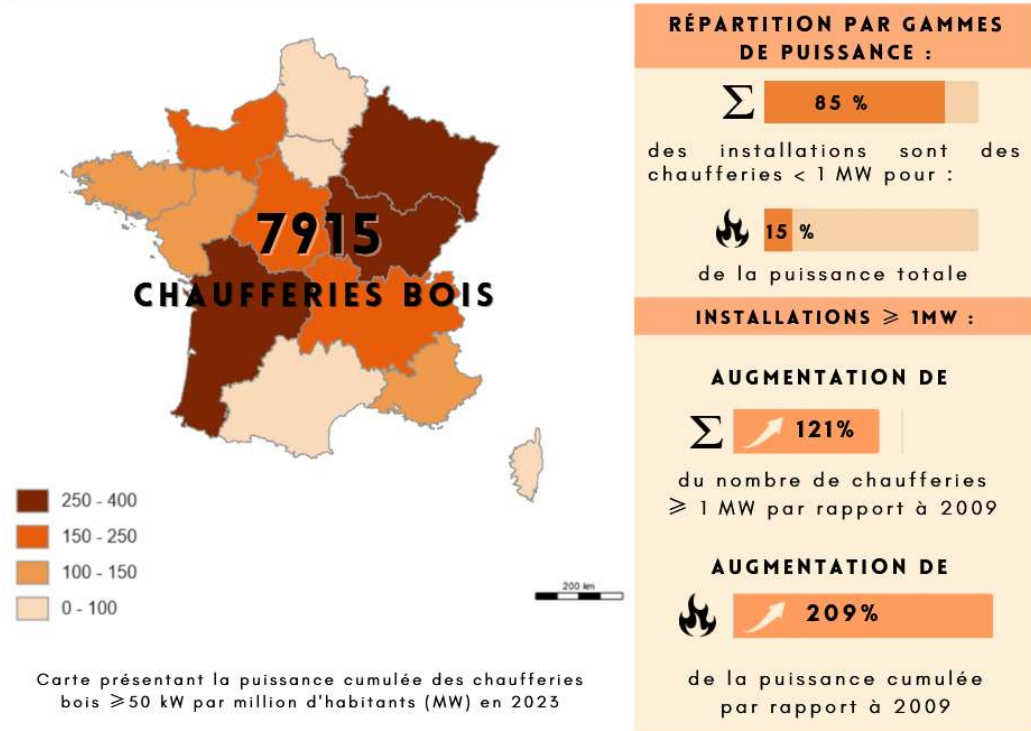
## 6. Annexes

# 1. Introduction

## Rappels constitution du PARC - Recensement chaufferie bois 2023

- Première énergie renouvelable en France avec 36% production primaire ENR&R, soit 125 TWh.
- Part importante des objectifs de décarbonation de la chaleur (collectif, industriel et tertiaire) PPE2 :
  - Période 2018-2023 : 61% obj chaleur ENR
  - Période 2023-2028 : 61% également dont développement via les CCR
- Technologies matures et valorisation durable des ressources territoriales : plaquettes forestières, co-produits industriels, bois hors-forêt ou en fin de vie, granulés...

**7915 CHAUFFERIES POUR UNE PUISSANCE TOTALE DE 9,4 GW**



# Enjeux sur le développement du bois-énergie

MINISTÈRE DE LA TRANSITION ÉCOLOGIQUE  
PLAN D'ACTION

**Réduction des émissions** issues du chauffage au bois en France

Chauffage domestique au bois performant

ÉTAT DES LIEUX



**V.**  
**Encadrer le chauffage au bois dans chaque zone PPA, en prenant des mesures adaptées aux territoires pour réduire les émissions de particules fines**



« Renforcer les dispositions relatives aux installations de combustion de biomasse de puissance comprise **entre 400 k et 1 MW**, par exemple en imposant des valeurs limites d'émission. »

**Des contraintes législatives, réglementaires et sociétales croissantes**

PLANÈTE - POLLUTIONS

## Le chauffage au bois, première source d'émission de particules fines

Des médecins, des chercheurs et des associations dénoncent l'impact de la combustion de la biomasse sur la qualité de l'air, alors que centrales de chauffage collectif fonctionnant avec cette source d'énergie se multiplient en France.

Par Stéphane Mandard  
Publié le 04 juin 2021 à 11h01 · Lecture 3 min.

Ajouter à vos sélections

Article réservé aux abonnés



vous regardez

**Sur le front**  
La face cachée des forêts françaises

CO <sub>2</sub>	94	101
PARTICULES FINES	1	10
MÉTHANE	1	30
DIOXINES ET FURANES	10	40

Source: L'Estimoteur, 2021. Chaudières de plus de 300 kW

00:46:28 00:52:16

Stockage des copeaux de bois servant à alimenter une chaudière à bois installée dans une entreprise française, en juillet 2008. KENZO TRIBOUILLARD / AFP

# Constats émissions petites chaufferies < 1MW

**Constats issus d'une étude en HDF :** campagne de mesures sur des petites chaufferies < 150 kW

→ À confirmer que des chaudières (même de classe 5 et avec des combustibles de bonne qualité) seule (sans système de filtration) n'atteignent pas les 40mg/Nm<sup>3</sup> à 10%d'O<sub>2</sub> pour les poussières (108 au minimum)

**Constats issus de l'étude ACIBIOQA :**

**Rappel :** L'étude a consisté à mener des campagnes d'analyses des émissions polluantes de six installations, couplées à l'analyse de leurs conditions de fonctionnement. L'étude contient également une partie bibliographique visant à compiler les connaissances des émissions des installations par gammes de puissance ([250 kW - 1 MW] et supérieures à 1 MW) selon la nature des combustibles utilisés et la nature des moyens de traitement de fumée utilisés, ce qui a permis la mise à jour des facteurs d'émissions du CITEPA.

Les résultats obtenus ont permis:

- De confirmer les performances des différents types de système de traitement de fumée (enquête + mesures)
- De montrer que les émissions de poussières et de CO **étaient plus importantes lors des fonctionnements à faible charge et lors des phases de redémarrages/extinctions des chaudières**
- De montrer que les émissions de poussières dépassent les 50 mg/Nm<sup>3</sup> à 6% d'O<sub>2</sub> pour toutes les chaudières en l'absence de système de filtration type filtre à manches ou électrofiltre
- De montrer que la granulométrie des particules varie selon les phases de combustion (particules plus grossières au démarrage)

## 2. Généralités et impacts de la pollution de l'air, impact du bois énergie



# Préambule

## L'AIR, C'EST:

78% d'azote

21% d'oxygène

0,93% d'argon

Et des composés en infimes quantités ... dont les gaz à effet de serre et les polluants de l'air



***Il ne faut pas confondre pollution de l'air et gaz à effet de serre (GES).***

- ***Les polluants de l'air***, composés de gaz toxiques ou de particules nocives, ont un effet direct sur la santé et les écosystèmes ;
- ***Les GES*** sont responsables du changement climatique. Ils restent très longtemps dans l'atmosphère mais ont peu d'effets directs sur la santé (à l'exception notable de l'ozone, qui est aussi un polluant de l'air).

Le changement climatique, provoqué par les gaz à effet de serre piégeant la chaleur provenant des activités humaines, constitue une menace mondiale à long terme.

La pollution de l'air se produit sur une période de plusieurs jours, voire semaines, et a tendance à être plus localisée et a des impacts sur la santé humaine

Particules (PM<sub>10</sub>, PM<sub>2,5</sub>),  
dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>),  
dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),  
benzène, ozone...

Dioxyde de carbone  
(CO<sub>2</sub>), méthane (CH<sub>4</sub>),  
protoxyde d'azote  
(N<sub>2</sub>O), ozone ...

Qualité de l'air  
et climat  
interagissent !

# Impacts sanitaires de la pollution de l'air

- ✓ Classée cancérogène avéré par le **Centre International de Recherche sur le Cancer (CIRC)**
- ✓ Maladies **cardiovasculaires, respiratoires, neurologiques**, troubles de la **reproduction**,
- ✓ Effets néfastes sur la santé de la **femme enceinte et de l'enfant à naître**, favorise le développement de **pathologies chez l'enfant**,
- ✓ Accroît le risque de **sensibilisation à des allergènes** et **aggraver les symptômes d'allergie respiratoire**
  
- ✓ **Selon l'OMS**
  - ✓ La pollution atmosphérique est l'un des plus grands risques environnementaux pour la santé
  - ✓ En 2019, 99% de la population mondiale vivaient dans des endroits où les seuils préconisés par les lignes directrices de l'OMS relatives à la qualité de l'air n'étaient pas respectés
  - ✓ En 2019, on estimait à 4,2 millions le nombre de décès provoqués par la pollution de l'air extérieur dans les villes et zones rurales
- ✓ **Polluants les plus néfastes** pour la santé : particules fines, Ozone, Dioxyde d'Azote, Composés organiques volatiles (COV), Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), métaux
- ✓ C'est **l'exposition chronique** à la pollution de l'air qui conduit aux impacts les plus importants sur la santé pour la population générale



<https://www.who.int/fr/publications/i/item/9789240034433>

# Autres impacts de la pollution de l'air

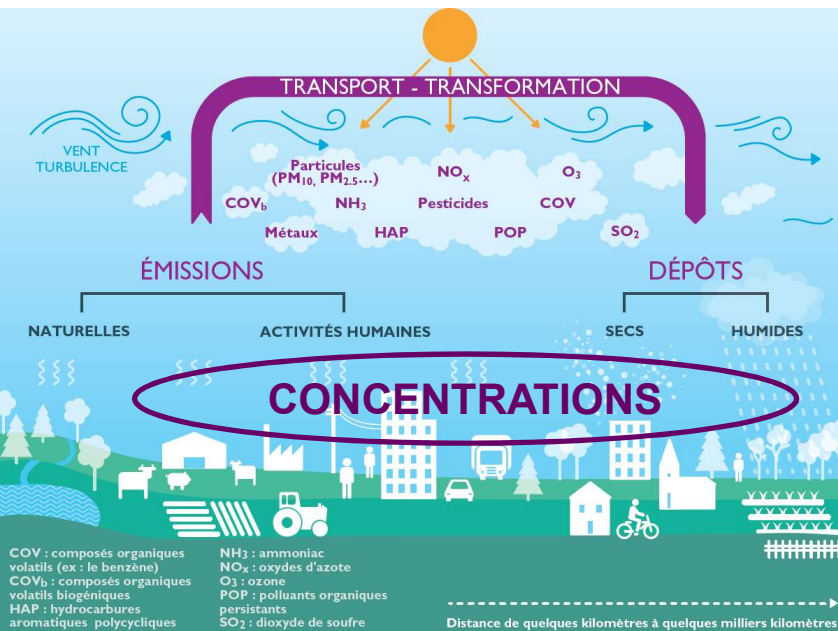
- ✓ **Ecosystèmes, végétation, biodiversité, cultures** (trop d'ozone : baisse des rendements agricoles de 5 à 20%)
- ✓ **Bâti, matériaux** (salissures, corrosion...)
- ✓ **Economie** (coûts estimés de la pollution atmosphérique en France par le Sénat en 2015 : **101 Mds d'€ / an**) - <https://fr.scribd.com/document/271649687/Rapport-sur-le-cout-economique-et-financier-de-la-pollution-de-l-air>
- ✓ **Impacts croisés avec le changement climatique**
  - ✓ Le changement climatique entraîne des feux de forêt plus nombreux et la désertification de zones entières => accroissement des émissions de particules fines
  - ✓ le changement climatique accroit le nombre et l'intensité des périodes de fortes chaleurs, ce qui facilite la formation d'ozone de basse altitude, qui est à la fois un polluant de l'air et un gaz à effet de serre
  - ✓ L'ozone réduit la capacité d'absorption du CO<sub>2</sub> des écosystèmes => participe au réchauffement de l'atmosphère
  - ✓ Les pics d'ozone sont de plus en plus précoces (dès avril-mai jusqu'à septembre –octobre). A noter que les concentrations moyennes en Ozone sont de nouveau en hausse depuis 2016, alors que pour les autres polluants elles sont en baisse depuis le début du siècle
  - ✓ NOx et COV sont à l'origine de la formation d'ozone => aggravent le changement climatique.
  - ✓ Les particules ont des conséquences plus ambivalentes : certaines aggravent le changement climatique, d'autres le masquent partiellement.

*« Les vagues de chaleur détériorent la qualité de l'air, avec des répercussions sur la santé humaine, les écosystèmes, l'agriculture et même notre vie quotidienne.*

*Le changement climatique et la qualité de l'air ne peuvent être traités séparément.*

*Ils vont de pair et doivent être abordés ensemble pour briser ce cercle vicieux. »* Petteri Taalas, secrétaire général de l'OM

# Le cycle de la pollution de l'air



Source : Brochure « Agriculture et pollution de l'air : Impacts, contributions, perspectives : État de l'art des connaissances » (<http://www.ademe.fr/agriculture-pollution-lair>)

**Emissions** : Quantités de polluants **directement rejetées** dans l'atmosphère par les activités humaines ou des sources naturelles

**Les polluants primaires** sont **émis directement dans l'air** par une source de pollution  
**particules, oxydes d'azote, oxydes de soufre, ammoniac, composés organiques volatils (COV), métaux, oxydes de carbone**

**Une fois émis, les polluants réagissent et se transforment !!**

**Les polluants secondaires** sont formés dans l'air à partir de polluants primaires, par réactions chimiques ou photochimiques, sous l'action du rayonnement solaire, de l'humidité, de la chaleur...

**particules, oxydes d'azote, aérosols organiques secondaires (AOS), Ozone, ...**

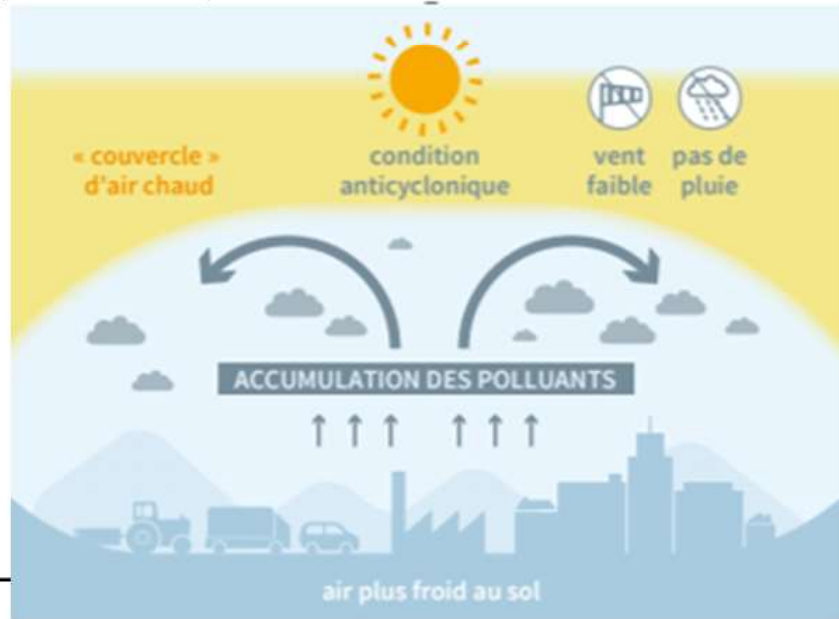
**Concentrations** : Caractérisent **la qualité de l'air que l'on respire** et concernent à la fois les polluants primaires et les polluants secondaires – elles sont exprimées en quantité de polluant par volume d'air



**Absence de linéarité entre émissions et concentrations**

# Rôle important de la météorologie et de la topographie

- **Vent** / Absence de vent : concentration des polluants ; vent modéré : bonne dispersion des polluants ; Vent fort : possibilité d'effet panache et de pollution localisée
- **Pluie** / entraîne les polluants gazeux et particulaires vers le sol
- **Phénomène d'inversion thermique** / en cas de conditions anticycloniques, la température au sol est plus froide que celle de l'air ; la dispersion des polluants est bloquée et ils s'accumulent près du sol
- **La topographie** / Les obstacles naturels ou les constructions, ainsi que les brises de mer et de terre sur le littoral, peuvent gêner la dispersion des polluants



DVTD / SEQA



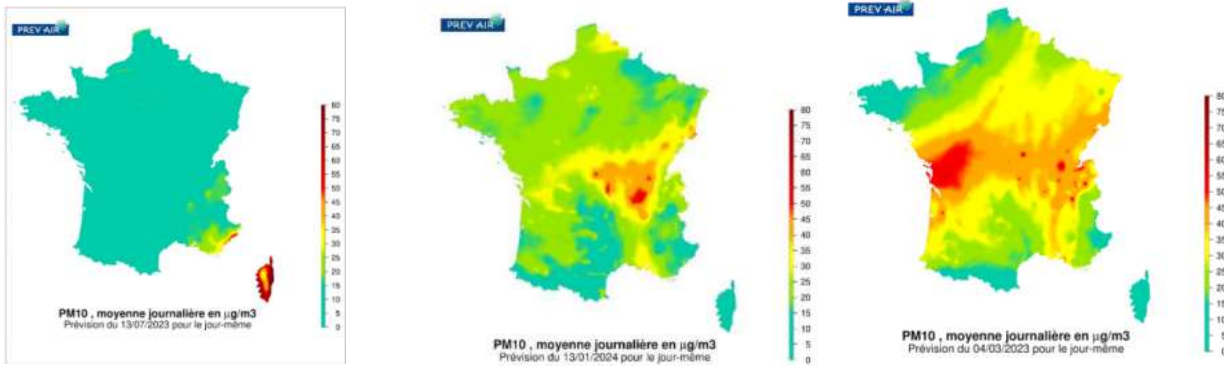
Source :  
Atmo BFC

12

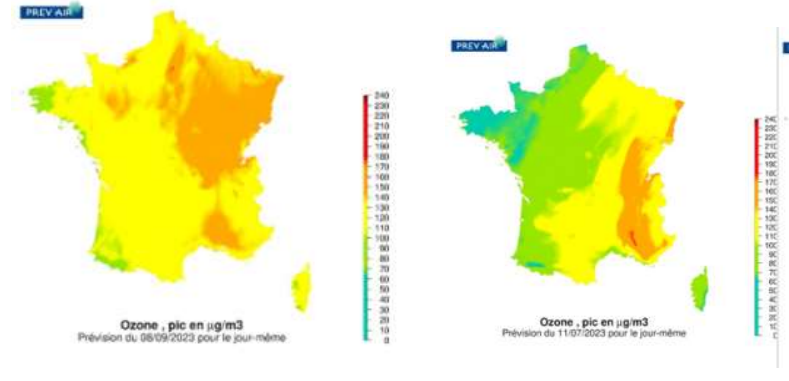
18/03/2024

# Variations spatiales et temporelles de la pollution de l'air

## PM<sub>10</sub>



## O<sub>3</sub>



Fortes chaleurs sur l'ensemble ou sur une partie du territoire

Composition chimique des PM<sub>10</sub> observées lors de deux types d'épisodes de pollution

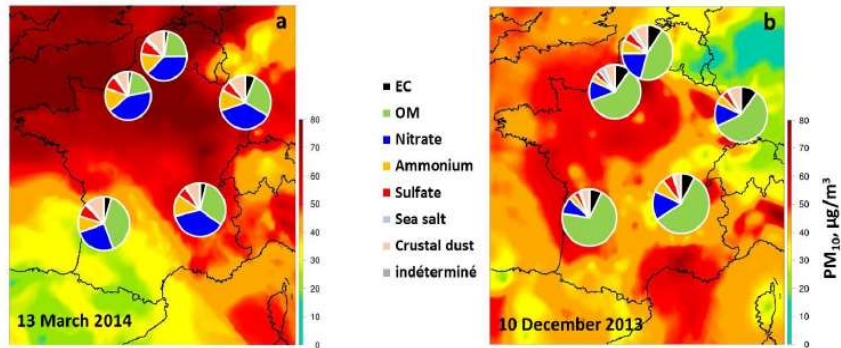
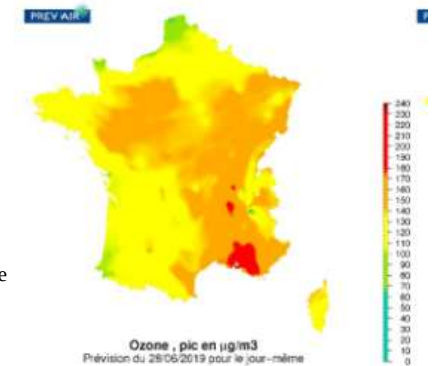


Figure 8 : Exemples de composition chimique journalière moyenne des PM<sub>10</sub> observée dans cinq stations urbaines (Lens, Rouen, Strasbourg, Lyon et Bordeaux) lors de deux types d'épisodes de pollution différents, sur la carte de concentration en PM<sub>10</sub> cartographiée à l'aide du système de modélisation Prev'Air (<http://www2.prevoir.org>) et analysée avec des mesures in situ des PM<sub>10</sub>.

Source : programme CARA

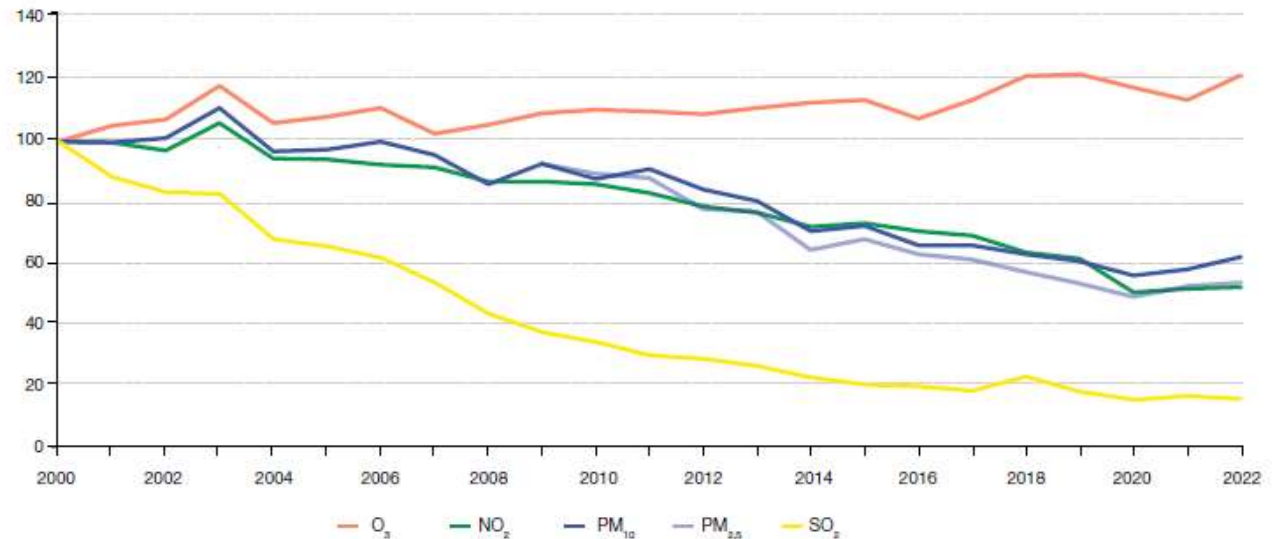
Températures caniculaires sur une grande partie du pays



Source : <http://www2.prevoir.org/>

# Evolution des concentrations (qualité de l'air) au niveau national

Graphique 2 : évolution des concentrations moyennes annuelles pour les polluants SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>, PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub>, en fond urbain  
En indice base 100 des concentrations en 2000 (2009 pour les PM<sub>2,5</sub>)



Notes :

- la méthode de mesure des PM<sub>10</sub> a évolué en 2007 afin d'être équivalente à celle définie au niveau européen. Elle permet désormais de mesurer une fraction des particules non prise en compte avant 2007 et a eu pour conséquence une augmentation des concentrations. L'indice calculé ici étant un indice chaîné qui mesure les évolutions par couple d'années (avec ancienne et nouvelle méthode pour l'année 2007), il n'y a pas de rupture de série malgré le changement de méthode ;  
- les mesures de PM<sub>2,5</sub> sont suffisamment nombreuses depuis 2009. La courbe les concernant débute ainsi en 2009, en prenant comme hypothèse que l'indice PM<sub>2,5</sub> en 2009 était égal à l'indice PM<sub>10</sub> ;  
Champ : France métropolitaine hors Corse.  
Source : Geod'air, juin 2023. Traitements : SDES, 2023

Malgré l'amélioration globale de la qualité de l'air, des dépassements des seuils réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine à court terme (épisodes de pollution) et long terme subsistent en certains points du territoire.

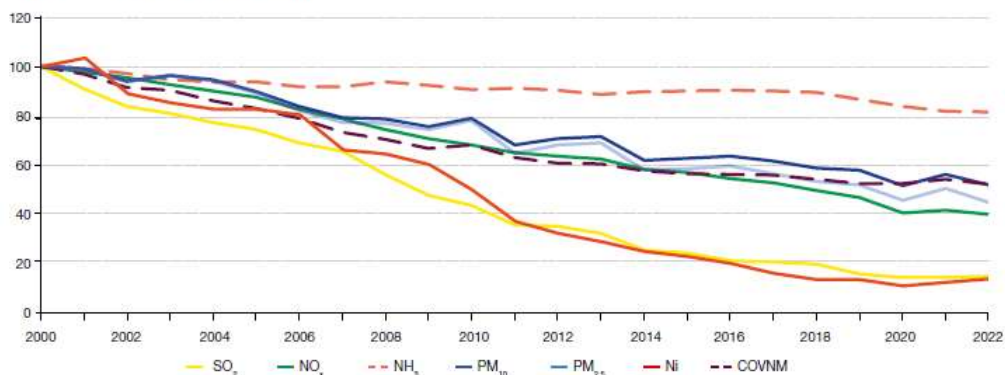
Source MTE



chiffres nationaux moyens cachant des disparités géographiques et temporelles

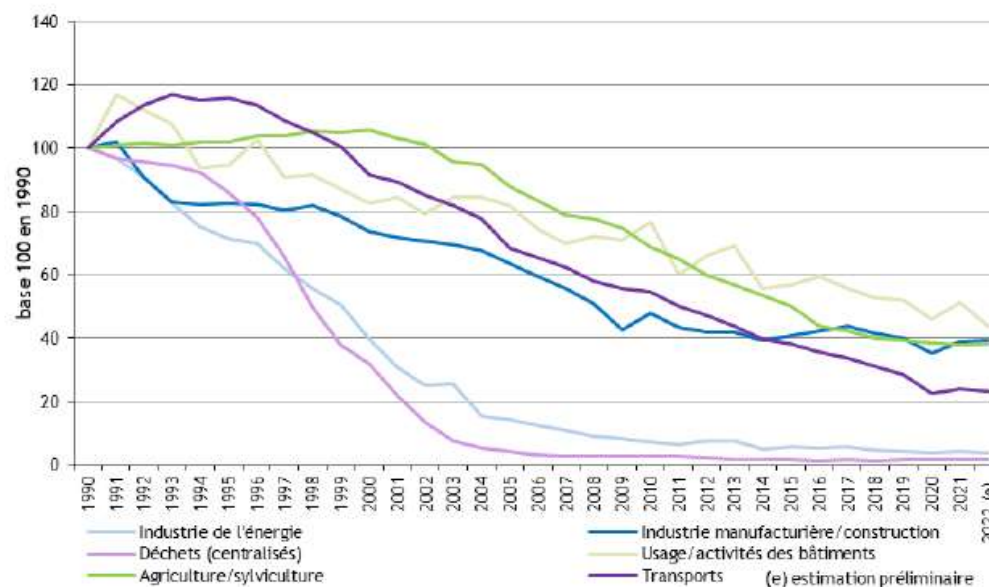
# Des émissions nationales en baisse (sauf NH<sub>3</sub>)

Graphique 1 : évolution des émissions anthropiques de quelques polluants  
En indice base 100 des émissions en 2000



(e) : estimation préliminaire.  
Note : sur ce graphique, les émissions de PM<sub>10</sub> et PM<sub>2,5</sub> ne concernent que la fraction primaire, et excluent donc les particules secondaires formées dans l'atmosphère, ainsi que les émissions naturelles.  
Champ : France métropolitaine.  
Source : Citepa, avril 2023, format Secteurs économiques et énergie

Evolution des émissions dans l'air de PM<sub>2,5</sub> en base 100 en 1990 en France (Métropole)



CITEPA, Secten 2023



chiffres nationaux moyens cachant des disparités géographiques et temporelles



# Qui est responsable des émissions de polluants ?



**Tout le monde peut agir pour faire baisser les émissions**

## Zoom sur les particules : PM<sub>2,5</sub> / PUF

### PM<sub>2,5</sub> : Particules fines dont le diamètre aérodynamique est inférieur à 2,5 µm.

- ✓ Peuvent être **primaires ou secondaires** (recombinaison chimique de NO<sub>x</sub>, NH<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, COV...)
- ✓ Leur **composition** dépend de leur origine et de leurs mécanismes de formation. Les PM<sub>2,5</sub> contiennent principalement de la matière organique et des espèces secondaires (ex : nitrate et sulfate d'ammonium...), mais aussi du carbone suie (émis lors de combustions incomplètes), des composés inorganiques, des métaux...
- ✓ Leur **toxicité** est fonction de leur **composition chimique** et de leur **taille**
- ✓ **Sources d'émission : anthropiques** (industrie, chauffage, chantiers, transport, agriculture) **& naturelles** (feux, érosion éolienne, embruns marins)
- ✓ Les particules fines peuvent rester en suspension, stagner dans l'air pendant plusieurs jours voire semaines et voyager sur de longues distances

### Particules ultrafines (PUF) ou PM<sub>0,1</sub> / particules de diamètre inférieur à 100 nm

- ✓ Peuvent être **primaires ou secondaires**
- ✓ **Composition chimique très variée** (Carbone organique et minéral, HAP, sels minéraux, métaux...)
- ✓ Comportement physique proche de celui des gaz
- ✓ **Enjeu de santé publique** du fait de leur impact sanitaire (risque avéré pour la santé, Anses 2019)
- ✓ Elles sont notamment émises par les procédés de combustion
- ✓ Les émissions et concentrations de PUF **ne sont actuellement pas réglementées en France** mais la **surveillance** des concentrations en PUF dans l'air ambiant à l'échelle nationale a débuté depuis 2020
- ✓ Les méthodes de **mesures se font en nombre et non en masse**
- ✓ Les PUF ne sont pas encore prises en considération dans les inventaires d'émissions, notamment du fait d'une **méconnaissance de leurs facteurs d'émissions pour les différentes sources**

# La combustion du bois

**Combustion du bois : réaction chimique d'oxydation de la matière organique avec dégagement de chaleur**

- L'oxygène contenu dans l'air (comburant) permet la combustion du bois (combustible)
- Une **bonne qualité de combustion** est obtenue par un **mélange optimisé entre le combustible et le comburant** ; les quantités doivent être adaptées à chaque phase de combustion

Une combustion « complète » ne produirait que des gaz (essentiellement du CO<sub>2</sub> et de la vapeur d'eau) et des résidus solides (cendres, essentiellement minérales). **Une combustion incomplète émet, en plus, des polluants gazeux et particulaires, évacués par le conduit d'évacuation des fumées.**

## Emissions polluantes liées à la combustion du bois

- **Oxydes d'Azote (NOx)** les émissions sont dépendantes de la teneur en azote du combustible et sont influencées par des T plus basses et des taux de O<sub>2</sub> plus faible (allure, phase de combustion)
- **Monoxyde de carbone (CO)** / les émissions augmentent lors d'une combustion incomplète (allumage, allures réduites)
- **Particules fines (dont carbone suie) , Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), composés organiques volatils (COV) et semi-volatils (COSV)** / les émissions sont influencées par l'allure, la phase de combustion, le mode d'allumage et l'humidité du combustible

# Comment faire baisser les émissions polluantes du bois énergie & participer à l'amélioration de la qualité de l'air

**La clé : l'amélioration de la qualité de combustion** en optimisant le mélange entre le bois et l'air, de façon adaptée à chaque phase de combustion

En agissant notamment sur :

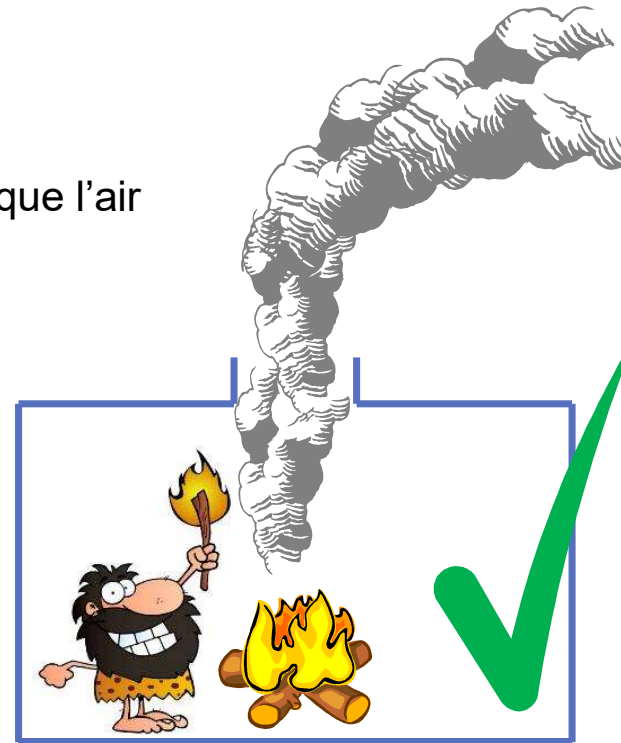
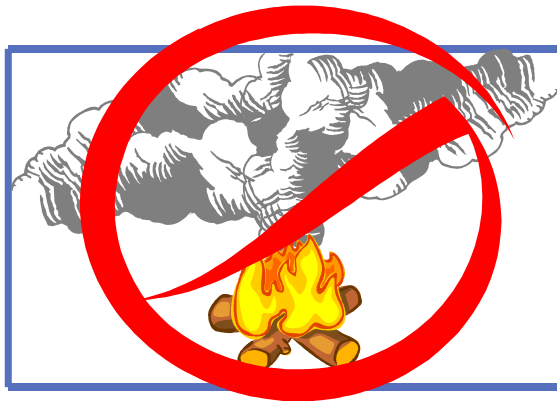
- ✓ Le **dimensionnement** de l'installation
- ✓ La qualité du **combustible**
- ✓ **L'optimisation des arrivées d'air**, en adéquation avec la phase de combustion, la charge, l'allure
- ✓ **L'entretien** de l'installation

**Une meilleure qualité de combustion entraîne aussi une optimisation de l'utilisation de la ressource en bois et donc des économies**

# 3. Focus rôle de la cheminée

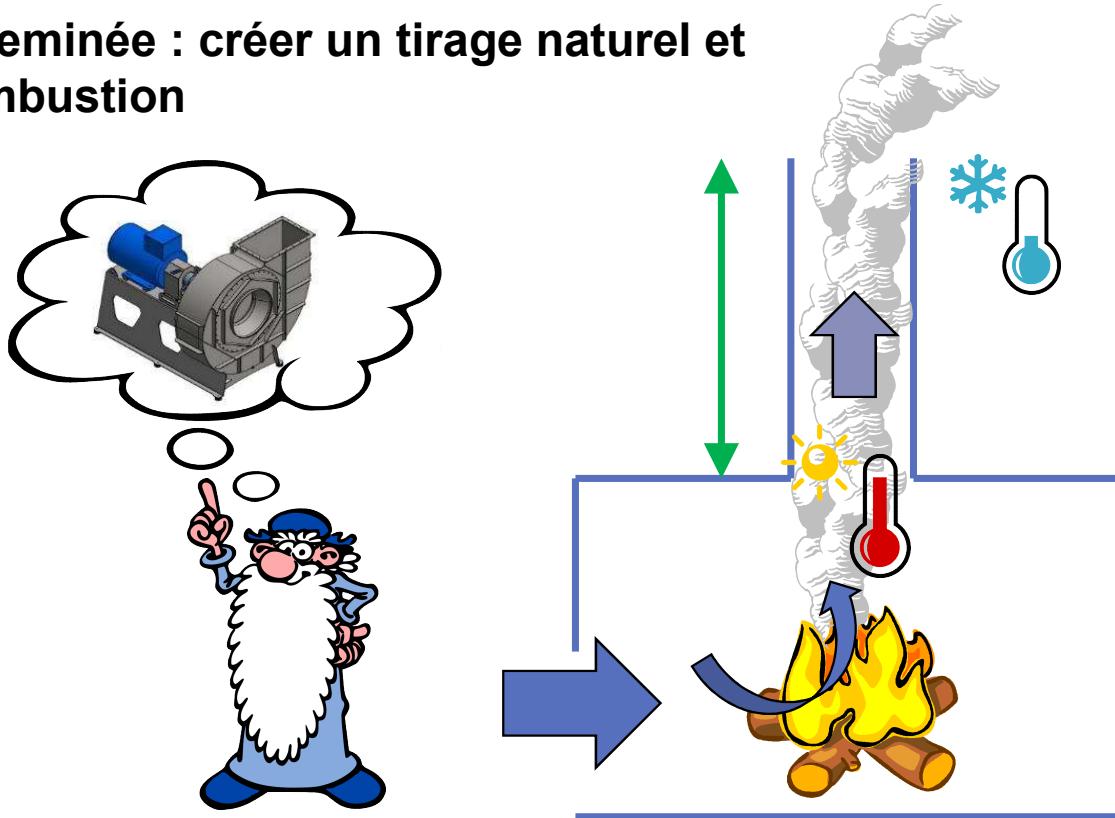
## 1<sup>er</sup> rôle de la cheminée : évacuer et canaliser les gaz de combustion

- ✓ Lois physiques :  
les fumées chaudes sont plus légères que l'air  
ambiant → Les fumées montent!



- ✓ Le premier rôle de la cheminée avait déjà pour objectif la santé publique!

## 2<sup>nd</sup> rôle de la cheminée : créer un tirage naturel et améliorer la combustion

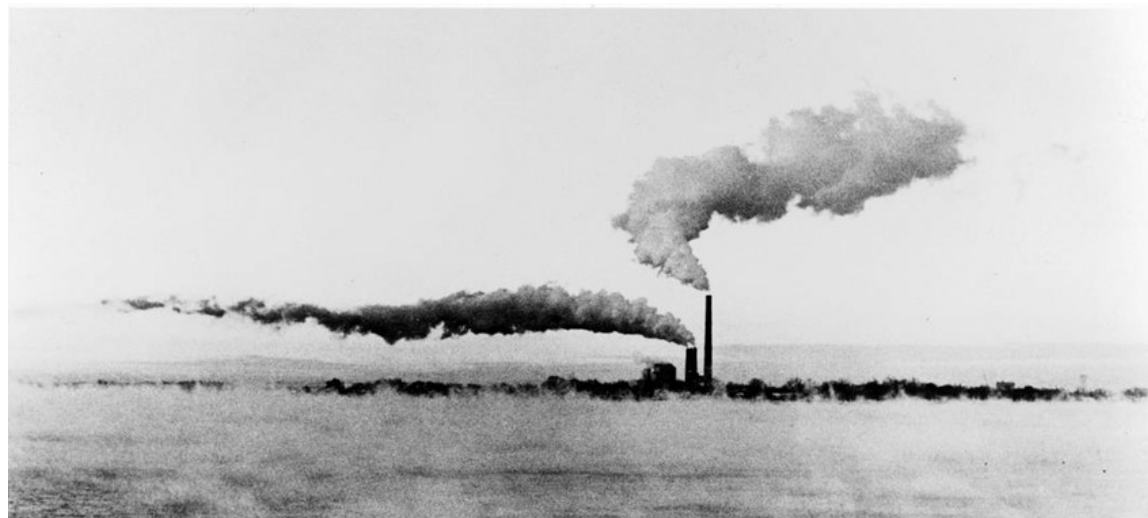


Lois physique :  
Plus la cheminée est haute ou plus l'écart de température est important, plus le tirage naturel sera important.

- ✓ Assurer une dépression puis limiter les pertes de charges.
- ✓ Aujourd'hui le tirage naturel n'est souvent plus suffisant et les fumées sont évacuées à l'aide d'un extracteur (ventilateur centrifuge)

### 3<sup>ème</sup> rôle de la cheminée : contribuer à la bonne dispersion des polluants au sol

- ✓ La hauteur du point de rejet doit permettre de faire respecter une concentration maximale de polluants au niveau du sol.



*Années 70 – Port de Beverly-Salem (Massachusetts)  
Panache de fumée de 2 cheminées de 76 et 152m, matinée froide et brumeuse*



# Rôle de la cheminée en synthèse



Hauteur bien dimensionnée en fonction de :

P. installation (tirage : vol et vitesse éjection fumées)

+

VLE (émissions)

+ Concentration au sol (pollution existante)



Réduction des émissions  
et de la pollution au sol

=

Protection de la population

Emissions < VLE

H ?

Nouvelle  
installation

25



Habitations



## 4. Actions d'amélioration

Constat Installations existantes et recommandations

Renforcement des connaissances

Réglementation

Évolution du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

# Installations existantes : constats

## **3 audits sur les petites et moyennes installations (entre 50 et 800kW)**

- AILE – Optimiser le fonctionnement des chaufferies bois – 2020 (12 installations)
- KALICE - Suivi et optimisation de réseaux de chaleur bois énergie gérés en régie – 2016 (12 installations)
- Alliance soleil / EDEL / CRER – Synthèse de 30 audits de chaufferies bois gérées en régie en Pays de la Loire – 2016 (30 installations)

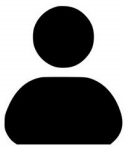
**Constats** (sur toutes les gammes de puissances et notamment <500kW) : plus de la moitié sont en déficit d'exploitation et ont un taux de couverture insuffisant

- Manque de suivi de la qualité du bois dans 2/3 des cas
- Surdimensionnement dans 2/3 des cas
- Hétérogénéité du temps passé en chaufferies
- Formation insuffisante (constructeur et/autres): régulation et maintenance à optimiser
- Comptage énergétique peu/mal connu dans 1/3 des cas
- Temps de mise en route satisfaisant très long (supérieur à 3 ans pour 50% des installations)

 Annexes complémentaires en fin de support

## Recommandation : optimiser la combustion et limiter les émissions polluantes

- **Bon dimensionnement en phase de conception** : permet de diminuer la fréquence de cycles arrêt/démarrage et **donc les émissions atmosphériques**
- **Mise en place d'un volume de stockage thermique adapté à la chaudière** afin d'allonger les cycles
- Bonne définition des **performances de traitement des fumées** pour respecter les cahiers des charges (fonds chaleur, PPA, etc)
- **Choix d'un combustible de qualité adaptée et contrôle continu des combustibles livrés** : les caractéristiques du combustible sont spécifiques à chaque installation. Il faut un échantillonnage représentatif
- **Formation et accompagnement** du personnel d'exploitation
- Réglages de mise en service **ajustés en fonction des conditions de fonctionnement réelles** afin d'optimiser chaque étape de combustion du bois
- **Suivi d'exploitation**
  - Conduite de **l'exploitation** : contrôle & suivi des performances de l'installation et de la consommation de bois
    - mettre en place des modes opératoires ; guide de conduite ; démarche qualité
  - **Entretien & maintenance réguliers de l'installation** (chaudières, conduits, système de traitement des fumées)



**CIBE - Recommandations issues des retours d'expérience sur la « première année de fonctionnement » de la chaudière bois – 2019**

# Renforcement des connaissances

## Actions du CIBE

### Formations

- **Formations sur le montage et le suivi de projets** telles qu' « ENERBOIS » et « ADOBOIS » (co-organisées par METROL / CIBE)

### Études à venir :

- Chaudières en cascade et appoint bois
- Bonne pratique du ramonage
- Gestion technique centralisée (GTC) / Gestion de maintenance assisté par ordinateur (GMAO)
- Boite à outils pour renforcer le suivi
- Note pédagogique de recommandations sur le dimensionnement et d'exploitation sur la base de l'étude « ACIBIOQA » et enrichie des échanges au sein du réseau des animateurs bois-énergie (2025)

# Renforcement des connaissances

## Etudes financées par l'ADEME à venir

Action	Calendrier	Détails
<b>Projet AQACIA / ARIBIOQA</b>	2024 - 2026	<b>Tester différentes configurations :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• meilleure gestion de l'automatisation</li> <li>• stockage thermique par ballon d'eau chaude</li> <li>• Installations avec/sans multicyclone et avec/sans filtre électrostatique</li> </ul>
<b>Test contrat d'objectif / CD ISERE</b>	2024-2027	<b>Expérimentation par le Conseil départemental de l'Isère pour améliorer le rendement de chaufferies bois surdimensionnées &lt; 500 kW</b> / audits et ajout d'un ballon de stockage ou remplacement par une chaudière moins puissante
<b>Ineris – Airparif / Caractérisation des émissions</b>	2024-2025	<b>Caractérisation des émissions sur 2 chaufferies en IdF de P&lt;500 kW</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caractérisation des émissions d'aérosols primaires et condensables</li> <li>• Composition chimique des particules</li> <li>• Caractérisation de polluants d'intérêt sanitaire (HAP, COVT, BC, PUF, métaux...)</li> <li>• Mesure du potentiel Oxydant (PO) des PM</li> </ul>
<b>Métropole Européenne de Lille / Projet AACT-AIR</b>	2024-2025	<b>Réalisation d'un état des lieux des pratiques de la filière bois énergie sur le territoire concernant les chaufferies bois de petite puissance (&lt;500 kW)</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• données installations et pratiques</li> <li>• proposition de recommandations et d'actions à mettre en place sur le territoire pour faire baisser les émissions</li> <li>• travail avec les acteurs du territoire pour une bonne appropriation de ces recommandations et actions</li> </ul>

# Réglementation – Emission de polluants

RAPPEL : Entretien annuel des chaudières d'une puissance nominale de 4 à 400 kW

## ➤ Opérations minimum d'entretien

- « Guide méthodologique pour la mesure du taux de monoxyde de carbone » (voir Annexe 1)
- Mesure de la teneur en CO selon ce guide
  - CO < 10 ppm → situation normale
  - $10\text{ppm} \leq \text{CO} < 50\text{ ppm}$  → investigations complémentaires sur le tirage du conduit et la ventilation
  - CO > 50 ppm → arrêt de l'installation

## Evaluation du rendement

Valeur de référence  
« chaudière de 2009 »  
pour granulés et  
plaquettes  
  
→ 85%

## ➤ Evaluation des émissions de polluants atmosphériques

- Valeur de référence « chaudière de 2009 »
- - **Poussières (mg / Nm<sup>3</sup> à 10 % d'O<sub>2</sub>)**
    - Granulés de bois: 30
    - Bois déchiqueté : 60
  - NO<sub>x</sub> : pas de valeur
  - COV : voir arrêté

➔ L'attestation d'entretien doit contenir tous les éléments ci-dessus y compris des mesures. Pas de sanctions en cas de dépassement des teneurs (sauf pour le CO)

# Réglementation sur les cheminées

## Cadre réglementaire et retour d'expérience

### Retour d'expérience des références règlementaires utilisées

- DTU 24.1 : norme technique qui concerne les travaux mais pas le calcul sur le dimensionnement et ne permet pas une bonne dispersion des polluants. Renvoie vers une norme (NF EN 15287-1) concernant les installations < 70KW
  - Arrêté du 23 février 2018 relatif aux règles techniques et de sécurités applicables **aux installations de gaz combustible situés à l'intérieur des bâtiments d'habitation ou de leurs dépendances**
  - Arrêté du 23 juin 1978 relatif aux installations fixes destinées au chauffage et à l'alimentation en eau chaude sanitaire des bâtiments d'habitation, de bureaux ou recevant du public (ERP) : ne mentionne pas les hauteurs de cheminées
  - Arrêté du 22 octobre 1969 Relatif aux conduits **de fumée desservant des logements**
  - [Abrogé en 2020] - Arrêté du 20 juin 1975 relatif à l'équipement et à l'exploitation des installations thermiques – **pertinente mais plus applicable**
- **disparité des pratiques dont la plupart ne sont pas adaptées**
- **pas de réglementation pertinente applicable pour les installations de puissance inférieure à 1MW.**



# Évolutions du Fonds Chaleur impactant la qualité de l'air

## Critères du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

### 1) Dimensionnement des installations :

Afin d'éviter un fonctionnement à faible charge, ainsi que des phases de démarrage et d'arrêt de la chaudière fréquentes, il est exigé :

- Un ratio nombre d'heure de fonctionnement à puissance nominale > 1 200 heures (ratio > 2 000 heures conseillé)
- Ou une cascade de chaudières biomasse permettant la plus haute charge possible sur les heures de fonctionnement (ex : chaudière d'été + chaudière de saison froide).
- Recours à une chaudière granulé bois et impérativement équipée d'un stockage thermique

# Évolutions du Fonds Chaleur impactant la qualité de l'air

## Critères du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

### 2) Emissions de polluants : Pour les installations de puissance biomasse > 500kW

EXIGENCES POUR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUE	NOx	POUSSIÈRES	CO
Chaufferies dont la puissance de l'installation biomasse est supérieure à 500 kW et inférieure à 1MW (somme des puissances des générateurs biomasse)	500 mg/Nm <sup>3</sup> à 6% d'O <sub>2</sub> + Mesure in-situ*	50 mg/Nm <sup>3</sup> à 6% d'O <sub>2</sub> + Mesure in-situ*	500 mg/Nm <sup>3</sup> à 6% + Mesure in-situ*

#### \*Condition de la mesure in-situ

- Dossiers > 1200 MWh (seuil éligibilité Fonds Chaleur): le rapport de mesure est demandé au moment du rapport final, qui doit être remis dans un délai de 30 mois après la mise en service
- Dossiers < 1200 MWh (cas des dossiers dans les CCRt) : le rapport de mesure est remis dans un délai de 6 mois après la mise en service avec le rapport final car 1 seul versement à la mise en service pour ces installations

# Évolutions du Fonds Chaleur impactant la qualité de l'air

## Critères du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

### 2) Emissions de polluants : Pour les installations de puissance biomasse < 500kW

EXIGENCES POUR LES ÉMISSIONS ATMOSPHÉRIQUES	NOx	POUSSIÈRES	CO
<p>Chaufferies dont la puissance de l'installation biomasse est inférieure à 500 kW (somme des puissances des générateurs biomasse)</p>	<p>Eco-conception 200 mg/m<sup>3</sup> à 10%d'O<sub>2</sub></p>	<p>Eco-conception 40 mg/Nm<sup>3</sup> à 10%d'O<sub>2</sub> <u>+ système de filtration*</u></p>	<p>Eco-conception 500 mg/m<sup>3</sup> à 10%d'O<sub>2</sub></p>

### \*Recommandations pour 2024

Pour les chaufferies (hors granulés) d'une puissance biomasse totale installée comprise entre **150kW et 500 kW**:

- Installer a minima un filtre multi-cyclone
- Privilégier, si cela est techniquement et économiquement possible des électrofiltres (ESP) et des filtres à manches (FAM)

# Évolutions du Fonds Chaleur impactant la qualité de l'air

## Critères du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

### 3) Hauteur de cheminée: **Pour les installations de puissance biomasse > 500kW**

- Les hauteurs suivantes sont recommandées pour 2024
- Elles s'appliquent par puissance **générateur**  
→ par exemple pour une installation de **3x300kW** la hauteur qui s'applique par générateur est celle de la gamme **300 à 499kW**

Puissance utile du générateur	70 à 299kW				Puissance utile du générateur	300 à 499kW			
Hauteur minimale sans obstacle (hp)	9 m				Hauteur minimale sans obstacle (hp)	11 m			
Distance de l'obstacle par rapport à la cheminée (d)	< 45 m	< 65 m	< 90 m	< 110 m	Distance de l'obstacle par rapport à la cheminée (d)	< 45 m	< 65 m	< 90 m	< 110 m
Hauteur minimale des obstacles à considérer (hi)	6	9	12	15	Hauteur minimale des obstacles à considérer (hi)	7,5	11	14,5	18
Élévation du débouché de la cheminée par rapport au sommet de l'obstacle (hs)	3	0	-3	-6	Élévation du débouché de la cheminée par rapport au sommet de l'obstacle (hs)	3,5	0	-3,5	-7

Puissance utile du générateur	500 à 999kW			
Hauteur minimale sans obstacle (hp)	13 m			
Distance de l'obstacle par rapport à la cheminée (d)	< 45 m	< 65 m	< 90 m	< 110 m
Hauteur minimale des obstacles à considérer (hi)	8,5	13	17,5	20
Élévation du débouché de la cheminée par rapport au sommet de l'obstacle (hs)	4,5	0	-4,5	-9

# Évolutions du Fonds Chaleur impactant la qualité de l'air

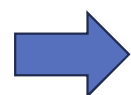
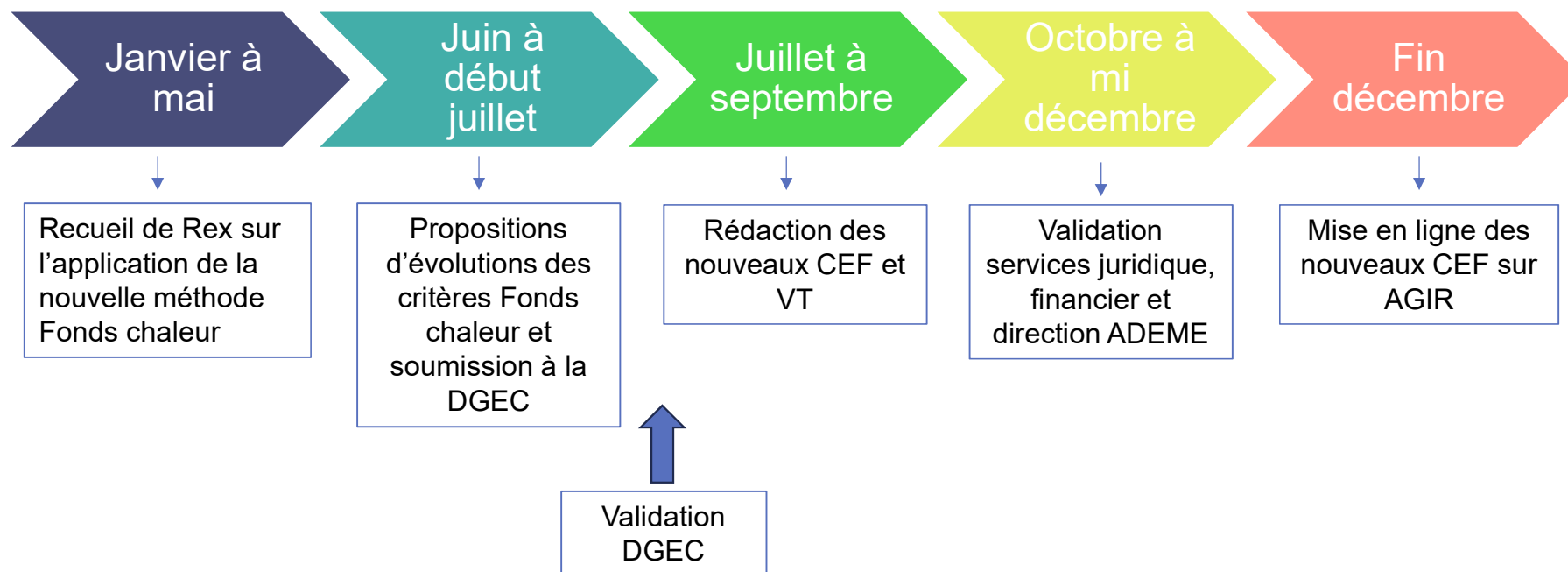
## Critères du Fonds chaleur impactant la qualité de l'air

### 3) Hauteur de cheminée: **Pour les installations de puissance biomasse < 500kW**

- **En zone PPA uniquement** les hauteurs suivantes sont recommandées pour 2024
- Elles s'appliquent par puissance **générateur**  
→ par exemple pour une installation de **2x200kW** alors la hauteur qui s'applique par générateur est celle de la gamme **70 à 299kW**

Puissance utile du générateur	70 à 299kW				Puissance utile du générateur	300 à 499kW			
<b>Hauteur minimale sans obstacle (hp)</b>	<b>9 m</b>				<b>Hauteur minimale sans obstacle (hp)</b>	<b>11 m</b>			
Distance de l'obstacle par rapport à la cheminée (d)	< 45 m	< 65 m	< 90 m	< 110 m	Distance de l'obstacle par rapport à la cheminée (d)	< 45 m	< 65 m	< 90 m	< 110 m
Hauteur minimale des obstacles à considérer (hi)	6	9	12	15	Hauteur minimale des obstacles à considérer (hi)	7,5	11	14,5	18
Élévation du débouché de la cheminée par rapport au sommet de l'obstacle (hs)	3	0	-3	-6	Élévation du débouché de la cheminée par rapport au sommet de l'obstacle (hs)	3,5	0	-3,5	-7

# Calendrier de mise à jour du Fonds Chaleur



Les animateurs peuvent remonter via les ingénieurs en DR ou le CIBE les problématiques de terrain et les souhaits d'évolution des critères Fonds chaleur avant le mois de juin.

# 5. Echanges

# Echanges

A vous la parole !



# 5. Annexes

## Références bibliographiques



### Recommandations :

- 🔥 CITEPA / INDDIGO / INERIS - Émissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW (ACIBIOQA) – 2023
- 🔥 CIBE - Système de stockage thermique - 2023
- 🔥 CIBE - Synthèse des modes de dépoussiérage et de dénitrification des fumées – 2023
- 🔥 CIBE - Conception, mise en œuvre et maintenance des conduits de fumée d'une installation bois : réglementation, normes et retours d'expérience - 2021
- 🔥 AILE – Optimiser le fonctionnement des chaufferies bois - 2020
- 🔥 CIBE - Recommandations issues des retours d'expérience sur la « première année de fonctionnement » de la chaudière bois – 2019
- 🔥 KALICE - Suivi et optimisation de réseaux de chaleur bois énergie gérés en régie - 2016
- 🔥 Alliance soleil / EDEL / CRER – Synthèse de 30 audits de chaufferies bois gérées en régie en Pays de la Loire – 2016
- 🔥 MTE - Règles de l'Art Grenelle Environnement 2012 Les chaufferies au bois – 2015
- 🔥 MTE - Conception et dimensionnement des volumes tampons – Rapport – 2013

## Références bibliographiques



### Résultats d'analyse:

- CITEPA / INDDIGO / INERIS - Émissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW (ACIBIOQA) – 2023
  - Dont facteurs d'émission du CITEPA
- MTES - Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2020 (Data LAB) – 2021

### Règlementations:



- 🔥 CIBE - Point sur la réglementation sur les émissions gazeuses et particulaires dans les chaufferies bois (2022-REX-3) – 2022
- 🔥 MTES- Fiches techniques combustion - 2019
- 🔥 FNCCR - Emissions chaufferies bois – nomenclature ICPE et valeurs limites - 2019



**RÉPUBLIQUE  
FRANÇAISE**

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

**Merci pour votre participation**



**Intitulé de la direction/service**  
Contacts