



# USAGE DU BOIS-ÉNERGIE DANS LES PAYS DE LA LOIRE

Impacts sur la qualité de l'air et enjeux climatiques

air pays de  
la loire  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)



# Sommaire

<b>Préalable sur la comptabilité carbone du bois-énergie : limites des méthodologies .....</b>	<b>4</b>
<b>Usage du bois-énergie dans les Pays de la Loire : état des lieux.....</b>	<b>5</b>
Mix énergétique & parc d'équipement.....	5
Impact du bois-énergie sur les émissions de polluants atmosphériques dans la région.....	7
Impact du bois-énergie sur la qualité de l'air dans la région.....	10
<b>Émissions de GES et stockage de carbone en Pays de la Loire .....</b>	<b>12</b>
La combustion du bois émet des gaz à effet de serre .....	12
De moins en moins de stockage de carbone par les forêts .....	13
<b>Leviers d'action pour un usage maîtrisé du bois-énergie</b>	<b>15</b>
Sobriété et performance énergétique des bâtiments .....	15
Installations individuelles .....	16
Conditions d'usage d'une chaufferie au bois .....	18
Réduction des émissions de GES et préservation du stockage carbone	20
<b>Conclusion .....</b>	<b>21</b>
<b>Leviers d'action : que retenir ? .....</b>	<b>21</b>
<b>Air Pays de la Loire aux côtés des territoires sur les enjeux bois-énergie .....</b>	<b>22</b>
<b>Bibliographie.....</b>	<b>24</b>
<b>Annexe .....</b>	<b>27</b>

# Contributions

Coordination - Rédaction : Justine Ledoux, Sébastien Cibick, François Ducroz  
Validation : David Bréhon, Marion Guiter  
Mise en page : Bérangère Poussin  
Photo de couverture : Alex Lázaro via Pexels

# Conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code l'environnement, précisé par l'arrêté du 2 août 2025 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Pays de la Loire est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

# Préambule

La présente note vise à éclairer les décideurs et décideuses sur les enjeux liés au chauffage au bois, en particulier ses impacts sur la qualité de l'air extérieur et sur le climat dans les Pays de la Loire. Elle s'inscrit dans le périmètre d'expertise d'Air Pays de la Loire, association agréée pour la surveillance de la qualité de l'air et pour la production d'inventaires air-énergie-climat à l'échelle régionale.

Dans ce document, l'analyse se concentre sur les émissions et les concentrations de polluants atmosphériques, les émissions de gaz à effet de serre liées à la combustion du bois, qu'il s'agisse d'usages individuels ou collectifs, et le stockage de carbone, d'après l'inventaire BASEMIS®.

D'autres aspects ne sont pas traités dans ce document, notamment, la production d'énergie renouvelable en substitution des énergies fossiles, les questions relatives à la filière bois ou à l'origine des approvisionnements, les enjeux socio-économiques ou d'aménagement liés au développement de la filière, ainsi que l'analyse des rendements des différents combustibles.

Ce choix permet de fournir une note opérationnelle et centrée sur les éléments pour lesquels Air Pays de la Loire dispose d'outils d'analyse, de données consolidées et de retours d'expérience : émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre, stockage de carbone et impacts mesurables sur la qualité de l'air.

L'objectif est ainsi d'accompagner les collectivités et institutions dans leurs décisions publiques, en apportant l'éclairage d'Air Pays de la Loire pour répondre à des questions qui émergent dans un contexte de transition énergétique, de pressions climatiques croissantes et d'enjeux sanitaires liés à la combustion de biomasse.

# Introduction

Dans le cadre de la transition énergétique, les énergies renouvelables occupent une place essentielle pour atteindre les objectifs nationaux et locaux de réduction des émissions de gaz à effet de serre (GES). Parmi elles, le bois-énergie se distingue comme une ressource locale, renouvelable et mobilisable par les territoires, offrant une alternative aux combustibles fossiles pour produire de la chaleur renouvelable.

Dans un contexte de changement climatique et de pression accrue sur les ressources biomasse, la neutralité carbone du bois-énergie peut être amenée à être questionnée. La capacité des forêts à absorber le carbone dépend en effet de leur gestion et de leur état de santé. L'Union européenne, à travers la directive (UE) 2018/2001 sur les énergies renouvelables (RED II), rappelle la nécessité de garantir la durabilité de la filière biomasse, en veillant à ce qu'elle provienne de forêts gérées durablement, que les émissions de GES soient réduites par rapport aux combustibles fossiles, et que la biodiversité et les fonctions écologiques des écosystèmes forestiers soient préservées. Par ailleurs, la combustion de biomasse, notamment dans des installations anciennes ou mal dimensionnées, génère des émissions de polluants atmosphériques, impactant la qualité de l'air et susceptibles d'impacter la santé des riverains.

Afin d'accompagner les politiques publiques sur les choix d'aménagement, Air Pays de la Loire a conduit plusieurs études et campagnes de mesure sur la qualité de l'air autour de chaufferies biomasse dans la région. Ces travaux permettent aujourd'hui de formuler des préconisations à destination des décideurs et décideuses, tant pour les dispositifs collectifs que pour les équipements individuels. Elles doivent permettre aux décideurs et décideuses de connaître les enjeux pour développer l'usage du bois-énergie de manière vertueuse et ainsi limiter les impacts négatifs pour les territoires et les habitants.

*Lorsqu'il est fait mention de biomasse dans la note, il n'est question que de l'utilisation directe de cette biomasse, forestière pour l'essentiel (et dans une moindre mesure, bocagère) et pas de méthanisation.*

# Préalable sur la comptabilité carbone du bois-énergie : limites des méthodologies

## Comptabilisation des émissions de CO<sub>2</sub> liées au bois-énergie : un impact immédiat sous-estimé

À quantité d'énergie produite équivalente, la combustion du bois émet généralement plus de dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) que d'autres combustibles tels que les déchets, le charbon, le fioul ou le gaz.

Par convention, les inventaires nationaux comptabilisent ces émissions dans le secteur des puits de carbone, et non dans le secteur de l'énergie ou les secteurs utilisateurs.

Ce mode de comptabilisation, s'il répond à un enjeu de neutralité carbone sur le long terme (dans l'hypothèse d'une gestion durable des forêts), peut induire une perception erronée : il peut laisser à penser que le bois-énergie n'émet pas de CO<sub>2</sub> lors de sa combustion. Ces émissions sont pourtant bien réelles et se produisent immédiatement, alors que l'absorption du carbone par la croissance forestière (ou bocagère) varie selon les années en fonction notamment des conditions météorologiques (stress hydrique, périodes de sécheresse et températures...) et s'étale sur plusieurs décennies.

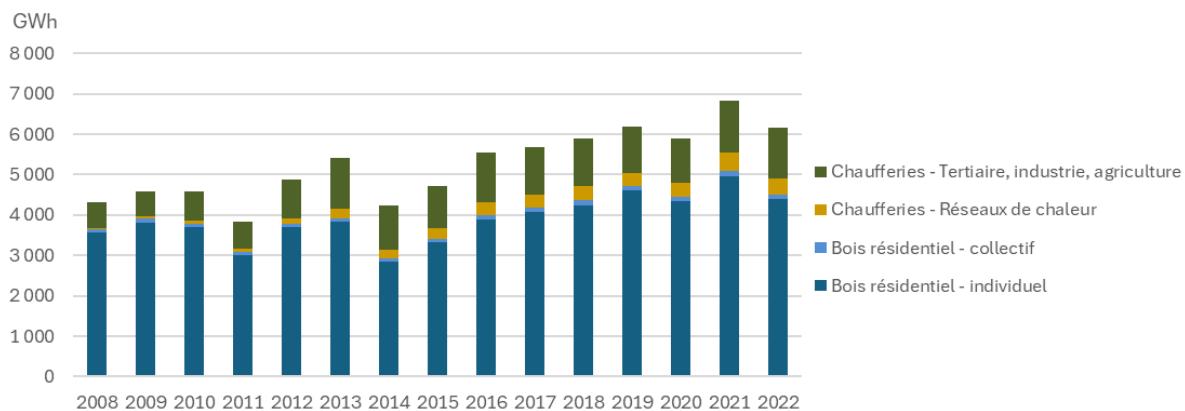
Ainsi, cette approche omet l'impact climatique direct du bois-énergie, en particulier dans un contexte où la croissance de la forêt est incertaine ou trop lente pour compenser à court terme ces émissions liées à la combustion du bois-énergie.

# Usage du bois-énergie dans les Pays de la Loire : état des lieux

## Mix énergétique & parc d'équipement

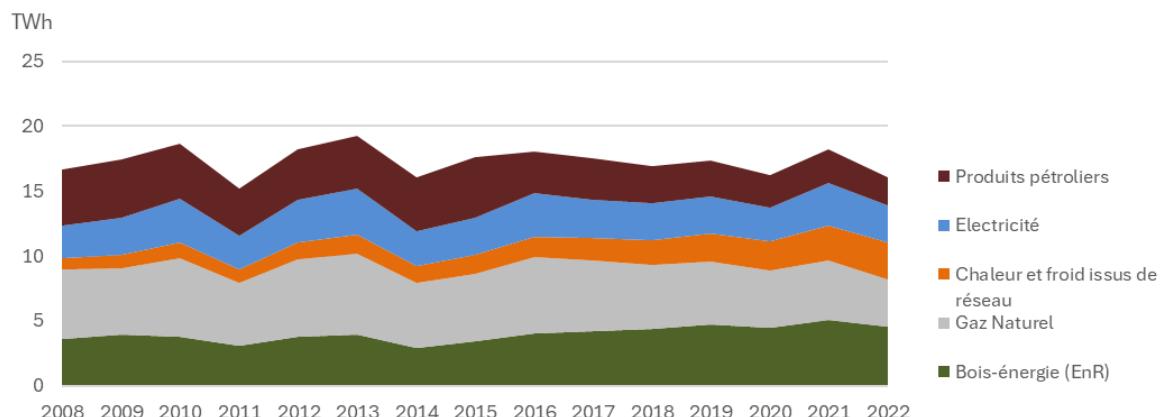
Au cours des dernières années, le recours au bois-énergie a connu un essor marqué, porté à la fois par les politiques publiques de transition énergétique et par le contexte économique lié à la hausse du prix des énergies fossiles.

De nombreux ménages et collectivités se sont tournés vers le bois comme alternative économique et disponible sur le territoire : la consommation primaire du bois-énergie a augmenté de 43 % depuis 2008 ([BASEMIS® V8](#)). Cette dynamique a contribué à faire du bois-énergie la première source d'énergie renouvelable primaire des Pays de la Loire, comme à l'échelle nationale.



*Évolution de la répartition des consommations de bois énergie par sous-secteur. Source : BASEMIS® V8<sup>11</sup>*

Dans la région, l'usage du bois-énergie s'observe à la fois sur des foyers individuels (71 % des consommations de bois énergie en 2022), le résidentiel collectif (2 % des consommations de bois énergie en 2022) et dans des chaufferies<sup>1</sup> bois-énergie (27 % des consommations de bois énergie en 2022).

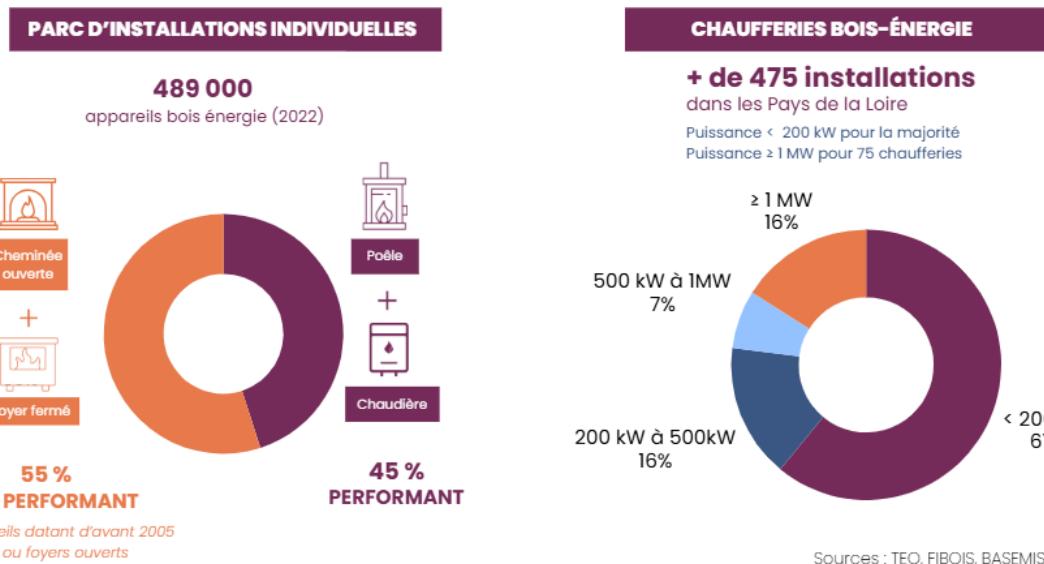


*Mix énergétique du chauffage résidentiel en Pays de la Loire en 2022. Source : BASEMIS® V8<sup>11</sup>*

<sup>1</sup> Chaufferies : installations qui produisent de la chaleur pour alimenter un réseau de chaleur, une industrie, une entreprise du secteur tertiaire ou agricole

Sur le parc d'installations individuelles, on observe une part importante d'appareils individuels non performants. En effet, plus de la moitié des équipements individuels de chauffage au bois des Pays de la Loire sont des équipements pré-2005 ou des foyers ouverts (BASEMIS® V8). En 2022, le secteur résidentiel est à l'origine de 73 % des consommations de bois-énergie (BASEMIS® V8).

Les chaufferies bois-énergie desservent des réseaux de chaleur (distribution d'eau chaude pour le chauffage et l'eau sanitaire des logements collectifs et des établissements recevant du public) et alimentent des usages industriels, agricoles et tertiaires (production de chaleur pour les process industriels, chauffage de serres ou locaux professionnels et production d'eau chaude).



Sources : TEO, FIBOIS, BASEMIS® V8

*Parc d'équipements de chauffage au bois dans la région Pays de la Loire : une majorité d'équipements individuels non performants (BASEMIS® V8<sup>11</sup> et de chaufferies de faible puissance (FIBOIS<sup>23</sup>).*

Sur les 475 installations collectives bois-énergie recensées 61 sont de faible puissance (<200 kW). Les appareils individuels et les chaufferies de moins de 1 MW ne sont pas soumis aux obligations réglementaires des installations classées pour la protection de l'environnement (qui concernent exclusivement les chaufferies de plus de 1 MW), notamment le contrôle et la mise en place de systèmes de filtration. Des exceptions existent et sont déjà mises en place sur certains territoires de la région, notamment suite aux obligations des fonds chaleur de l'ADEME.

Par exemple, dans les périmètres concernés par les Plans de protection de l'atmosphère (PPA), les préfets peuvent définir des critères de performance pour les chaufferies de moins de 1 MW, incluant la mise en place de systèmes de filtration. Dans le cadre des fonds chaleur et des contrats de chaleur territoriaux, des valeurs limites d'émission sont fixées pour les installations entre 500 kW et 1 MW pour les particules, les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et le dioxyde de soufre.

Enfin, toutes les obligations réglementaires des chaufferies biomasse, quelles que soient leur puissance, sont détaillées dans les fiches techniques combustion des ministères en charge de l'environnement et de l'énergie de l'INERIS<sup>45</sup>.

# Impact du bois-énergie sur les émissions de polluants atmosphériques dans la région

Depuis 2008, on note une diminution de 25 % des émissions de particules fines PM2.5 dans les Pays de la Loire. Cette baisse, bien qu'encourageante, devra toutefois se poursuivre pour atteindre les objectifs fixés en matière de réduction des émissions de polluants atmosphériques.

## Équipements individuels

Le bois-énergie demeure aujourd'hui la première source régionale d'émissions de particules fines PM2.5 - 61 % provenant du chauffage individuel au bois (données 2022 – BASEMIS® V8). Il constitue également la principale source d'émission de benzo(a)pyrène (BaP), en hausse de 27 % entre 2008 et 2022, alors même qu'il ne représente que 7 % de la consommation énergétique régionale.



Répartition des émissions résidentielles de BaP et PM2.5 en Pays de la Loire, 2022

Source : Air Pays de la Loire, BASEMIS® V8

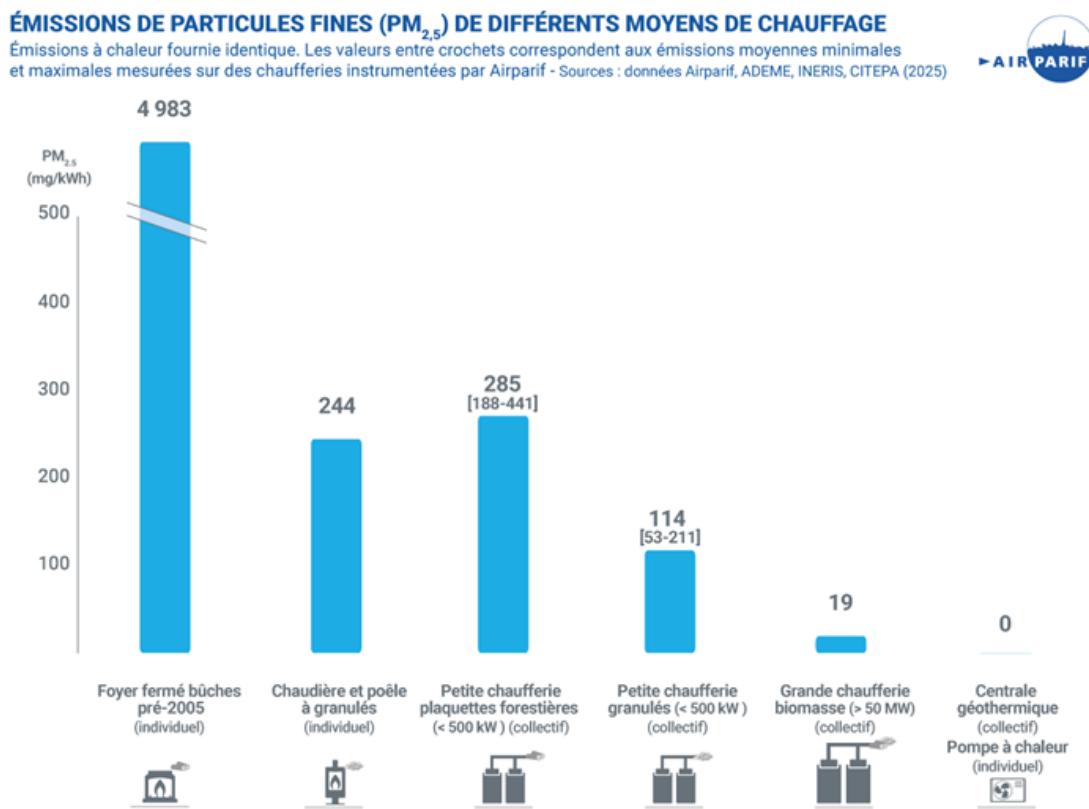
*Part du secteur résidentiel et détail des activités dans les émissions de polluants atmosphériques des Pays de la Loire en 2022<sup>11</sup>*

Les émissions de polluants liées à la combustion de bois sont largement conditionnées par le type d'appareils utilisés et le type de bois utilisé (granulés, bois bûches).

À chaleur produite équivalente, les cheminées à foyer ouvert et les foyers fermés anciens (antérieurs à 2005) utilisant des bûches demeurent les plus émetteurs : ils représentent à eux seuls 42 % des émissions régionales de particules fines PM2.5. À l'inverse, les appareils récents et performants émettent beaucoup moins de polluants.

Une étude menée par Airparif<sup>33</sup> en 2025 confirme ces écarts : à quantité d'énergie identique, la combustion dans un appareil individuel ancien émet significativement plus de PM2.5 qu'un équipement récent ou qu'une installation collective. Ainsi, les émissions de PM2.5 sont divisées par 17 entre un foyer fermé ancien et une petite chaufferie collective alimentée en plaquettes forestières, et par 44 lorsqu'elle fonctionne aux granulés de bois.

Le graphique suivant illustre les émissions de particules fines PM2.5 par type d'appareil.



Source : [Airparif](#) – 2025

## Équipements collectifs

À l'échelle régionale, les émissions de PM2.5 liées au bois-énergie des réseaux de chaleur représentent 0,4 % des émissions totales de PM2.5.

Les chaufferies biomasse de plus de 1 MW, équipées de systèmes de filtration performants et utilisant des combustibles de qualité maîtrisée (faible humidité, granulométrie adaptée), constituent aujourd'hui le mode de chauffage bois-énergie le moins émissif de polluants atmosphériques.

Cependant, l'analyse du cycle de vie (ACV) du bois-énergie collectif et industriel, réalisée par l'ADEME<sup>30</sup> met en évidence un bilan contrasté. Si le bois-énergie présente des avantages en matière de valorisation locale des ressources et de son caractère renouvelable, son ACV apparaît moins favorable pour les émissions de particules et globalement neutre vis-à-vis des polluants atmosphériques acidifiants (notamment les oxydes d'azote).

En effet, l'étude montre qu'à l'exception du dioxyde de soufre, la combustion de bois dans les chaufferies urbaines génère, à énergie produite équivalente, davantage de polluants atmosphériques, notamment de particules fines, que la combustion de fioul domestique ou de gaz naturel.

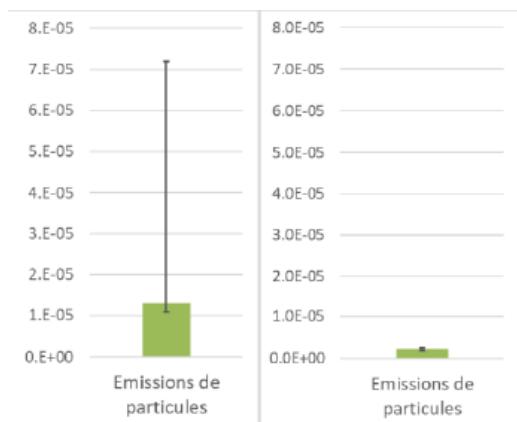
Ces éléments doivent toutefois être interprétés en tenant compte du caractère local et renouvelable du bois-énergie. Contrairement au fioul et au gaz, ressources fossiles importées, le bois-énergie est issu de filières locales et contribue à la diversification du mix énergétique. Ainsi, même si ses émissions directes peuvent être plus élevées, son bilan global s'inscrit dans la transition énergétique, dans une trajectoire de réduction de la dépendance aux énergies fossiles et de valorisation des ressources régionales.

## Analyse du cycle de vie du bois-énergie vs gaz naturel

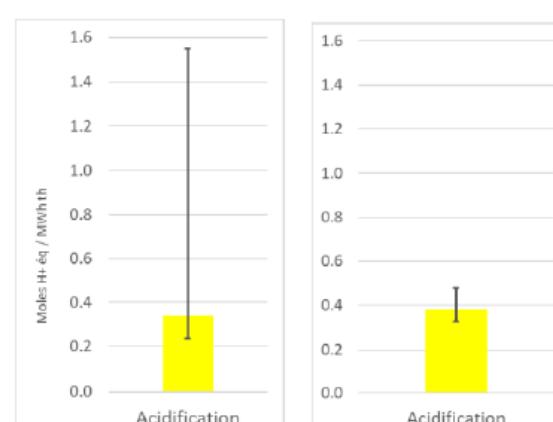
L'analyse du cycle de vie (ACV) permet de comparer les impacts environnementaux de différentes sources d'énergie en prenant en compte l'ensemble des étapes, de la production du combustible à son utilisation.

Dans cette approche globale, le bois-énergie présente des antagonismes air-climat. Sur le plan climatique, le bois-énergie affiche un bilan plus favorable en matière d'émissions de gaz à effet de serre sur le long terme, sous réserve d'une gestion durable des forêts et d'un renouvellement effectif de la ressource. En effet, le carbone libéré lors de la combustion peut être progressivement réabsorbé par la croissance forestière, ce qui n'est pas le cas pour le gaz naturel, dont les émissions proviennent intégralement de carbone fossile.

Cependant, l'ACV met également en évidence plusieurs limites environnementales du bois-énergie. À quantité d'énergie équivalente, sa combustion émet davantage de polluants atmosphériques (notamment particules fines et oxydes d'azote) que le gaz naturel, et son efficacité énergétique est plus variable selon la qualité du combustible et le type d'installation. De plus, les émissions de CO<sub>2</sub> sont immédiates, alors que leur compensation par la croissance forestière s'étale sur plusieurs décennies, ce qui limite le bénéfice climatique à court terme.

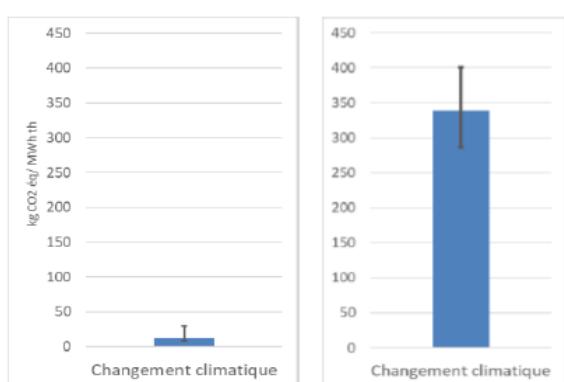


**Impact sur les émissions de particules**  
Filière Bois énergie\* > Filière Gaz naturel

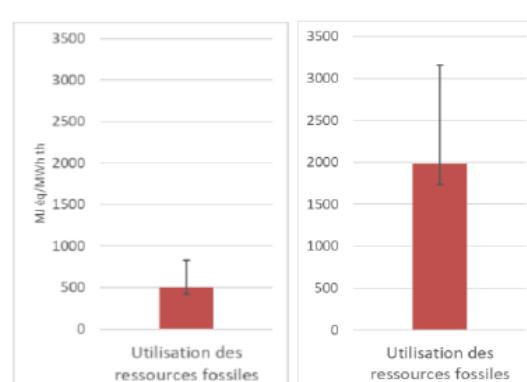


**Impacts sur l'acidification**  
Filière Bois énergie ~ Filière Gaz naturel

L'acidification désigne le potentiel d'une activité à émettre des polluants atmosphériques comme le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote ou l'ammoniac qui, une fois déposés, abaissent le pH des sols et des eaux, perturbant ainsi les écosystèmes.



**Impact sur le changement climatique :**  
Filière Bois énergie\* < Filière Gaz naturel



**Impacts sur l'utilisation de ressources fossiles**  
Filière Bois énergie < Filière Gaz naturel

*Impact sur le changement climatique : par postulat méthodologique, l'ACV considère que l'impact climatique du bois-énergie est neutre. La partie 2 du présent rapport démontre qu'au regard des dernières connaissances sur l'état des forêts, on ne peut systématiquement considérer le bois-énergie comme climatiquement neutre sans prendre en compte la capacité réelle des forêts à stocker le carbone<sup>32</sup>.*

\* Hors chaudière de faible puissance, lié au niveau d'incertitude des niveaux actuels d'émissions atmosphériques des petites chaufferies.

Source : ADEME, 2022<sup>30</sup>

# Impact du bois-énergie sur la qualité de l'air dans la région

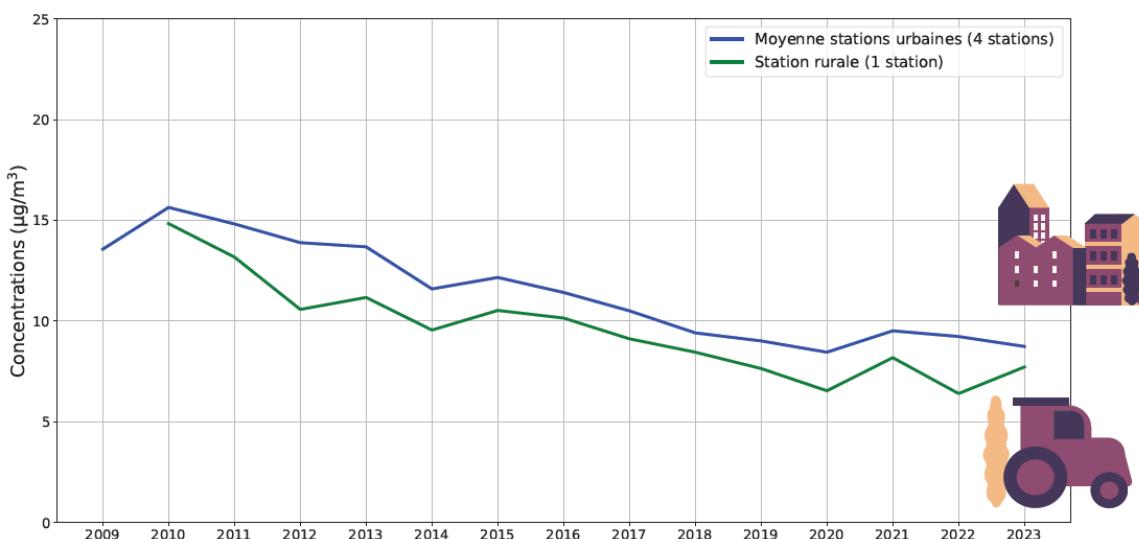
## Effets de la combustion de biomasse sur la santé

La combustion de biomasse est un contributeur de l'exposition aux particules et elle peut se trouver premier contributeur en période froide. En effet, elle émet de nombreux polluants, dont les principaux sont les particules (PM10, PM2.5, PM1) et le carbone suie (*black carbon*)<sup>5,7,16</sup>. La méta-analyse de l'ANSES 2023<sup>35</sup> souligne que l'exposition à long terme aux PM2.5 a des effets sur la santé respiratoire, cardiovasculaire, neurologique, périnatale ainsi que sur la survenue de cancers et de troubles du métabolisme.

La combustion de biomasse émet également des composés organiques volatils (COV) tels que le benzène, des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et du monoxyde de carbone (CO), qui peut représenter un enjeu sanitaire en air intérieur. Certains de ces polluants, dont le benzène le benzo(a)pyrène et les PM2.5 sont classés cancérogènes avérés (Centre de lutte contre le cancer, 2025<sup>28</sup>).

Enfin, les particules issues de la combustion de biomasse peuvent également générer un stress oxydatif dans les voies respiratoires, aggravant leurs effets sur la santé. On parle de potentiel oxydant (PO), dont la mesure est désormais recommandée par l'ANSES et intégrée à la future directive européenne sur la qualité de l'air prévue pour 2030.

Malgré une baisse moyenne annuelle des concentrations de PM2.5 d'environ 0,5 µg/m<sup>3</sup> depuis 2008 dans les Pays de la Loire (visible également à l'échelle nationale), les niveaux restent supérieurs à la valeur guide de l'Organisation mondiale de la santé (5 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle), soulignant l'importance de poursuivre les actions pour réduire l'exposition de la population aux particules fines et leurs effets sur la santé sur l'ensemble des secteurs émetteurs. En effet, Santé Publique France<sup>34</sup> estime que 12,7 % des cas d'asthme chez les 0-17 ans pourraient être évités dans les Pays de la Loire si les concentrations de PM2.5 ne dépassaient pas les recommandations de l'OMS.



Évolution des concentrations moyennes annuelles en particules fines PM2.5 en milieu urbain et rural entre 2009 et 2023 en Pays de la Loire

# Évaluation de l'impact du chauffage résidentiel au bois sur la qualité de l'air

Dans les Pays de la Loire, les mesures menées en zones résidentielles ont mis en évidence l'impact du chauffage individuel au bois sur les concentrations de polluants atmosphériques<sup>9,10</sup>.

En période hivernale, un pic des concentrations en particules PM10 et PM2.5 est observé en début de soirée et en fin de journée dans les zones résidentielles. Cela induit des concentrations journalières et annuelles en particules plus élevées dans certains environnements périurbains, où ce type de chauffage est plus répandu qu'en centre-ville<sup>9</sup>. Par ailleurs, des mesures menées sur le site urbain de la Chauvinière à Nantes, montrent une augmentation des concentrations de particules ultrafines (PUF) de 100 à 150 nm en soirée uniquement en période hivernale, directement liée aux émissions résidentielles du chauffage au bois.

Le carbone suie, un composé lié à la combustion de bois dont les effets sanitaires sont reconnus<sup>24</sup>, présente également une hausse significative en soirée, confirmant l'influence directe du chauffage au bois. Des recherches récentes établissent des liens entre l'exposition à ce polluant et une augmentation de la mortalité, en particulier d'origine cardiovasculaire<sup>25 20</sup>.

# Évaluation de l'impact des chaufferies biomasse sur la qualité de l'air

Des mesures de la qualité de l'air ont été réalisées autour de six chaufferies biomasse en fonctionnement dans les Pays de la Loire entre 2017 et 2024.

Elles montrent que les chaufferies biomasse ont peu d'influence sur les concentrations en PM10 et PM25 ; ou de manière ponctuelle (moins de 1 % du temps de fonctionnement)<sup>9,10</sup>. Il a pu être mis en évidence une influence dans des conditions spécifiques, qui se traduit par des élévations d'une dizaine de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  de PM10 pendant 1 à 2 heures lorsque le site de mesure est sous les vents de la chaufferie, mais ces occurrences ne sont pas systématiques.

Par exemple, les mesures de 2017 et 2019 autour de la chaufferie Belle Beille à Angers<sup>10</sup> ont enregistré une hausse des concentrations de PM10 sur deux journées seulement, liées à des opérations de maintenance nécessitant la désactivation des systèmes de filtration. Compte tenu de ce caractère ponctuel, l'impact des chaufferies biomasse sur les concentrations journalières ou annuelles en PM10 et PM2.5 reste nettement inférieur à celui du chauffage résidentiel au bois.

Ainsi, l'examen du parc d'équipements et des émissions de polluants montre que si le bois-énergie contribue significativement au mix énergétique régional, ses impacts sur la qualité de l'air varient fortement selon le type d'installation et la qualité du combustible. Le développement de la filière en Pays de la Loire doit être analysé au regard de ses impacts sur la qualité de l'air et les émissions de gaz à effet de serre, ainsi que sur la capacité des forêts de la région à stocker le carbone.

# Impact de la combustion de biomasse sur l'air intérieur

Les poêles à bois ou à granulés et les foyers ouverts peuvent libérer dans l'habitat des polluants issus de la combustion. Les émissions de polluants dans les logements dépendent du respect des bonnes pratiques : plus l'utilisation s'écarte des conditions idéales — ce qui est probable dans le chauffage au bois individuel — plus les émissions de polluants et les risques sanitaires peuvent être importants.

Selon la méta-analyse de Rokoff et al.<sup>42</sup>, l'exposition à la fumée de bois au domicile est significativement associée à une moins bonne santé respiratoire chez l'enfant. Une vaste cohorte prospective américaine<sup>43</sup> a analysé en 2023 la fréquence d'utilisation de poêles à bois ou foyers sur près de 50 000 femmes. Comparées aux femmes n'utilisant pas de foyer ou poêle à bois, celles exposées même occasionnellement (1 à 29 jours par an) présentaient une incidence plus élevée du cancer du poumon, y compris parmi les non-fumeuses. Chez les personnes fumeuses et utilisant un appareil au moins 30 jours par an, l'incidence augmentait de 54 %.

Ces associations étaient retrouvées quel que soit le niveau de revenu ou le milieu de vie. L'étude n'a toutefois pas intégré certains facteurs potentiels (qualité des appareils, ventilation, radon, feux de forêt). Les auteurs concluent qu'une exposition intérieure même peu fréquente à la fumée de bois est associée à une hausse de l'incidence du cancer du poumon.

La problématique du monoxyde de carbone est également présente dans les domiciles ayant recours au chauffage au bois individuel. La plupart des intoxications surviennent chez des occupants de maisons individuelles et résultent d'une combinaison de facteurs. Elles peuvent être liées à la source d'émission — défaillance d'une installation de chauffage, conduit d'évacuation des fumées défectueux ou utilisation inadaptée d'un appareil non raccordé — mais aussi à une ventilation insuffisante du logement<sup>44</sup>.

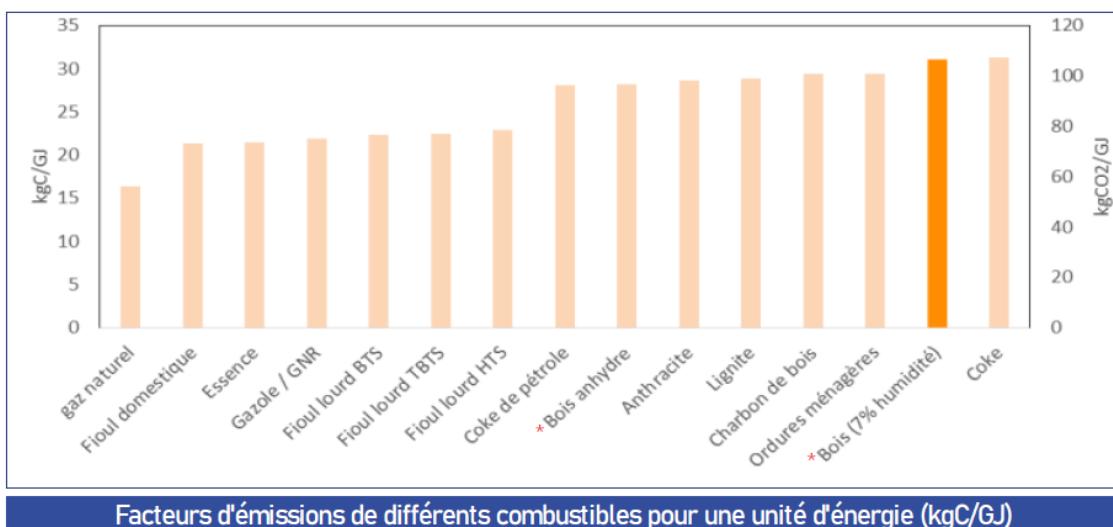
Ainsi, le chauffage au bois peut induire des effets sanitaires à court et long terme pour les occupants, avec un risque accru lorsque les pratiques d'usage s'éloignent des conditions optimales.

# Émissions de GES et stockage de carbone en Pays de la Loire

## La combustion du bois émet des gaz à effet de serre

Ressource renouvelable et mobilisable localement, le bois-énergie contribue à la transition énergétique en réduisant la dépendance aux énergies fossiles et en soutenant les filières régionales. Dans les Pays de la Loire, il représente plus d'un quart du mix énergétique résidentiel (BASEMIS® V8, 2022) et constitue la première source d'énergie renouvelable primaire.

Cependant, la notion de « neutralité carbone » du bois-énergie doit être envisagée avec prudence, car elle dépend de nombreux paramètres notamment liés à la gestion forestière et au cycle du carbone. L'analyse du cycle de vie (ACV), si elle présente l'intérêt d'évaluer l'ensemble des impacts environnementaux, depuis la récolte du bois jusqu'à la production et l'utilisation de l'énergie, n'intègre pas les émissions directes de la combustion de bois-énergie.



Facteurs d'émissions de différents combustibles pour une unité d'énergie (kgC/GJ)

Source : CITEPA - Étude complémentaire neutralité carbone bois énergie - Secten 2020

\* Émissions brutes sans prise en compte du cycle du carbone

Source : [CITEPA – Rapport SECTEN 2020](#)

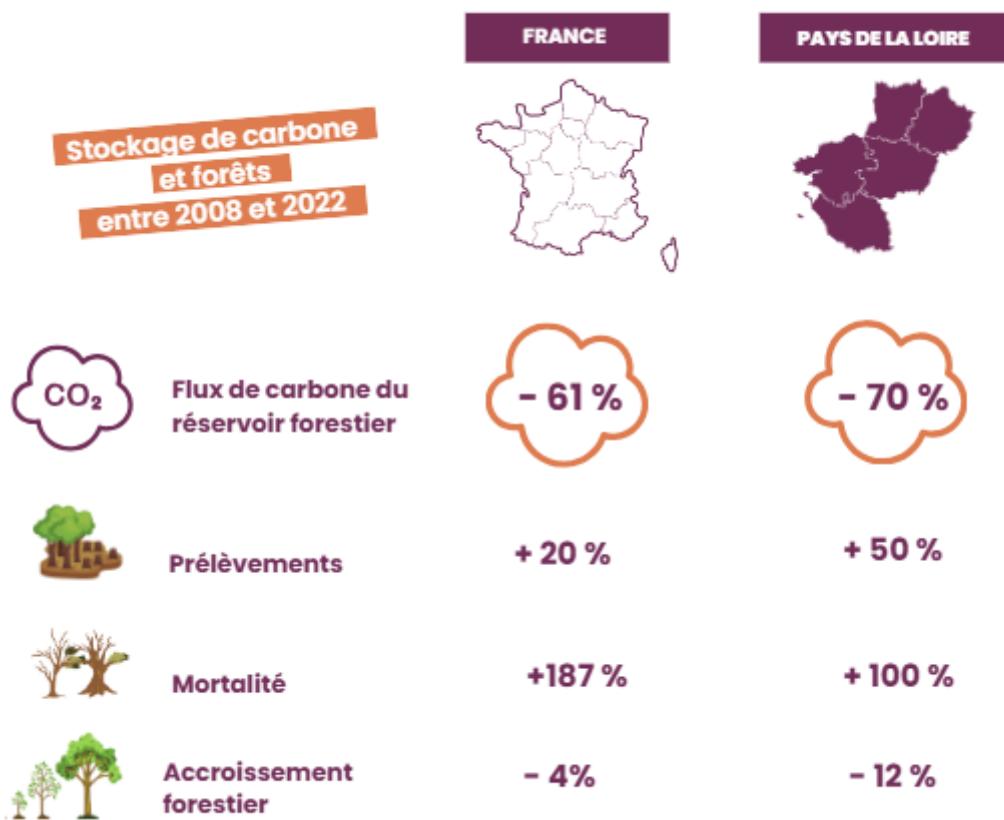
En effet, bien que la croissance des arbres permette de capter le CO<sub>2</sub> atmosphérique via la photosynthèse, la combustion du bois libère instantanément le carbone stocké. À quantité d'énergie produite équivalente, cette combustion émet environ deux fois plus de CO<sub>2</sub> que le gaz naturel, ce qui en fait la seconde source d'émission de CO<sub>2</sub> après les cokes<sup>15</sup> - variété de charbon utilisée dans le chauffage domestique, comme le présente le graphique ci-dessous.

# De moins en moins de stockage de carbone par les forêts

Les forêts jouent un rôle essentiel dans la lutte aux changements climatiques : durant leur phase de croissance, les arbres absorbent le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) atmosphérique et le stockent dans leur biomasse et dans les sols. Cependant, ce mécanisme de captation s'affaiblit, comme le souligne le dernier inventaire forestier national publié par l'Institut national de l'information géographique et forestière<sup>32</sup>.

Dans la région Pays de la Loire, la capacité d'atténuation des émissions de GES par la forêt (séquestration du carbone) a diminué de 70 % entre 2008 et 2022 (BASEMIS® V8). Plusieurs facteurs peuvent expliquer ce recul :

- **L'augmentation des prélevements de bois**, notamment pour répondre à la demande croissante de biomasse.
- **La hausse de la mortalité forestière**, liée aux sécheresses répétées et au stress hydrique.
- **Le ralentissement de la croissance** des arbres, qui limite le stockage annuel de carbone.

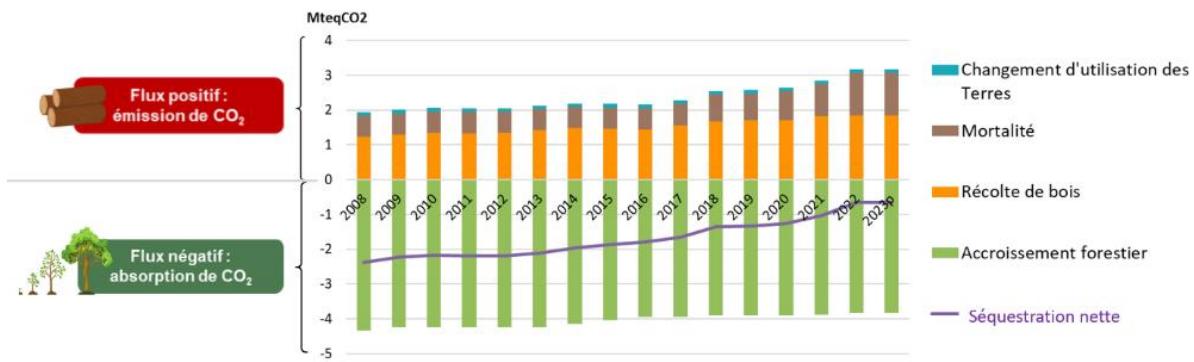


Stockage de carbone et forêts entre 2008 et 2022

Sources : BASEMIS® V8 pour les Pays de la Loire – Inventaire SECTEN 2025 – CITEPA pour la France<sup>11,1</sup>  
Les données BASEMIS® sont déterminées à partir de la méthodologie nationale du CITEPA<sup>17</sup> et des données issues de :

- **Prélevements** : Inventaire Forestier National<sup>37</sup> (IFN), le CITEPA<sup>17</sup>, le SDES<sup>38</sup>, l'AGRESTE<sup>40</sup>, l'ADEME<sup>41</sup> et le ministère de l'Environnement<sup>39</sup> ;
- **Mortalité** : l'IFN<sup>37</sup>, le CITEPA<sup>17</sup> et le ministère de l'Environnement<sup>39</sup> ;
- **Accroissement forestier** : l'IFN<sup>37</sup>, le CITEPA<sup>17</sup> et le ministère de l'Environnement<sup>39</sup>

Le graphique ci-dessous illustre l'évolution des différentes composantes du secteur UTCATF (Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et forêt).



Évolution des flux de carbone du réservoir forestier dans les Pays de la Loire. BASEMIS® V8, <sup>11</sup>

Dans ce bilan, l'accroissement forestier représente un flux négatif, correspondant à un puits de carbone, tandis que la récolte de bois et la mortalité forestière constituent des flux positifs, donc des sources d'émissions. Le changement d'usage des sols, quant à lui, peut contribuer soit à l'émission, soit à l'absorption de CO<sub>2</sub> selon la nature des transformations opérées.

En Pays de la Loire, les forêts atténuent toujours l'effet de serre remplittant leur office de puits de carbone, et le stockage total augmente. Cependant, ce bilan - qui reste pour l'instant favorable à l'échelle de la région - se fragilise. En effet, la capacité des puits de carbone diminue progressivement d'année en année. Cette tendance s'explique par l'augmentation des prélèvements de bois, liée notamment à la demande croissante de biomasse et à la hausse des coûts énergétiques<sup>11</sup>, ainsi que par la mortalité accrue des arbres et le ralentissement de leur croissance<sup>1,16, 32</sup>. Les épisodes répétés de sécheresse et de stress hydrique fragilisent les peuplements forestiers, réduisent leur croissance et accentuent la mortalité naturelle, limitant ainsi leur capacité à capter durablement le carbone atmosphérique. Certaines zones peuvent même devenir sources nettes d'émissions, en raison de la décomposition ou du brûlage des bois morts<sup>1,16, 32, 36</sup>. À cela s'ajoute un enjeu qualitatif : les essences actuelles, souvent peu adaptées aux nouvelles conditions climatiques, montrent une moindre résilience face aux épisodes de chaleur et de sécheresse<sup>1,36</sup>.

L'enjeu n'est donc pas seulement de replanter, mais de mettre en œuvre une gestion forestière permettant de préserver le rôle des puits de carbone à long terme : diversification des essences, restauration des sols, maintien des bois morts, protection des haies et des zones humides<sup>32</sup>.

# Leviers d'action pour un usage maîtrisé du bois-énergie

Au regard des impacts sur la qualité de l'air et sur le climat, le bois-énergie doit être utilisé avec précaution.

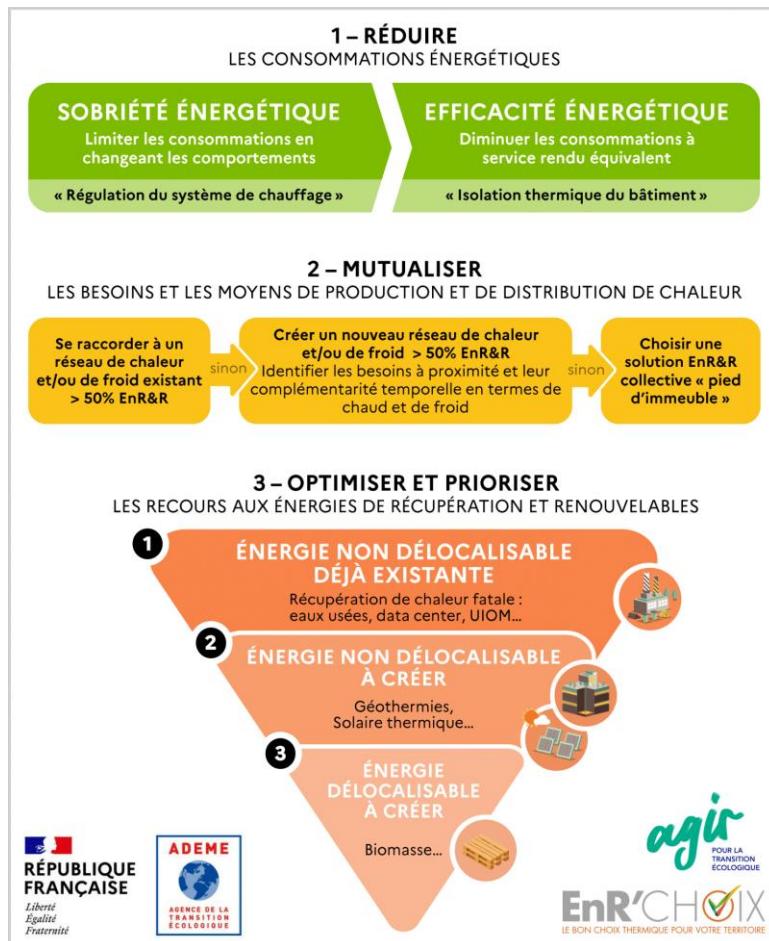
Pour concilier efficacité énergétique, réduction des émissions de polluants et contribution à la séquestration du carbone, plusieurs leviers d'action peuvent être mobilisés, à différents niveaux.

## Sobriété et performance énergétique des bâtiments

La réduction des besoins de chauffage est la première étape pour limiter l'utilisation de bois-énergie et réduire les émissions de polluants et de gaz à effet de serre (GES) :

- **Isolation thermique et rénovation énergétique** : améliorer l'isolation des combles, murs et fenêtres permet de diminuer la demande en énergie.
- **Gestion du chauffage** : ajustement des températures, programmation des horaires et bonne régulation des appareils.

**Priorisation des énergies** : dans les logements individuels ou collectifs, favoriser les solutions sans combustion, telles que les pompes à chaleur, la géothermie ou le solaire thermique, permet de conjuguer efficacité énergétique et amélioration de la qualité de l'air.



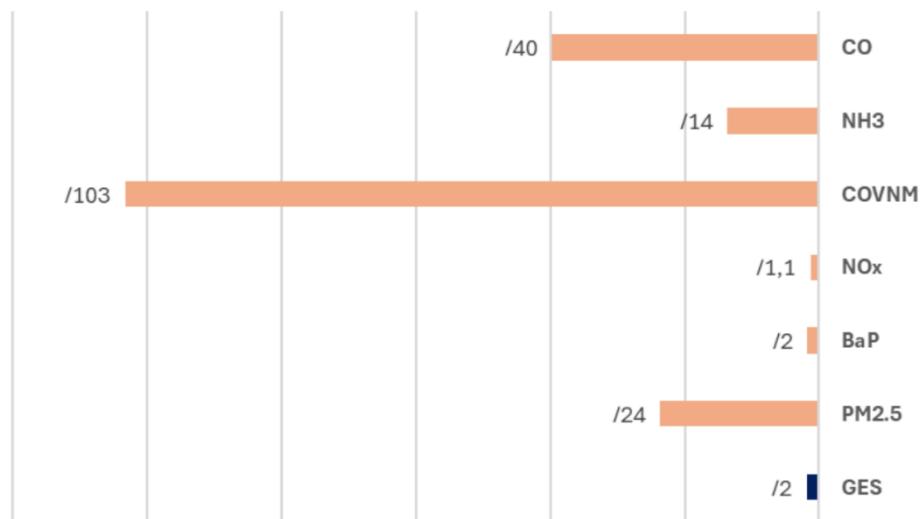
### Démarche EnR'CHOIX - ADEME

Le schéma ci-dessus, issu de l'ADEME et du dispositif EnR'CHOIX, illustre la démarche pour les projets collectifs de chaleur renouvelable, afin d'optimiser la consommation et le choix d'énergie. Il met en avant trois étapes clés : réduire les consommations énergétiques ; mutualiser les besoins et les moyens de production et de distribution de chaleur ; et optimiser/prioriser les recours aux énergies de récupération et renouvelables, incluant l'ensemble des pompes à chaleur (aérothermiques ou géothermiques)<sup>46</sup>. Dans ce schéma, le recours à la biomasse arrive en dernier lieu, après les énergies non délocalisables existantes (récupération de chaleur fatale) et celles à créer, de type géothermie ou solaire thermique.

# Installations individuelles

## Modernisation du parc d'installations individuelles

Les appareils individuels représentent la majorité des émissions régionales de particules fines PM2.5. À quantité de chaleur équivalente fournie à un logement individuel, remplacer un foyer fermé peu performant par un poêle à granulés permet de diviser par 24 les émissions de particules fines PM2.5, et par plus de 100 celles de COVNM. Les émissions de gaz à effet de serre sont, elles aussi, divisées par 2, comme l'indique le graphique ci-après :



*Réduction des émissions de GES et polluants atmosphériques pour le remplacement d'un foyer fermé non performant par un poêle à granulés, pour la même quantité de chaleur fournie*

*Air Pays de la Loire, travail comparatif des facteurs d'émissions du CITEPA – OMINEA 2025<sup>11,17</sup>*

À titre d'exemple, dans les Pays de la Loire, les émissions de particules fines (PM2.5) liées au chauffage au bois ont baissé de 18 % entre 2008 et 2022, grâce au renouvellement progressif du parc d'appareils et à la montée en puissance de l'usage des granulés.

Le renouvellement des appareils permet également une amélioration du rendement. En remplaçant un foyer ouvert par un poêle performant, la même quantité de chaleur utile peut être obtenue avec une consommation de bois-énergie réduite jusqu'à 8 fois<sup>31</sup>.

Pour soutenir cette transition, il est possible d'envisager le recours à des aides et subventions pour l'achat. Pour les maisons individuelles, MaPrimeRenov<sup>47</sup> et les Certificats d'Economie d'Energie (CEE)<sup>48</sup> peuvent permettre de favoriser le renouvellement des appareils. Selon un sondage réalisé en 2024-2025 par Nantes Métropole<sup>26</sup>, les ménages disposeraient en moyenne d'un budget de 2 300 € pour remplacer leur équipement ; et ils seraient prêts à franchir le pas si plus de 40 % du coût de renouvellement de l'appareil était pris en charge par une aide ou subvention.

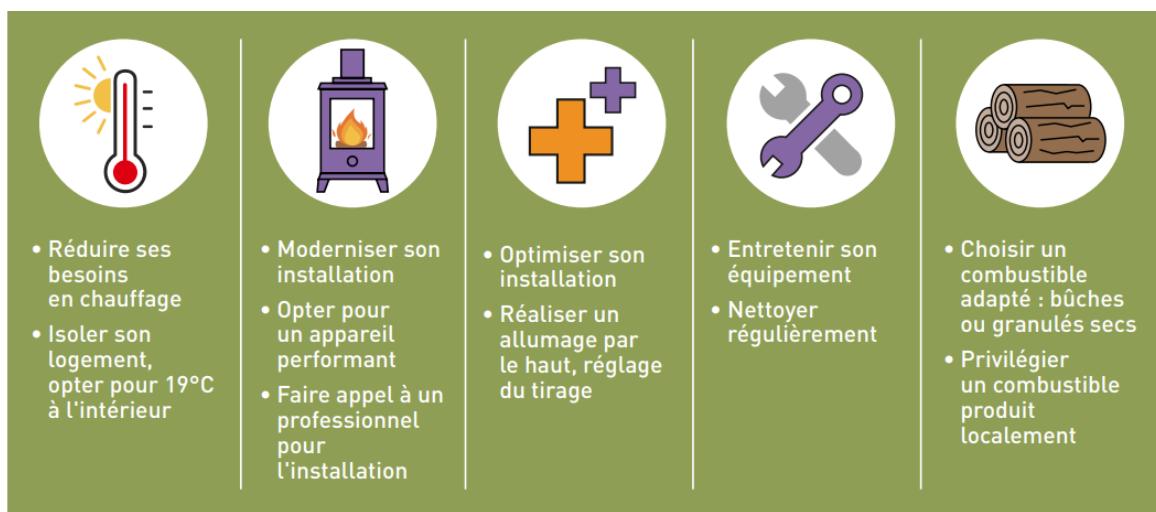
# Sensibilisations des usager·es aux bonnes pratiques d'usage

La sensibilisation des usager·es aux bonnes pratiques liées au chauffage au bois constitue un levier important pour réduire les émissions. Selon le sondage mené par Nantes Métropole<sup>26</sup>, 80 % des 3 500 répondant·es estiment que le chauffage au bois a un faible impact sur la qualité de l'air extérieur, et seulement 26 % se déclarent prêt·es à changer d'équipement pour en limiter les effets.

Le lancement d'une campagne de sensibilisation grand public, à l'approche de la saison de chauffe, permettrait de rappeler les bons gestes pour un usage optimal du chauffage individuel au bois. Des supports pédagogiques, proposés notamment par l'ADEME, sont disponibles : ils guident les particuliers dans le choix et le dimensionnement de leur appareil et de leur combustible, l'allumage et la gestion de la combustion, ainsi que l'entretien régulier de leur installation.



ADEME (2025)

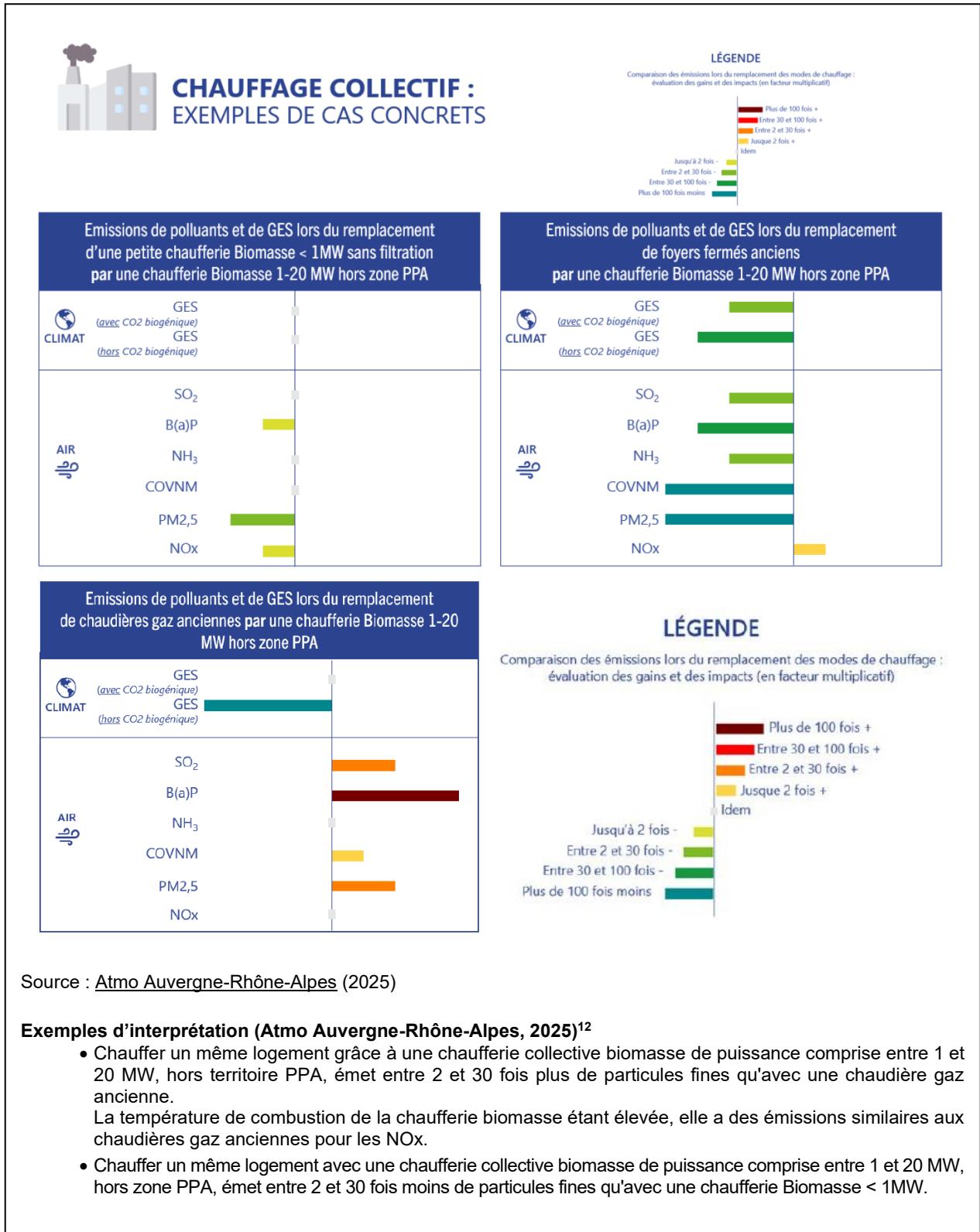


*Bonnes pratiques d'usage du chauffage au bois pour les particuliers (Air Pays de la Loire, 2024)*

# Conditions d'usage d'une chaufferie au bois

Si le bois est choisi comme combustible, l'installation de chaufferies collectives permettant le plus large raccord de bâtiments est à privilégier.

Il convient cependant de souligner que la transition entre équipements de chauffage individuels et réseaux de chaleur ou chaufferies collectives n'est pas toujours réalisable. En effet, les appareils individuels sont principalement implantés dans des logements, souvent des maisons individuelles, pour lesquels un raccordement à un réseau de chaleur peut ne pas être réalisable, pour des raisons techniques ou économiques.



Le recours aux chaufferies au bois-énergie peut s'envisager dans un cadre rigoureux, sous certaines conditions :

- Évaluer l'ensemble des solutions alternatives au bois-énergie. L'ADEME propose via sa démarche EnR'CHOIX d'étudier l'ensemble des possibilités d'utilisation des ENR, avec la biomasse comme dernier recours lorsqu'aucune autre solution locale n'est disponible ou viable : <https://www.enrchoix.idf.ademe.fr/>.
- Lorsque les conditions techniques sont réunies (notamment les besoins en chaleur), privilégier les installations de puissance supérieure à 1 MW, équipées de systèmes de filtration performants capables de réduire significativement les émissions des particules et autres polluants.
- Pour les chaufferies de plus petite puissance (inférieure à 1 MW), opter de préférence pour des chaudières à granulés, intégrer des dispositifs de dépollution adaptés, et garantir un entretien rigoureux et régulier des équipements.
- Mettre en place un suivi régulier des concentrations de polluants aux abords des installations.
- Veiller à un approvisionnement local respectant la gestion durable des ressources et soutenant le renouvellement par des essences résilientes au changement climatique.

## Les 5 conditions pour installer une chaufferie au bois



1

**Un approvisionnement local**  
pour limiter la pollution liée au transport du combustible.



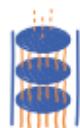
2

**Un emplacement respectueux des riverains**  
— pour éviter les nuisances liées au trafic des camions et aux rejets (les vents dominants doivent favoriser la dispersion des fumées);  
— pour permettre la livraison de bois par camion.



3

**Un dimensionnement adapté**  
pour optimiser la performance de la chaufferie.



4

**Un système de filtration**  
pour réduire les émissions de polluants.



5

**Une maintenance continue**  
pour assurer un fonctionnement optimal et maîtriser les émissions.

[ADEME, 2023](#)

# Réduction des émissions de GES et préservation du stockage carbone

La combustion du bois-énergie émet du CO<sub>2</sub> à l'atmosphère. Ces émissions peuvent être compensées par la croissance forestière et de la biomasse en général notamment sur le temps long. Le décalage temporel entre l'émission immédiate de CO<sub>2</sub> et sa réabsorption (qui peut prendre des décennies<sup>15)</sup>) doit être intégré dans les stratégies à court terme.

Pour augmenter la séquestration de carbone et maintenir les stocks existants, il convient de<sup>1,6,15,18</sup> :

- **Favoriser la gestion durable des forêts :**
  - Limiter les prélevements et adapter le rythme de coupe à la capacité de régénération.
  - Choisir des essences adaptées pour renforcer la résilience face au changement climatique et aux maladies.
  - Maintenir les bois morts et protéger et entretenir les haies et zones humides pour préserver les puits de carbone.
- **Favoriser les pratiques agricoles et territoriales favorables au stockage** : agroforesterie, préservation des prairies, réduction de l'artificialisation des sols.
- **Optimiser l'usage du bois et respecter la hiérarchie des usages de la biomasse** (valorisation de la matière et agronomie (retour au sol) avant énergie).

Pour déterminer le mix énergétique le plus compatible avec les enjeux climatiques et sanitaires, le recours au bois-énergie doit être examiné au regard des autres solutions de chaleur renouvelable, des solutions alternatives (cf. démarche ENR Choix de l'ADEME) et des options qu'offrent le territoire, tout en prenant en compte sa capacité de stockage de carbone. Des outils comme [CARTOFOB](#) permettent d'évaluer la biomasse forestière à l'échelle régionale, pour concilier transition énergétique et préservation des écosystèmes.

# Conclusions et perspectives

Le bois-énergie contribue au mix énergétique renouvelable local et à la lutte contre le changement climatique, sous réserve de vérifier certaines conditions. En effet, son développement s'accompagne d'enjeux en termes d'émissions de polluants atmosphériques et de stockage carbone qui doivent être pris en compte.

En Pays de la Loire, le recours au bois-énergie, notamment à travers un parc important d'équipements individuels anciens et peu performants, contribue de manière significative aux émissions de particules fines, de carbone suie et de gaz à effet de serre. Parallèlement, la capacité des forêts à stocker le carbone diminue, sous l'effet combiné du changement climatique, de l'augmentation des prélevements de bois et de la mortalité forestière. Le bois-énergie constitue un levier climatique efficace à condition qu'il soit accompagné de pratiques durables rigoureuses et adaptées au contexte territorial.

Pour répondre à ces enjeux, il est nécessaire d'adopter une stratégie globale de sobriété énergétique, de moderniser le parc de chauffage au bois individuel et de renforcer la sensibilisation des usager·es aux bonnes pratiques d'installation, d'utilisation et de maintenance.

Dans les zones à forte densité, le recours prioritaire à des solutions sans combustion, notamment les pompes à chaleur, offre une opportunité de concilier efficacité énergétique et qualité de l'air. Si le bois-énergie est privilégié et lorsque la configuration le permet, la mutualisation des usages à travers des chaufferies de plus grande puissance ainsi que le suivi des émissions autour des chaufferies collectives sont autant de leviers permettant simultanément de réduire l'impact sanitaire et de contribuer à l'objectif de neutralité carbone en 2050.

Air Pays de la Loire accompagne les collectivités dans cette transition afin d'orienter le recours au bois-énergie vers des usages maîtrisés, efficaces et compatibles avec les objectifs de réduction des émissions de polluants atmosphériques et de GES.

## Leviers d'action : que retenir ?

- La sobriété énergétique (isolation des bâtiments, réduction des températures de chauffage et utilisation adéquate des appareils de chauffage) permet de limiter l'utilisation des ressources, dont les prélevements de bois. Cette démarche permet également d'éviter les émissions de gaz à effet de serre et de polluants.
- Les pompes à chaleur pour le chauffage individuel, ou les alternatives de production de chaleur renouvelables (centrales géothermiques, solaire...) pour le chauffage collectif ou tertiaire, qui produisent de l'énergie sans combustion, permettent de ne pas émettre de particules dans l'air et peuvent représenter une alternative pertinente pour atteindre les objectifs de réduction des émissions de GES et de polluants atmosphériques. Dans certains cas, ces énergies renouvelables peuvent venir en complément d'une chaufferie bois-énergie de moindre puissance.
- Le remplacement des foyers ouverts et équipements anciens non performants par des équipements performants permet de réduire les émissions de polluants atmosphériques, notamment de particules fines et de gaz à effet de serre (division des émissions de particules fines PM2.5 allant de 25 jusqu'à plus de 200, selon l'appareil utilisé).
- Parmi l'ensemble des appareils de chauffage au bois individuels, le poêle à granulés affiche les émissions les plus faibles pour une même quantité d'énergie produite. Le remplacement des foyers ouverts par des poêles performants à granulés permet de réduire considérablement les polluants atmosphériques.
- Il est nécessaire de sensibiliser les usagèr·es aux bonnes conditions d'installation, d'utilisation (bois sec et de bonne qualité, allumage inversé) et de maintenance des équipements de chauffage au bois individuel.
- Les petites installations à biomasse de moins de 1 MW nécessitent une surveillance, voire des contrôles réguliers. La réglementation est moins stricte que pour les installations supérieures à 1 MW qui relèvent du régime des installations classées pour la protection de l'environnement. Au-delà des obligations réglementaires, les fonds chaleur de l'ADEME imposent des conditions aux chaufferies de puissance entre 500 kW et 1 MW.
- En zones plus densément peuplées, si le bois-énergie est choisi et si les besoins le permettent, une chaufferie de plus grande puissance permet de chauffer plus de ménages et émet moins de particules fines qu'une petite installation dépourvue de système de filtration, permettant une réduction nette des émissions de particules fines PM2.5 (division par 4 des émissions de PM2.5 voire plus). Cette performance s'explique par un meilleur contrôle du processus de combustion et l'intégration de dispositifs de dépollution adaptés, qui optimisent à la fois le rendement énergétique et les émissions de polluants.

# Air Pays de la Loire aux côtés des territoires sur les enjeux bois-énergie

Vous souhaitez bénéficier d'une expertise air-énergie-climat sur les enjeux bois-énergie à l'échelle de votre territoire ? Air Pays de la Loire peut vous accompagner sur différentes actions à mettre en œuvre dans votre collectivité.

## Bilan des émissions liées au chauffage au bois

L'inventaire territorial BASEMIS® V8 permet de faire le bilan des émissions de polluants atmosphériques provenant du bois-énergie. La granulométrie de l'inventaire permet d'aller plus loin dans l'analyse :

- Des secteurs concernés (résidentiel, tertiaire, branche énergie, industrie, agriculture).
- Des usages (chauffage, eau chaude sanitaire).
- Des caractéristiques de l'équipement pour le bois-énergie individuel (type d'équipement : cheminée à foyer ouvert, chaudière, insert ou cheminée à foyer fermé, cuisinière) et de l'ancienneté de l'équipement (performance, récent, ancien).

L'inventaire intègre également le bois-énergie dans ses bilans de production d'énergies renouvelables, consommation d'énergie et émissions de GES.

## Chiffrage d'actions et calcul des gains en émissions de différentes actions

Air Pays de la Loire accompagne les collectivités par le chiffrage d'actions et de calculs des gains en émissions dans le cadre de plans territoriaux ou de nouvelles installations biomasse :

- Action : développement des réseaux de chaleur - chaufferies biomasse.
- Action : étude de préfiguration des fonds air bois.
- Action : chauffage au bois des particuliers : caractérisation des émissions du chauffage individuel au bois à l'aide d'une matrice permettant d'évaluer les scénarios de substitution entre combustibles.
- Action : chauffage bois des particuliers : lors de la vente des biens immobiliers, il existe une obligation de passage de cheminées ouvertes (ou équipements anciens) à des équipements performants (ou l'abandon de l'équipement).
- Action : développement des chaufferies bois-énergie dans les projets neufs.
- Chiffrage d'actions dans le cadre d'un plan (exemples Plan d'action qualité de l'air / PAQA : CU Le Mans Métropole, Saint-Nazaire Agglo...).

# Modélisation des concentrations de polluants atmosphériques en lien avec une future installation de chaufferie

Air Pays de la Loire accompagne les collectivités et les industriels dans le cadre d'installation de nouvelles chaufferies biomasse en réalisant des modélisations des concentrations de polluants atmosphériques, ainsi que des campagnes de mesure aux abords des chaufferies en fonctionnement :

Étude de modélisation des niveaux de pollution liés aux émissions d'une future chaufferie biomasse

- o [Évaluation de l'impact de la future chaufferie biomasse de la Société Laitière de Mayenne sur la qualité de l'air, décembre 2023](#)

## Campagnes de mesure de polluants atmosphériques

Réalisation de campagnes de mesure avant travaux pour un projet de chaufferie :

- o [État des lieux de la qualité de l'air dans l'environnement de la future chaufferie de Mazaire à La Chapelle-sur-Erdre](#)
- o [Évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de la chaufferie de la Minais à Sainte-Luce-sur-Loire](#)
- o [Projet de Chaufferie à Saint-Herblain, évaluation de la qualité de l'air avant travaux, août 2024](#)

Réalisation de campagnes de mesure autour de chaufferies en fonctionnement :

- o [Suivi de la qualité de l'air à Nantes Sud-Loire, bilan 2024](#)
- o [Évaluation de la qualité de l'air autour de la chaufferie biomasse de Donges - Hiver 2022-2023](#)
- o [Évaluation de l'impact de la combustion de biomasse sur la qualité de l'air, campagne 2013-2014](#)

Réalisation de campagnes pour évaluer les effets du chauffage au bois individuel :

- o [Suivi de la qualité de l'air à Nantes Sud-Loire, bilan 2024](#)
- o [Évaluation de l'influence de la combustion de biomasse sur la qualité de l'air, Savenay, hiver 2015-2016](#)

## Sensibilisations aux bonnes pratiques

Air Pays de la Loire appuie les territoires souhaitant sensibiliser sur le sujet du chauffage au bois en mettant à disposition des contenus pédagogiques via différents médias (site internet, réseaux sociaux ...) ou en réalisant des actions de sensibilisation auprès de différents publics.



Source : [Air Pays de la Loire \(2025\)](#)

# Bibliographie

1. Académie des Sciences – Les forêts françaises face au changement climatique – 2023  
[https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623\\_foret.pdf](https://www.academie-sciences.fr/pdf/rapport/060623_foret.pdf)
2. ADEME, Adopter le chauffage au bois - 2025 <https://librairie.ademe.fr/energies/5667-adopter-le-chauffage-au-bois-9791029719769.html>
3. ADEME, Comment bien se chauffer au bois ? - 2025 <https://librairie.ademe.fr/air/7322-comment-bien-se-chauffer-au-bois--9791029723209.html>
4. ADEME – Emissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW – 2025  
<https://librairie.ademe.fr/air/6367-emissions-atmospheriques-des-chaufferies-bois-de-puissance-inferieure-a-1-mw.htm>
5. ADEME – Les avis de l'ADEME - Bois-énergie et qualité de l'air – 2015  
<https://librairie.ademe.fr/air/3636-3672-bois-energie-et-qualite-de-l-air.html>
6. ADEME – Les avis de l'ADEME – La neutralité carbone – 2025 <https://librairie.ademe.fr/industrie-et-production-durable/4524-avis-de-l-ademe-la-neutralite-carbone.html>
7. ADEME – Les avis de l'ADEME - Le chauffage au bois domestique – 2025  
<https://librairie.ademe.fr/energies/803-avis-de-l-ademe-sur-le-chauffage-domestique-au-bois.html>
8. ADEME – Performances réelles de poêles à granulés – 2022 <https://librairie.ademe.fr/air/6166-7770-performances-reelles-de-poeles-a-granules.html>
9. Air Pays de la Loire, suivi de la qualité de l'air à Nantes sud Loire bilan 2023  
<https://www.airpl.org/rapport/suivi-de-la-qualite-de-l-air-a-nantes-sud-loire-bilan-2023> et Air Pays de la Loire, 2025 - Suivi de la qualité de l'air à Nantes Sud-Loire, bilan 2024  
<https://www.airpl.org/rapport/suivi-de-la-qualite-de-l-air-a-nantes-sud-loire-bilan-2024>
10. Air Pays de la Loire, évaluation de la qualité de l'air dans l'environnement de la chaufferie bois de belle beille-à-Angers-hiver 2017 2018 <https://www.airpl.org/rapport/evaluation-de-la-qualite-de-l-air-dans-l-environnement-de-la-chaufferie-bois-de-belle-beille-a-angers-hiver-2017-2018>
11. Air Pays de la Loire – Inventaire des émissions BASEMIS® V8 – 2024
12. Atmo Auvergne-Rhône-Alpes - Bois-énergie, enjeux climatiques et impacts sur la qualité de l'air. Note de synthèse – 2025 <https://www.atmo-auvergnerhonealpes.fr/publications/bois-energie-enjeux-climatiques-et-impacts-sur-la-qualite-de-l-air-note-de-synthese>
13. Atmo France - Note sur les impacts du chauffage au bois sur la qualité de l'air, la santé et le climat – 2024
14. Centre de lutte contre le cancer Léon Berard - Particules dans l'air et risque de cancer – 2025 -  
<https://www.cancer-environnement.fr/fiches/expositions-environnementales/particules-dans-lair/>
15. CITEPA – rapport SECTEN édition 2020 – La biomasse énergie est-elle neutre en carbone ?  
<https://www.citepa.org/wp-content/uploads/3.2-Biomasse-energie-et-neutralite-carbone.pdf>
16. CITEPA – Rapport SECTEN – édition 2025 [https://www.citepa.org/wp-content/uploads/2025/06/Citepa\\_Secten-2025.pdf](https://www.citepa.org/wp-content/uploads/2025/06/Citepa_Secten-2025.pdf)
17. CITEPA – Rapport OMINEA - édition 2025 <https://www.citepa.org/donnees-air-climat/methodologie-de-linventaire-ominea/>
18. DREAL/région des Pays de la Loire - Schéma régional biomasse – 2020  
[https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2021-10/rapport-srb\\_pdl\\_dec2020\\_0.pdf](https://www.paysdelaloire.fr/sites/default/files/2021-10/rapport-srb_pdl_dec2020_0.pdf)
19. EEA/EMEP – Air pollutant emission inventory guidebook 2023 - Small combustion – 2023
20. Lequy et al, Contribution of Long-Term Exposure to Outdoor Black Carbon to the Carcinogenicity of Air Pollution: Evidence regarding Risk of Cancer in the Gazel Cohort - 2021
21. Ministère de la Transition Ecologique – La séquestration de carbone par les écosystèmes en France – EFESE – 2019 <https://observatoire.foret.gouv.fr/catalogue/la-sequestration-de-carbone-par-les-ecosystemes-en-france>

22. S. Weber et al - Contribution des sources d'aérosols au potentiel oxydant : vers une meilleure prise en compte de la qualité de l'air. Milieux et changements globaux. Université Grenoble Alpes – 2019, cité dans S. Weber -2020
23. TEO – FIBOIS – DREAL – Air Pays de la Loire – Liste des chaufferies biomasse en fonctionnement en Pays de la Loire – 2024
24. OMS - Health effects of black carbon – 2012  
<https://www.who.int/europe/publications/item/9789289002653>
25. OMS - Residential heating with wood and coal: health impacts and policy options in Europe and North America. 2015. <https://www.who.int/europe/publications/item/residential-heating-with-wood-and-coal--health-impacts-and-policy-options-in-europe-and-north-america>
26. Nantes Métropole – Synthèse de l'enquête chauffage domestique au bois – 2024-2025 – disponible sur demande auprès de Nantes Métropole
27. Surveillance des particules ultrafines dans la région Hauts-de-France – 2018-2019  
<https://www.atmo-hdf.fr/publications/surveillance-des-particules-ultrafines-dans-la-region-hauts-de-france>
28. International Agency for Research on Cancer – Outdoor Air Pollution, Volume 109 - 2016  
<https://publications.iarc.who.int/538>
29. Ministère de la Transition Ecologique et Solidaire. Fiches techniques Combustion – 2019  
[https://aida.ineris.fr/sites/aida/files/inspection\\_icpe/documents/Fiches\\_techniques\\_combustion\\_2019-mode%20actif.pdf](https://aida.ineris.fr/sites/aida/files/inspection_icpe/documents/Fiches_techniques_combustion_2019-mode%20actif.pdf)
30. ADEME. X. Logel, J. Lhotellier, B. De Caevel, C. Alexandre, S. Cousin, E. Vial, A. Thivolle-Cazat, P. Cailly, AL Dubilly, M. Buitrago, M. Durand, E. Machefaux et J. Mousset. Janvier 2022. Analyse du Cycle de Vie du bois-énergie collectif et industriel – Rapport. 400 pages.<https://librairie.ademe.fr/energies/5214-analyse-du-cycle-de-vie-du-bois-energie-collectif-et-industriel.html>
31. Institut national de l'environnement industriel et des risques, Réévaluation des facteurs d'émission des particules totales (solide et condensable) du chauffage domestique au bois, Verneuil-en-Halatte : Ineris - 206576 - v2.0 - 2022.  
<https://www.ineris.fr/sites/ineris.fr/files/contribution/Documents/Inventaire%20d%C3%A9mission%20du%20chauffage%20au%20bois%20domestique%20v2.pdf>
32. Institut national de l'information géographique et forestière, Mémento – 2025 <https://inventaire-forestier.ign.fr/spip.php?rubrique3>
33. Airparif, Mesures à l'émission de petites chaufferies biomasse (<500 kW) en conditions réelles d'exploitation – 2025 [https://www.airparif.fr/sites/default/files/2025-03/Rapport\\_Etude\\_Biomasse.pdf](https://www.airparif.fr/sites/default/files/2025-03/Rapport_Etude_Biomasse.pdf)
34. Santé Publique France, Estimation des bénéfices potentiels pour la santé d'une amélioration de la qualité de l'air ambiant en Pays de la Loire – 2025 <https://www.santepubliquefrance.fr/regions/pays-de-la-loire/documents/rapport-synthese/2025/estimation-des-benefices-potentiels-pour-la-sante-d-une-amelioration-de-la-qualite-de-l-air-ambiant-en-pays-de-la-loire>
35. Anses - 2024. Avis de l'Anses relatif à une demande d'avis sur le projet de décret établissant les conditions d'utilisation des huiles alimentaires usagées comme carburant. (saisine 2023SA-0208). Maisons-Alfort : Anses, 15 p. <https://www.anses.fr/system/files/AIR2023SA0208.pdf>
36. Commissariat général au développement durable - 2019. EFESE – La séquestration du carbone par les écosystèmes français. La Documentation Française (ed.). Collection Théma Analyse, e-publication. <https://www.actu-environnement.com/media/pdf/news-33141-etude.pdf>
37. IGN : Inventaire Forestier national - <https://inventaire-forestier.ign.fr/>
38. SDES - Données régionales de production et de consommation finale de l'énergie – 2024 -  
<https://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr/donnees-regionales-de-production-et-de-consommation-finale-de-lenergie?rubrique=23&dossier=189>
39. CORINE Land Cover - Occupation des sols en France - <https://www.data.gouv.fr/datasets/corine-land-cover-occupation-des-sols-en-france/>
40. AGRESTE - Enquête annuelle dans les branches exploitation forestière et scierie -  
<https://agreste.agriculture.gouv.fr/agreste-web/methodon/S-Prod.%20Exp.%20foresti%C3%A8re%20%202022/methodon/>

41. ADEME - Situation du chauffage domestique au bois en 2022-2023 – 2024 <https://librairie.ademe.fr/energies/7443-situation-du-chauffage-domestique-au-bois-en-2022-2023.html#product-presentation>
42. Rokoff LB, Koutrakis P, Garshick E, Karagas MR, Oken E, Gold DR, Fleisch AF. Wood Stove Pollution in the Developed World: A Case to Raise Awareness Among Pediatricians. Current problems in pediatric and adolescent health care. juin 2017 ; 47(6):123-141.
43. Mehta SS, Elizabeth Hodgson M, Lunn RM, Ashley CE, Arroyave WD, Sandler DP, White AJ. Indoor wood-burning from stoves and fireplaces and incident lung cancer among Sister Study participants. Environ Int. 2023 Aug;178:108128.
44. Verrier A - le monoxyde de carbone : inodore et mortel. [La santé en action \(n° 434, Décembre 2015\)](#)
45. INERIS – Fiche techniques combustion – 2019 <https://aida.ineris.fr/inspection-icpe/air/combustion/fiches-techniques-combustion-version-novembre-2019>
46. ADEME - Avis sur les performances réelles des pompes à chaleur focus sur les PAC air/eau en maisons individuelles – 2025 <https://librairie.ademe.fr/batiment/8634-avis-sur-les-performances-reelles-des-pompes-a-chaleur.html>
47. MaPrimeRénov' <https://www.maprimerenov.gouv.fr/>
48. Service Public – Certificats d'économie d'énergie (CEE) – 2024 <https://www.service-public.gouv.fr/particuliers/vosdroits/F35584>

# Annexe

## Annexe 1 : émissions de polluants atmosphériques par type de chauffage

			Polluants en t/an						
			SO <sub>2</sub>	NO <sub>x</sub>	PM totales	PM10	PM2.5	BaP	Black carbon
Chaudière chauffage urbain < 20 MWth	Bois-énergie	OMINEA - année ref 2025	0,2	2,3	1,1	0,9	0,8	0,000009	0,1
Chaudière chauffage urbain < 20 MWth	FOD (fioul domestique)	OMINEA - année ref 2025	0,5	1,8	0,09	0,07	0,03	0,000	0,02
Chaudière chauffage urbain < 20 MWth	Gaz naturel	OMINEA - année ref 2025	0,009	1,1	0,02	0,02	0,02	0,000	0,0007
Combustion du bois - résidentiel (*)	Bois-énergie	OMINEA - année ref 2025	0,2	1	8,6	8,2	8	0,00058	1,2
Cheminée ouverte	Bois-énergie	OMINEA - année ref 2025	0,2	0,9	16,8	15,9	15,6	0,0006	1,1
Pompes à chaleur** (aérothermique ou géothermique)	Electricité	NR	0	0	0	0	0	0	0

(\*) tous types d'installations (moyenne France)

(\*\*) Pas d'émissions directes de polluants atmosphériques

Émissions de polluants pour une consommation d'énergie équivalente à 1000 logements de 100 m<sup>2</sup> qui consomment 50 kWh/m<sup>2</sup>/an (réglementation thermique 2012) pour différents types d'installation



## AIR PAYS DE LA LOIRE

5 rue Édouard-Nignon  
CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3  
Tél + 33 (0)2 28 22 02 02  
[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)

**air** | **pays de**  
**la loire**  
[www.airpl.org](http://www.airpl.org)