

# BOIS-ÉNERGIE

## ENJEUX CLIMATIQUES ET IMPACTS SUR LA QUALITÉ DE L'AIR

NOTE DE SYNTHÈSE

Mai 2025

### SOMMAIRE

Introduction.....	2
1. Chauffage au bois en Auvergne-Rhône-Alpes : état des lieux et enjeux sur la qualité de l'air.....	5
2. Forêt et bilan carbone : état des lieux et vulnérabilité .....	10
3. Bois-énergie : disponibilité et pressions sur la ressource.....	14
4. Bois-Energie : émissions atmosphériques et impact climatique.....	17
5. Préconisations d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.....	21
6. Accompagnement Atmo Auvergne-Rhône-Alpes .....	23

## Introduction

En raison des enjeux croissants liés à la transition énergétique et aux impacts environnementaux, le bois-énergie se trouve au cœur des débats sur la neutralité carbone, le climat et la qualité de l'air.

En 2025, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes a élargi son périmètre d'analyse historique sur la pollution de l'air pour inclure l'impact climatique du bois-énergie, en réponse à plusieurs constats majeurs :

- La neutralité carbone du bois-énergie est de plus en plus interrogée.
- L'impact du changement climatique sur les forêts et leur capacité à absorber du carbone est important.
- Nous observons une demande croissante en bois-énergie et un fort développement des chaufferies utilisant du bois.

**Cette note synthétise les connaissances existantes à ce jour et propose des préconisations. Elle doit permettre aux décideurs de répondre aux questions qu'il est nécessaire de prendre en compte pour développer l'usage du bois-énergie de manière vertueuse et ainsi éviter les impacts négatifs pour les territoires et les habitants.**

Cette analyse est complétée par les possibilités d'accompagnement des acteurs, en vue d'optimiser l'utilisation du bois-énergie tout en réduisant au maximum ses risques environnementaux.

*Si parfois 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 pas de méthanisation.*



## Contexte



### Des objectifs ambitieux qui doivent impérativement s'articuler

Dans le cadre de la transition énergétique, les énergies renouvelables (ENR) jouent un rôle central, avec des objectifs ambitieux définis aux niveaux national et local, notamment dans la réglementation. Le bois-énergie est un levier pour atteindre les objectifs de réduction de CO<sub>2</sub>, mais pour ce faire doit respecter certaines conditions.

En effet, ces ambitions s'accompagnent d'autres priorités toutes aussi exigeantes : préserver les milieux naturels capables de stocker du carbone (comme les forêts et les prairies), limiter l'artificialisation des sols et réduire l'impact des installations de chauffage sur la qualité de l'air du territoire pour préserver la santé des riverains.

**Comment concilier ces impératifs dans une stratégie de décarbonation et de réduction des émissions de polluants atmosphériques ?**

# Neutralité carbone du bois énergie : limites du cadre méthodologique



Le bois-énergie est historiquement considéré comme une énergie **neutre en carbone**, sur l'hypothèse que le dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) émis lors de sa combustion est entièrement compensé par la croissance forestière qui l'absorbe. Cette approche repose sur une vision comptable du carbone, mais ne prend pas en compte des paramètres essentiels :

- **Le facteur temps** : la reconstitution des stocks de carbone forestier peut prendre de quelques années à plusieurs décennies, selon les espèces et les conditions locales. Une récolte de bois aujourd'hui peut donc ne pas être compensée avant plusieurs décennies, période durant laquelle le CO<sub>2</sub> reste présent dans l'atmosphère.
- **La capacité réelle des forêts à absorber le carbone** : avec le changement climatique, la vulnérabilité des forêts (sécheresses, maladies, incendies) peut réduire leur rôle de puits de carbone et allonger leur cycle de reconstitution.
- **L'impact immédiat des émissions** : bien que le bois soit considéré comme une source d'énergie renouvelable et neutre en carbone, en raison de l'absorption de CO<sub>2</sub> par les arbres durant leur croissance, la réalité est plus complexe. À production d'énergie équivalente, la combustion du bois génère en effet plus de CO<sub>2</sub> que les combustibles fossiles. Cependant, ces émissions sont comptabilisées par le Citepa non pas dans le secteur de l'énergie, mais dans le secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie), où elles sont prises en compte dès la récolte du bois. Cette méthodologie peut donner l'impression d'occulter l'impact des émissions immédiates de CO<sub>2</sub> à la combustion car elle tient compte du fait qu'elles sont compensées sur l'ensemble du cycle de vie. Mais la contribution du bois-énergie à la réduction du changement climatique dépend largement des pratiques sylvicoles et du type de ressource utilisée. Certaines méthodes de gestion forestière **peuvent compromettre l'équilibre carbone et aggraver le bilan environnemental du bois-énergie. A l'inverse**, les impacts peuvent être fortement atténués par la mise en œuvre de pratiques sylvicoles adaptées.

**En raison de ce dernier constat, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes propose d'élargir son analyse au-delà des seules émissions de polluants atmosphériques pour inclure une vision spécifique des émissions de CO<sub>2</sub> biogéniques issues de la combustion du bois. L'objectif est d'apporter un éclairage complémentaire aux décideurs afin d'optimiser l'utilisation du bois-énergie tout en minimisant ses impacts climatiques et environnementaux.**

## Aide à la lecture

Ce document vise à offrir un **état des connaissances** sur le bois-énergie en Auvergne-Rhône-Alpes, en croisant les enjeux de **qualité de l'air**, de **climat** et de **gestion durable des ressources forestières**. Il est conçu comme un **outil d'appui** pour les collectivités et les décideurs dans l'élaboration de leurs politiques énergétiques et environnementales.



Chaque partie se conclut par un « QUE RETENIR ? » qui synthétise les informations clés, met en lumière les principaux constats et les recommandations.



Repère visuel pour évoquer la disponibilité des données et des commentaires sur la méthodologie

# 1. Chauffage au bois en Auvergne-Rhône-Alpes : état des lieux et enjeux sur la qualité de l'air

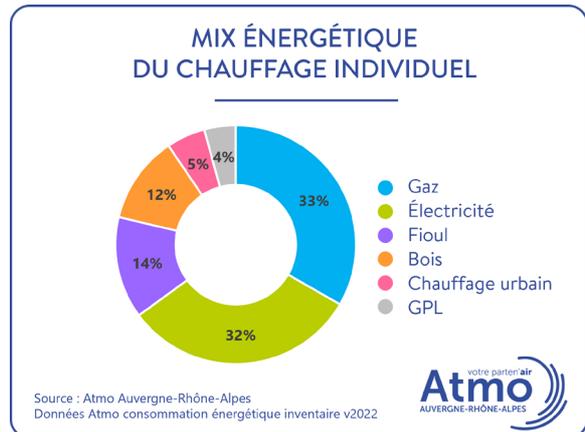
La région Auvergne-Rhône-Alpes est l'une des plus grandes consommatrices de bois-énergie en France, et est exposée de longue date à de nombreux polluants atmosphériques.

## Place du bois énergie dans le mix énergétique et état des lieux des équipements individuels et collectifs dans la région

### Chauffage individuel : le gaz et l'électricité dominant

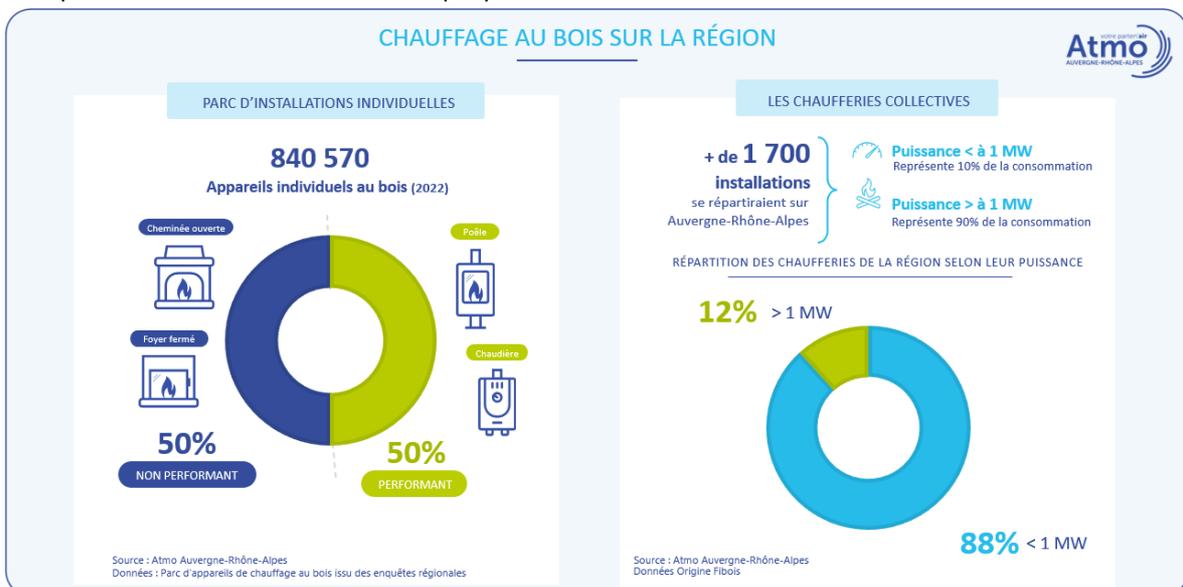
Le gaz et l'électricité sont les énergies les plus largement utilisées en Auvergne-Rhône-Alpes pour le chauffage individuel, le bois est minoritaire (12% - Données 2022).

Le bois est la 2<sup>ème</sup> source d'énergie renouvelable sur la région après l'hydroélectricité.



### Chauffage au bois : part importante des appareils individuels non performants et beaucoup de petites installations collectives

Malgré les efforts déployés pour encourager leur renouvellement, le parc d'installations de chauffage au bois est constitué pour moitié d'appareils non performants. Indéniablement, les politiques locales d'incitation au remplacement des équipements ont porté leurs fruits dans les zones particulièrement touchées par les émissions liées au chauffage au bois, mais elles sont insuffisantes sans un déploiement régional. Leur extension doit être étudiée au regard de leurs conséquences sur la qualité de l'air, le climat et l'énergie. Quant aux chaufferies collectives, elles sont en très grande majorité de puissance assez faible, inférieure à 200 kW. Finalement, le territoire de la région Auvergne-Rhône-Alpes est donc doté en grande majorité de petites installations, par nature difficiles à équiper de dispositifs de filtration (surcoût important) et à contrôler, même si elles représentent à l'inverse une faible proportion de la consommation.



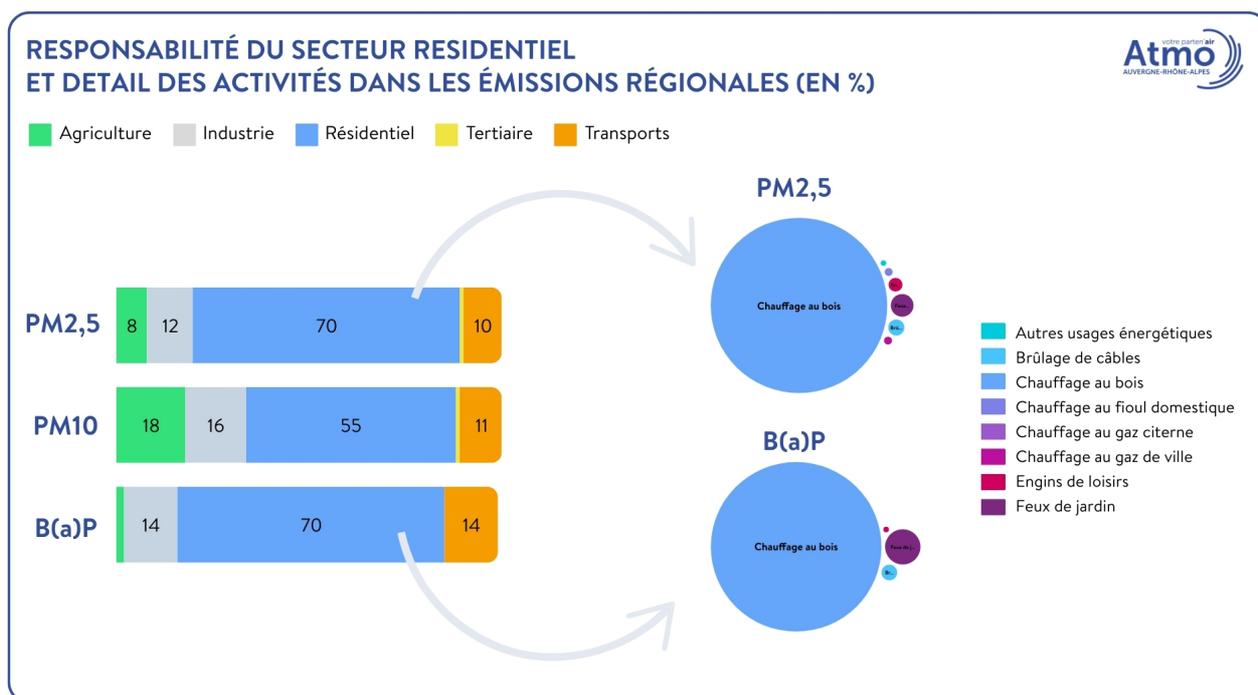
La répartition des appareils de chauffage sera révisée en 2025, afin d'intégrer les résultats des nouvelles enquêtes sur le parc local, ce qui entraînera une nouvelle classification entre les équipements performants et non performants.

# Evolution des émissions du secteur résidentiel et concentrations de polluants atmosphériques : du mieux mais encore un fort potentiel d'amélioration

## Les émissions de polluants atmosphériques du secteur résidentiel

Dans le secteur résidentiel, les émissions de plusieurs polluants atmosphériques ont diminué de manière significative au cours des 20 dernières années : - 45 % pour les particules PM2,5, - 54 % pour le benzo(a)pyrène (B(a)P).

Cependant, le bois-énergie reste le principal responsable des émissions de ce secteur (96% des émissions de particules PM2,5).



Emissions de polluants en 2022 sur la région Auvergne-Rhône-Alpes

Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes – Inventaire V2024

## Les concentrations régionales de polluants atmosphériques

En air ambiant, les concentrations de plusieurs des polluants atmosphériques associés au bois-énergie, comme les particules fines et les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), ont également diminué régulièrement ces dernières années, confirmant les progrès réalisés sur les émissions. Toutefois, la diminution est moins marquée depuis 2020 qu'elle ne l'était dans les années 2000 à 2020.

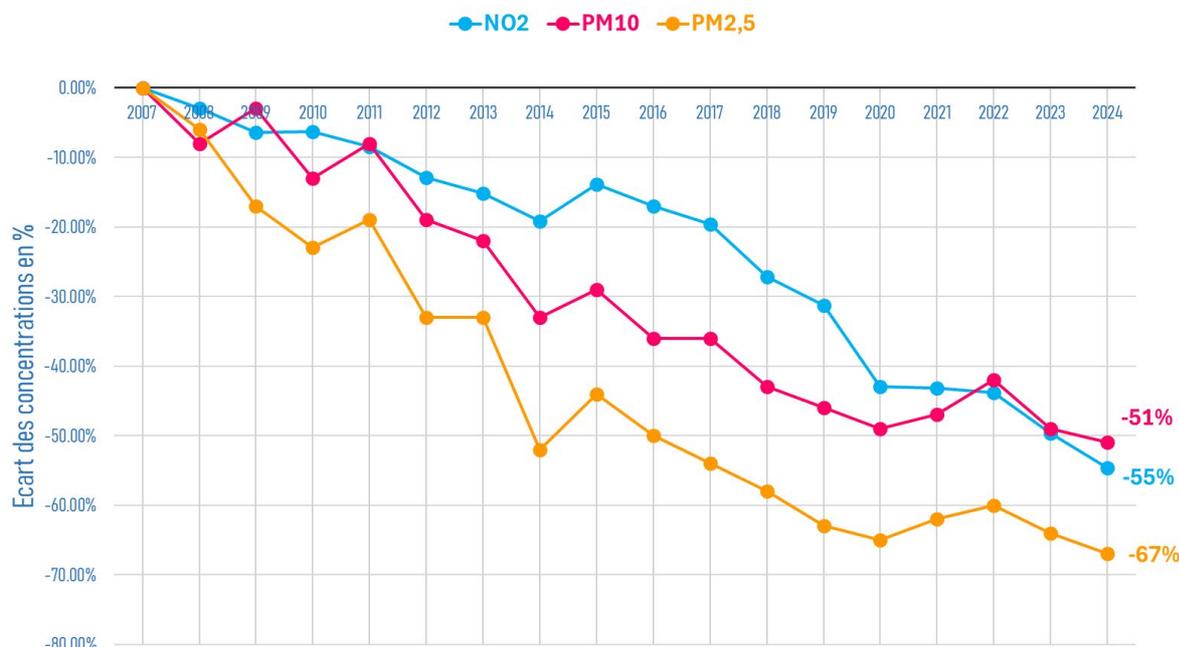
Il est difficile de quantifier, autant pour la baisse que pour la stabilité des concentrations (Cf graphique ci-dessous), la part imputable au renouvellement d'installations de chauffage individuel au bois.

Cette difficulté s'explique en partie par l'hétérogénéité des pratiques de chauffage au bois sur le territoire, la qualité des installations et de leur usage ne sont pas les seuls paramètres en jeu. En effet, la diversité des essences disponibles et le taux d'humidité du bois utilisé influencent directement les émissions polluantes. Un bois insuffisamment sec entraîne une combustion incomplète, générant davantage de particules fines et de HAP. De plus, le recours plus ou moins important à l'autoconsommation (affouage) ajoute encore des inconnues à cette variabilité.

Par ailleurs, la hausse des prix de l'énergie a favorisé un retour au chauffage au bois, en particulier au bois bûche, souvent moins performant en termes d'émissions que d'autres alternatives.<sup>1</sup>

De plus, la météorologie peut aussi moduler temporairement les concentrations observées, en influençant la dispersion des polluants.

Ainsi, la dynamique des concentrations de polluants liés au chauffage au bois résulte d'un ensemble de facteurs techniques, comportementaux, économiques et météorologiques, rendant complexe l'évaluation précise des contributions respectives du renouvellement des installations et de l'évolution du parc de chauffage. **Le recueil de données précises et territorialisées est indispensable à l'interprétation des concentrations en polluants, ces dernières dépendant de très nombreux paramètres.**



Evolution relative des concentrations de polluants atmosphériques entre 2007 et 2024 en région Auvergne-Rhône-Alpes

Source : Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

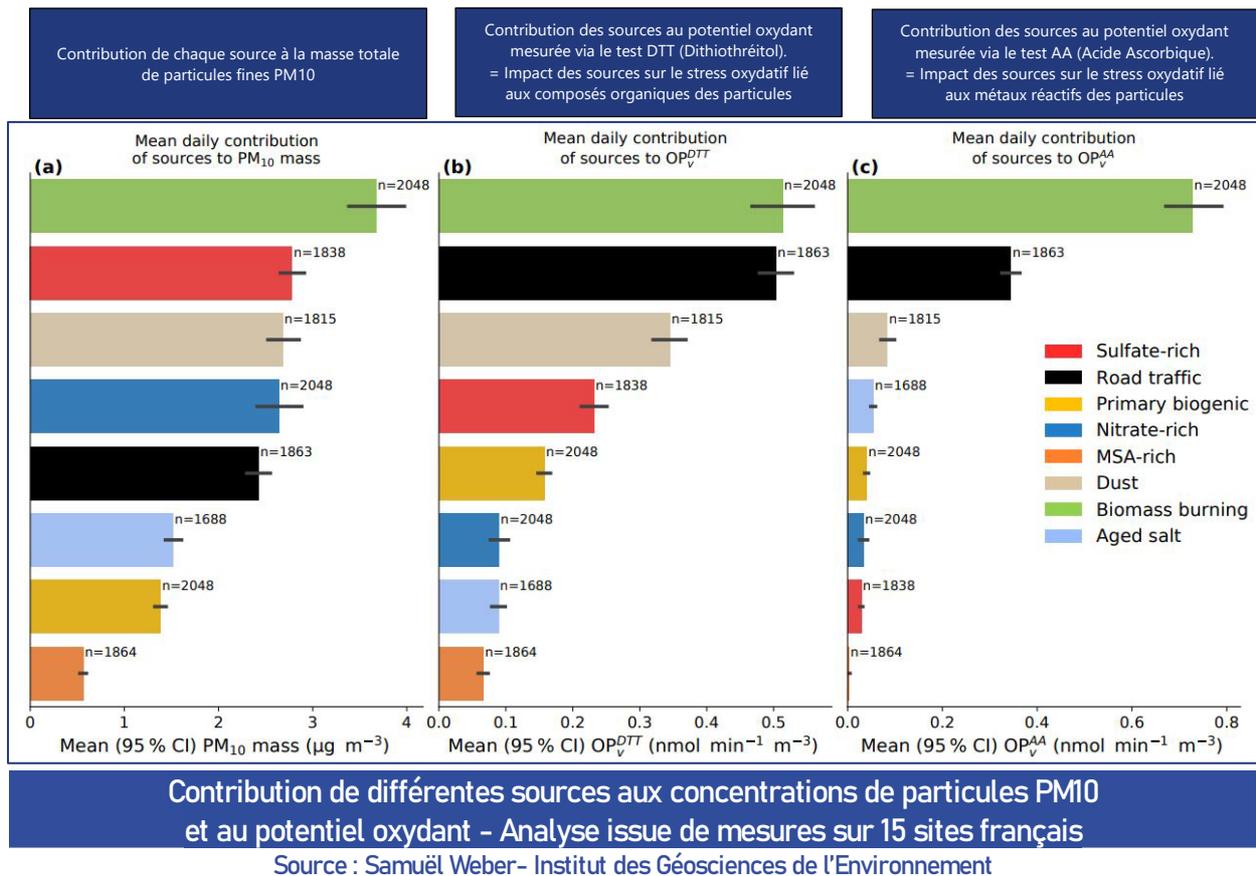


Ces données d'émissions et de concentrations sont accessibles à l'échelle de l'EPCI et des communes.

## Polluants issus du bois énergie : exposition et effets sanitaires

Atmo AuRA possède plusieurs appareils répartis dans la région permettant de distinguer la contribution de la combustion de biomasse sur les concentrations de particules. Ces différentes mesures, ainsi que les modélisations réalisées pour voir la contribution du chauffage au bois dans les concentrations de particules montrent que celle-ci représente de l'ordre de 40% de la masse des particules dans l'air. Contrairement au calcul d'émission, cette répartition prend notamment en compte les particules importées (nationales, européennes et mondiales), les particules remises en suspension et les particules secondaires formées.

Ces dernières années, plusieurs travaux de recherche<sup>2</sup> ont mis en évidence la contribution de différentes sources à la composition des particules et à leur potentiel oxydant (PO). **La combustion de biomasse (*Biomass burning* dans le graphique Figure 5) apparaît comme l'une des sources principales de particules en masse et en termes de potentiel oxydant.**



**Le potentiel oxydant** est une mesure de la capacité des particules à créer des espèces contre lesquelles le système de défense de notre organisme ne parvient pas à se défendre. Lorsque l'on respire ces particules et qu'elles entrent en contact avec nos cellules, pulmonaires notamment, il en résulte un stress oxydatif entraînant des conséquences néfastes, voire irréversibles : réaction inflammatoire ou affaiblissement des défenses immunitaires, maladies cardio-vasculaires, cancers...

Toutes les particules n'ont pas le même potentiel oxydant, cela dépend de plusieurs paramètres, tels que leur taille, leur composition chimique, la surface active, ... C'est pourquoi les chercheurs et Atmo Auvergne-Rhône-Alpes s'intéressent de plus en plus à ces paramètres, et se dotent d'instruments pour les mesurer.

Outre leur potentiel oxydant, les particules et les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques sont reconnus comme cancérogènes<sup>3</sup>. En intérieur spécifiquement, plusieurs études sanitaires<sup>4</sup> ont montré une corrélation entre l'exposition à la fumée issue du chauffage au bois et la dégradation de la santé respiratoire chez les enfants, ainsi qu'un risque plus élevé de cancer du poumon. Le lien est surtout évident dans les territoires où l'usage du bois-énergie est très développé, il est moins établi au regard de l'exposition à des fumées d'appareils de chauffage au bois en air intérieur, en partie faute de données suffisantes.

La publication à venir d'un avis de l'ANSES sur l'impact sanitaire du chauffage au bois domestique devrait apporter des informations complémentaires, notamment sur l'impact direct de l'exposition aux fumées en air intérieur et les précautions d'usage.

### Ces éléments confirment :

- Le rôle prépondérant du chauffage au bois comme source majeure de particules fines dans la région (principalement le chauffage domestique qui représente 96% des émissions du chauffage au bois du secteur résidentiel).
- La nécessité d'agir au-delà du secteur résidentiel, en poursuivant les efforts sur d'autres sources d'émissions telles que les transports, le secteur industriel et l'agriculture, pour garantir une amélioration durable et globale de la qualité de l'air.



## Chauffage au bois en Auvergne-Rhône-Alpes : état des lieux et enjeux sur la qualité de l'air

### QUE RETENIR ?

La région Auvergne-Rhône-Alpes dispose d'un parc d'appareils de chauffage individuels au bois dont près de la moitié sont non performants avec un impact notable sur la qualité de l'air et d'un parc de chaufferies collectives au bois majoritairement composé de petites installations. Le contrôle de ces appareils est complexe, de même que leur équipement potentiel en dispositif de filtration, qui serait par ailleurs très coûteux.

Le bois-énergie est très émetteur de polluants atmosphériques dont certains à fort impact sur la santé. Les émissions et concentrations de nombreux polluants sont en nette baisse ces 20 dernières années, mais les efforts restent de mise pour espérer se conformer aux lignes directrices de l'OMS.

La combustion du bois contribue fortement aux émissions de particules, notamment en raison des appareils peu performants. Les émissions du chauffage au bois ont par ailleurs un fort potentiel oxydant dont les effets délétères sur la santé (inflammations, affaiblissement du système immunitaire, maladies cardiovasculaires et respiratoires, cancers) sont reconnus. Les risques sont d'autant plus importants pour les populations vulnérables (enfants, personnes âgées, malades chroniques).

#### L'amélioration de la qualité de l'air passe donc par :

- Le remplacement des appareils non performants par des équipements récents.
- Un meilleur suivi des chaufferies de petite puissance, avec si nécessaire la mise en place de plans d'actions : installation d'un système de filtration et/ou d'un ballon tampon.
- La sensibilisation des usagers aux bonnes pratiques (utilisation de bois sec, entretien régulier des appareils).
- Un suivi renforcé des émissions et des actions ciblées sur les territoires les plus exposés.

## 2. Forêt et bilan carbone : état des lieux et vulnérabilité



En plus de son rôle clé dans la transition énergétique, le bois-énergie occupe une place particulière dans le bilan carbone régional. S'il est souvent considéré comme une énergie neutre en carbone, son impact réel dépend étroitement de la gestion des forêts et des dynamiques de stock de carbone. Comprendre l'équilibre entre les émissions liées à la combustion du bois et la capacité des forêts à absorber le carbone est donc essentiel pour évaluer la contribution réelle du bois-énergie à la lutte contre le changement climatique.

### La combustion du bois émet des gaz à effet de serre, notamment du CO<sub>2</sub>

Au moment de sa combustion, le bois-énergie génère des émissions de CO<sub>2</sub> plus élevées que celles de la majorité des combustibles fossiles pour une unité d'énergie produite<sup>5</sup>. Ce point est assez peu connu car les émissions de CO<sub>2</sub> sont, par convention et comme le recommande le GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat), intégrées dans les inventaires au sein du secteur UTCATF (Utilisation des Terres, Changement d'Affectation des Terres et Foresterie). Ces émissions sont donc bien comptabilisées, mais en amont, dès la récolte de bois, et non dans le secteur de la consommation d'énergie, à la différence des combustibles fossiles tel que le fuel, le charbon ou le gaz.



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

### Les forêts stockent du carbone, mais de moins en moins

Les forêts jouent un rôle essentiel dans les écosystèmes, assurant de nombreux services : régulation du climat, production de matériaux et d'énergie, préservation de la biodiversité, lutte contre l'érosion des sols, etc.

Au niveau climatique, ce rôle se décompose en trois parties :

- Rôle de réservoir : stockage de carbone dans la végétation, les sols forestiers et les produits bois ;
- Rôle de puits : augmentation des stocks de carbone dans le réservoir forestier, permettant de retirer du dioxyde de carbone (CO<sub>2</sub>) de l'atmosphère ;
- Rôle de réduction des émissions : utilisation du bois en substitution d'autres matériaux (acier, ciment, etc.) ou d'énergies fossiles (charbon, pétrole, gaz).

Mais les forêts sont aussi de plus en plus vulnérables face aux changements climatiques. Leur capacité d'absorption du carbone tend à s'atténuer, sous l'effet d'épisodes de sécheresse, d'incendies et de la prolifération d'insectes ravageurs comme les scolytes.

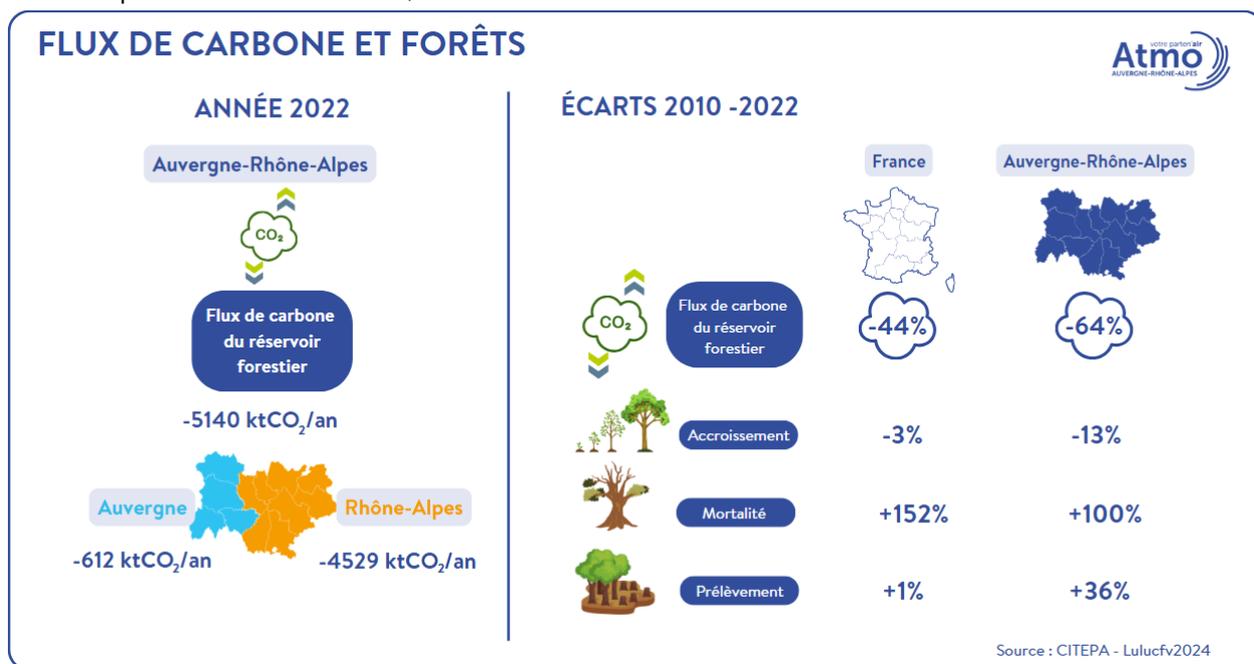
Dans ce contexte, il est essentiel de comprendre comment les forêts stockent le carbone. Le stock de carbone correspond à la quantité de carbone retenue dans les écosystèmes, principalement dans la biomasse vivante (arbres, sous-bois), les sols forestiers et les produits bois issus des récoltes forestières. Le carbone est ainsi stocké :

- directement dans la biomasse vivante et les sols forestiers,
- dans les produits bois mobilisés,
- et, de manière indirecte, par effet de substitution : utilisation du bois en remplacement de matériaux ou d'énergies fossiles, ce qui permet d'éviter des émissions de CO<sub>2</sub>.

En 2022, le réservoir forestier de la région Auvergne-Rhône-Alpes présente un flux net de CO<sub>2</sub> de -5140 ktCO<sub>2</sub>/an (variation annuelle du stock de carbone résultant des échanges entre la forêt et l'atmosphère) réparti comme suit :

- **Rhône-Alpes** : -4529 ktCO<sub>2</sub>/an,
- **Auvergne** : -612 ktCO<sub>2</sub>/an.

La différence significative entre les deux territoires s'explique par le **pouvoir de captation plus élevé des forêts de Rhône-Alpes** par rapport à celles d'Auvergne. Cela s'observe également dans les données historiques de 2010. **Le pouvoir de captation des forêts d'un territoire dépend de nombreux paramètres** : superficie boisée (plus de 2 fois plus importante en Rhône-Alpes qu'en Auvergne), âge, essences et santé des peuplements, nature et qualité des sols forestiers, etc.



### Flux de carbone du réservoir forestier dans la région Auvergne-Rhône-Alpes

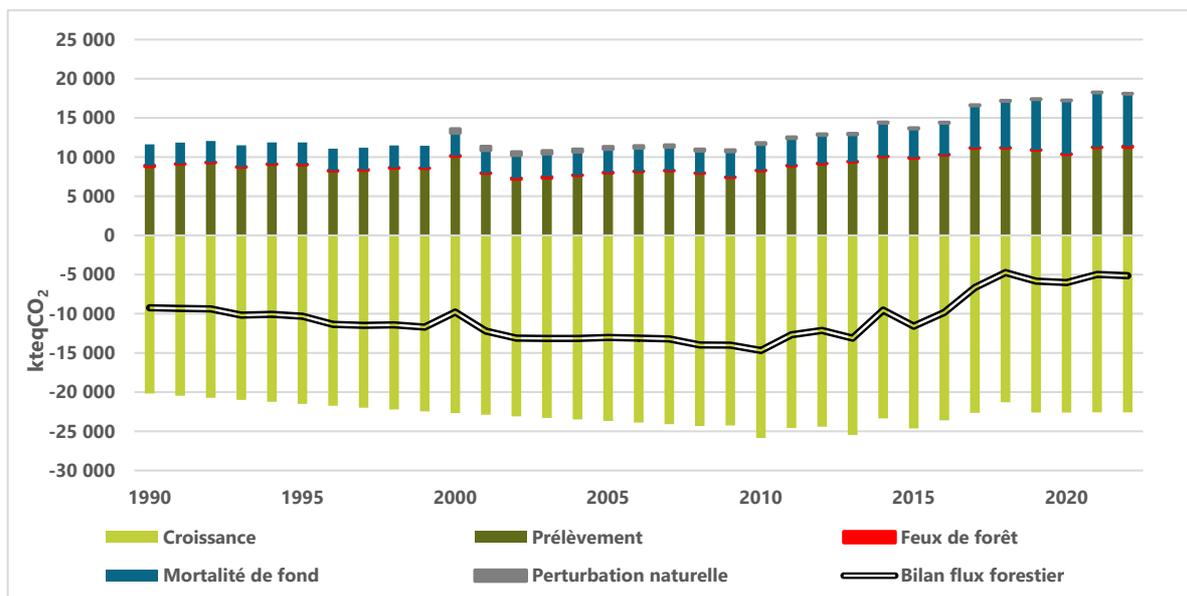
Source : Données CITEPA / Infographie Atmo Auvergne-Rhône-Alpes

Dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, l'atténuation de la capacité de la forêt à stocker du carbone est très marquée. D'après les données du CITEPA analysées par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, il ressort en effet que la capacité d'absorption du carbone par les forêts a diminué de 65% entre 2010 et 2022, sous l'effet de plusieurs facteurs :

- **Augmentation des prélèvements forestiers : + 36%.**  
Cette hausse est pour partie due à la récolte du bois dépérissant, du fait d'une progression de la mortalité.
- **Doublement du flux de carbone dû à la mortalité des forêts : +100%.**

Cette évolution provient de plusieurs facteurs : aléas climatiques (sécheresses, fortes pluies), infestation d'insectes, incendies, ...).

- **Ralentissement de la croissance des arbres**, limitant leur capacité d'absorption du carbone : **-13%**. Le ralentissement de croissance est en partie lié au fait que la forêt d'Auvergne-Rhône-Alpes serait mature.



**Evolution des flux de carbone du réservoir forestier en Auvergne-Rhône-Alpes**  
 Source : Données CITEPA - UTCAFT v2024 / Graphique Atmo Auvergne-Rhône-Alpes



L'évaluation à l'échelle locale demeure limitée non pas en raison de sa complexité, mais plutôt par l'absence de données suffisamment précises. Pour intégrer rigoureusement la captation de carbone dans l'analyse de cycle de vie du bois, il est indispensable de renforcer la traçabilité (origine, modalités et fréquences de prélèvement de bois), et de mettre en place un suivi détaillé de l'évolution des peuplements forestiers (croissance, mortalité, etc.). Si Atmo Auvergne-Rhône-Alpes disposait de données plus précises, il deviendrait alors possible de réaliser un état des lieux localisé du carbone stocké, permettant une évaluation globale et plus précise de l'impact environnemental du bois-énergie.

## L'analyse du cycle de vie, outil essentiel pour déterminer les choix énergétiques locaux et réduire les émissions de gaz à effet de serre

Pour véritablement comparer différentes sources d'énergie et déterminer, à l'échelle d'un territoire donné, la stratégie la plus à même de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'Analyse du Cycle de Vie (ACV) est un outil essentiel. Dans le cas du bois-énergie, cette analyse prend en compte chaque étape : la gestion et la récolte de bois dans les forêts, la transformation, l'usage des bois coupés, la fin de vie des produits dérivés et le transport.

Selon une étude publiée dans la revue GCB Bioenergy<sup>6</sup>, un élément clé de cette analyse pour le bois-énergie est le "temps de parité de séquestration" : la durée nécessaire pour que la repousse forestière réabsorbe la quantité de CO<sub>2</sub> émise lors de l'utilisation de la biomasse.

Les recherches montrent que ce temps peut varier de quelques décennies à plus d'un siècle. Par exemple, il peut être d'environ 20 à 40 ans dans le cas de forêts gérées durablement, où la récolte reste inférieure ou égale à la capacité de régénération, tandis qu'il peut dépasser 50, voire 80 ou 100 ans, lorsque la gestion est plus intensive ou que la croissance des arbres est plus lente. Toutefois, les données et les méthodes pour évaluer précisément ce temps de parité restent limitées, et les résultats peuvent fortement différer d'une région à l'autre. Le type d'essences, les conditions climatiques ou encore les pratiques d'aménagement forestier entraînent des incertitudes non négligeables.

Une analyse du cycle de vie au bois-énergie collectif et industriel a été financée par l'ADEME<sup>7</sup> et réalisée en 2021, une analyse de même nature est en cours de réalisation pour le bois-énergie domestique.

L'analyse sur le bois-énergie collectif et industriel conclut que le bois reste en France une ressource renouvelable indispensable pour réduire la dépendance du pays aux ressources fossiles, et pour soutenir les économies locales. Elle confirme toutefois la nécessité de limiter les impacts associés aux émissions de polluants atmosphériques des chaufferies bois, et les pistes d'amélioration existantes : respect des valeurs limites d'émissions de particules et de d'oxydes d'azote, poursuite des efforts d'écoconception pour les installations de plus petites puissances (< 1 MW).

L'analyse conclut également que les émissions de gaz à effet de serre du bois-énergie collectif et industriel sont plus faibles que celles, notamment, de la filière de production d'énergie à partir de gaz naturel. Mais pour préserver ce plus faible impact, l'analyse recommande de maintenir de faibles distances d'approvisionnement, et des pratiques de gestion sylvicole durables favorisant le stockage de carbone dans les forêts et les produits bois, et d'une façon plus générale, préservant la biodiversité et la qualité des sols.

Le bilan carbone du bois-énergie dépend donc étroitement de la gestion forestière locale et doit être analysé au cas par cas.



## Forêt et bilan carbone : état des lieux et vulnérabilité QUE RETENIR ?

La combustion du bois émet du CO<sub>2</sub> que les méthodologies nationale et internationale considèrent comme compensé par le stockage du carbone que la forêt permet. Cependant, cette capacité de stockage du carbone est altérée ces dernières années en raison de l'affaiblissement des forêts.

Le bilan carbone du bois énergie dépend donc du type de bois considéré, du contexte territorial et de la capacité du territoire à séquestrer du carbone sur le temps court et le temps long.

Par ailleurs, pour déterminer le mix énergétique le plus compatible avec les enjeux climatiques, le bois-énergie doit être comparé à d'autres énergies non-fossiles, via l'analyse du cycle de vie.

La pertinence d'utiliser telle ou telle source d'énergie (dont le bois-énergie) doit donc être analysée au regard des autres options qu'offre ce même territoire, tout en prenant en compte la capacité de stockage de carbone du territoire.

### 3. Bois-énergie : disponibilité et pressions sur la ressource

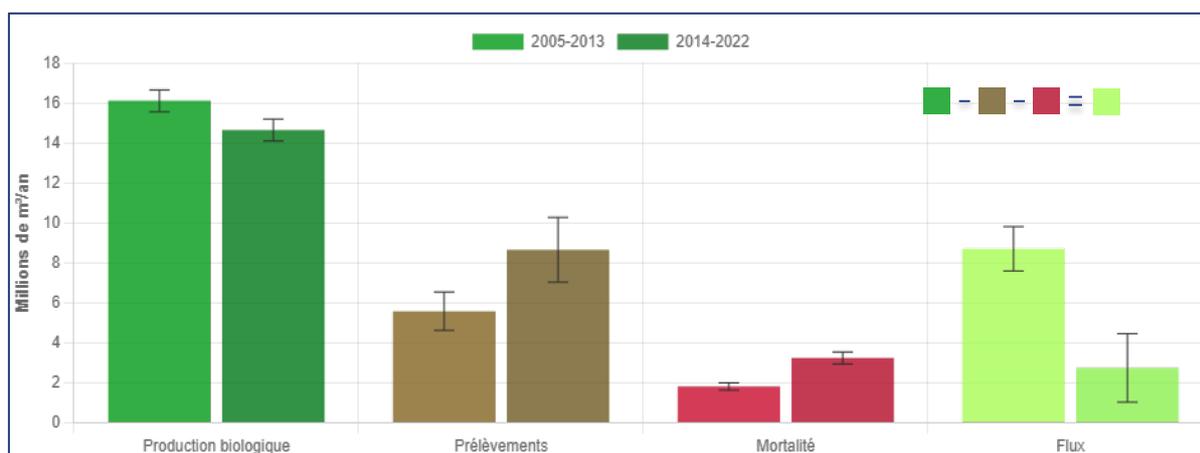


La pression sur les forêts fragilise leur capacité de régénération et limite la ressource disponible, rendant l’approvisionnement en bois-énergie plus incertain. Cette tension impose une gestion plus fine des flux de biomasse pour concilier besoins énergétiques et préservation des écosystèmes.

#### Evolution des prélèvements en bois et état des forêts

En Auvergne-Rhône-Alpes, les données de l’Observatoire des forêts françaises<sup>8</sup> (<https://foret.ign.fr/>) montrent une forte augmentation des prélèvements entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022, alors que la productivité naturelle des forêts diminue. Le bilan net (croissance biologique moins prélèvements et mortalité) reste positif, mais il a chuté de 68 % sur ces périodes, fragilisant l’équilibre forestier.

Les outils tels que CARTOFOB<sup>9</sup> (<https://cartofob.ign.fr/>) permettent aujourd’hui de cartographier les volumes disponibles, les flux et les consommations par territoire, offrant aux collectivités une vision fine pour planifier les projets énergétiques tout en respectant la capacité des forêts à se renouveler.



Evolution des flux de bois en Auvergne-Rhône-Alpes entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022

Source : Observatoire des forêts françaises

#### Place et évolution de la filière bois-énergie dans la région

La filière bois-énergie occupe une place stratégique dans les politiques de transition énergétique, particulièrement en Auvergne-Rhône-Alpes, région riche en ressources forestières et dotée d’un vaste réseau de chaufferies collectives et industrielles. Au-delà de sa contribution à la réduction des émissions de gaz à effet de serre et au développement des énergies renouvelables, le développement de cette filière soulève des enjeux cruciaux liés à la gestion durable des ressources et à la préservation des écosystèmes.

Selon le Schéma Régional Biomasse (SRB) actuel (révision en cours), l’ambition régionale est d’atteindre 19,9 TWh<sup>10</sup> de production en 2030, à consommation constante grâce à l’augmentation du rendement des appareils et à une meilleure valorisation des coproduits de la filière bois d’œuvre, contre 12,4 TWh en 2017. Cette dynamique impose néanmoins de trouver un équilibre entre augmentation des prélèvements forestiers, stabilité des stocks de carbone et qualité de l’air au niveau local. Pour les collectivités, cela signifie conjuguer les objectifs énergétiques avec une gestion raisonnée de la ressource afin de garantir la résilience de la filière.

En 2017, la valorisation énergétique du bois représentait 5,7 % de la consommation énergétique régionale répartie en trois secteurs principaux :

- **Le bois-bûche** qui domine le marché du chauffage individuel, avec 2,3 millions de tonnes consommées en 2016.
- **Le bois déchiqueté**, utilisées à hauteur de 1,9 million de tonnes en 2023<sup>11</sup> dont 900 000 tonnes de plaquettes forestières, principalement pour les réseaux urbains, les chaufferies collectives et certaines installations industrielles.
- **Les granulés de bois**, majoritairement destinés au chauffage résidentiel, mais également utilisés par les secteurs tertiaire et industriel, de manière plus marginale ; ils représentaient 150 000 tonnes consommées en 2016.

Les tendances actuelles révèlent une relative stabilisation de la consommation dans le secteur résidentiel, due aux **améliorations énergétiques des logements et des équipements**. En revanche, les usages collectifs et industriels poursuivent leur développement, soutenus par des politiques publiques encourageant le déploiement des réseaux de chaleur et des chaufferies biomasse, sur la base toutefois du respect de critères stricts, notamment pour préserver la qualité de l'air.

## Gestion des flux et disponibilité de la ressource bois-énergie

Bien que la région Auvergne-Rhône-Alpes bénéficie d'un important gisement forestier, des dynamiques d'exploitation et des contraintes environnementales imposent une gestion fine des flux de biomasse.

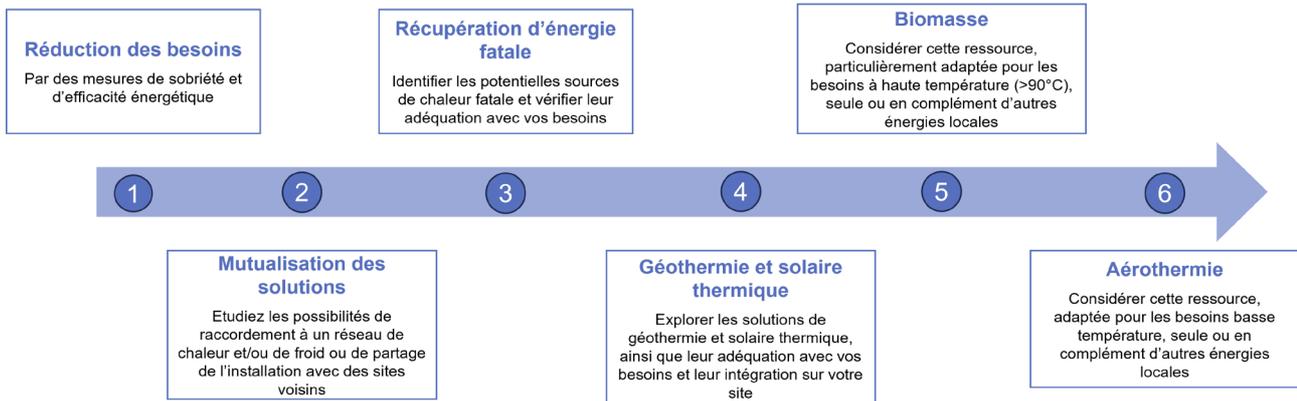
L'équilibre entre prélèvements forestiers, croissance biologique des forêts et impératifs climatiques est d'autant plus fragile que le bois-énergie, qui est complémentaire avec le bois d'œuvre (car permet de valoriser les coproduits), peut également entrer en concurrence avec d'autres usages (papier, panneaux, exportations, ...), tout en devant répondre aux exigences de la neutralité carbone. Les tensions sur la ressource, accentuées par des phénomènes climatiques et la hausse de la demande, interrogent donc la résilience de la filière à long terme.

Pour garantir la pérennité du bois-énergie, la gestion des flux nécessite une approche plus fine et territorialisée, fondée sur une meilleure connaissance des sources d'approvisionnement, une évaluation rigoureuse des volumes réellement mobilisables et l'identification de leviers d'optimisation tout au long de la chaîne d'exploitation. Ces informations permettent à la cellule régionale biomasse, d'assurer correctement le suivi et la validation des plans d'approvisionnement. Tout ceci repose également sur une gestion forestière adaptée, visant à renforcer la résilience des forêts face aux aléas climatiques et aux pressions croissantes sur la ressource.

## La biomasse (notamment forestière) : recommandations sur les usages

Les analyses du Secrétariat général à la planification écologique (SGPE) dans « *Bouclage biomasse – enjeux et orientations* »<sup>12</sup> révèlent que les ressources nationales en biomasse solide (récoltes et déchets de bois, produits dérivés de l'industrie papetière) pourraient devenir insuffisantes pour répondre à la demande d'ici 2030, particulièrement pour les usages liés à la décarbonation industrielle, au chauffage (réseaux de chaleur), à la production d'électricité et aux transports (biocarburants).

Cette pression croissante conduit le SGPE à recommander une priorisation des usages afin de préserver la fonction de puits de carbone des forêts et de garantir un usage durable de la ressource.



La démarche EnR'CHOIX (<https://www.enrchoix.idf.ademe.fr/>), proposée par l'ADEME est une approche pragmatique pour des politiques publiques permettant de :

- prioriser les usages pour maximiser les bénéfices climatiques,
- optimiser les ressources pour répondre efficacement aux besoins locaux,
- protéger les écosystèmes afin de limiter les impacts sur la qualité de l'air et de préserver les capacités de stockage de carbone.

La biomasse est considérée comme une option de dernier recours pour les usages énergétiques, lorsqu'aucune autre solution renouvelable locale n'est disponible ou viable.



## Bois-énergie : disponibilité et pressions sur la ressource QUE RETENIR ?

En Auvergne-Rhône-Alpes, la filière bois-énergie poursuit sa dynamique de **croissance avec un objectif de 19,9 TWh en 2030**, contre 12,4 TWh en 2017, portée principalement par le chauffage résidentiel au bois-bûche, les chaufferies collectives et industrielles alimentées en plaquettes, ainsi que l'usage des granulés dans le secteur tertiaire et les collectivités.

SOURCE : <https://www.fibois-aura.org/energie/combustibles-usages/>

La forte croissance de la filière bois-énergie, bien que très contrôlée par la cellule régionale biomasse, s'accompagne d'une **augmentation des prélèvements**, tandis que la production biologique des forêts recule, fragilisant l'équilibre écologique. Bien que la région couvre encore ses besoins par la production locale, la tension sur les ressources s'accroît sous l'effet de la demande croissante et d'une offre locale sous pression, interrogeant la durabilité du modèle.

Face à ces tensions, il est crucial pour les collectivités de **mieux planifier l'usage du bois-énergie**. Des outils comme **EnR'CHOIX** (ADEME) permettent d'envisager l'usage du bois pour l'énergie lorsque d'autres filières renouvelables ne sont pas appropriées au projet. Par ailleurs, des plateformes telles que **CARTOFB** offrent une vision fine des stocks et des flux de bois à l'échelle locale.

**Recommandation** : Réaliser des études sur la disponibilité des ressources forestières locales, en croisant les dynamiques de prélèvement et l'état des forêts, afin d'assurer un développement maîtrisé du bois-énergie, conciliant transition énergétique et préservation des écosystèmes.

## 4. Bois-Energie : émissions atmosphériques et impact climatique



Le développement du bois-énergie s'accompagne d'enjeux majeurs en termes d'émissions atmosphériques et d'impact climatique. Si cette énergie contribue à la réduction de la consommation des énergies fossiles, elle reste une source importante de polluants locaux et de gaz à effet de serre.

### Influence du matériel et des pratiques sur les émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre

Comme toute combustion, celle du bois est incomplète et génère donc des imbrûlés sous forme de gaz et de particules. En région Auvergne-Rhône-Alpes, le bois-énergie constitue la principale source d'émissions de particules fines, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et de composés organiques volatils (COV), alors qu'il ne représente que 8%<sup>13</sup> de la consommation d'énergie finale.

Les émissions de polluants varient considérablement en fonction de plusieurs facteurs :

- **Le matériel utilisé** : Pour un confort équivalent, un ancien insert à bûches peut émettre entre 30 et 100 fois plus de particules fines qu'un poêle récent à granulés ;
- **Les pratiques** : la conception, le fonctionnement et l'exploitation des installations, individuelles<sup>14</sup> ou collectives<sup>15</sup> ;
- La présence ou non d'un système de filtration<sup>16</sup>

### Evaluation des émissions : comparaison des modes de chauffage



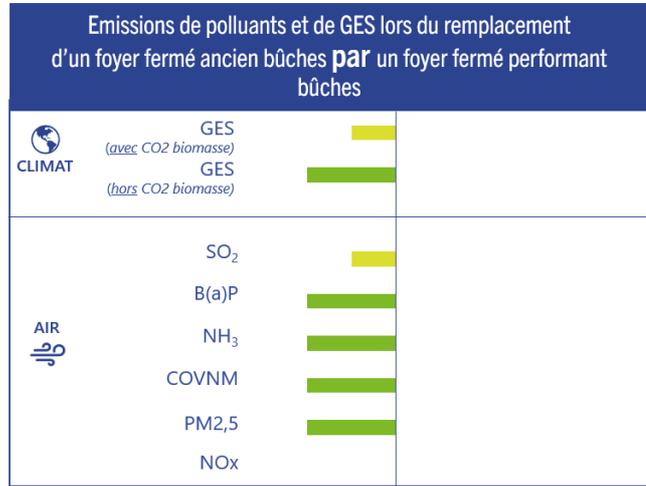
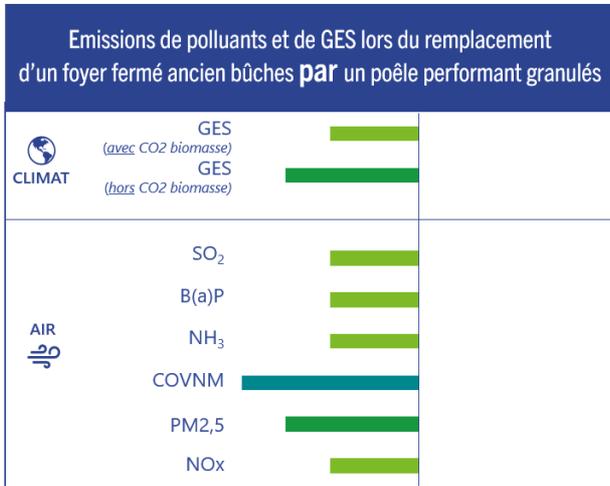
- Cette analyse tient compte des consommations spécifiques de chaque appareil et de leur rendement énergétique, à énergie produite équivalente.
- Les facteurs d'émissions des polluants et des GES à la combustion (*représentés en barres pleines*) sont ceux du CITEPA et intégrés à l'inventaire v2022 d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.
- Les méthodes du GIEC (Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat) et du CITEPA considèrent les émissions de CO<sub>2</sub> issues de la combustion du bois (CO<sub>2</sub> biomasse dans les graphiques) comme neutres, car supposées compensées par la croissance des forêts.
- Dans cette analyse, on choisit de faire apparaître explicitement les émissions biogéniques de CO<sub>2</sub> lors de la combustion, sans toutefois tenir compte de l'ensemble du cycle de vie – lequel doit théoriquement permettre de compenser une partie de ces émissions. Les valeurs obtenues, basées sur une étude de l'INERIS, ne sont donc fournies qu'à titre indicatif.
- Ces données sont susceptibles d'évoluer chaque année.



## CHAUFFAGE INDIVIDUEL : EXEMPLES DE CAS CONCRETS

### LÉGENDE

Comparaison des émissions lors du remplacement des modes de chauffage :  
évaluation des gains et des impacts (en facteur multiplicatif)



NOx : Oxydes d'azote / PM2,5 : Particules de taille inférieure à 2,5 µm / COV<sub>NM</sub> : Composés Organiques Volatils non méthanique / BaP : Benzo(a)pyrène / SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre / GES : Gaz à effet de serre / CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone / CH<sub>4</sub> : Méthane / N<sub>2</sub>O : Protoxyde d'azote

### Exemples d'interprétation :

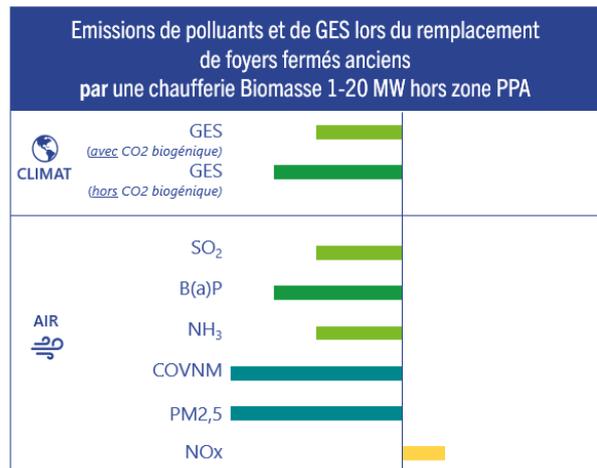
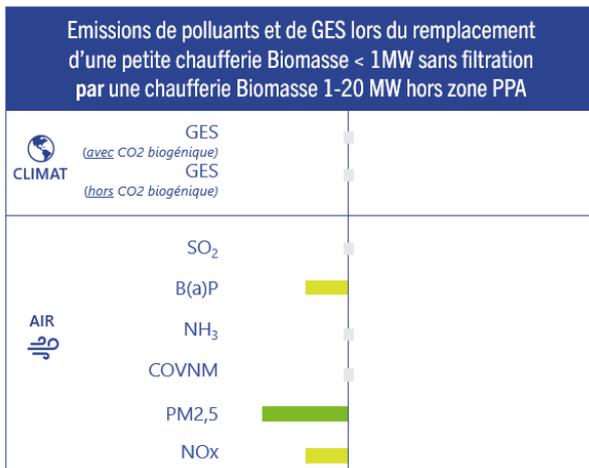
- ⇒ Chauffer un même logement avec un poêle performant granulés émet 30 à 100 fois moins de particules fines PM2,5 qu'avec un foyer fermé ancien. Les gains sur les gaz à effet de serre et en particulier le CO<sub>2</sub> peuvent eux aussi être conséquents.
- ⇒ Chauffer un même logement avec un foyer fermé performant bûche émet 2 à 30 fois moins de particules PM2,5 qu'avec un foyer fermé ancien bûches.



## CHAUFFAGE COLLECTIF : EXEMPLES DE CAS CONCRETS

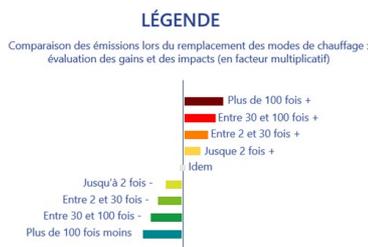
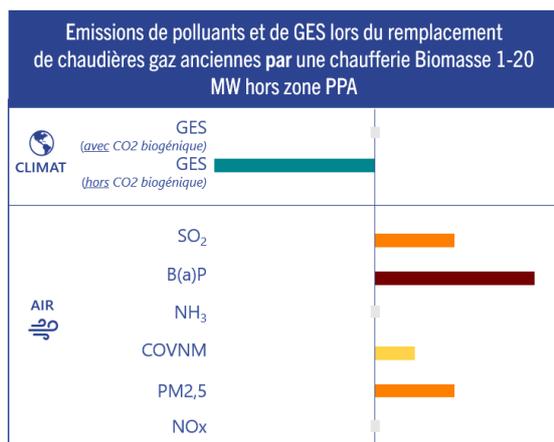
### LÉGENDE

Comparaison des émissions lors du remplacement des modes de chauffage :  
évaluation des gains et des impacts (en facteur multiplicatif)



NOx : Oxydes d'azote / PM2,5 : Particules de taille inférieure à 2,5 µm / COV<sub>NM</sub> : Composés Organiques Volatils non méthanique / BaP : Benzo(a)pyrène / SO<sub>2</sub> : Dioxyde de soufre / GES : Gaz à effet de serre / CO<sub>2</sub> : Dioxyde de carbone / CH<sub>4</sub> : Méthane / N<sub>2</sub>O : Protoxyde d'azote/

PPA : Plan de Protection de l'Atmosphère (en zone PPA, des Valeurs Limites à l'Emissions peuvent être mise en place afin d'équiper les chaufferies de systèmes de filtrations permettant une baisse considérable de polluants atmosphériques)



### Exemples d'interprétation :

- ⇒ Chauffer un même logement grâce une chaufferie collective de puissance comprise entre 1 et 20 MW, hors territoire PPA, émet entre 2 et 30 fois plus de particules fines qu'avec une chaudière gaz ancienne. La température de combustion de la chaufferie biomasse étant élevée, elle a des émissions similaires aux chaudières gaz anciennes pour les NOx.
- ⇒ Chauffer un même logement avec une chaufferie collective de puissance comprise entre 1 et 20 MW, hors zone PPA, émet entre 2 et 30 fois moins de particules fines qu'avec une chaufferie Biomasse < 1MW.

Même si elles ne représentent qu'une faible proportion de la consommation (10% de la consommation de bois-énergie par les chaufferies de puissance inférieure à 1 MW, cf. partie 1 de cette note), des études mettent en évidence que les petites chaufferies non équipées de filtres sont, pour la même puissance chauffée et le même confort, beaucoup plus émettrices de polluants que des chaufferies de plus forte puissance<sup>17</sup>.

### Disparités entre émissions théoriques et réelles

Des écarts notables existent entre les émissions estimées en laboratoire et celles enregistrées en conditions réelles. Par exemple, d'après des mesures menées sur vingt maisons individuelles<sup>18</sup>, les poêles à granulés présentent en situation réelle une augmentation de +450 % des émissions de monoxyde de carbone et de +30 % pour les particules fines par rapport aux normes théoriques.

Ces écarts soulignent l'importance d'un suivi rigoureux des installations et de la promotion de bonnes pratiques d'utilisation. Par ailleurs, les facteurs d'émission, qui varient en fonction des caractéristiques techniques des équipements, doivent être ajustés en fonction des conditions réelles de fonctionnement (par exemple : type d'appareil, température de combustion, consommation d'énergie, etc.), afin de mieux refléter la réalité des émissions. Cette démarche méthodologique permet d'optimiser les calculs d'émissions et de mieux comprendre les impacts environnementaux des installations. Les facteurs d'émission sont donc susceptibles d'évoluer au fil du temps, sur la base de nouvelles données ou connaissances.

Dans certains cas, des émissions supplémentaires de polluants peuvent être observées, en particulier de NOx, dues aux caractéristiques techniques de la solution de remplacement (Ex : type d'appareil considéré, température de combustion, consommation d'énergie...). Il convient donc d'avoir une approche plus détaillée des facteurs d'émission et des conditions spécifiques d'utilisation pour chaque type d'installation.



## Bois-Energie : émissions atmosphériques et impact climatique QUE RETENIR ?

- Le remplacement des anciens foyers bûches par des équipements performants permet de **réduire drastiquement les émissions de particules fines** et de gaz à effet de serre.
- Parmi l'ensemble des appareils de chauffage au bois individuels, le **poêle à granulés** affiche le **meilleur facteur d'émissions**. Le remplacement des foyers ouverts par un poêle performant granulés (solution valorisée dans les fonds air bois) permet de réduire considérablement les polluants atmosphériques.
- Une chaufferie de plus grande puissance **émet moins de particules fines** qu'une petite installation dépourvue de système de filtration, permettant une réduction nette de particules PM<sub>2,5</sub>. 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.

Bien que le chauffage collectif biomasse soit souvent promu pour sa dimension renouvelable, il peut générer des niveaux d'émissions de particules et de NO<sub>x</sub> **supérieurs aux autres combustibles**. Il est donc crucial d'étudier comment ces émissions peuvent être évitées, réduites ou compensées en particulier dans **les zones sensibles à la qualité de l'air (zones concernées par un Plan de Protection de l'Atmosphère)**.

- Les émissions biogéniques de gaz à effet de serre (GES) sont considérées comme neutres par convention. Ce principe de neutralité peut conduire à masquer le décalage temporel entre l'émission immédiate de CO<sub>2</sub> et sa réabsorption, et ainsi parfois nuire au respect des objectifs de réduction immédiate des émissions de GES.

## 5. Préconisations d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes



A partir de l'ensemble des connaissances portant sur les impacts potentiels du bois-énergie sur le climat et la qualité de l'air, voici les principales préconisations faites par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, qui seront prises en compte dans l'accompagnement que nous proposons aux parties prenantes des territoires.



### Message clé

Le bois-énergie contribue au mix énergétique renouvelable et à la lutte contre le changement climatique, sous réserve de vérifier certaines conditions. Pour garantir sa durabilité, il est essentiel de gérer la ressource forestière de manière à maintenir les capacités de séquestration de carbone des forêts. Par ailleurs, le choix du bois-énergie dans le mix énergétique doit être étudié en fonction des caractéristiques locales (qualité des puits de carbone, fertilité des sols), ainsi que des enjeux climatiques et de santé publique de chaque territoire. L'utilisation du bois-énergie ne peut donc s'envisager qu'après avoir étudié toutes les autres possibilités et en respectant des bonnes pratiques.

Tout brûlage du bois entraîne l'émission de polluants dans l'air comme les particules fines, qui sont à l'origine de nombreuses maladies respiratoires et cardiovasculaires. Il est donc indispensable de maîtriser avec attention ce mode de chauffage, qui a forcément un impact sur l'air que nous respirons.

Depuis de nombreuses années, le bois est considéré comme une source d'énergie renouvelable. Il présente l'avantage d'éviter l'utilisation des combustibles fossiles (pétrole, charbon) à l'origine du réchauffement climatique et de contribuer à une indépendance énergétique. Néanmoins, il faut maintenir une gestion forestière durable et s'assurer de la pérennité des forêts et de leur capacité à continuer à stocker du carbone, pour garantir le caractère renouvelable de cette énergie.

Compte tenu de ses impacts, l'utilisation du bois comme énergie ne peut s'envisager sans avoir préalablement étudié les alternatives et quantifié les impacts. En premier lieu, la sobriété énergétique s'impose, la meilleure énergie est celle qu'on ne consomme pas : il faut d'abord isoler les bâtiments, réduire les températures de chauffage et veiller au bon dimensionnement des installations et à leur bonne régulation, afin de limiter l'utilisation des ressources, dont les prélèvements de bois. Cette démarche permet également d'éviter les émissions de gaz à effet de serre et de polluants.

Il est aussi primordial de supprimer ou remplacer les vieux équipements de chauffage individuels tels que les cheminées, par des appareils récents moins consommateurs de bois et beaucoup moins polluants, et de s'assurer des bonnes conditions d'installation, d'utilisation (bois sec et de bonne qualité) et de maintenance de ces équipements.

Si le bois est choisi comme combustible, l'installation de chaufferies collectives permettant le plus large raccordement de bâtiments est à privilégier car les chaufferies de plus grande puissance émettent moins de polluants, à énergie produite équivalente, que des appareils individuels, et sont plus facilement contrôlables. En zones densément peuplées, le développement des réseaux de chaleur avec des chaufferies collectives au bois doit se faire avec des systèmes de filtration à haute performance, afin de limiter les rejets de particules fines et l'exposition des populations à ces polluants.

Dans tous les cas, il est indispensable d'inventorier toutes les émissions territoriales de polluants et de gaz à effet de serre, d'évaluer l'impact des choix énergétiques sur ces émissions, voire sur les concentrations en polluants, et le cas échéant d'étudier les compensations possibles (démarche « Eviter/Réduire/Compenser »).

## Installations efficaces



### Renouveler et bien utiliser les équipements

Remplacer les installations les plus anciennes par des modèles plus performants.

Assurer une bonne installation (avec des professionnels formés) et un bon usage :

- Limiter les arrêts/redémarrages.
- Allumer le feu par le haut.
- Utiliser du bois bien sec.
- Faire un entretien régulier.

### Veiller à un dimensionnement adapté

Choisir des équipements adaptés à la taille des besoins pour éviter une surconsommation de bois et limiter les émissions de polluants.

### Privilégier les installations collectives

Prioriser les réseaux de chaleur collectifs aux installations individuelles plus émettrices à énergie produite équivalente, et plus difficiles à contrôler.

## Compensation et protection



### Limiter l'impact sur le territoire

Étudier des mécanismes de compensation (comme le principe ERC : Éviter, Réduire, Compenser) pour éviter d'ajouter des polluants et respecter les recommandations de l'OMS.

### Intégrer la qualité de l'air dans l'urbanisme

Introduire des Orientations d'Aménagement et de Programmation (OAP) liées à la qualité de l'air dans les PLUi (Plan Local d'Urbanisme intercommunal) afin de limiter l'impact de proximité des installations et protéger les personnes (exemple : métropole grenobloise).

### Gérer les signalements de nuisances

Prévoir un dispositif de prise en charge de signalements des nuisances atmosphériques (odeurs, fumées), afin de déceler les dysfonctionnements et y remédier.

## Bonnes pratiques pour préserver les puits de carbone



### Sobriété énergétique

Encourager la rénovation énergétique des bâtiments pour réduire les besoins en chauffage.



### Dimensionnement adapté des installations

Éviter les installations surdimensionnées, responsables d'une surconsommation de bois.



### Gestion forestière durable et locale

Prioriser les déchets, sous-produits, bois bocager et plaquettes paysagères dans les plans d'approvisionnement pour limiter l'empreinte carbone du transport.

Éviter les pratiques sylvicoles intensives pour préserver le stockage carbone. Monitorer davantage la ressource bois pour mieux évaluer les impacts, contrôler et orienter les choix.



### Préservation des sols et de leur fertilité

Garantir la bonne santé des sols pour optimiser la capture et le stockage du carbone.

## 6. Accompagnement Atmo Auvergne-Rhône-Alpes



Grâce à ses outils d'observation et d'anticipation, Atmo Auvergne-Rhône-Alpes accompagne les collectivités et les décideurs dans l'élaboration de leurs politiques énergétiques, en fournissant des analyses approfondies des territoires pour éclairer les choix de politiques publiques.

Atmo Auvergne-Rhône-Alpes met à disposition ses données dans la plateforme [TerriSTORY](#) afin de fournir les premiers éléments d'appréciation pour les collectivités. Pour l'interprétation des données ou pour bénéficier d'un accompagnement sur vos politiques énergétiques, n'hésitez pas à consulter les correspondants territoriaux d'Atmo Auvergne-Rhône-Alpes.

### Ce qu'Atmo vous propose

#### Analyser et anticiper les impacts environnementaux de votre territoire

- Inventorier les émissions territoriales de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre (GES) pour mettre en avant les enjeux **locaux**.
- Évaluer les impacts des nouvelles installations ou du renouvellement d'équipements
  - En anticipation → Quantifier les gains ou surémissions de polluants et de GES pour mieux orienter les décisions.
  - Avant et après mise en œuvre → Assurer un suivi rigoureux pour mesurer les effets réels sur la qualité de l'air et l'exposition des populations.

Ces analyses peuvent être complétées par l'évaluation de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique à l'échelle du territoire.

- Intégrer la captation de carbone et proposer une évaluation plus complète de l'impact environnemental global du bois-énergie en fonction des données produites pour le territoire

#### Renforcer la transparence et la participation citoyenne

Atmo facilite l'acceptabilité des projets et encourage la participation citoyenne grâce à plusieurs outils :

- Déploiement de microcapteurs pour un suivi localisé des polluants, avec des données accessibles aux collectivités et aux citoyens.
- Recueil des signalements des habitants pour détecter rapidement les anomalies et renforcer la réactivité des acteurs concernés.

#### Valoriser les actions locales avec la plateforme Air Attitude

La plateforme Air Attitude permet de mettre en valeur les [initiatives locales](#) et de partager les résultats concrets :

- Gains d'émissions suite à l'installation de chaufferies performantes ; [Exemple de la deuxième chaufferie au bois pour le réseau de chaleur Chambérien](#) ; [Exemple de l'installation d'une Chaufferie Bois granulé au groupe scolaire du Plateau d'Assy](#)
- Bénéfices et impacts des fonds air bois ; [Exemple du fonds Air bois ENR de la Vallée de l'Arve](#)
- Partage de [bonnes pratiques](#) et sensibilisation des citoyens aux enjeux de qualité de l'air.

Ces démarches s'inscrivent dans une approche globale visant à éviter, réduire et compenser les impacts sur la qualité de l'air, tout en soutenant des décisions territoriales durables.



# Annexe - Réglementation

## Tour d'horizon des textes réglementaires aux différentes échelles

### En Europe



La directive européenne RED III 2023/2413<sup>19</sup> fixe un objectif minimal de 42,5% d'énergies renouvelables dans la consommation finale brute d'énergie d'ici 2030, en hausse de 10% par rapport au texte précédent.

Elle introduit également un encadrement de la production, en priorisant l'usage matériel de la biomasse forestière (construction, fabrication de meubles, matériaux d'isolation ou composite, etc.) sur l'usage énergétique, et précise que la production d'énergie issue de la biomasse doit être réalisée avec le minimum d'effet négatif sur la biodiversité, l'environnement et le climat.

Dans le cadre de la directive européenne 2016/2024<sup>20</sup> la France s'est engagée à réduire d'au moins 57% ses émissions de particules PM2,5 d'ici 2030 par rapport à l'année 2005.

### En France



De nombreuses lois et documents stratégiques définissent l'usage des énergies renouvelables et l'atteinte de la neutralité carbone, ainsi que la maîtrise des émissions de polluants atmosphériques :

- la loi Energie-Climat<sup>21</sup>, adoptée en 2019, qui fixe les grands objectifs et le cadre général de la politique énergétique de la France, y compris l'objectif de neutralité carbone à horizon 2050 ;
- la Stratégie Nationale Bas Carbone (SNBC)<sup>22</sup>, feuille de route de la France pour atteindre la neutralité carbone, qui définit les objectifs globaux et sectoriels de réduction des émissions de Gaz à Effets de Serre (GES), avec notamment une décarbonation complète des secteurs transports et bâtiments à l'horizon 2050, et une augmentation des puits de carbone ;
- la Programmation Pluriannuelle de l'Energie (PPE)<sup>23</sup>, qui détaille les mesures spécifiques pour atteindre les objectifs fixés par la loi Energie-Climat et la SNBC, et assure la cohérence avec les objectifs de neutralité carbone et le développement des énergies renouvelables. La PPE en vigueur a fixé des objectifs ambitieux pour la filière bois dans sa contribution au chauffage résidentiel, notamment d'augmenter le nombre de logements chauffés par des équipements individuels au bois en passant de 7 à 10 millions d'ici 2028. Toutefois, la PPE insiste sur le fait que le développement du parc d'appareils de chauffage au bois doit être réalisé sans compromettre les ressources en bois, ni augmenter la consommation de bois, et en préservant la qualité de l'air, en respectant les recommandations de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) ;
- La SNBC et la PPE sont en cours de révision, dans le cadre de la stratégie française pour l'énergie et le climat, avec des objectifs plus ambitieux de réduction des gaz à effet de serre et de développement des énergies renouvelables ;
- l'article D222-38<sup>24</sup> du Code de l'Environnement fixe la réduction des émissions anthropiques de polluants atmosphériques, en particulier de 57% pour les particules PM2,5 à l'horizon 2030 par rapport à l'année de référence 2005. L'atteinte de cet objectif passe par des actions décrites dans le Plan de Réduction des Emissions de Polluants Atmosphériques (PREPA)<sup>25</sup>, mais aussi par le plan d'action de réduction des émissions du chauffage au bois domestique paru en 2021<sup>26</sup>.

### En Auvergne-Rhône-Alpes



Le Schéma Régional Biomasse (SRB), dans la continuité de la SNBC, planifie et coordonne, à l'échelon régional, le développement et l'usage de la biomasse à des fins d'atteinte des objectifs de décarbonation.

Le Schéma Régional d'Aménagement, de Développement Durable et d'Égalité des Territoires (SRADDET) fixe des objectifs d'augmentation de +54% de production d'énergies renouvelables, de réduction des émissions entre 2015 et 2030 de -30% pour les gaz à effet de serre, -47% pour les particules fines (polluants atmosphériques), et -23% pour la consommation d'énergie par les habitants<sup>27</sup>.

# Réglementation sur les émissions de polluants par la combustion de bois : une réglementation complexe et en évolution

Afin de limiter l'impact sur la qualité de l'air, la réglementation relative à l'utilisation de bois-énergie ne cesse de se renforcer, pour le chauffage individuel et collectif. Quelques mesures phares sont décrites ci-dessous.

## Chauffage individuel au bois

Globalement, l'utilisation du bois comme énergie de chauffage dans le logement individuel est peu réglementée (hormis les obligations de ramonage). Toutefois, dans le cadre de l'Article L222-6 du Code de l'Environnement<sup>1</sup>, plusieurs territoires, notamment ceux visés par des plans de protection de l'atmosphère (région grenobloise, région lyonnaise, vallée de l'Arve, ...), sont soumis à l'interdiction de l'usage des cheminées à foyers ouverts et à l'obligation d'installer des appareils performants labellisés « Flamme verte ».

Par ailleurs, à la conception, les fabricants doivent respecter de nombreux critères (notamment des valeurs limites d'émission), dans le cadre du [règlement européen 2015/1189](#) imposant des exigences d'écoconception applicables aux chaudières à combustible solide.



Poêle à bois individuel

## Chauffage collectif au bois



Chaudière au bois pour usage collectif

Les installations collectives de chauffage au bois peuvent ou non, selon leur puissance, être soumises à des contraintes réglementaires via des limites maximales d'émissions polluantes autorisées, les VLE (Valeurs Limites d'Emission).

Il existe de nombreux textes réglementaires, avec des différences selon le statut (ICPE\* ou non) et la puissance de la chaudière, mais aussi du territoire et du financement<sup>1</sup>.

Les VLE peuvent en effet être abaissées dans les territoires soumis à plan de protection de l'atmosphère (PPA), et/ou pour les chaudières bénéficiant d'une subvention par le Fonds Chaleur<sup>1</sup>. Ces VLE concernent des gaz (dioxyde de soufre, oxydes d'azote, monoxyde de carbone, composés organiques volatils), mais aussi des particules, pour lesquelles des filtres (manche, cyclone, électrofiltre, ...) peuvent s'avérer indispensable pour les respecter.

Pour les ICPE, les VLE pour les particules vont de 20 mg/Nm<sup>3</sup>, valeur la plus sévère (imposée aux chaudières les plus puissantes, >50 MW) à 50 mg/Nm<sup>3</sup> (chaudières entre 1 et 5 MW). La variabilité est beaucoup plus grande selon les textes pour les non ICPE, avec des VLE allant de 30 à 225 mg/Nm<sup>3</sup>, sans obligatoirement des contrôles associés.

*\* Les chaudières visées par la réglementation sur les Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) sont de puissance supérieure ou égale à 1 Mégawatt (MW).*

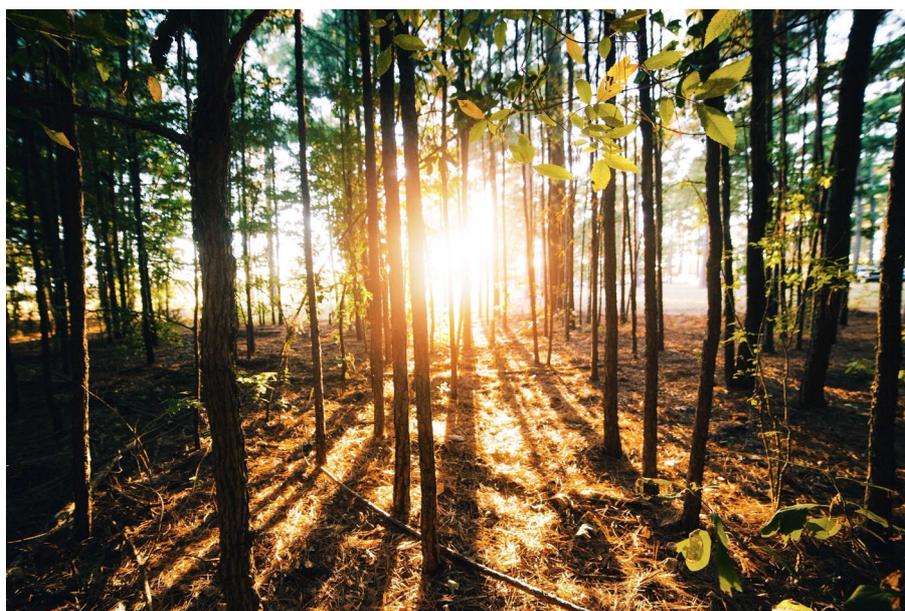
Biomasse - 6 % d'O <sub>2</sub>		SO <sub>2</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	NO <sub>x</sub> (mg/Nm <sup>3</sup> )	Poussières (mg/Nm <sup>3</sup> )	CO (mg/Nm <sup>3</sup> )	COV (mg/Nm <sup>3</sup> )
Arrêté du 15 septembre 2009 - Entretien annuel des chaudières <b>4 kW ≤ P &lt; 400 kW</b> <i>Annexe 3 tableaux 6 et 7 de l'arrêté</i>	Granulé	-	-	30 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 41 (6% d'O <sub>2</sub> )	-	10 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 13 (6% d'O <sub>2</sub> )
	Plaquette			60 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 80 (6% d'O <sub>2</sub> )		
Arrêté du 2 octobre 2009 - Contrôle des chaudières <b>400 kW ≤ P &lt; 20 MW</b> <i>(Chapitre 2.2 de l'arrêté)</i>	400 kW ≤ P < 20 MW	-	500 (11% d'O <sub>2</sub> ) soit 750 (6% d'O <sub>2</sub> )	150 (11% d'O <sub>2</sub> ) soit 225 (6% d'O <sub>2</sub> )	-	-
Arrêté du 3 août 2018 - Installation rubrique ICPE 2910 (déclaration) <b>1 MW ≤ P &lt; 20 MW</b> <i>(Chapitre 6.2.4 II de l'arrêté)</i>	1 ≤ P < 5 MW	200	300	50	250	-
	5 MW ≤ P < 10 MW			30		
	10 MW ≤ P < 20 MW			30		
Arrêté du 3 août 2018 - Installation rubrique ICPE 2910 (enregistrement) <b>1 MW ≤ P &lt; 50 MW</b> <i>(Chapitre 6.2.4 II de l'arrêté)</i>	1 ≤ P < 5 MW	200	300	50	250	-
	5 MW ≤ P < 10 MW			30		
	10 MW ≤ P < 20 MW			30		
	20 MW ≤ P < 50 MW			20		
Arrêté du 3 août 2018 - Installation rubrique ICPE 3110 (autorisation) <b>P ≥ 50 MW</b> <i>(Chapitre II, article 10 I de l'arrêté)</i>	50 ≤ P < 100	200	250	20	200	-
	100 ≤ P < 300	200	200		150	-
	P ≥ 300	150	150		150	-
Règlement (UE) 2015/1189 de la Commission - 28 avril 2015 <b>P ≤ 500 kW</b> <i>(Annexe II.1)</i>	Alimentation automatique	-	200 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 300 (6% d'O <sub>2</sub> )	40 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 60 (6% d'O <sub>2</sub> )	500 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 750 (6% d'O <sub>2</sub> )	20 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 30 (6% d'O <sub>2</sub> )
	Alimentation manuelle	-	-	60 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 90 (6% d'O <sub>2</sub> )	700 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 1050 (6% d'O <sub>2</sub> )	30 (10% d'O <sub>2</sub> ) soit 45 (6% d'O <sub>2</sub> )
Fonds chaleur		-	500 ou 300	75		

### Synthèse des valeurs limites sur les émissions de polluants pour les chaufferies biomasse classées ICPE, et valeurs recommandées pour les non ICPE

Source : ADEME

## Réglementation : que retenir ?

Tout en fixant des objectifs ambitieux pour la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique, les réglementations ou orientations mettent en place des règles pour encadrer leur production et minimiser leurs impacts sur les écosystèmes, notamment en privilégiant une utilisation raisonnée de la biomasse forestière. La réglementation relative aux émissions de polluants atmosphériques se sévérise constamment, que ce soit pour le chauffage individuel (interdiction des foyers ouverts, obligation d'installation d'appareils Flamme Verte) ou pour le chauffage collectif (abaissement de VLE, obligation d'installer des filtres).



# Définitions



## Bois-énergie

Le bois-énergie désigne l'utilisation du bois en tant que combustible dans des installations domestiques, industrielles ou collectives, afin de produire principalement de la chaleur ou, plus rarement (en France), de l'électricité par cogénération.

Le bois-énergie se présente sous différentes formes (plaquettes, granulés, bûches, etc.) et sa provenance est multiple ; il peut être issu directement de forêts mais également de l'industrie du bois ou du bois d'œuvre (produits connexes de scierie, recyclage de bois de construction en fin de vie, etc.)<sup>28</sup>.

En 2022, le bois-énergie est la première énergie renouvelable utilisée en France<sup>29</sup>.

## Biomasse

La biomasse, « masse de matière vivante subsistant en équilibre sur une surface donnée du globe terrestre » selon le Petit Robert ©, est, lorsqu'on parle d'énergie, l'ensemble des matières organiques pouvant devenir des sources d'énergie. Ces sources peuvent être utilisées soit directement (bois énergie), soit après une méthanisation de la matière organique (biogaz) ou après des transformations chimiques (biocarburant).

## Energie renouvelable

Les Nations Unies définissent les énergies renouvelables comme étant « des énergies provenant de sources naturelles qui se renouvellent à un rythme supérieur à celui de leur consommation ». La lumière et la chaleur du soleil, le vent, par exemple, constituent de telles sources qui se renouvellent constamment. Les sources d'énergie renouvelables sont abondantes et sont présentes partout autour de nous. En revanche, les combustibles fossiles (charbon, pétrole et gaz) sont des ressources non renouvelables qui mettent des centaines de millions d'années à se constituer. Les combustibles fossiles, lorsqu'ils sont brûlés pour produire de l'énergie, provoquent des émissions de gaz à effet de serre nocifs pour le climat, tels que le dioxyde de carbone.<sup>30</sup>

## Neutralité, puits et cycle de carbone

### Neutralité carbone

D'après le parlement européen, « la neutralité carbone implique un équilibre entre les émissions de carbone et l'absorption du carbone de l'atmosphère par les puits de carbone. Pour atteindre des émissions nettes nulles, toutes les émissions de gaz à effet de serre dans le monde devront être compensées par la séquestration du carbone. »<sup>31</sup>

### Puits de carbone

Selon l'Europe, « un puits de carbone est tout système qui absorbe plus de carbone qu'il n'en émet. Les principaux puits de carbone naturels sont le sol, les forêts et les océans. Selon les estimations, les puits naturels absorbent entre 9,5 et 11 gigatonnes de CO<sub>2</sub> par an<sup>32</sup>. Les émissions mondiales annuelles de CO<sub>2</sub> ont atteint 53 gigatonnes en 2023<sup>33</sup>. »

### Cycle du carbone

Les stocks de carbone se répartissent dans divers réservoirs naturels/puits (forêts, sols, océans). Le cycle du carbone régit l'ensemble des flux et permet de réguler le carbone présent dans la nature.

Ces flux présentent des temporalités différentes : un cycle court terme, via le mécanisme de photosynthèse (arbres, cultures, etc.)<sup>34</sup> et des processus plus longs comme l'enfouissement. Le CO<sub>2</sub> issu de la biomasse « cultures » est supposé être compensé par la croissance des plantes à l'échelle d'une année. L'absorption du CO<sub>2</sub> de la biomasse forestière s'intègre également dans le cycle court. Cependant, ces émissions sont compensées sur une échelle de temps plus longue, qui dépend de la vitesse de croissance des arbres (plusieurs dizaines d'années).

Les activités anthropiques viennent perturber cet équilibre. En effet, la combustion d'énergies fossiles émet du carbone (sous forme de CO<sub>2</sub>) issu du cycle long dans l'atmosphère à une vitesse plus importante que la vitesse de régénération naturelle de ce carbone. Cela a pour effet d'accumuler du CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

L'exploitation forestière et la combustion du bois-énergie font également partie des activités anthropiques qui viennent perturber le cycle naturel du carbone.

# Références



- <sup>1</sup> [Le bois, une énergie renouvelable en 10 questions \(p19\) - ADEME](#)
- <sup>2</sup> [Contribution de différentes sources aux concentrations de particules PM10 et au potentiel oxydant - Analyse issue de mesures dans 15 sites français - Juillet 2021 - Atmospheric Chemistry and Physics - Samuel Weber et al](#)  
[Contribution des sources d'aérosols au potentiel oxydant : vers une meilleure prise en compte de la qualité de l'air - Octobre 2020 - HAM - Samuel Weber](#)
- <sup>3</sup> [Particules et cancer - Centre de lutte contre le cancer Léon Bérard](#)  
[Cancer et HAP - Centre de lutte contre le cancer Léon Bérard](#)
- <sup>4</sup> [Wood Stove Pollution in the Developed World: A Case to Raise Awareness Among Pediatricians - Juin 20217 - Elsevier - Lisa B. Rokoff et al](#)  
[Indoor wood-burning from stoves and fireplaces and incident lung cancer among Sister Study participants - Août 2023 - Science Direct - Suril S. Mehta et al](#)
- <sup>5</sup> [La biomasse énergie est-elle neutre en carbone ? Rapport Secten édition 2020 - Analyse du CITEPA](#)
- <sup>6</sup> [CO2 emission mitigation through fuel transition on Danish CHP and district heating plants - Mai 2021 - Whiley - Anders Taerøe Nielsen et al](#)
- <sup>7</sup> [Analyse du cycle de vie du bois énergie collectif et industriel - Octobre 2021 - ADEME](#)
- <sup>8</sup> [Fiche descriptive forêt Auvergne-Rhône-Alpes - Observatoire des forêts françaises - IGN](#)
- <sup>9</sup> [Notice d'utilisation de l'outil CARTOFOB 2.2 - Données, fonctionnalités et précautions d'usages - Août 2024 - IGN](#)
- <sup>10</sup> [Schéma régional biomasse 2019-2023 Auvergne-Rhône-Alpes \(p.164\) - Septembre 2020 - Préfet de Région](#)
- <sup>11</sup> [Fibois Aura : Observatoire du bois déchiqueté en Auvergne-Rhône-Alpes](#)
- <sup>12</sup> [Bouclage biomasse : enjeux et orientations - Juillet 2024 - Secrétariat général à la planification écologique](#)
- <sup>13</sup> [La consommation d'énergie primaire en Auvergne-Rhône-Alpes - ORCAE](#)
- <sup>14</sup> [Avis de l'ADEME sur le chauffage domestique au bois - Octobre 2024 - ADEME](#)
- <sup>15</sup> [Emissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW - Mai 2023 - Librairie ADEME](#)
- <sup>16</sup> [Emissions atmosphériques des chaufferies bois de puissance inférieure à 1 MW - Mai 2023 - Librairie ADEME](#)
- <sup>17</sup> [Pollution de l'air : les petites chaufferies biomasse sous la loupe d'Airparif - Mars 2025 - AIRPARIF](#)
- <sup>18</sup> [Performances réelles de poêles à granulés - Campagne de mesure in situ des performances énergétiques et environnementales - Juillet 2022 - Librairie ADEME](#)
- <sup>19</sup> [Directive européenne 2023/2413 du 18 octobre 2023 concernant la promotion de l'énergie produite à partir de sources renouvelables - Union Européenne](#)
- <sup>20</sup> [Directive européenne 2016/2084 du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques - Union Européenne](#)
- <sup>21</sup> [Loi 2019-1147 du 8 novembre 2019 relative à l'énergie et au climat - Etat français](#)
- <sup>22</sup> [Stratégie Nationale Bas Carbone - Etat français](#)
- <sup>23</sup> [Programmation Pluriannuelle de l'Energie - Etat français](#)
- <sup>24</sup> [Code de l'Environnement - Objectifs nationaux de réduction des émissions de polluants atmosphériques - Etat français](#)
- <sup>25</sup> [Arrêté du 8 décembre 2022 établissant le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques - Etat français](#)
- <sup>26</sup> [Plan d'action de réduction des émissions issues du chauffage au bois en France - Chauffage domestique au bois performant - Etat français](#)
- <sup>27</sup> [Schémas régionaux en Auvergne-Rhône-Alpes, dont SRB et SRADDET - Préfecture région](#)
- <sup>28</sup> [Forêts et usages du bois dans l'atténuation du changement climatique - ADEME](#)
- <sup>29</sup> [Chiffres clefs des énergies renouvelables - Edition 2022 - Etat français](#)
- <sup>30</sup> [Les énergies renouvelables : qu'est-ce que c'est ? - ONU](#)
- <sup>31</sup> [Qu'est-ce que la neutralité carbone et comment l'atteindre d'ici 2050 ? - Parlement Européen](#)
- <sup>32</sup> [International Climate Negotiations - Parlement européen](#)
- <sup>33</sup> [GHG emissions of all world countries - 2024 report - Commission européenne](#)
- <sup>34</sup> [La biomasse énergie est-elle neutre en carbone ? Rapport Secten édition 2020 - Analyse du CITEPA](#)