

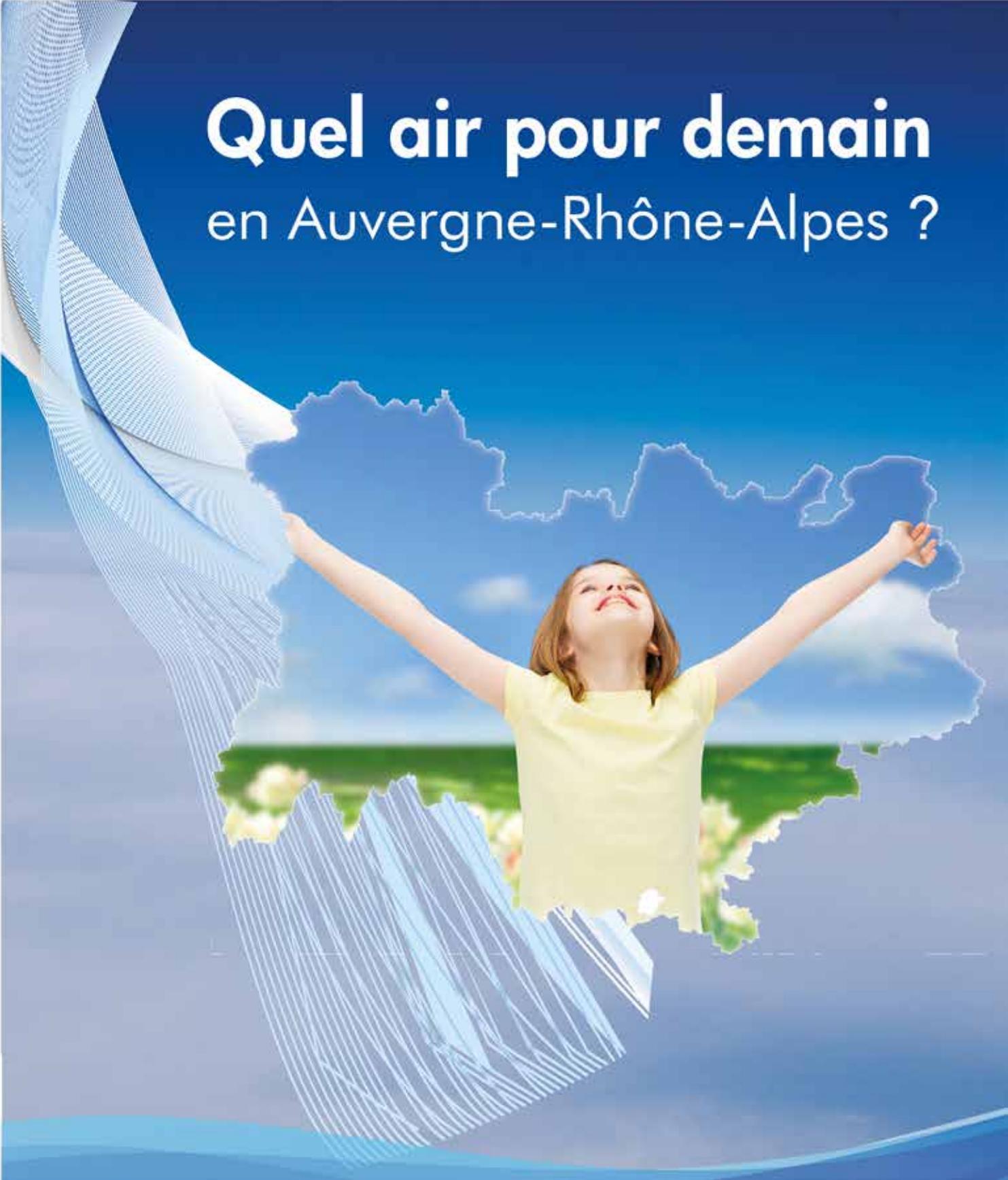


**PRÉFET
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

**Direction régionale de l'environnement,
de l'aménagement et du logement
Auvergne-Rhône-Alpes**

Quel air pour demain en Auvergne-Rhône-Alpes ?





Directeur de la publication : Ninon LÉGÉ, directrice adjointe
Pilote, coordination : service Prévention des risques industriels, climat, air, énergie (Clémentine HARNOIS)
Conception, mise en page : Direction / Mission communication
www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr/

Juillet 2022

Édito

J'ai souhaité la réalisation de cette plaquette pour mettre en évidence la nécessité d'une action intégrée pour lutter contre le réchauffement climatique et préserver la qualité de l'air.

La région Auvergne-Rhône-Alpes est très dynamique sur ces sujets, et les politiques publiques et les actions privées y portent leurs fruits, puisque nos émissions de gaz à effet de serre diminuent et que l'air que nous respirons tend à être moins pollué. Pour autant, le changement climatique et la qualité de l'air sont des enjeux qui sont très souvent dissociés lors des prises de décision, que ce soit dans les secteurs de l'industrie, des transports, du bâtiment ou de l'agriculture : ambition de décarbonation d'une part, réponse à des normes sanitaires d'autre part, les stratégies et moyens mis en œuvre varient et répondent aussi à des exigences économiques.

L'exemple du chauffage au bois montre bien qu'il est nécessaire d'adopter une approche intégrée. En effet, il a une empreinte carbone neutre si le bois utilisé provient de forêts gérées durablement, puisque le gaz carbonique rejeté est celui qui a été absorbé par les arbres au cours de leur croissance. Néanmoins, il s'agit aussi de la plus grosse source d'émission de particules fines dans la région, et il est très polluant si la combustion n'est pas effectuée dans des équipements performants. Il convient donc de croiser les approches, pour n'encourager que l'utilisation des appareils de chauffage performants, qui sont labellisés.



© Nicolas Dormont

Un autre exemple important est celui de la pollution à l'ozone, la seule en augmentation dans la région. Ce gaz, lorsqu'il est près du sol, provoque des irritations des voies respiratoires, inhibe la croissance des plantes, et c'est également un gaz à effet de serre important. Enfin, l'augmentation de la concentration en ozone est aggravée par le réchauffement climatique. Bref, dans ce cas encore, les deux enjeux sont intimement liés.

Il est essentiel que tous les acteurs se mobilisent dans cette démarche. Les pouvoirs publics, les collectivités locales et les entreprises doivent continuer à encourager des comportements plus respectueux de notre atmosphère, et une mobilisation des citoyens permettra d'amplifier les efforts menés pour respirer un air plus sain et limiter notre impact sur le climat.

Ninon LÉGÉ
Directrice adjointe



Sommaire

- 06** Les gaz à effet de serre : quels secteurs émettent le plus en Auvergne-Rhône-Alpes ?
- 08** Les polluants atmosphériques en Auvergne-Rhône-Alpes
- 10** L'ozone : polluant secondaire, gaz à effet de serre impactant la moitié de la population régionale
- 12** Le secteur des transports se mobilise pour réduire ses émissions de GES et ses rejets de polluants atmosphériques
- 18** GES, polluants : quelles actions du secteur agricole ?
- 20** Qualité de l'air intérieur, sobriété énergétique, empreinte carbone : comment concilier ces enjeux pour les bâtiments de demain ?
- 24** Gaz à effet de serre, polluants atmosphériques : exemples d'actions des collectivités d'Auvergne-Rhône-Alpes
- 26** L'hydrogène, quel développement en Auvergne-Rhône-Alpes ?

L'air que nous respirons est composé à 78% d'azote et à 21% d'oxygène. Dans le 1% restant, on trouve des gaz qui peuvent avoir des effets importants sur le climat (gaz à effets de serre) et notre santé (particules fines, autres polluants).

On distingue ainsi :

- les gaz à effet de serre, qui piègent les rayons infrarouges émis par la terre et réchauffent l'atmosphère,
- les polluants atmosphériques, directement issus des sources de pollution (polluants primaires) ou qui se forment par transformation chimique des polluants primaires (polluants secondaires), qui ont des incidences sur notre santé, les cultures et les écosystèmes. Chaque année, en Auvergne-Rhône-Alpes, près de 4300 décès seraient attribuables à une exposition de la population aux particules fines (PM_{2,5}) et 2000 décès à une exposition de la population au dioxyde d'azote (NO₂) (source : *Santé Publique France*). Le coût économique de la pollution de l'air intérieur est estimé, en France, entre 72 et 101 milliards d'euros par an (source : *commission d'enquête sur le coût économique et financier de la pollution de l'air*).

La lutte contre les émissions de gaz à effet de serre est une cause mondiale, dont de premiers engagements ont été fixés lors du protocole de Kyoto de 1997. Aussi, les 184 États signataires se sont engagés à réduire globalement leurs émissions de 5% sur la période 2008-2012, par rapport au niveau de 1990. En 2008, l'Union européenne a adopté le paquet climat-énergie, dont l'objectif était de réduire les émissions de CO₂ des pays de l'Union de 20%, mais aussi d'augmenter la part des énergies renouvelables dans le mix énergétique européen à 20%, et d'accroître l'efficacité énergétique de 20% d'ici à 2020. Ces objectifs ont été revus en 2014 : les émissions de gaz à effet de serre devaient baisser de 40% par rapport à 1990, puis en 2021, avec un objectif de baisse de 55% d'émissions en 2030 par rapport au niveau de 1990 (« Fit for 55 »). L'Accord de Paris (2016) fixe quant à lui un objectif à long terme d'augmentation maximale de la température (2°) et un plafond des émissions mondiales de gaz à effet de serre. Le sixième rapport du GIEC, dont le second rapport est paru très récemment, conclut que le changement climatique est plus rapide que prévu.

Même si ses effets sont locaux, l'amélioration de la qualité de l'air est également un enjeu mondial. Ainsi, dans le Protocole de Göteborg, entré en vigueur en 1999 et amendé en 2012, 31 États se sont engagés à réduire leurs émissions de quatre polluants : dioxyde de soufre (SO₂) oxydes d'azote (NOx) et d'ammoniac (NH₃) et composés organiques volatiles (COV). En effet, outre les effets sur la santé, ces polluants impactent les sols (acidification) et le climat (production indirecte d'ozone troposphérique). La France devait ainsi respecter des plafonds d'émissions définis en rejets massiques absolus en 2010 pour ces quatre polluants. Le Protocole amendé met en place de nouvelles valeurs limites d'émission pour certaines activités concernant les cinq polluants.

Outre cet objectif national, des mesures opérationnelles et localisées sont mises en place pour respecter des seuils ponctuels de concentration de l'air extérieur (pics de pollution).

La qualité de l'air intérieur peut également impacter notre santé. En plus des polluants apportés par l'extérieur, de nombreuses substances peuvent être émises à l'intérieur des locaux, notamment par les matériaux de construction, d'ameublement et de décoration, les colles, les appareils à combustion, les animaux et les diverses activités humaines (tabagisme, activités de cuisine, d'entretien et de bricolage, bureautique, etc.).

Ainsi, le suivi et les leviers d'action pour réduire les émissions de gaz à effet de serre, améliorer l'air extérieur ou intérieur diffèrent nettement. Concilier lutte contre le réchauffement climatique et amélioration de la qualité de l'air demande une vision globale des actions à mettre en œuvre par les pouvoirs publics ou le secteur privé.

Quelques acteurs régionaux témoignent de leurs actions et perspectives pour lutter contre ces deux enjeux.

Les gaz à effet de serre : quels secteurs émettent le plus en Auvergne-Rhône-Alpes ?

Les principaux gaz « naturels » à effet de serre (présents naturellement dans l'atmosphère – mais dont la teneur dépend de l'activité humaine) sont :

- **la vapeur d'eau**, qui est responsable d'une grande partie de l'effet de serre. Elle n'est pas un moteur du réchauffement climatique, puisque sa teneur dans l'air n'est pas directement déterminée par les émissions, mais **elle a un effet amplificateur** car la quantité de vapeur d'eau présente dans l'atmosphère augmente quand la température globale augmente
- **le dioxyde de carbone ou gaz carbonique** (CO_2), principal gaz à effet de serre d'origine anthropique
- **le méthane** (CH_4)
- **l'ozone** (cf. zoom en pages 10 et 11)
- **le protoxyde d'azote** (N_2O)

En plus des gaz « naturels » à effet de serre, il en existe d'autres, qui ne sont présents dans l'atmosphère qu'à cause de l'homme : **les gaz fluorés** (PFC, HFC, SF_6) et le **trifluorure d'azote** (NF_3), **l'hexafluorure de soufre** (SF_6).

Les émissions globales de gaz à effet de serre sont calculées en « équivalent CO_2 » (eqCO_2) : un coefficient est appliqué sur les émissions de chaque gaz, en fonction de son pouvoir de réchauffement global. Ainsi, le méthane, dont le pouvoir de réchauffement global est très important, se voit affecter un coefficient de 28.

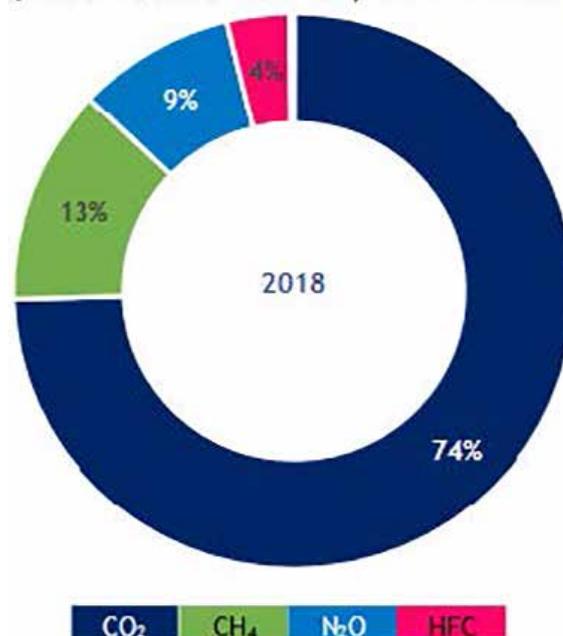
Le CO_2 représente près de 3/4 des émissions globales de gaz à effet de serre en France.

Les émissions de gaz à effet de serre en région Auvergne-Rhône-Alpes (51,877 Mt eqCO_2 en 2018) sont dues pour 31,7% au secteur des transports, devant le secteur industriel (25,5%), le résidentiel (17,6%) et l'agriculture (17%).

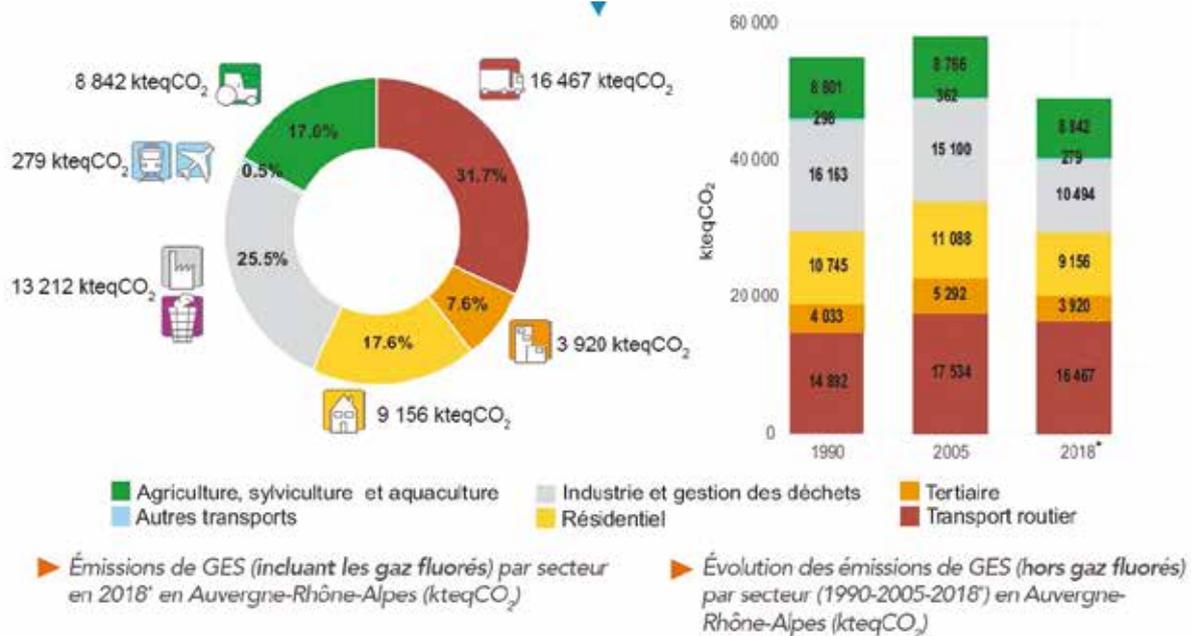


Effet de serre

Répartition des émissions de CO_2e par GES en France (Métropole et Outre-mer UE) hors UTCATF - en %



Chiffres clés du climat (© MTE)



(source : ATMO Auvergne-Rhône-Alpes)

Cette répartition globale masque des particularités : quelques gaz sont émis spécifiquement par certains secteurs. Au niveau national, l'agriculture est responsable de 68 % des émissions anthropiques de méthane et de 88 % de celles de protoxyde d'azote, le secteur résidentiel de 51% des émissions de certains gaz fluorés (PFC et HFC) et l'industrie de 94% des émissions de NF₃.

Depuis 1990, les émissions de gaz à effet de serre du secteur industriel ont baissé de 35%. Le secteur de l'industrie a été encouragé à agir grâce au **mécanisme de quotas CO₂** : le système d'échange de quotas d'émissions (SEQE) ou système de permis d'émissions négociables (Emissions Trading Schemes – ETS), est un outil réglementaire facilitant l'atteinte pour tout ou partie des objectifs de réduction d'émissions de gaz à effet de serre déterminés politiquement. Les installations soumises sont ainsi tenues, sur une période donnée, de restituer chaque année à l'autorité publique la même quantité de quotas d'émissions allouées que d'émissions réelles déclarées. Les installations peuvent alors acheter ou vendre des quotas sur le marché, chaque exploitant ayant intérêt à réduire ses émissions



Installation classée pour la protection de l'environnement.
Total - © Nicolas Dormont

dont le coût est inférieur au prix du quota sur le marché. Ce système constitue donc une forte contrainte de diminution des émissions de GES pour les grandes industries les plus polluantes (raffinerie, cimenteries, etc.) et les résultats sont probants et en lien avec les orientations nationales en faveur de la décarbonation de l'industrie.

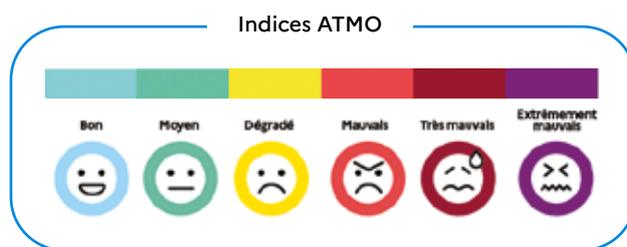
Il est prévu d'étendre le dispositif aux transports et aux bâtiments.

Les polluants atmosphériques en Auvergne-Rhône-Alpes

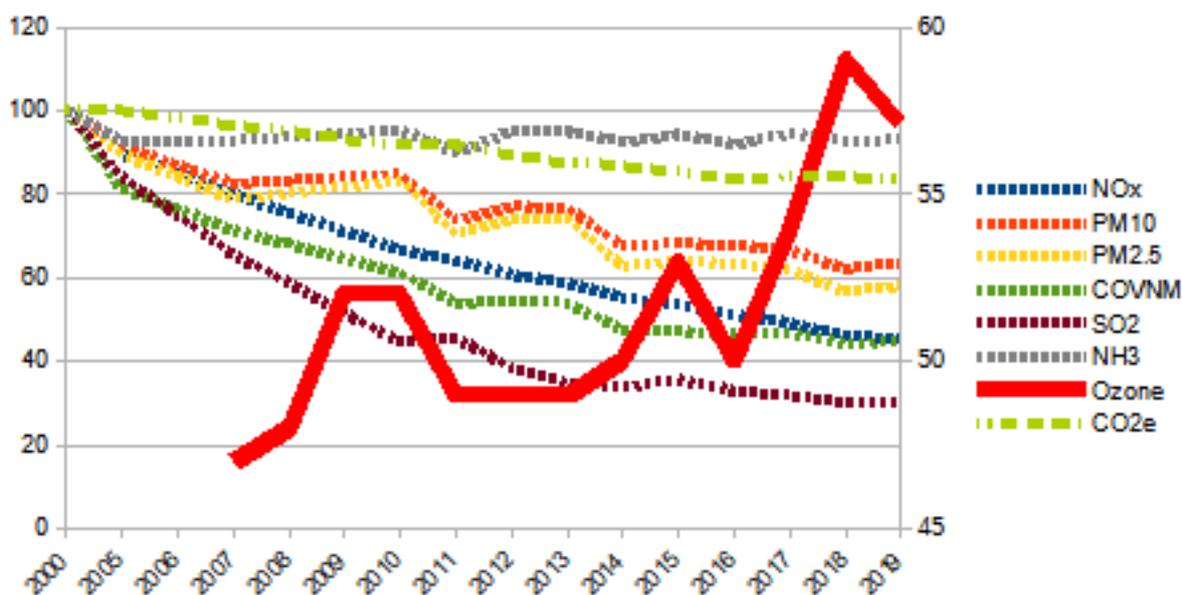
En France, la qualité de l'air est mesurée par l'indice ATMO. Les polluants entrant dans le calcul de cet indice sont :

- **les particules en suspension** (PM_{10} et $PM_{2,5}$ selon leur diamètre) : elles proviennent en majorité de la combustion (bois, charbon, pétrole). Le principal secteur émetteur en région est le chauffage biomasse (près de la moitié des émissions) devant le transport routier, l'agriculture et l'industrie. Certaines particules peuvent avoir des propriétés mutagènes et cancérogènes
- **l'ozone** (cf. pages 10 et 11)
- **le dioxyde d'azote** (NO_2), émis par des combustions à haute température (transport routier et industries). Le NO_2 est un gaz irritant, pouvant provoquer des difficultés respiratoires
- **le soufre** (SO_2) peut être à l'origine de problèmes de santé chez les personnes sensibles, et à haute concentration, provoquer une acidification de l'environnement

À noter que **l'ammoniac** (NH_3) et les **composés organiques volatiles non méthaniques** (COVNM), même s'ils n'entrent pas dans l'indice ATMO, font l'objet de mesures. L'ammoniac, principalement émis par l'agriculture, est irritant pour la peau, les yeux et le système respiratoire. Les COVNM peuvent provoquer des troubles du système cardiaque et des irritations. En Auvergne-Rhône-Alpes (comme au niveau national), grâce aux mesures collectives mises en œuvre depuis plusieurs décennies, les émissions de polluants atmosphériques sont en baisse de 18% entre 2000 et 2018.



Évolution des concentrations en polluants atmosphériques et en CO_2 en Auvergne-Rhône-Alpes



(source : ATMO Auvergne-Rhône-Alpes)

La surveillance de la qualité de l'air ambiant est obligatoire dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants et porte en priorité sur les polluants réglementés par le Code de l'environnement et les directives européennes 2004/107/CE et 2008/50/CE.

En région, elle est assurée par Atmo Auvergne-Rhône-Alpes, association agréée par le ministère de la Transition écologique. Ces mesures permettent de détecter les teneurs supérieures aux normes réglementaires et de déclencher des mesures de protection.

La qualité de l'air s'améliore également suite à la mise en œuvre depuis plusieurs années de stratégies et plans d'action dans différents secteurs d'activité. En particulier :

- les plans de protection de l'atmosphère (PPA) : outil de planification obligatoire depuis 2016 notamment dans les agglomérations de plus de 250 000 habitants. cinq PPA sont en vigueur dans la région : Lyon, Saint-Étienne, Grenoble, Clermont-Ferrand et vallée de l'Arve. Il s'agit de mesures visant à ramener les concentrations de polluants en dessous des seuils réglementaires
- le SRADDET (schéma régional d'aménagement et de développement durable et d'égalité des territoires, réalisé par le Conseil régional) fixe des objectifs de moyen (2030) et long terme (2050) pour la qualité de l'air en région pour de nombreux polluants : par rapport aux données d'émissions de 2015, NOx : diminution de 44% à moyen terme et 78% à long terme ; PM₁₀ : diminution de 38% à moyen terme et 52% à long terme ; PM_{2,5} : diminution de 47% à moyen terme et 52% à long terme, etc.



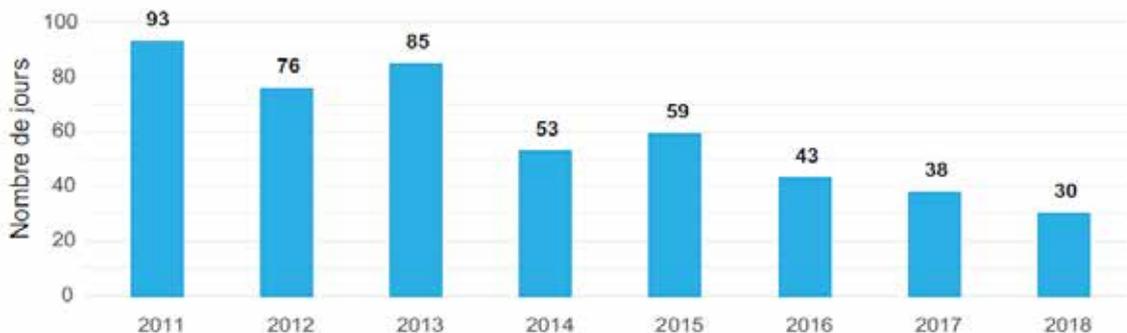
Station de mesure de la qualité de l'air d'ATMO © Atmo

Toutefois, des dépassements des normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé humaine à long terme persistent, même s'ils sont moins nombreux que par le passé et touchent moins de zones. Ils concernent plus particulièrement l'ozone, les particules de diamètre inférieur à 10 µm (42% des habitants de la région concernés par au moins un dépassement) et le dioxyde d'azote, principalement à proximité du trafic routier.



PPA 38, 42, 63, 69 et 74

Nombre de jours de dépassement des seuils de pollution atmosphérique en Auvergne-Rhône-Alpes



(source : ATMO Auvergne-Rhône-Alpes)

L'ozone : polluant secondaire, GES impactant la moitié de la population régionale

Un gaz aux deux facettes

À très haute altitude, dans la stratosphère (10 à 60 km d'altitude), l'ozone filtre et nous protège des rayons solaires ultraviolets (couche d'ozone). Sans ozone, pas de vie terrestre...

À basse altitude, dans la troposphère (0 à 10 km d'altitude), dans l'air que nous respirons, l'ozone est un polluant car son caractère très oxydant le rend nocif pour la santé et la végétation. Et pourtant c'est bien le même composé chimique.

L'ozone troposphérique (O_3), n'est pas directement rejeté par une source de pollution, c'est pourquoi on parle à son sujet de **polluant secondaire**. Il n'est ni présent dans les gaz d'échappement des véhicules ni dans les fumées d'usine. Il résulte de réactions chimiques initiées par le rayonnement solaire, à partir de polluants dits « précurseurs » tels que les oxydes d'azote (NO_x) et les composés organiques volatils (COV),



Principe de formation de l'ozone

qui eux proviennent des activités humaines (gaz d'échappement des véhicules, stockage de produits pétroliers, utilisation et fabrication de solvants ou peintures...). Certaines espèces d'arbres émettent également des COV qui jouent un rôle dans la formation de l'ozone.

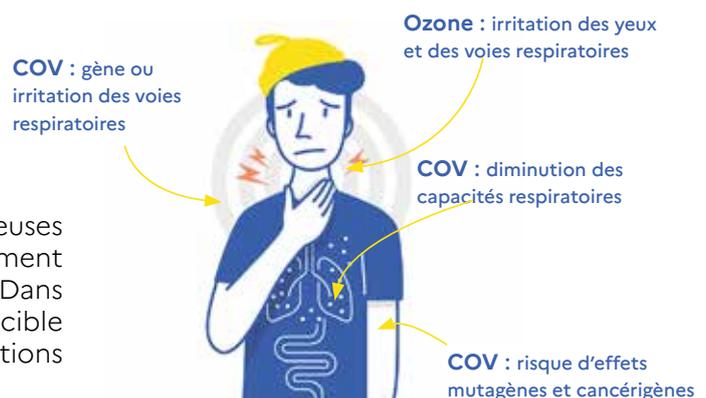
De par son mode de formation, l'ozone est surtout présent de juin à août, avec des pics apparaissant en journée entre 13h et 19h.

Les impacts de l'ozone

- En région Auvergne-Rhône-Alpes : **900 hospitalisations cardiovasculaires et 240 hospitalisations respiratoires par an** chez les personnes de 65 ans et plus
- En Europe : **16 800 morts prématurées** en 2019
- Pour les plantes cultivées et les forêts, l'ozone entraîne des **pertes de croissance et de rendement de plus de 10%** dans les zones les plus exposées

Sur la santé :

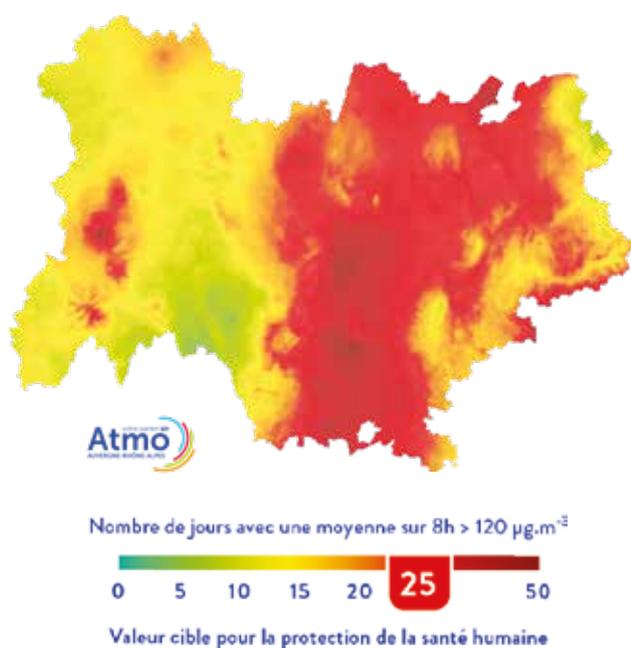
L'ozone est un gaz agressif pour les muqueuses oculaires et respiratoires, qui pénètre facilement jusqu'aux voies respiratoires les plus fines. Dans la région Auvergne-Rhône-Alpes, la valeur cible pour la santé était dépassée sur 23 % des stations de mesure en 2016 et jusqu'à 56 % en 2019.



En région Auvergne-Rhône-Alpes, la moitié de la population (3 783 400 personnes) est exposée à des valeurs de concentration d'ozone supérieures à la valeur cible de la réglementation.

Les concentrations fortes d'ozone peuvent se produire loin des lieux d'émission des polluants précurseurs. La concentration d'ozone en zone rurale peut même être supérieure à celle en ville.

L'ozone : un polluant global à fort enjeu



En effet, en zone urbaine ou en bordure d'axes routiers, lorsque l'ozone se forme au-dessus des villes, dès qu'il entre en contact avec les oxydes d'azote émis par les gaz d'échappement, une nouvelle réaction chimique se produit et « consomme » l'ozone nocturne.

L'ozone est le troisième gaz à effet de serre à l'échelle mondiale, il contribue au dérèglement climatique.

En zone d'altitude ou rurale, on retrouve l'ozone formé principalement à partir de la pollution urbaine, **les masses d'air pouvant se déplacer sur de grandes distances**. Les polluants précurseurs étant en faible quantité (oxydes d'azote notamment), ils ne peuvent réduire les concentrations d'ozone la nuit. On obtient donc des teneurs en ozone quasiment stationnaires.

Enfin, **l'intensité du rayonnement UV** a une forte influence sur la formation d'ozone. Or, plus on monte en altitude, plus l'intensité des rayons **UV** est importante, d'où les concentrations parfois élevées mesurées en montagne en été.



Vallée de l'Arve (© Nicolas Dormont)



Après ces éléments de contexte global, les actions mises en œuvre dans les principales filières émettrices sont présentées dans les pages suivantes.

Le secteur des transports se mobilise pour réduire ses émissions de GES et ses rejets de polluants atmosphériques

Le secteur des transports est le premier émetteur de gaz à effet de serre en région, et le second émetteur de particules fines.

Les émissions de GES ont augmenté de 1990 à 2018 en région (+ 11%) ; les transports sont le seul secteur qui a vu une augmentation de GES sur cette période. L'enjeu de décarbonation du secteur est donc important.

En ce qui concerne les polluants atmosphériques, au niveau national, entre 1994 et 2018, les émissions d'oxydes d'azote (NOx) et de particules de diamètre inférieur à 10 µm (PM10) ont fortement baissé (respectivement - 4,2% et - 4,5% par an en moyenne), grâce à l'évolution du parc de véhicules routiers vers des modèles moins polluants (respect des Normes Euro).



Aire de l'Allier - © Nicolas Dormont

Trois acteurs régionaux donnent leur vision pour des transports moins impactants.

Les bonnes pratiques de Renault Trucks

Rappel du contexte : en 2019, la circulation des poids-lourds (camions et cars) représentaient 22% des émissions nationales de gaz à effet de serre du secteur des transports et entre 70 et 100% des émissions de polluants du secteur. Pourtant, depuis 1988, les véhicules neufs commercialisés dans l'Union européenne sont soumis à la Norme Euro, qui fixe des seuils de plus en plus contraignants d'émissions de polluants des poids-lourds et véhicules légers. Elles servent de support pour la classification des vignettes Crit'Air, permettant de circuler en cas

de circulation différenciée ou dans les ZFE, afin de lutter contre la pollution de l'air.

En outre, l'Union européenne a introduit en 2019 une nouvelle réglementation visant à réduire les émissions de CO₂ du transport de marchandises, avec des objectifs de réduction qui entreront en vigueur dès 2025.

En France, la loi climat et résilience prévoit par ailleurs une interdiction de la vente des voitures ou véhicules lourds neufs utilisant des énergies fossiles en 2040.



« Nous avons l'ambition d'être le premier constructeur de camions électriques »



Renault Trucks : véhicule poids lourd électrique - © Renault Trucks

Le constructeur a identifié très tôt l'électricité comme énergie de substitution et a commercialisé, dès 2010, un véhicule électrique pour la distribution urbaine. L'entreprise vise une part de 20% de ses volumes en véhicules électriques en 2025 et de 50% en 2030. Sa conversion vers l'électrique s'opère en premier lieu dans les segments où les produits offrent le coût total de possession le plus avantageux par rapport à celui d'un véhicule diesel et où ses capacités, notamment en termes d'autonomie et de recharge, sont les mieux adaptées. Au gré des évolutions de la technologie et de l'élargissement de l'offre, de plus en plus d'usages vont pouvoir bénéficier des solutions d'électromobilité proposées, pour atteindre l'objectif fixé.

En attendant la généralisation de la motorisation électrique, les véhicules diesel commercialisés par le constructeur en 2022 afficheront une consommation de carburant jusqu'à 10% inférieure à celle des véhicules de la génération précédente, grâce à l'amélioration de la combustion, la réduction des pertes de puissance parasites, l'optimisation des boîtes de vitesse, la turborécupération (récupération de l'énergie thermique par turbine à l'échappement avec restitution de la puissance sur l'arbre moteur) et la configuration et équipement des véhicules de manière optimale.

Une attention particulière est aussi donnée sur la mesure et l'analyse de la consommation des camions sur le long terme grâce à des logiciels adaptés et action sur leur performance tout au long de leur cycle de vie (réglages et contrôles, pièces d'origine, accessoires, éco-lubrifiants, etc.). Ces véhicules peuvent être alimentés également en biocarburants. Renault Trucks commercialise également deux véhicules au gaz naturel comprimé pour la collecte des ordures ménagères, mais ne devrait pas élargir son offre, considérant les faibles gains en CO₂ de ce carburant en comparaison du diesel. Pour Renault Trucks, la pile à combustible (hydrogène) est pour l'instant réservée aux véhicules que l'on ne peut électrifier classiquement avec des batteries, à savoir les véhicules à long rayon d'action qui ont besoin de beaucoup d'énergie et ceux qui sont exploités en permanence et ne peuvent être rechargés.

En outre, Renault Trucks est engagé, au sein du groupe Volvo, dans l'initiative Science Based Target avec comme objectif de ne plus utiliser d'énergies fossiles pour ses produits et ses sites d'ici 2040. Pour l'entreprise Renault Trucks, l'objectif à moyen terme est une réduction de 50% des émissions directes de gaz à effet de serre de ses usines et garages en 2030 (par rapport à l'année 2019).

Les bonnes pratiques de l'Aéroport de Lyon

Rappel du contexte : le transport aérien émettait en France, en 2019, 23,4 Mt d'équivalent CO₂ (en augmentation de 24,5% par rapport à 2000), ce qui représentait 6,8 % des émissions nationales.

Entre 2000 et 2020, les émissions du transport aérien ont diminué de 49,3% pour un nombre de passagers-équivalents-kilomètres-transportés (PKTeq) en diminution de 31,9%, soit **une diminution de 25,6% des émissions unitaires** (émissions par passager-équivalent-km-transporté), correspondant à une décroissance moyenne de 1,5% par an.

Vers une neutralité carbone de nos activités en 2030

Outre les émissions liées à la combustion de carburant par les avions, le transport aérien génère des émissions directes liées à l'exploitation des aéroports ou aux manœuvres au sol, et indirectes liées au déplacement des voyageurs jusqu'aux aéroports. Ainsi, Aéroport de Lyon, premier aéroport régional, est engagé depuis une dizaine d'années dans la réduction de ses émissions directes ou liées au trafic aérien de l'aéroport de Lyon Saint-Exupéry et plus récemment de l'aéroport de Lyon Bron ; l'ensemble de ces actions lui ont permis de réduire ses émissions directes (scope 2) d'environ 4400 tonnes CO₂ par an, de 2010 à 2020 (7200 tonnes équivalent CO₂ en 2010). Son objectif est d'atteindre la neutralité carbone en 2026, en activant différents leviers : utilisation de biogaz pour le chauffage des terminaux, recours à des navettes à hydrogène, amélioration de la performance énergétique de ses bâtiments, installation de panneaux photovoltaïques et séquestration des émissions résiduelles (partenariat avec l'Office national des forêts). À noter que sans plan de management de ses émissions directes de CO₂, l'aéroport Lyon-Saint-Exupéry aurait accosté à plus de 13000 tonnes.



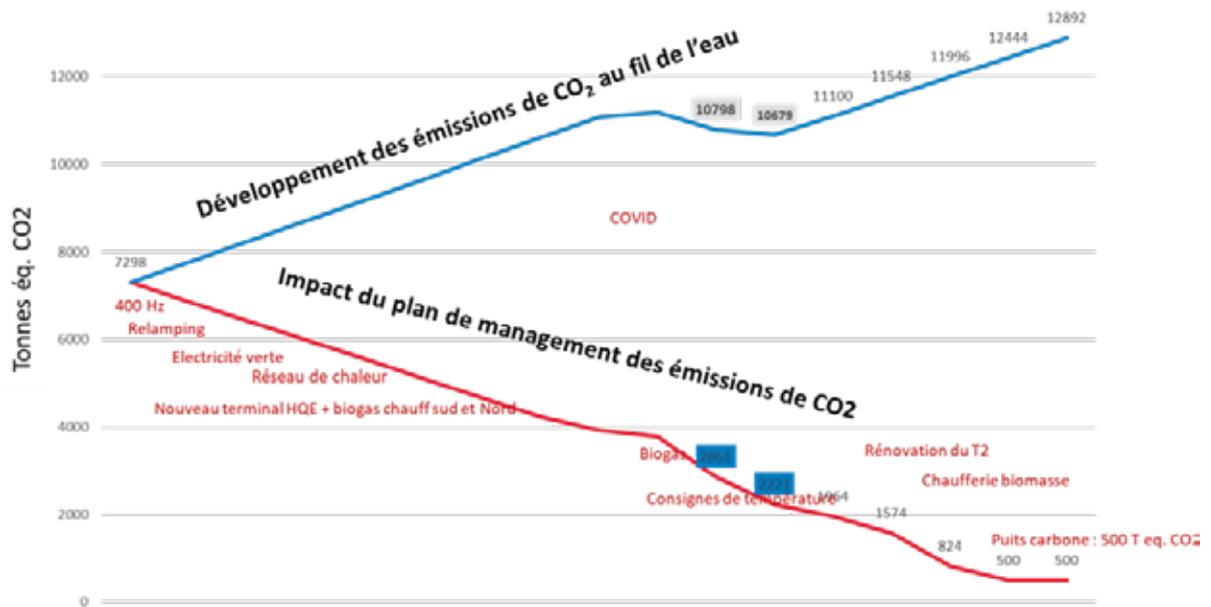
Aéroport Lyon Saint-Exupéry © DREAL)

À court terme, Aéroport de Lyon œuvre également à réduire les émissions indirectes (scope 3) liées à son activité (carbone et polluants atmosphériques), via la mise à disposition de groupes auxiliaires de puissance pour les avions en escale, ou un travail partenarial avec les autorités organisatrices des transports pour la desserte, en transports en commun, de ses sites. À plus long terme, l'objectif du transport aérien sera la décarbonation des avions : le groupe Vinci Airport, dont dépend Aéroport de Lyon, se prépare à proposer les infrastructures nécessaires



Aéroport de Lyon Saint-Exupéry (© Vinci)

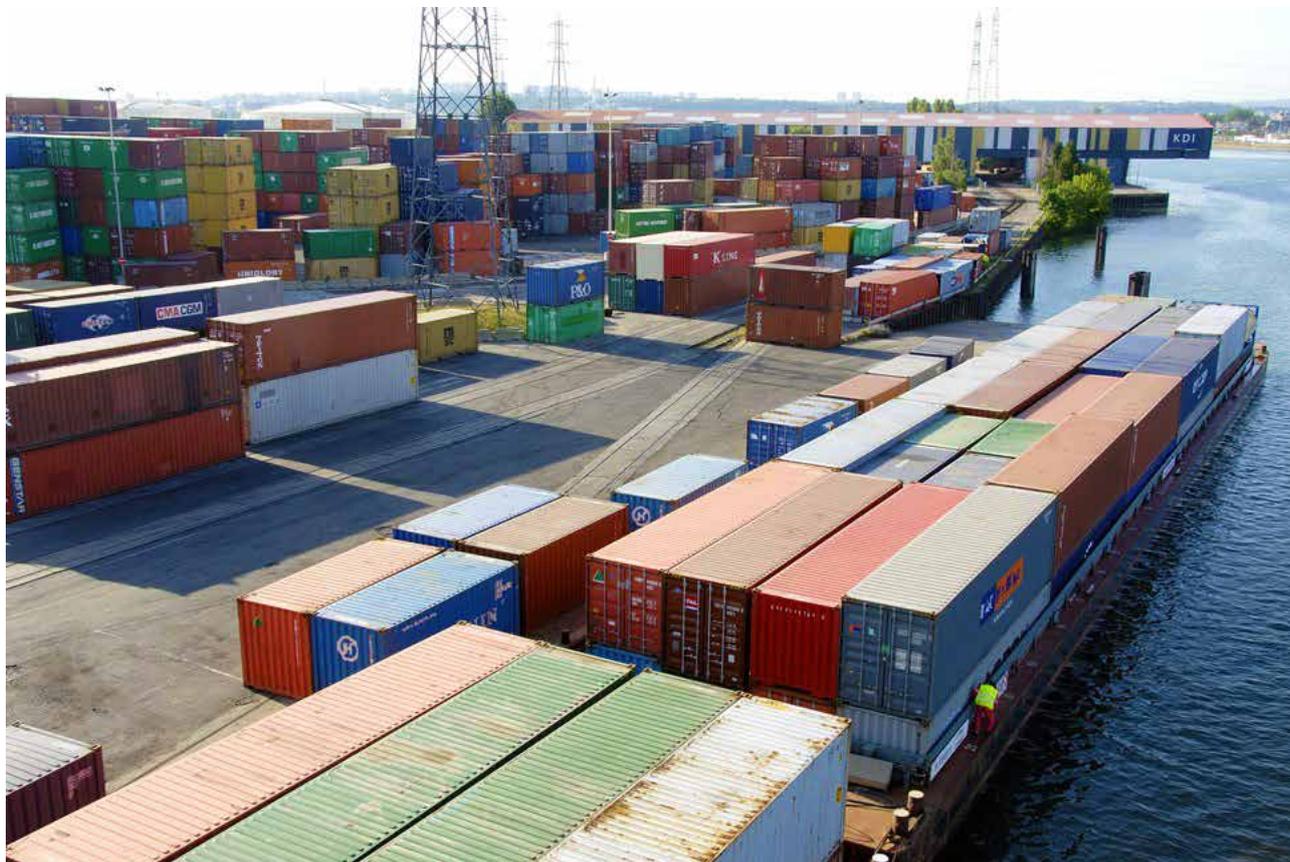
Impact du plan de management de Aéroports de Lyon sur les émissions de CO2



(source : Aéroports de Lyon)



Les bonnes pratiques du port de Lyon



Terminal conteneurs © Port de Lyon

Rappel du contexte : le transport fluvial de marchandises est un des vecteurs de la transition énergétique que le gouvernement souhaite placer au cœur de son action. Depuis le début des années 1970, alors qu'il représentait 110 millions de tonnes et 14 milliards de tonnes-kilomètres, le transport fluvial a connu un déclin important. Ce déclin s'explique avant tout par les évolutions structurelles de l'économie : déclin des industries lourdes traditionnelles et des transports de pondéreux, importance croissante de la rapidité des acheminements. Il s'explique également par une perte de compétitivité de la voie d'eau due à plusieurs facteurs : vétusté du réseau et manque d'entretien entraînant des difficultés d'exploitation, rigidité des pratiques professionnelles, obsolescence du cadre législatif et réglementaire et, d'une manière générale, mauvaise insertion technique et commerciale dans les « chaînes logistiques » de l'économie moderne. Un net redressement s'est opéré par le mode fluvial au milieu des années 1990. Entre 1995 et 2005, l'activité passe de 5,8 à 7,9 milliards de t-km en 2005. Les trafics ont ensuite connu une tendance à la baisse. En 2019, le transport fluvial représentant 7,4 milliards de t-km, soit environ 2% du transport terrestre national.



« une base logistique décarbonée de la Métropole lyonnaise »



Port de Lyon exploité par la CNR © C. Bergoin

Le port de Lyon est exploité par la Compagnie Nationale du Rhône, concessionnaire du Rhône. Hub majeur pour la multimodalité en région, 6,8 millions de tonnes de marchandises y ont transité en 2019, représentant l'équivalent de 165 000 camions évités grâce au transport massifié par fleuve, rail, et pipeline. De par sa situation géographique aux portes de Lyon, ses terminaux à conteneurs et l'ensemble de ses infrastructures portuaires, il se positionne depuis plusieurs années comme un acteur incontournable pour le verdissement des schémas logistiques industriels locaux des livraisons à destination des commerces lyonnais. En particulier, un hôtel de logistique urbain ouvrira ses portes en 2023 : les marchandises y seront massifiées puis acheminées par véhicules utilitaires décarbonés ou vélo-cargo jusqu'aux entreprises destinataires. Une navette fluviale quotidienne sera également exploitée par le logisticien ULS, entre le port de Lyon et le quai Morand (1er arrondissement) à destination des particuliers, des commerces alimentaires et des restaurants. Elle permettra également de récupérer leurs papiers/cartons en retour. Depuis 2017, une déchetterie fluviale (River'tri) est également installée tous les samedis sur le quai Fulchiron, sur la Saône.

Outre le développement de ces activités de logistique urbaine, qui permettront de réduire la congestion et d'améliorer la qualité de l'air dans le centre de Lyon, la CNR investit pour réduire l'impact environnemental des navires de

croisière, en développant sur plusieurs sites des stations de recharge électrique haute puissance à quai pour leur avitaillement. Un projet jumeau visant au déploiement de bornes électriques destinées au fret est également en cours de structuration.

En complément de ses activités portuaires, le port accueille des entreprises bénéficiant de terrains en bord à voie d'eau. À l'avenir, pour développer davantage des trafics fluviaux, le Port mettra à disposition ces fonciers aux entreprises s'engageant à recourir au fret fluvial.

Enfin, pour faire bénéficier les usagers du port (manutention, navigants) d'une énergie propre, une station de production d'hydrogène par électrolyse, alimentée par de l'énergie renouvelable, sera mise en exploitation au port. Celle-ci permettra de compléter l'offre de verdissement de la mobilité routière proposée par le Quai des Énergies. Cette station de recharge en énergie renouvelable, située à l'entrée du port de Lyon, distribue sur un lieu unique de l'électricité, du bio GNC ainsi que de l'hydrogène. Elle s'adresse aux flottes d'entreprises comme à celle des particuliers, et permet la recharge de véhicules lourds (bennes à ordures ménagères et bus). CNR avait amorcé son engagement pour une mobilité verte avec le déploiement d'un corridor électrique pour la recharge des véhicules routiers, composé de 27 stations et 54 bornes de recharge rapide.



Transport de marchandises sur le Rhône © C. Bergoin

GES, polluants : quelles actions du secteur agricole ?

L'agriculture est le deuxième poste d'émissions de GES de la France (19% du total national et 85 Mt CO₂ eq. émis en 2019). Les émissions de GES de l'agriculture sont caractéristiques, car majoritairement composées d'autres molécules que le CO₂ et issues de processus biologiques. L'élevage (fermentation entérique et gestion des déjections) est la source de 68% des émissions nationales de méthane (CH₄) et la culture des sols (fertilisation minérale et organiques) de 80% des émissions nationales de protoxyde d'azote (N₂O). Le secteur de l'agriculture intègre également environ 11 Mt de CO₂ eq. liés à la consommation d'énergie par les engins agricoles et sylvicoles. Les émissions de GES de l'agriculture ont diminué de 8 % entre 1990 et 2019 ; elles sont restées toutefois stables sur 2015 – 2018 (-0,9% par an). L'effort de ce secteur est donc important pour atteindre les objectifs de neutralité carbone (réduction de 18% des émissions du secteur en 2030 par rapport à 2015 et de 46% à l'horizon 2050).

L'agriculture est également le principal émetteur d'ammoniac (NH₃), composé chimique pouvant conduire à l'acidification et à l'eutrophisation des milieux. De plus, il peut se recombinaison dans l'atmosphère avec des oxydes d'azote et de soufre pour former des particules fines (PM2,5).

M. Coppard, céréalier en Isère et représentant de la Chambre d'agriculture d'Auvergne-Rhône-Alpes pour les sujets de qualité de l'air, témoigne sur certaines initiatives mises en œuvre par les agriculteurs en région pour agir sur ces sujets.

La Chambre d'agriculture est engagée pour sensibiliser, informer et conseiller les agriculteurs sur les enjeux environnementaux (eau, sols, et plus récemment, qualité de l'air). En particulier, avec le concours financier de l'ADEME, elle a lancé en 2022 un observatoire régional sur l'agriculture et le changement climatique (ORACLE), permettant d'objectiver et de montrer, par les faits, ses incidences sur les exploitations agricoles. L'objectif est de pouvoir quantifier et qualifier les évolutions passées du climat et de ses impacts à travers divers indicateurs en partenariat avec Météo France.

M. Coppard souligne par ailleurs que **les agriculteurs sont déjà concernés par le changement climatique** (perte de rendements). Les agriculteurs sont sensibilisés à la raréfaction de l'eau et encouragés à développer des cultures moins gourmandes en eau. La consommation énergétique (électricité, engrais organiques) de leurs installations est aussi une préoccupation majeure dans le contexte actuel de hausse du prix des énergies. Ainsi l'évolution des pratiques (par exemple, renforcement du désherbage mécanique) ne peut se faire que si elle permet un gain économique global.

Pour sensibiliser davantage les agriculteurs aux enjeux air-climat, il convient ainsi de démontrer les gains concrets des actions proposées, pour leur exploitation. Les actions proposées par la Chambre d'agriculture sont adaptées à la nature de l'activité agricole de leurs adhérents (élevage versus production céréalière).



Prêt de matériel agricole (CUMA) - © Freepik

Ainsi, une action mise en œuvre par M. Coppard est **l'optimisation de la fertilisation**, par incorporation des engrais azotés, en période de forte croissance. L'enjeu est de limiter les pertes par volatilité ammoniacale. En enfouissant



© Michel Pérès - Auvergne-Rhône-Alpes Méthamoly - Saint-Denis sur Coise (42)

les apports azotés, l'impact de la température et du vent sur la volatisation est limité. Si cette technique demande un outillage spécifique et n'est possible que sur des surfaces planes (non généralisable à l'élevage de montagne), elle présente un rapport coût/efficacité intéressant (moins d'engrais, car mieux assimilé). Tous les céréaliers ne peuvent, aujourd'hui, accéder à cette technique, car l'investissement initial, non subventionné, est difficile à envisager pour les plus petites exploitations. Le prêt de matériel via des CUMA (coopératives d'utilisation du matériel agricole) est une alternative pour les petites exploitations, en optimisant le matériel (période d'intervention courte pour une bonne mise en œuvre de cette pratique pas seulement pour les petites exploitations). La technique de l'incorporation vient en complément du pilotage, par des outils informatiques, des apports azotés, ou la couverture des sols (cultures dites « dérobées » mises en œuvre en intersaison, permettant une meilleure séquestration du carbone et rétention de l'eau).

Une alternative intéressante de mise en commun du matériel agricole pour la réalisation de travaux ponctuels, comme l'installation d'une couverture de fosse à lisier ou de fumière, permet de mieux conserver l'azote pour la fertilisation des cultures.

La Chambre régionale prend également part au Plan Régional Ozone porté par la DREAL. Une action est portée par la Chambre, concernant l'alimentation animale comme levier de réduction des émissions de méthane des animaux : il s'agit d'expérimenter une alimentation visant à réduire les quantités de méthanes émises par les ruminants. Dans un premier temps, une revue de connaissance des meilleures pratiques sera réalisée, suivie d'une sensibilisation auprès des agriculteurs.

Les agriculteurs sont aussi sensibilisés aux énergies renouvelables (développement de panneaux photovoltaïques sur leurs hangars, filière méthanisation). Dans ce contexte, l'agrivoltaïsme, technique expérimentale, pourrait présenter un intérêt pour la filière en procurant, en priorité, un service agricole à l'exploitation (par exemple une protection contre les aléas climatiques, contre les effets du changement climatique, etc.) Elle consiste à couvrir certaines productions agricoles (fruits, vignes) de panneaux photovoltaïques, protégeant ainsi les productions de la grêle ou du gel. Une labellisation de l'AFNOR a été mise en place pour établir un cadre qualitatif et transparent mettant en lumière les projets agrivoltaïques vertueux pour l'exploitation agricole, favorisant leur développement et structurant la filière émergente. La construction du référentiel a été définie pour que l'évaluation d'un projet valide les moyens mis en œuvre dès la phase de conception et s'assure de la réalité de l'impact envisagé en phase d'exploitation. Il intervient comme gage de qualité et vecteur de transparence tout au long du cycle de vie des projets agrivoltaïques.



© Sun'Agri

Qualité de l'air intérieur, sobriété énergétique, empreinte carbone : comment concilier ces enjeux pour les bâtiments de demain ?

Le secteur du bâtiment représente 43% des consommations énergétiques annuelles françaises et il génère 23% des émissions de gaz à effet de serre (GES) français (second secteur derrière les transports). Depuis 1990, les émissions de GES des bâtiments résidentiels et tertiaires ont significativement baissé (moins 25% de 1990 à 2019). Les opérations de rénovation énergétique (2,3 millions de logements concernés en 2019) et la construction de bâtiments moins énergivores ont permis cette baisse.

Par ailleurs, les enjeux sanitaires et économiques liés à qualité de l'air intérieure sont importants : en France, on estime à 19 milliards d'euros par an le coût de la mauvaise qualité de l'air intérieur (valorisation de la surmortalité et maladies développées liées à six polluants intérieurs, rapport du CSTB et de l'ANSES de 2014).

De la conception à l'exploitation des bâtiments, trois acteurs régionaux témoignent des évolutions pour les bâtiments de demain, et de la prise en compte de l'ensemble des enjeux environnementaux, économiques et de santé publique.

La RE2020, première réglementation énergétique et environnementale (CSTB)



La RE2020 poursuit des objectifs d'amélioration de la performance énergétique des bâtiments neufs, de réduction de leur impact sur

le climat (prise en compte des émissions de gaz à effet de serre sur l'ensemble du cycle de vie des bâtiments) et de leur adaptation aux conditions climatiques futures (renforcement du confort d'été).

À destination des bâtiments à usage d'habitation, elle est désormais étendue aux bureaux et enseignement primaire ou secondaire dans quelques mois et enfin aux bâtiments tertiaires plus spécifiques. Elle est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2022 et remplacera progressivement la RT 2012.

Cette nouvelle réglementation RE2020 est de fait plus exigeante que la RT2012 et elle répond aux enjeux climatiques pour le secteur du bâtiment neuf.



© CSTB

La RE2020 se base sur un jeu de six indicateurs qui doivent répondre à une exigence de résultat minimale (cf. tableau ci-contre).

Énergie	Besoins bioclimatiques	Évaluation des besoins de chaud, de froid (que le bâtiment soit climatisé ou pas) et d'éclairage	ÉVOLUTION
	Consommations d'énergie primaire totale	Évaluation des consommations d'énergie renouvelable et non renouvelable des usages RT 2012 : chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, éclairage, ventilation et auxiliaires +	ÉVOLUTION
	Consommations d'énergie primaire non renouvelable	1. éclairage et/ou ventilation des parkings 2. éclairage des circulations en collectif 3. électricité ascenseurs et/ou escalators	NOUVEAU
Carbone	Impact sur le changement climatique associé aux consommations d'énergie primaire	Introduction de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des énergies consommées pendant le fonctionnement du bâtiment, soit 50 ans	NOUVEAU
	Impact sur le changement climatique associé aux « composantes » + « chantier »	Généralisation de la méthode d'analyse du cycle de vie pour l'évaluation des émissions de gaz à effet de serre des produits de construction et équipements et leur mise en œuvre : l'impact des contributions « Composants » et « Chantier »	NOUVEAU
Confort d'été	Degré-heure d'inconfort : niveau d'inconfort perçu par les occupants sur l'ensemble de la saison chaude	Évaluation des écarts entre température du bâtiment et température de confort (température adaptée en fonction des températures des jours précédents, elle varie entre 26 et 28° C).	NOUVEAU

Représentation des 6 indicateurs réglementaires de la RE2020 _ issus du guide RE2020 DHUP/CEREMA

Les bonnes pratiques de la ville de Grenoble

Construction de l'école primaire Hoche : vers de nouvelles méthodes de construction intégrée

La Ville de Grenoble, maître d'ouvrage de la construction de l'école primaire Hoche, a souhaité conduire une réflexion globale sur l'empreinte carbone, le confort, l'esthétisme et la qualité de l'air intérieur. L'école respecte les exigences d'un **bâtiment à énergie positive** : murs en béton, isolés par l'extérieur, triple vitrage au nord et au sud, brise-soleil inclinables, panneaux solaires en toiture, centrale double flux, l'école a reçu le label E+C- (label expérimental réglementaire préfigurant la future réglementation énergétique, remplaçant la certification BEPOS).

L'école **limite son impact carbone indirect** : en plus d'un bilan énergétique global positif, le choix a été fait, au maximum, de faire appel à des matières premières locales : ainsi, une partie de l'école est réalisée en ossature bois, avec des arbres issus de forêts locales (la Chartreuse). En outre, l'école est raccordée au réseau de chaleur urbain de Grenoble Alpes Métropole, comme tous les bâtiments publics de la ville. La chaleur est produite à partir de près de 80% d'énergies

renouvelables, ce qui contribue à réduire globalement les émissions de gaz à effet de serre de l'école (émissions indirectes du chauffage, par rapport à une chaudière au fuel)

Un effort important a été porté, dans sa conception et son aménagement, à la **qualité d'air intérieur**. L'école était lauréate de l'appel à projet de la méthode Manag'R (ADEME) ; dans ce cadre, un suivi global des actions a été réalisé : choix des matériaux en fonction de leurs émissions en polluants volatils (étiquette A+), conditions de stockage, choix du mobilier intérieur, mesures des teneurs en polluants dans l'école selon le débit de ventilation, sensibilisation aux polluants volatils des cartables neufs, localisation des bouches de ventilation.

Enfin, un effort a été porté sur les abords de l'école : végétalisation, perméabilité des sols, enrobés clairs pour limiter l'effet d'îlot de chaleur urbain.

Les bonnes pratiques de Lyon Métropole Habitat

Comment concilier fonctionnalité des bâtiments, performance énergétique et maîtrise des coûts.

Lyon Métropole Habitat gère un parc de 32000 logements sociaux. Cet office public de l'habitat est certifié ISO 50001 et **s'est fixé parmi ses objectifs de réduire les charges de ses locataires et son impact environnemental**. A titre d'exemple, la part d'ENR des consommations d'énergies des installations collectives est passée de 10% en 2016 à 31% en 2021 et les charges locatives afférentes réduites de 500 k€ par an.



Rénovation de bâtiment © A. Bouissou - Terra

Ses leviers d'action portent sur le parc locatif ancien, via des opérations de réhabilitation, de rénovation d'équipements ou de raccordement au chauffage urbain, ainsi que sur les constructions neuves dont il assure la maîtrise d'ouvrage. Lyon Métropole Habitat dispose d'un cahier des charges interne visant au **double objectif de fonctionnalité des bâtiments ainsi que de performance énergétique et environnementale**.

Si désormais, comme tout maître d'ouvrage, **Lyon Métropole Habitat doit respecter la RE2020, l'entreprise s'impose également des standards de qualité d'air intérieur**. En effet, un effort important est porté sur le choix des matériaux – recours aux matériaux biosourcés, à des revêtements sains... – et la qualité de mise en œuvre des systèmes de ventilation. En qualité de maître d'ouvrage et bailleur, l'objectif est d'avancer vers la performance énergétique sans perdre de vue la pérennité des bâtiments, tout en maintenant une qualité d'air intérieur satisfaisante.

Dans ses nouvelles constructions, Lyon Métropole Habitat recourt essentiellement à des systèmes de ventilation simple flux, qui demandent moins d'entretien et de réglage que les VMC double flux plus adaptées au secteur tertiaire

Performance 2

Lors de la construction de son immeuble Place Grand Clément à Villeurbanne, Lyon Métropole Habitat avait participé au projet Performance (2007-2010), qui permettait de tester des méthodes pour assurer la qualité d'installation des systèmes de ventilation hygro-réglable, puis d'évaluer ses performances à partir notamment de nombreux capteurs et instrumentations embarqués directement dans les bouches de ventilation des logements. Plus de dix ans après, Lyon Métropole Habitat est à nouveau engagé dans un projet sur cet immeuble, le projet Performance 2 (*) (2021-2024), qui vise à évaluer les performances de ce même système après une longue période de fonctionnement, en évaluant la robustesse des équipements et en mesurant pendant deux hivers la qualité de l'air intérieur dans des logements volontaires.



Source : CEREMA, partenaire du projet Performance 2



(*) Performance 2 est un appel à projet de l'ADEME, programme Bâtiments responsables H2020. Les partenaires du projet sont le CEREMA, LOCIE, Anjos et Aereco.

Les bonnes pratiques de l'entreprise Montchatperché

Entrepreneur du secteur du bâtiment en vélo cargo

Peu après sa création en 2014, l'entreprise de travaux acrobatiques Montchat Perché s'est équipée en vélo-cargos. Après une étude de faisabilité, six vélos ont été achetés. L'entreprise était alors précurseuse dans ce domaine et n'a pas bénéficié d'aides publiques. Employant désormais six salariés, l'entreprise réalise plus de la moitié de ses travaux avec des vélos-cargos (près de 10 000 km réalisés en vélos en 2021). Le recours à des véhicules utilitaires (deux véhicules dont un électrique) est limité aux travaux trop éloignés ou dans des quartiers lyonnais en hauteur, les cargos actuels n'ayant pas la puissance suffisante pour accéder à ces secteurs avec le chargement. Pour le créateur de l'entreprise, Paul Gregori,

le recours à ce mode de transport n'a que des avantages : moins de retard sur les chantiers, plus économique et écologique.

Cet entrepreneur est également investi dans l'antenne lyonnaise de l'association des Boîtes à vélo, qui fédère les entreprises travaillant en vélo-cargo. Une vingtaine d'adhérents sont présents à Lyon, mais encore peu dans le secteur du bâtiment (plusieurs réparateurs de vélo, coursiers, mais aussi plombiers, masseurs, artisans, etc). Ce mode de déplacement tend à se développer, les entreprises peuvent désormais bénéficier d'aides à l'investissement (aides Tremplin de l'ADEME) et une offre de vélos assemblés en France est disponible dans les magasins de proximité.



Vélos-cargos de l'entreprise Montchat Perché



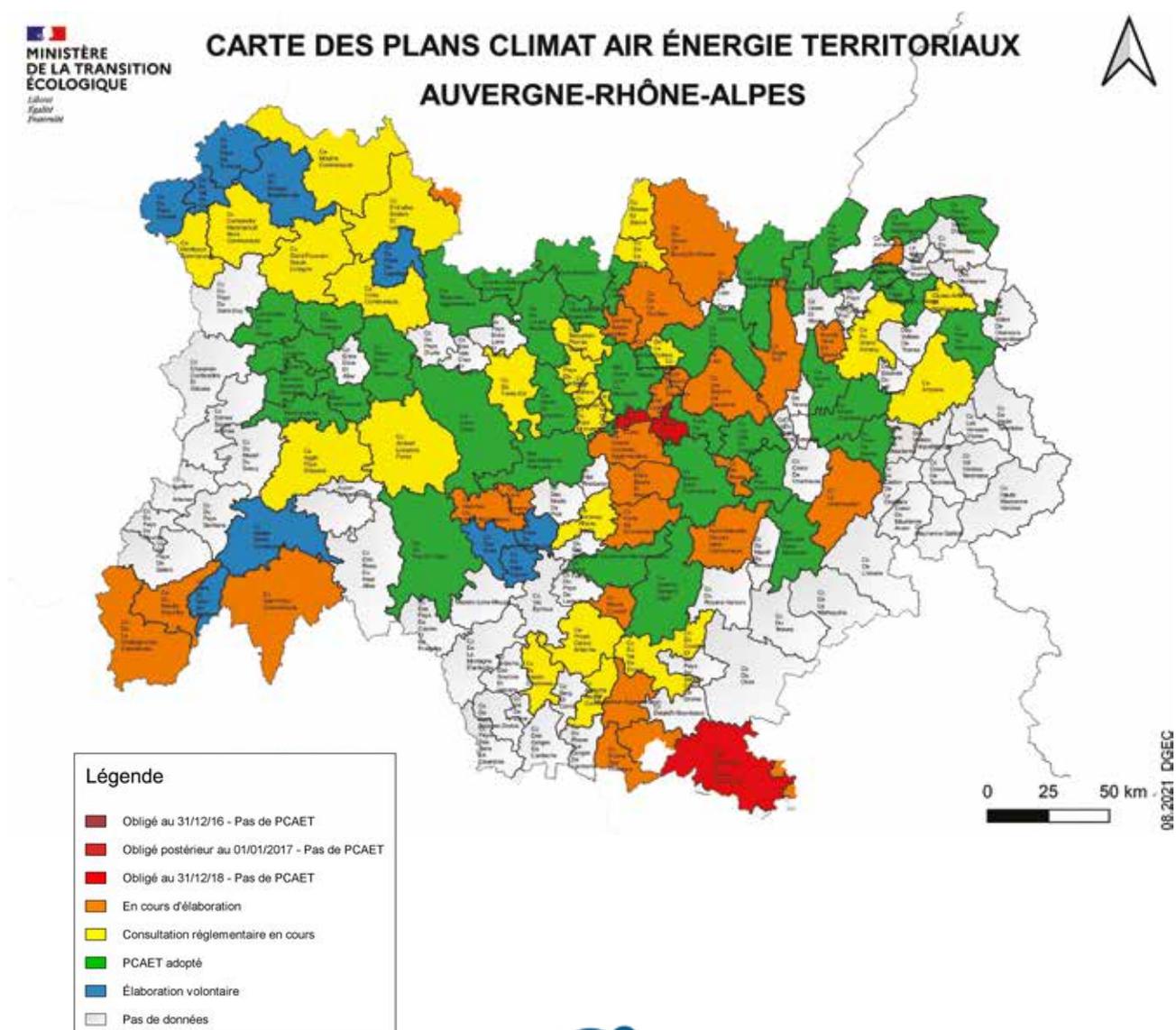
Gaz à effet de serre, polluants atmosphériques : exemples d'actions des collectivités en région

Plans Climats Air Energie Territoriaux : l'outil de la planification de l'atténuation du changement climatique

La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte du 17 août 2015 renforce le rôle des intercommunalités et les nomme coordinateurs de la transition énergétique sur leur territoire. Pour cela, elle prévoit la mise en place de Plan Climat Air Energie Territoriaux (PCAET) par les Établissements Publics de Coopération Intercommunale (EPCI) de plus de 20 000 habitants. Le PCAET s'applique alors à l'échelle cohérente de l'intercommunalité regroupant les acteurs (entreprises, associations, citoyens...) concernés par un même bassin

de vie et d'emploi. Déclinaison locale des objectifs régionaux et nationaux, ce plan se veut stratégique et surtout opérationnel, à travers un programme d'action devant prendre en compte l'ensemble des enjeux climat-air-Energie, à savoir:

- la réduction des émissions de gaz à effet de serre
- l'adaptation au changement climatique
- la sobriété énergétique
- la qualité de l'air
- le développement des énergies renouvelables





© Métropole de Lyon

Dans le périmètre d'une ZFE-m (en général le centre-ville d'une agglomération), la circulation est réservée aux véhicules les moins polluants, en fonction de leur vignette Crit'Air. Les ZFE-m sont mises en place par les collectivités qui décident des plages horaires, des types de véhicules concernés et du périmètre. Toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants ont l'obligation de mettre en œuvre une ZFE-m avant 2025, et les plus exposées à la pollution doivent respecter un calendrier de mise en place des restrictions pour les véhicules particuliers.

Au-delà de l'amélioration de la qualité de l'air, les ZFE-m peuvent contribuer entre autres, au développement des autres types de mobilités moins polluantes, à la réduction du bruit et du trafic et à une meilleure attractivité du territoire. Des aides sont mises en place pour accompagner le renouvellement des flottes de véhicules.

La zone à faibles émissions (ZFE) de la Métropole de Lyon est entrée en vigueur le 1^{er} janvier 2020.

Depuis cette date, les véhicules destinés au transport des marchandises, véhicules utilitaires légers (VUL) et poids-lourds (PL) ayant des vignettes Crit'air 4, 5 ou non classés ne peuvent ni circuler ni stationner à l'intérieur de la zone. Depuis le 1^{er} janvier 2021, cette interdiction s'étend aux véhicules professionnels Crit'Air 3.

Ce dispositif a déjà un impact sur la qualité de l'air, avec une réduction de 3,5 % des polluants malgré la difficulté, pour les entreprises concernées, de changer leur véhicule (manque de disponibilité de véhicules électriques, les seuls pouvant bénéficier du Crit'Air 0).

La Métropole de Lyon envisage d'élargir cette ZFE à d'autres véhicules afin d'en améliorer l'efficacité : **dès juillet 2022, les voitures (véhicules des particuliers) classées Crit'Air 5 ne pourront**

plus entrer dans la ZFE, sauf dérogation. Une seconde étape sera l'interdiction de circuler dans la ZFE pour les voitures classées Crit'Air 4, 3 et 2. Cette seconde étape permettra une nette amélioration de la qualité de l'air dans la ZFE, et agira également pour réduire les émissions de gaz à effet de serre liées au trafic automobile, en encourageant le report modal et le développement d'autres mobilités non carbonées.



Zone à faibles émissions © A. Bouissou - Terra

L'hydrogène, quel développement en Auvergne-Rhône-Alpes ?

Qu'est-ce que l'hydrogène ?

L'hydrogène est le plus énergétique des combustibles, par unité de masse. Il est très abondant sur terre sous forme atomique, mais rarement sous sa forme moléculaire H₂ : il faut donc le fabriquer. Sa densité énergétique volumique étant faible (sept fois inférieure à celle du gaz naturel), son stockage demande des volumes très conséquents. Le fort pouvoir énergétique de l'hydrogène explique le fait qu'il soit plus dangereux que les carburants traditionnels : le risque d'inflammation ou d'explosion est important en milieu confiné.

Comment est produit l'hydrogène ?

Au niveau mondial, en 2017, la production d'hydrogène était de 60 Mt. **En France, les 880 000 tonnes d'hydrogène produites en 2020 le sont à 95% à partir d'énergies fossiles** (gaz naturel, pétrole) et du bois. Le procédé le plus courant de fabrication de l'hydrogène est le reformage (conversion de molécules à l'aide de réactions chimiques) du gaz naturel par de la vapeur d'eau surchauffée. Ce procédé génère d'importantes quantités de CO₂ (de l'ordre de 10 kg de CO₂ par kg d'H₂ produit), dont un enjeu majeur est la captation. Dans les usines les plus performantes, ce taux atteint 90%. **Les 5% restantes sont produites par électrolyse** : elle consiste, à l'aide d'un courant électrique, à décomposer l'eau (H₂O), en dioxygène (O₂), d'un côté, et en dihydrogène (H₂) de l'autre. Cette méthode (**hydrogène « vert » ou « décarboné »**) ne génère pas de gaz à effet de serre directement (on parle d'hydrogène décarboné), est très loin d'avoir la compétitivité économique de la production à partir des sources fossiles.

Quelles applications pour l'hydrogène ?

L'hydrogène est utilisé actuellement essentiellement dans l'industrie : fabrication d'ammoniac, pétrochimie. À l'avenir, l'hydrogène pourrait permettre de contribuer à décarboner l'industrie lourde comme la sidérurgie. Le secteur de la mobilité est un autre débouché possible de l'hydrogène : trains à l'hydrogène sur les petites lignes non électrifiées, voitures ou camions, bateaux ou avions.

Quelle stratégie nationale de développement de l'hydrogène ?

La priorité fixée par l'État est le développement de l'hydrogène décarboné. L'enjeu est d'augmenter les capacités de production et ainsi, de faire baisser les coûts de production



Station service hydrogène - © Terra

Dans les conditions actuelles de fabrication, l'hydrogène issue de l'électrolyse revient aujourd'hui à un coût environ quatre fois supérieur (environ 7 k€ la tonne) de celui de l'hydrogène carboné (entre 1 000 € et 2 000 € la tonne).

7 Mds €, d'ici à 2030, sont consacrés à ce développement, dont 2 Mds € en 2021-2022.



Regiolis hydrogene 2018 © SNCF

Les bonnes pratiques de la Région Auvergne-Rhône-Alpes

L'ambition d'un hub hydrogène de rayonnement européen

La stratégie de la Région pour développer la filière hydrogène s'articule autour de 4 axes :

- le développement du marché par les usages pour décarboner la mobilité et l'industrie
- le soutien à la recherche et à l'innovation sur son territoire (technologies améliorant les rendements)
- le développement des compétences et de la formation, notamment grâce à la création d'un Hydrogen Campus, et de l'information du grand public
- le développement des coopérations européennes

Sur son premier axe stratégique, la Région pilote **le projet Zero Emission Valley**, qui vise à amorcer le marché, en déployant un réseau de 20 stations et 1000 véhicules en région. Après une première phase orientée sur des véhicules légers et de petits électrolyseurs, la seconde phase visera, d'ici cinq ans, **l'installation de trois unités de production centralisées** (dont une au port de Lyon), **25 stations de distribution et le développement d'une flotte de véhicules lourds** dont 50 autocars, produits en plus grand nombre par les constructeurs français. La société commerciale Hymulsion, dont la Région est l'actionnaire majoritaire aux côtés de Michelin, la Banque des Territoires, Engie et le Crédit Agricole, installera et exploitera le réseau de stations.

Par ailleurs, en qualité d'autorité organisatrice des transports régionaux, **la Région a décidé de lancer un marché de 15 cars rétrofit et d'expérimenter le train hydrogène sur son territoire** sur deux lignes structurantes, Moulins - Clermont-Ferrand - Brioude et Lyon - Roanne - Clermont-Ferrand, à partir de 2023 (phase d'essais). Trois rames ont été commandées, estimées à 52 M€. L'État accompagne financièrement la Région pour cette expérimentation (Programmes d'Investissements d'avenir).



Véhicule à hydrogène © Conseil régional
Auvergne-Rhône-Alpes

Les bonnes pratiques de l'IFP Énergies nouvelles

Acteur régional à la pointe de la recherche opérationnelle sur le stockage de l'énergie et les véhicules à hydrogène



Implantation d'IFP Energies Nouvelles dans la vallée de la chimie © IFPEN

L'institut français du Pétrole et des Énergies nouvelles est un acteur majeur de la recherche et de la formation dans les domaines de l'énergie, du transport et de l'environnement. L'IFPEN bénéficie d'une double implantation géographique : en région Ile-de-France (établissement de Rueil-Malmaison) et en région Auvergne-Rhône-Alpes (établissement de Lyon-Solaise).

Les deux sites accueillent des activités de R&I, avec la particularité pour le site de Lyon de disposer de grands équipements et unités pilotes destinés à réaliser des essais à l'échelle pré-industrielle. Ces implantations sont les points d'ancrage de nombreux partenariats régionaux, que ce soit avec des acteurs académiques, institutionnels, industriels ou à travers des structures collaboratives.

Les 1136 chercheurs et ingénieurs de l'IFPEN interviennent dans quatre grands domaines de recherche :

- climat, environnement et économie circulaire (captage du CO₂, recyclage des plastiques, terres rares, etc)
- énergies renouvelables (biocarburants, biogaz, chimie sourcée, éolien offshore, hydrogène, etc)
- mobilité durable (motorisations électrique, thermique, etc)
- hydrocarbures responsables (pétrochimie, carburants, traitement du gaz, etc).

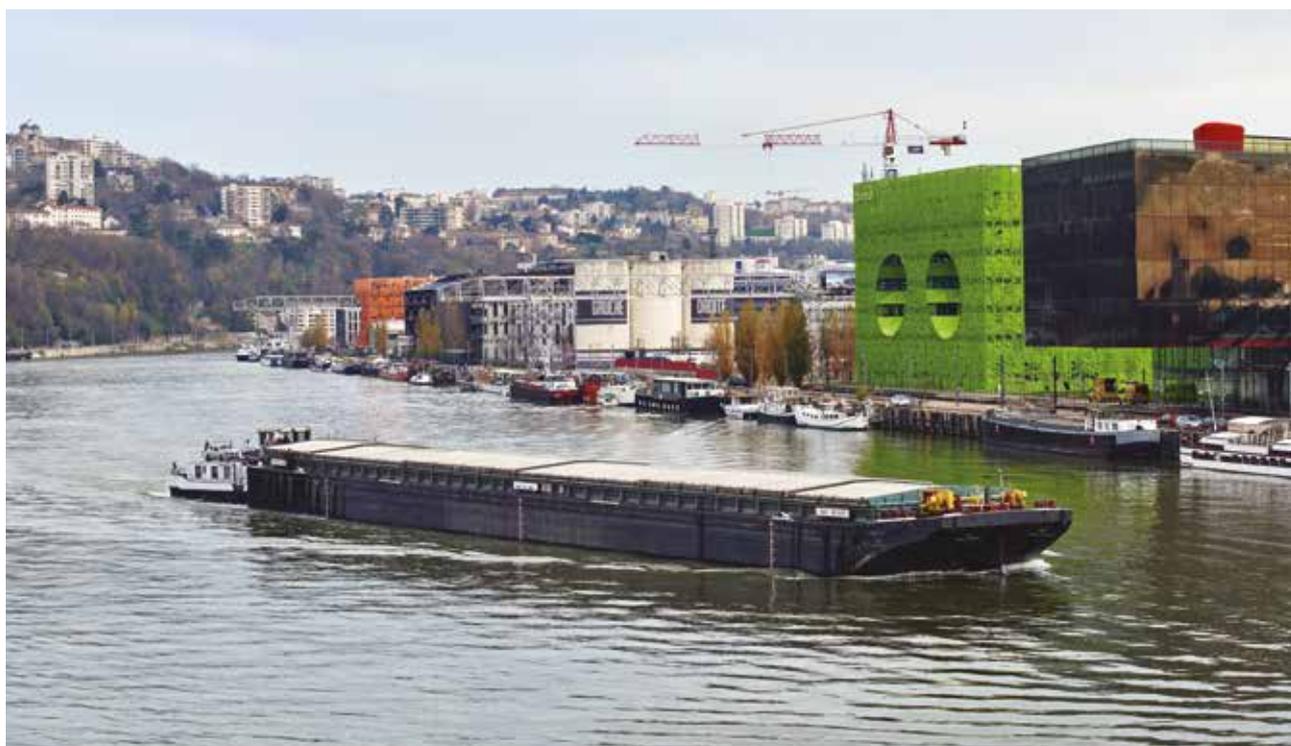
Sur le site de Lyon, l'IFPEN teste, sur banc d'essai, des véhicules à motorisation thermique, mais dont le carburant est l'hydrogène. Les rejets liés à la combustion sont mesurés selon plusieurs conditions de conduite. Sont testés des motorisations de véhicules utilitaires légers et camions de distribution (en collaboration avec Volvo Trucks). Le déploiement de cette technologie serait possible sans modifications importantes des véhicules thermiques actuels, sous condition de disposer d'une hydrogène meilleur marché qu'actuellement.

Pour mémoire, l'autre technologie de véhicules à hydrogène sont les véhicules électriques à pile à combustible. Dans les conditions économiques actuelles, cette technologie n'est adressée qu'au marché des véhicules ayant besoin d'une grande autonomie. La DREAL possède un Kangoo de cette technologie. L'avantage de ces véhicules est l'absence d'émissions dans la phase de combustion (mais pas sur le fonctionnement global - particules rejetées au freinage).



Les bonnes pratiques de Voies navigables de France

Vers le verdissement des flottes fluviales du bassin Rhône Saône, et la faisabilité d'une flotte à hydrogène



Transport fluvial sur le Rhône - © VNF Direction Territoriale Rhône-Saône

La navigation fluviale contribue également au rejet d'émissions de GES. Or, le changement de la flotte doit s'envisager dès aujourd'hui pour atteindre les objectifs de neutralité carbone en 2050, la durée de vie des bateaux fluviaux étant de l'ordre de 50 ans. VNF est engagée dans deux études :

- une première portant sur le verdissement de la flotte fluviale du bassin Rhône-Saône aux horizons 2030 et 2050 confiée à IFPEN. De nombreux tests de carburants et motorisations sont réalisés par l'IFPEN.
- par ailleurs, une seconde, en partenariat avec l'architecte LGM Marin et l'opérateur CFT (Compagnie Fluviale de Transport), portant sur le déploiement de bateaux à hydrogène (faisabilité, rentabilité économique).



**PRÉFET
DE LA RÉGION
AUVERGNE-
RHÔNE-ALPES**

*Liberté
Égalité
Fraternité*

Directeur de la publication : Jean-Philippe Deneuvy

Pilotage, coordination : service Prévention des risques industriels, climat, air, énergie

Crédits photo 1^{ère} de couverture :

Juillet 2022

Direction régionale de l'environnement, de l'aménagement et du logement
Auvergne-Rhône-Alpes

69453 Lyon cedex 06 - Tél. 04 26 28 60 00

www.auvergne-rhone-alpes.developpement-durable.gouv.fr