

LA  
*focale*  
RÉGIONALE

#13  
Septembre 2020

POLLUTION DE L'AIR ET CHANGEMENT  
CLIMATIQUE

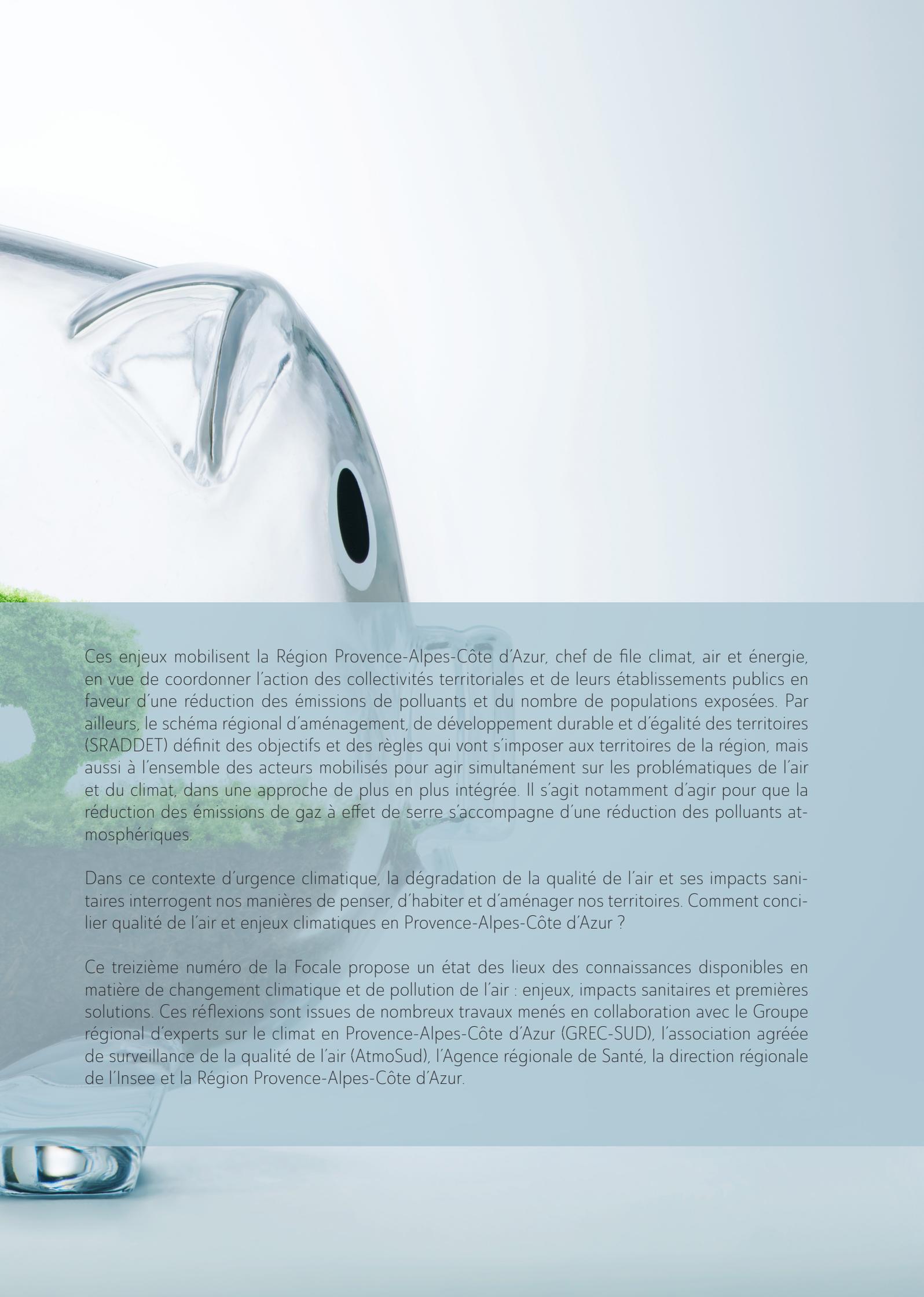
EN PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

# EDITO



En région Provence-Alpes-Côte d'Azur et plus largement dans le bassin méditerranéen, le réchauffement climatique est plus rapide qu'ailleurs, et ses effets déjà sensibles s'accroîtront sans doute dans les prochaines années. On observe ainsi dans la région une augmentation des journées très chaudes, mais aussi les conséquences du stress hydrique, de la perte de la biodiversité et des événements climatiques extrêmes, tels que les canicules, les sécheresses et les inondations. Par ailleurs, de nombreuses études épidémiologiques mettent en évidence les conséquences sanitaires avérées d'une exposition prolongée aux polluants atmosphériques (transport, industrie, chauffage...). Avec le développement de nos territoires (urbanisation, mobilité, mode de vie résidentiel...) la pollution de l'air est d'ailleurs devenue un enjeu sanitaire majeur.

En effet, dans notre région fortement métropolisée, les activités anthropiques sont à l'origine d'une pollution atmosphérique chronique qui affecte la santé des habitants au quotidien et peuvent générer, en fonction des conditions météorologiques, des pics de pollution (ozone, particules en suspension...). De manière générale, le climat méditerranéen chaud a plutôt tendance à renforcer les épisodes de pollution de l'air responsables, en région Provence-Alpes-Côte d'Azur, de 10 % des émissions de gaz à effet de serre de la France. Les interactions entre météo, climat et pollution sont permanentes et complexes, ce qui nécessite une vigilance permanente.



Ces enjeux mobilisent la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, chef de file climat, air et énergie, en vue de coordonner l'action des collectivités territoriales et de leurs établissements publics en faveur d'une réduction des émissions de polluants et du nombre de populations exposées. Par ailleurs, le schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) définit des objectifs et des règles qui vont s'imposer aux territoires de la région, mais aussi à l'ensemble des acteurs mobilisés pour agir simultanément sur les problématiques de l'air et du climat, dans une approche de plus en plus intégrée. Il s'agit notamment d'agir pour que la réduction des émissions de gaz à effet de serre s'accompagne d'une réduction des polluants atmosphériques.

Dans ce contexte d'urgence climatique, la dégradation de la qualité de l'air et ses impacts sanitaires interrogent nos manières de penser, d'habiter et d'aménager nos territoires. Comment concilier qualité de l'air et enjeux climatiques en Provence-Alpes-Côte d'Azur ?

Ce treizième numéro de la Focale propose un état des lieux des connaissances disponibles en matière de changement climatique et de pollution de l'air : enjeux, impacts sanitaires et premières solutions. Ces réflexions sont issues de nombreux travaux menés en collaboration avec le Groupe régional d'experts sur le climat en Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD), l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air (AtmoSud), l'Agence régionale de Santé, la direction régionale de l'Insee et la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur.

# Changement climatique et pollution de l'air interagissent

Les changements climatiques s'intensifient et exacerbent les problèmes environnementaux du bassin méditerranéen qui sont causés par les effets combinés des modifications de l'utilisation des sols, des pollutions (sol, eau, atmosphère) et de la dégradation de la biodiversité. Les températures moyennes annuelles sont aujourd'hui supérieures de 1,5°C par rapport à la période préindustrielle, soit un demi-degré de plus que la moyenne du globe. Les valeurs estivales dépassent déjà les 2°C, avec une fréquence et une intensité accrue des vagues de chaleur. Dans le cœur des villes où les températures sont plus élevées qu'en périphérie

(espaces périurbains, ruraux, agricoles...), les vagues de chaleur seront responsables de problèmes de santé et de morbidité de plus en plus alarmants, si tout n'est pas mis en œuvre pour atténuer le changement climatique. Ces problèmes seront aggravés par la pollution. Les concentrations de polluants et les risques associés sont variables selon les régions mais aucune d'entre elles n'est épargnée. Les causes des pollutions sont variées : industrie, transport, agriculture intensive, résidentiel... Leurs impacts pèsent lourdement sur la santé humaine, les écosystèmes naturels et agricoles.



## Une pollution de l'air spécifique de l'espace méditerranéen

La région méditerranéenne est affectée par de fortes concentrations de polluants gazeux comme le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) ou encore l'ozone (O<sub>3</sub>). Les zones les plus urbanisées, situées au contact direct des sources d'émissions de polluants comme le NO<sub>2</sub> et les particules en suspension, restent des secteurs à risques

pour les populations. L'un des facteurs facilitant l'accumulation des polluants est la structure et la forme des villes. En 2018, 3,5 millions d'habitants en région Provence-Alpes-Côte d'Azur résidaient dans une zone où les concentrations dépassaient les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) pour les PM<sub>2.5</sub> (particules d'un diamètre inférieur à 2,5 micromètres) et 100 000 personnes dans une zone dépassant la valeur limite réglementaire pour le NO<sub>2</sub>. Dans les zones rurales, la qualité de l'air est aussi un enjeu en raison notamment des émissions liées au chauffage au bois et à la pollution à l'ozone.

Le climat méditerranéen contribue à l'accumulation des polluants dans l'atmosphère. L'absence de précipitations par exemple empêche le lessivage des particules. Les étés secs, qui seront de plus en plus fréquents et intenses à l'avenir, favorisent l'éclosion et le développement des feux de forêt, l'assèchement des sols, ce qui contribue au renforcement des émissions de polluants. L'ozone troposphérique, c'est-à-dire la basse couche de l'atmosphère, provient de polluants primaires rejetés principalement par les transports et les industries qui sont transformés sous l'effet du rayonnement solaire. Les niveaux élevés d'ozone sont également favorisés par les fortes températures en été. La tendance des concentrations est d'ailleurs à la hausse ces dernières années, et elle sera très probablement renforcée par l'augmentation progressive de la température due au réchauffement climatique, mais

aussi les épisodes caniculaires tels que celui de fin juin 2019. La pollution à l'ozone, majoritairement formée au-dessus des surfaces fortement urbanisées et industrielles, se déplace et touche des zones géographiques éloignées des sources d'émissions (Luberon, Verdon...). En juin 2019, la quasi-totalité de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur a été soumise à une forte exposition à l'ozone. De manière générale, les pics de pollution (tous polluants confondus) représentent un risque pour la santé, mais la pollution chronique qui sévit tout au long de l'année est encore plus dangereuse. En 2018, 83 % de la population régionale résidait dans une zone dépassant la valeur cible pour l'ozone. Par ailleurs, l'augmentation des températures contribuera à un allongement de la saison pollinique, ce qui aura une incidence sur la qualité de l'air et la santé des habitants.



## Des effets amplifiés par le changement climatique

Malgré une baisse constatée de 38 % des concentrations en particules fines en région Provence-Alpes-Côte d'Azur entre 2000 et 2018, les sources de pollution atmosphérique restent nombreuses, qu'elles soient d'origines humaines (industrie, trafic routier et maritime, combustion de gaz, produits pétroliers, biomasse) ou naturelles (éruptions volcaniques, sel marin, poussières des sols, feux de forêt). La proximité du Sahara joue aussi un rôle non négligeable : les tempêtes de sable soulèvent les particules jusqu'en haute altitude et forment des nuages de poussières qui sont poussés vers le Nord par des circulations atmosphé-

riques spécifiques liées à la présence de la mer. Ces nuages qui s'étendent sur de larges régions modifient également la circulation atmosphérique globale. Mais ces nuages ne sont pas les seuls à interagir avec le climat : l'ozone troposphérique entraîne un forçage radiatif positif (réchauffement climatique). A contrario, des aérosols gazeux ont un pouvoir refroidissant direct par absorption du rayonnement solaire et indirect en favorisant les noyaux de condensation, qui peut partiellement compenser le réchauffement dû aux gaz à effet de serre. Et leur influence ne concerne pas seulement l'atmosphère : leur acidité détériore les monuments historiques et les bâtiments, ce qui se traduit aussi par un coût, mais produit également des effets sur la croissance des végétaux (perte de biodiversité ou extension des zones propices aux plantes allergisantes, plus résistantes...).

La pollution de l'air est donc indissociable du changement climatique car leur origine est en grande partie commune : les combustibles fossiles. Réduire l'utilisation des énergies fossiles permet à la fois de réduire la pollution atmosphérique, de limiter les émissions de gaz à effet de serre, de protéger la santé des êtres vivants, de préserver le patrimoine... Il est également important d'agir en synergie sur les enjeux de la qualité de l'air et du climat pour éviter des solutions antagonistes, comme l'amélioration de la performance énergétique des bâtiments qui ne doit pas se faire au

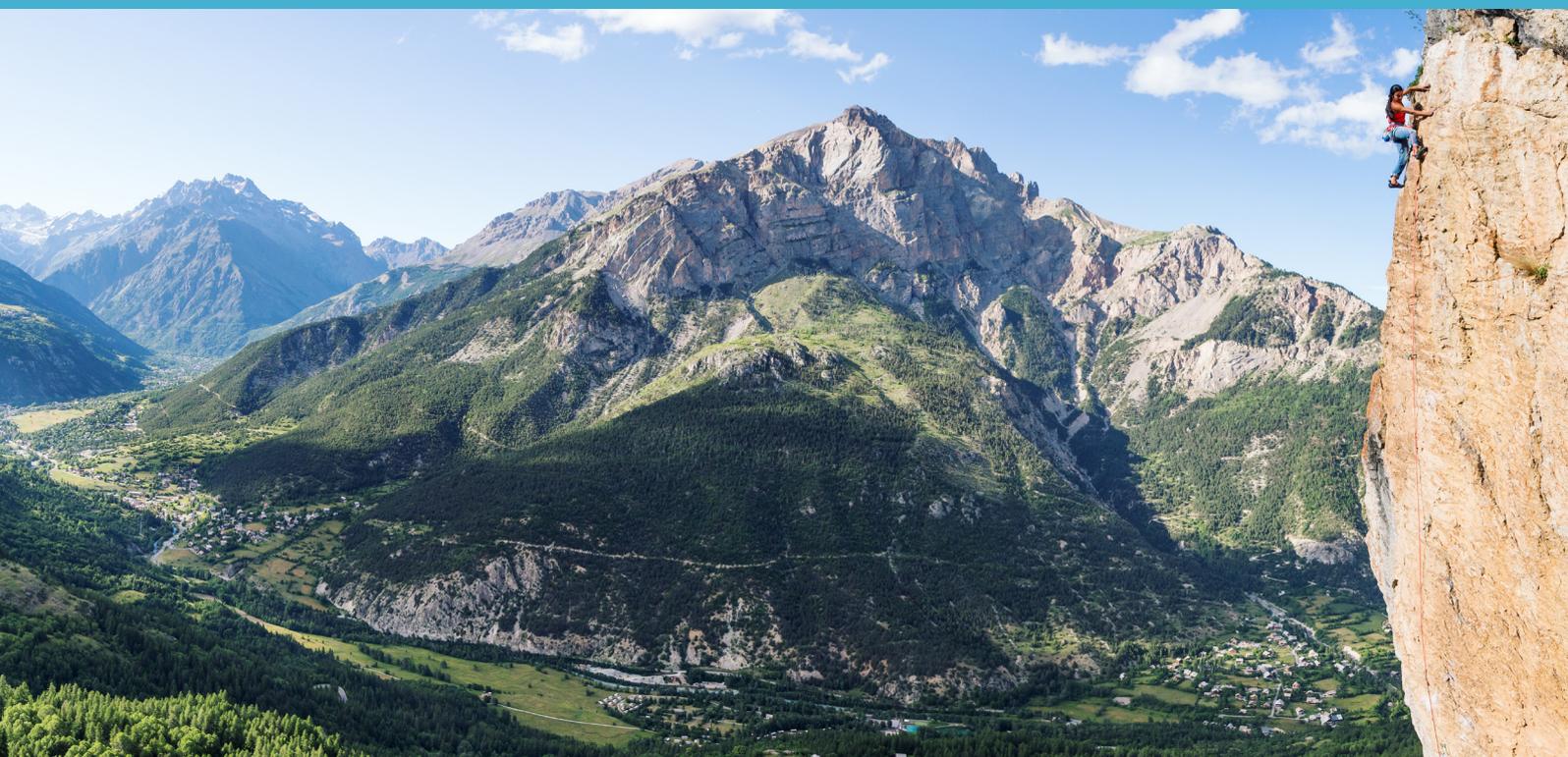
détriment de la qualité de l'air intérieur, détérioration qui présente des risques méconnus par les citoyens.

Le rapport «Mediterranean Assessment Report on Environmental and Climatic Change» du groupe MedECC, dont la publication est prévue à l'automne 2020 considère que les interactions entre climat et pollution sont parmi les causes majeures des changements environnementaux en région méditerranéenne.

## L'Association pour l'innovation et la recherche au service du climat (AIR Climat) porte deux initiatives originales aux échelles régionale et méditerranéenne :

- Le Groupe régional d'experts sur le climat en région Provence-Alpes-Côte d'Azur (GREC-SUD), une interface science-société ayant pour vocation de transférer les connaissances scientifiques les plus récentes sur l'évolution du climat auprès des acteurs régionaux, et d'accompagner les territoires dans leurs démarches visant l'adaptation au changement climatique et l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre. Le GREC-SUD est cofinancé par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'ADEME régionale, mais aussi d'autres partenaires sur projets (métropoles Aix-Marseille-Provence et Nice-Côte d'Azur, Parc naturel régional du Luberon...);
- Le Réseau d'experts méditerranéens sur le changement climatique et environnemental (MedECC) qui s'inspire du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC) pour fournir aux pays méditerranéens une analyse objective et scientifiquement fondée sur le changement climatique, ses impacts et les risques associés. Le Secrétariat de l'Union pour la Méditerranée (UpM) et le Plan Bleu (centre d'activités régionales du PNUE/PAM) soutiennent cette interface science-politique.

Le GREC-SUD et le MedECC s'évertuent à encourager les transitions énergétiques, écologiques, environnementales, économiques, sociales, etc. pour répondre au défi climatique. Elles couvrent des champs de compétences interdisciplinaires, des sciences de l'environnement et de la Terre aux sciences sociales, pour aborder les enjeux du changement climatique de manière systémique et efficace.



# Des impacts sanitaires liés au changement climatique et à la pollution de l'air

Déjà observables aujourd'hui, les effets du changement climatique sur la santé sont de plus en plus préoccupants. En 2018, l'OMS chiffrait ainsi à 250 000 le nombre annuel de décès supplémentaires que le réchauffement global entraînerait à l'échelle planétaire entre 2030 et 2050, provoqués notamment par la malnutrition, le paludisme, la diarrhée et le stress lié à la chaleur (38 000 décès dus à l'exposition à la chaleur des personnes âgées, 28 000 dus à la diarrhée, 60 000 au paludisme et 95 000 à la sous-alimentation des enfants).

En France comme en Europe, les événements climatiques extrêmes (canicules, vagues de froid, incendies, sécheresses, inondations ou encore tempêtes) se traduisent par des impacts directs sur la vie humaine. Il est aujourd'hui scientifiquement admis qu'avec la hausse

des températures, la fréquence et l'intensité des événements climatiques augmentent et continueront à augmenter ces prochaines décennies, avec des coûts humains potentiellement plus importants. Les conséquences psychosociales (stress post-traumatique, anxiété, dépression...) de ces catastrophes naturelles s'aggraveront elles aussi. En 2100, deux Européens sur trois pourraient ainsi être directement affectés par les événements climatiques extrêmes, selon une étude du Lancet Planetary Health de 2017. Sur l'ensemble des événements recensés, les vagues de chaleur s'avèreront les plus meurtrières, causant près de 99 % des décès attendus. Pour rappel, la vague de chaleur en 2003 a été responsable de plus de 70 000 morts en Europe, dont près de 15 000 en France.



Les effets indirects du changement climatique sur la santé publique interviennent quant à eux par modification de la biologie des organismes, du fonctionnement des écosystèmes et de la qualité des milieux. Ainsi, les changements d'aires géographiques de certaines espèces (moustiques, tiques...), le développement des maladies vectorielles (comme le moustique tigre, vecteur du chikungunya, de la dengue et du Zika),

la prolifération de pathogènes (bactéries, moisissures, algues toxiques...), l'augmentation d'allergènes (acariens, pollens...), l'augmentation de la pollution de l'air (ozone) ou encore la raréfaction des ressources (eau et productions agricoles) sont autant d'impacts indirects qui ont d'ores et déjà des conséquences sanitaires que le changement climatique tend à accentuer.

Le changement climatique est en effet un facteur multiplicateur de risques, qui amplifient de nombreux problèmes auxquels les populations et les écosystèmes sont déjà confrontés, et renforce la synergie des risques sanitaires, aggravant ainsi les pressions existantes sur le logement, la pauvreté, les déterminants de la santé, l'eau et la sécurité alimentaire. Que les effets soient directs ou indirects, les impacts dépendront des dynamiques sociales concernées (état de santé d'un individu ou d'une population et déterminants de la santé). À ce jour, l'OMS estime que le coût des dommages directs mondiaux pour la santé (à l'exclusion des coûts dans des secteurs déterminants

de la santé tels que l'agriculture, l'eau et l'assainissement) se situera entre 2 et 4 milliards de dollars par an d'ici 2030.

Mais, au-delà de la réduction de nos émissions de gaz à effet de serre, condition nécessaire mais insuffisante, des pistes et solutions existent. Certaines sont déjà mises en œuvre (campagne de sensibilisation et plans d'urgence par exemple), et d'autres, encore embryonnaires, passeront par un urbanisme plus favorable à la protection de la santé, le développement des transports en commun et des mobilités actives, une agriculture de proximité durable, la végétalisation...



## Un événement international pour protéger la santé humaine

Le changement climatique s'est immiscé depuis quelques années dans le domaine de la santé publique et l'intérêt qu'on lui porte est grandissant. Dans le cadre du congrès international de santé publique EUPHA (European Public Health Association) qui s'est tenu à Marseille du 21 au 23 novembre 2019, AIR Climat et le GREC-SUD, en partenariat avec la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et l'Agence régionale de santé (ARS), ont organisé le 20 novembre 2019 une journée de pré-conférence sur le thème « santé publique et changement climatique ». 24 pays étaient présents : chercheurs en santé publique, collectivités territoriales, État et associations.

À l'état des connaissances scientifiques actuelles sur les enjeux liés aux effets du changement climatique sur la santé (canicules, pollutions de l'air, maladies vectorielles...), un début d'inauguration sur la prise en compte des risques sanitaires aggravés par le changement climatique dans les politiques publiques et dans l'aménagement urbain, la nécessité de transversalité entre politiques de santé et politiques environnementales, et l'importance de plus en plus grande dans ce contexte de changement climatique de réduire les inégalités de santé. Tout doit concourir à l'échelle internationale, nationale et régionale à la préservation de la santé de tous.



## Les habitants de la région inégalement exposés à la pollution de l'air par les particules fines

Les enjeux sanitaires liés à la pollution chronique de l'air constituent un enjeu majeur de santé publique en France avec 48 000 décès par an. Il s'agit de la première cause de mortalité environnementale, la seconde cause de mortalité après le tabac et l'alcool. Les coûts pour la France s'établissent entre 68 et 97 milliards d'euros par an. Si toutes les communes de notre région atteignaient les concentrations les plus faibles observées dans les communes les moins polluées de taille équivalente, 2700 décès seraient évités chaque année.

Émises par tous les grands secteurs de l'activité humaine, les particules en suspension constituent l'un des principaux indicateurs de la pollution de l'air, à l'origine de pathologies respiratoires, cardiovasculaires et de certains cancers. Mesurée par AtmoSud, l'association agréée de surveillance de la qualité de l'air en Provence-Alpes-Côte d'Azur, la concen-

tration dans l'air des particules de moins de 10 micromètres de diamètre (PM10) ne doit pas dépasser des valeurs seuils au-delà desquelles les effets sur la santé sont considérés comme nuisibles par l'Organisation mondiale de la santé (OMS). Ainsi, la concentration annuelle moyenne en PM10 fixée à 20  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  est la valeur de référence non réglementaire de l'OMS. Une étude menée en collaboration entre la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, la DREAL et l'Insee (IA n° 80, 2019) a permis d'observer l'exposition aux particules fines PM10 des habitants à leur lieu de résidence : 54 % des habitants de Provence-Alpes-Côte d'Azur sont ainsi exposés, sur leur lieu de résidence, à une concentration en PM10 supérieure à la ligne directrice de l'OMS (contre 20 % en Auvergne-Rhône-Alpes et moins de 10 % dans le Grand Est). Ce sont principalement les populations des agglomérations littorales (Marseille, Nice et Toulon) et de la vallée du Rhône qui sont concernées. La concentration en PM10 est particulièrement forte dans les Bouches-du-Rhône avec 85 % de la population exposée (64 % en Vaucluse, 37 % dans les Alpes-Maritimes, 23 % dans le Var, 3 % dans les Hautes-Alpes et 1 % dans les Alpes-de-Haute-Provence).



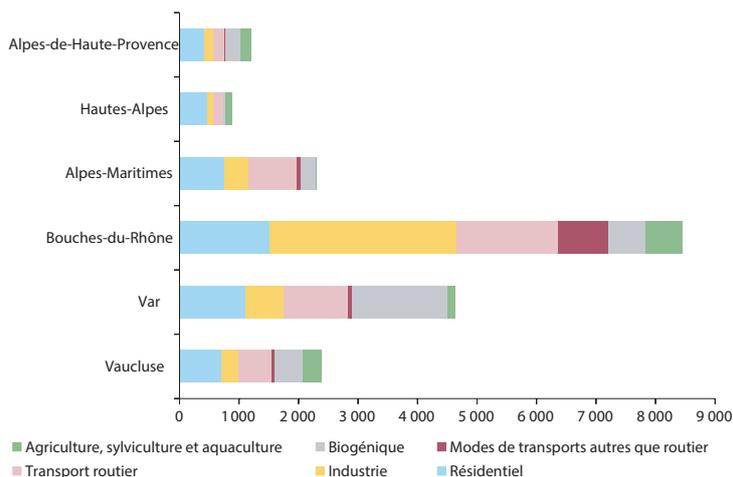
Trois secteurs sont à l'origine de la majorité des émissions régionales de polluants (Figure 1) : le résidentiel (25 % des émissions), l'industrie (24 %) et les transports routiers (23 %).

Le département des Bouches-du-Rhône est le plus gros émetteur de PM10, avec 8500 tonnes (sur une production régionale de 19 900 tonnes), contre 900 tonnes dans les Hautes-Alpes. Les émissions sont principalement liées à l'industrie. Dans les Hautes-Alpes, les Alpes-de-Haute-Provence et le Vaucluse, les émissions dépendent principalement du résidentiel, notamment du chauffage, tandis que le transport routier et le résidentiel contribuent largement aux émissions

du Var et des Alpes-Maritimes.

Les trois métropoles régionales sont particulièrement concernées par les concentrations en PM10, élevées en centre-ville et à proximité des grands axes routiers. Les habitants d'Aix-Marseille-Provence sont les plus fortement exposés (84 %), avec une concentration supérieure à 23  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  pour les habitants du centre-ville de Marseille, du pourtour de l'étang de Berre et du golfe de Fos-sur-Mer. Dans la métropole de Toulon-Provence-Méditerranée, 41 % des habitants dépassent la ligne directrice de l'OMS, alors qu'ils sont 51 % dans la métropole de Nice-Côte d'Azur, majoritairement dans les communes littorales.

Figure 1. Émissions de PM10 par secteur et par département en 2017 (en tonnes)

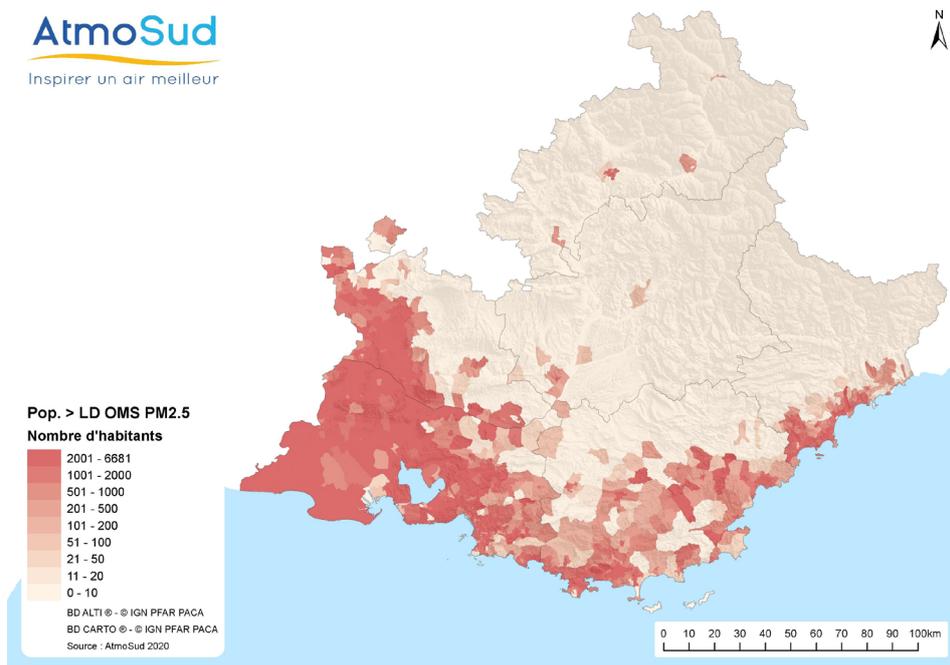


Source : AtmoSud, inventaire d'émissions de polluants et gaz à effet de serre, année 2017

Par ailleurs, de nouveaux polluants d'intérêt sanitaire apparaissent et mobilisent de nouveaux moyens : notamment les particules ultra fines (inférieures à 2,5 micromètres de diamètre), mais aussi les pesticides.

En région Provence-Alpes-Côte d'Azur, 3,5 millions de personnes résident dans une zone où les seuils sanitaires annuels fixés par l'OMS sont dépassés, principalement pour les particules fines PM2,5 (cf. figure 2)

Figure 2. Carte du pourcentage des populations exposées au dépassement de la ligne directrice de l'OMS pour les particules fines PM2,5 en 2018



Une mauvaise qualité de l'air ambiant tout au long de l'année affecte durablement notre santé : les atteintes de l'appareil respiratoire (bronchopneumopathies chroniques, asthme, certains cancers) et de l'appareil cardiovasculaire (infarctus, AVC) sont les mieux connues. En effet, les effets sanitaires de la pollution chronique sont ceux dont l'impact est le plus important. Pour autant, les effets sanitaires des pics de pollution ne doivent pas être négligés, en particulier pour

les publics vulnérables qui sont les plus directement touchés.

La pollution de l'air demeure une préoccupation majeure pour les populations. Ainsi, 9 habitants sur 10 pensent qu'elle s'aggrave, et plus de 4 sur 10 jugent que les niveaux de pollution quotidienne de l'air sur leur lieu de résidence les exposent à des risques sanitaires plutôt élevés ou très élevés, selon le baromètre santé environnement 2017 de l'Observatoire régional de la santé.

## Mesurer et préserver la qualité de l'air est une priorité de l'action publique locale

Une des actions est confiée à AtmoSud, observatoire de surveillance de la qualité de l'air en région : surveiller la pollution, informer les populations et accompagner les acteurs du territoire régional dans un objectif d'amélioration de la qualité de l'air.

Le Plan régional santé environnement, co-piloté par l'ARS, la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur et la DREAL, en est une autre illustration : son but est d'identifier la préservation de la qualité de l'air comme un défi prioritaire, permettant ainsi de soutenir des actions spécifiques sur tout le territoire de la région.

### Confinement et évolutions de la qualité de l'air en Provence-Alpes-Côte d'Azur

Pendant la période de confinement (17 mars au 11 mai 2020), AtmoSud a publié plusieurs bilans pour mieux appréhender l'impact du contexte sur l'évolution de la qualité de l'air dans les six principales villes de la région, dont voici les principaux résultats :

**Impact du confinement sur les polluants d'origine automobile.** Le confinement et les restrictions de sorties ont engendré une baisse significative du trafic automobile et des concentrations en oxydes d'azote (NOx). En comparaison avec la période mars/avril 2019, on observait au 14 avril 2020 que les diminutions de concentrations en oxydes d'azote avaient oscillé de -37% sur Avignon à -72% sur Nice.

**Des concentrations de particules toujours élevées.** Après quatre semaines de confinement, les concentrations de particules PM2,5 étaient toujours plus élevées que début mars sur les six villes étudiées, en lien notamment avec la combustion du bois. Les niveaux atteints étaient globalement supérieurs à ceux généralement observés sur cette même période sur les années précédentes (-72% à Nice, -69% à Gap, -65% à Aix-en-Provence, -63% à Toulon, -60% à Marseille et -37% à Avignon).

**D'autres sources de pollution s'ajoutent à l'équation.** Si au début du confinement, les particules étaient principalement liées à la combustion de bois (chauffage et brûlage de déchets verts) et aux conditions météorologiques plus favorables à l'accumulation des particules, d'autres sources ont participé aux niveaux de particules dans l'air après quatre semaines de confinement, notamment les nitrates liés à l'activité agricole.



Retrouvez les résultats de l'évolution de la qualité de l'air pour les six grandes villes de la région : <https://bit.ly/atmocovid>



## Les émissions du secteur maritime : un enjeu fort, des acteurs impliqués

Les navires sont des consommateurs importants de carburant et constituent un enjeu pour la pollution atmosphérique et le changement climatique. Pour un navire de croisière moyen, la consommation de carburant est d'environ 700 litres/heure lorsqu'il est à quai et environ 2000 l/h en mouvement. Le carburant peu raffiné utilisé aujourd'hui par le secteur maritime émet plus de polluants que le carburant dédié aux véhicules terrestres. Cette problématique s'inscrit dans un contexte de développement des activités maritimes incluant les croisières.

Concernant les oxydes d'azote (Nox), polluant pour lequel la France est en procédure de contentieux avec l'Europe pour non-respect des valeurs réglementaires, le secteur maritime représente 16 % des émissions régionales, jusqu'à 40 % dans les grandes villes portuaires comme Marseille et Toulon. Le carburant brûlé par les navires produit également des sulfates particuliers. Ainsi, d'après l'étude de la composition

chimique des particules fines à Marseille, Nice et Port-de-Bouc, ces sulfates représentent entre 10 % à 15 % des particules PM10 sur le littoral. Bien qu'il convienne de préciser que les émissions (ce qui est rejeté dans l'air) est une mesure différente des concentrations dans l'air (ce que nous respirons et qui fait l'objet de réglementations), ces chiffres suscitent une inquiétude légitime parmi les populations riveraines. Aussi, les acteurs du secteur, les autorités portuaires et les acteurs publics mettent en place une série de mesures visant à réduire l'impact de l'activité maritime.

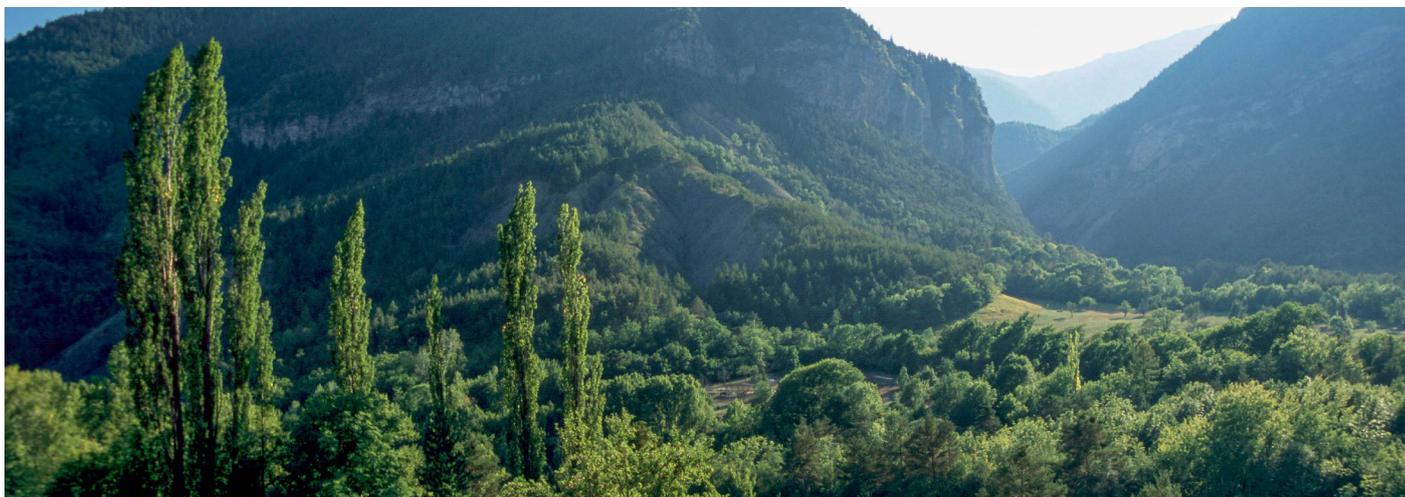
L'organisation maritime internationale (OMI) a fixé le taux maximum autorisé de soufre dans les carburants maritimes à 0,5 % au 1er janvier 2020 (il était jusque-là de 3,5 % dans la plupart des situations de navigation). La France, pour sa part, a lancé une démarche ambitieuse de négociations internationales pour obtenir la mise en place sur l'ensemble de la Méditerranée d'une zone de contrôle des émissions de polluants (dite « zone ECA »). Elle se concrétiserait par une réduction des taux de soufre des carburants des navires à 0,1 % et des mesures spécifiques de réduction des émissions de Nox. Pour convaincre ses partenaires de la nécessité de cette zone ECA, l'État a financé une étude (ECA MED) qui a démontré les impacts positifs de cette mesure pour l'ensemble des pays riverains, aussi bien au niveau environnemental qu'économique.

### La Région Sud soutient le dispositif « Escales zéro fumée »

En Provence-Alpes-Côte d'Azur, les initiatives prises sur les trois grands ports (Marseille, Toulon et Nice) sont aujourd'hui fédérées au sein du dispositif « Escales zéro fumée » soutenu par la Région. C'est dans ce cadre que les prochaines avancées en termes d'électrification à quai des ferries et des navires de croisière se feront. Les émissions à quai représentent la majeure partie des émissions des navires depuis leur approche du port. Elles sont aussi les plus pénalisantes pour les riverains. Cette électrification est déjà effective sur le port de Marseille pour les compagnies La Méditerranéenne et Corsica Linea. Elle est en cours de développement à Toulon pour la compagnie Corsica Ferries. D'ici 2025, les premiers branchements à quai de navires de croisières seront réalisés à Marseille.



# Protéger la nature et l'homme : des premières pistes...

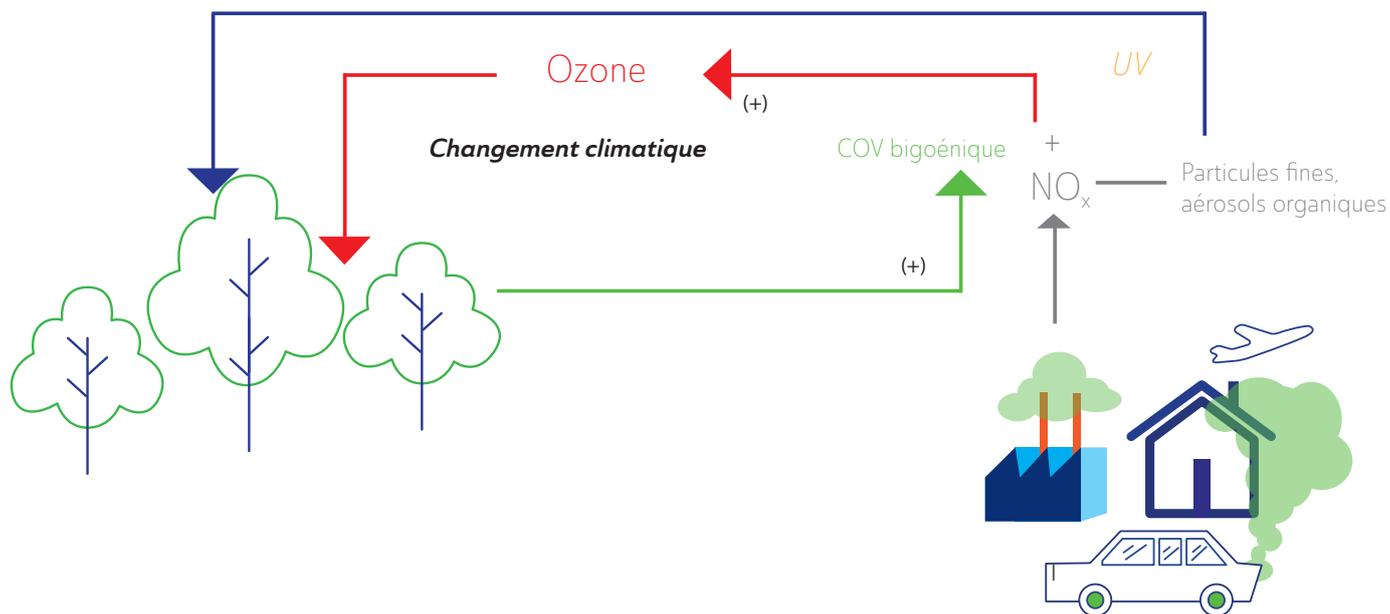


## La forêt méditerranéenne, une victime du changement climatique et de la pollution à l'ozone

Le changement climatique et la pollution de l'air sont étroitement liés et sont deux facteurs de stress importants affectant la santé et la vitalité des forêts. La région méditerranéenne, considérée comme un des hauts lieux de la biodiversité mondiale, est l'une des régions les plus impactées par le changement climatique dans le monde, et des plus affectées par la pollution atmosphérique, en particulier par l'ozone troposphérique (O<sub>3</sub>). D'ici 2040, notre région devrait connaître une température plus élevée de 2,2°C par rapport à la fin du XIXe siècle, et même de 3,8°C d'ici 2100 si de sérieuses mesures d'atténuation ne sont pas engagées. L'ozone est le troisième plus important gaz à effet de serre en termes de forçage radiatif contribuant au changement climatique. La formation de l'ozone se produit lorsque les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les composés organiques volatils réagissent dans l'atmosphère en présence de rayonnement solaire. À ce jour, l'ozone est considéré comme le polluant atmosphérique le plus dommageable en termes d'effets néfastes sur la végétation (Figure 3). En région méditerranéenne, les niveaux d'ozone sont 5 fois supérieurs au seuil de protection des forêts, en raison du développement industriel, de l'accroisse-

ment du trafic routier, du fort ensoleillement, des apports de polluants dus à la brise de mer/terre et du transport d'ozone et de ses précurseurs émis par les zones urbanisées. Les niveaux actuels d'ozone sont suffisamment élevés pour affecter les arbres en induisant des nécroses foliaires, une chute prématurée des feuilles, une diminution de la teneur en chlorophylle des feuilles et une réduction du taux d'activité photosynthétique. Les dommages entraînent une diminution de la croissance et un affaiblissement des plantes, les rendant plus sensibles aux attaques parasitaires et aux aléas climatiques (sécheresse par exemple). Avec le changement climatique, même si les concentrations en ozone diminuent au cours du temps, du fait de l'augmentation des températures de l'air et de l'allongement de la période végétative (environ 7 jours par décennie), les arbres absorberont des quantités plus importantes d'ozone et seront donc plus affectés. Avec des températures plus élevées, la végétation s'assèche et le risque de départ de feu est plus fort. Dans certaines régions, le changement climatique devrait également entraîner une baisse de la pluviométrie durant les saisons propices aux incendies, aggravant le phénomène. Les pratiques sylvicoles adaptatives (exemple : sélectionner des espèces adaptées aux conditions climatiques locales et résistantes à la sécheresse et aux maladies) représentent l'une des clefs pour atténuer les impacts du changement climatique et de la pollution de l'air sur les forêts.

Figure 3. Effets de la pollution à l'ozone sur les forêts (Sicard, 2019).



## Lutter contre les îlots de chaleur urbains

Avec le changement climatique, à l'avenir, les vagues de chaleur deviendront plus fréquentes et plus intenses en été si les émissions de gaz à effet de serre ne diminuent pas de l'échelle globale à régionale. Lors des périodes de canicules, les températures journalières dépasseront largement  $40^\circ\text{C}$ , même dans les vallées alpines. Les températures atteintes en juin 2019 ( $44,3^\circ\text{C}$  à Carpentras) ne seront ainsi plus assimilées à des événements exceptionnels. Comme actuellement, la chaleur sera encore plus accablante dans les villes si aucune mesure d'adaptation au changement climatique n'est appliquée. En effet, des écarts de  $5$  à  $6^\circ\text{C}$ , parfois plus, sont enregistrés entre les cœurs urbains et leurs périphéries (espaces agricoles et ruraux). Les surfaces minéralisées (béton, goudron par exemple), la faible circulation de l'air entre les bâtiments, l'absence de végétation et de surfaces en eau favorisant l'évapotranspiration et l'évaporation (effet rafraîchissant) et les activités humaines (industrie, transport, climatisation, etc.) sont responsables de cet excès de chaleur qui s'accumule dans les matériaux durant la journée, avant de lentement diminuer pendant la nuit.

Pour améliorer le confort thermique des habitants et préserver leur santé, il est nécessaire de modérer les îlots de chaleur urbains (ICU) qui tendent également à concentrer la pollution de l'air en ville. Des pistes et stratégies, parfois faciles à mettre en œuvre, sont possibles et positives : privilégier la nature en ville (exemples : plantations de forêts urbaines et d'arbres de rue, murs et toits végétalisés), choisir des revêtements clairs pour augmenter l'albédo des bâtiments et des matériaux urbains (façade blanche d'un bâtiment forte réflexion du rayonnement solaire), diminuer les rejets de chaleur générés par l'industrie et le transport, éviter de généraliser la climatisation (chaleur restituée dans les rues), faciliter la circulation des flux d'air dans les quartiers neufs ou réhabilités en fonction des vents et types de temps dominants, privilégier la construction de logements traversants, occulter les fenêtres pour éviter le rayonnement direct (persiennes), etc. Repenser le cœur de villes est aussi une manière d'offrir des espaces urbains plus agréables, partagés et apaisés, de renforcer la séquestration du carbone (filière bois, sols, biomasse), de réduire les émissions de gaz à effet de serre (atténuation), de développer l'agriculture urbaine (toits, espaces dédiés) et les circuits courts, de réduire la pollution de l'air (dépôt des particules en suspension sur les feuilles par exemple), de favoriser la biodiversité, etc.

## Des enjeux pour la Nature en ville...

Le projet « Nature For City LIFE », piloté par la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, rassemble pour une période de 5 ans (2017-2022) les 3 métropoles régionales (Aix-Marseille Provence, Nice Côte d'Azur, Toulon Provence Méditerranée), la Ville de Marseille, l'Université d'Aix-Marseille et les associations AtmoSud et Bureau des Guides du GR2013, autour des enjeux de nature en ville, comme facteur d'adaptation au changement climatique.

Avec ce rôle de coordinateur, la Région s'inscrit dans la logique de chef de file sur 3 compétences : la protection de la biodiversité, le climat, la qualité de l'air et l'énergie et enfin l'aménagement et le développement durable des territoires et dans les objectifs définis par le SRADDET.

L'objectif de ce projet est de monter en compétence l'ensemble des acteurs de la ville, qu'ils soient élus, techniciens des collectivités ou du privé, aménageurs mais aussi citoyens, en élaborant des stratégies d'information, de sensibilisation et de formation aux différents services rendus par la nature en ville. Le projet s'articule autour de 5 grandes actions (cf. ci-contre) comme la création d'un MOOC avec un premier parcours initiation en ligne depuis avril 2019 <https://moocnatureforcitylife.eu/>, la création de balades thématiques avec le bureau des guides du GR2103 pour changer le regard et la perception de chacun sur le rôle de la nature, les services qu'elle rend pour améliorer la qualité de vie, telles la régulation thermique des îlots de chaleur ou la gestion du pluvial et la réduction du risque inondations.

### 5 ACTIONS POUR ATTEINDRE LES OBJECTIFS.

-  01 **Monitoring urbain nature en ville et climat**  
ATMO SUD / LPED
-  02 **Itinérance "nature en ville" et climat.**  
Bureau des Guides/  
NCA/Région SUD
-  03 **Formation des concepteurs de la ville**  
Région SUD / LPED /  
Métropoles
-  04 **Mobilisation des citoyens**  
Région Sud / Métropoles
-  05 **Forums et séminaires**  
Région Sud



6. b. Service écosystémique : Gestion du pluvial



## Planifier le développement des territoires de demain

Le Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires (SRADDET) redonne un rôle stratégique (prescriptivité, intégration de schémas sectoriels, co-construction) à la planification territoriale en renforçant la place de la Région Provence-Alpes-Côte d'Azur, invitée à formuler une

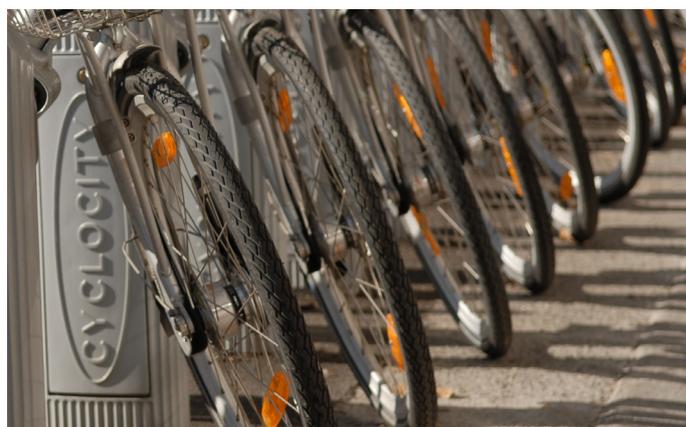
vision politique de ses priorités en matière d'aménagement du territoire.

Il a pour but de relever les défis nés des transformations institutionnelles, économiques, numériques et sociétales. Il s'agit notamment de la réduction des consommations énergétiques et des émissions polluantes, la préservation et la promotion du patrimoine naturel, la redynamisation des centres-villes et centres-bourgs, la rénovation et la construction de logements sociaux, la modernisation des transports publics, etc. Des défis que la Région souhaite relever d'ici 2030.



Ce « schéma des schémas » intègre des schémas sectoriels et s'impose aux documents de planification et d'urbanisme des autres acteurs publics (SCoT, PLUi, PCAET, etc.). Il sert donc de support à la fois pour les stratégies de l'institution régionale et celles des autres collectivités et de leurs établissements publics couvrant le territoire régional. Avec le Schéma régional de développement économique d'innovation et d'internationalisation (SRDEII), il vient renforcer la légitimité des Régions en leur permettant de se saisir de nombre d'enjeux majeurs.

Il s'agit de mettre en avant le besoin d'un nouveau modèle d'aménagement du territoire régional. Au regard du diagnostic, a ainsi été élaborée une stratégie régionale visant à renforcer l'attractivité du territoire dans une optique de développement durable, au travers des trois lignes directrices suivantes :



- Renforcer et pérenniser l'attractivité du territoire régional ;
- Maîtriser la consommation de l'espace, renforcer les centralités et leur mise en réseau ;
- Conjuguer égalité et diversité pour des territoires solidaires et accueillants.

En matière de lutte contre la pollution atmosphérique plus spécifiquement, le SRADDET identifie des enjeux en matière de conception des opérations d'aménagement et de modes de transport, en relation avec la problématique de l'étalement urbain et des déplacements (domicile-travail). Les enjeux portent également,

et plus globalement, sur l'amélioration de la qualité de l'air et sur la mise en place des conditions de la transition énergétique et environnementale. Le sujet est notamment abordé dans l'objectif 21 « Améliorer la qualité de l'air et préserver la santé de la population ». Les ambitions fixées sont les suivantes :

Par rapport à 2012	2021	2023	2026	2030
PM 2,5 (PM : particules en suspension)	- 33 %	- 40 %	- 46 %	- 55 %
PM 10	- 29 %	- 35 %	- 40 %	- 47 %
Oxydes d'azote (NOx)	- 44 %	- 54 %	- 56 %	- 58 %
Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	- 21 %	- 26 %	- 31 %	- 37 %
% de la population exposée aux dépassements de valeurs limites NO2 et PM	ND	5 %	4%	3 %
% de la population exposée aux dépassements de valeurs limites O3	ND	70 %	65 %	60 %

La règle 21a, intitulée « Mettre en œuvre un urbanisme favorable à la santé en prenant notamment en compte l'environnement sonore, la pollution atmosphérique, les sites et sols pollués et les rayonnements non-ionisants », conduit les documents d'urbanisme soumis au SRADDET, notamment les schémas de cohérence territoriale (SCoT) et les plans

climat-air-énergie territoriaux (PCAET), à identifier les secteurs où l'implantation de bâtiments sensibles est à éviter, à préserver les secteurs peu ou pas affectés. Il s'agit notamment d'empêcher aux abords des voies génératrices de pollution atmosphérique, l'implantation d'établissements aggravant la situation et protéger les bâtiments sensibles.

## L'ORECA, un outil au service de la transition énergétique

L'Observatoire Régional de l'Énergie, du Climat et de l'Air (ORECA), dans un objectif global de mise en œuvre de la transition énergétique, conduit les missions suivantes :

- Assurer le suivi de la situation énergétique et climatique, et de la qualité de l'air de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur notamment à travers le renseignement annuel des indicateurs permettant l'évaluation de l'atteinte des objectifs du SRADDET ;
- Fournir une aide à la décision par son rôle de centre de ressources en matière d'études énergétiques ; Garantir la liaison, l'échange et la cohérence des informations entre le niveau régional et le niveau national ;
- Mettre en place un suivi de cette connaissance avec des outils et des indicateurs permettant d'évaluer rapidement l'impact des politiques mises en œuvre en région.

Il met ainsi en place de nombreux outils accessibles librement depuis son site internet (<http://oreca.maregionsud.fr>) tels que :

- Des bases de données au niveau départemental, voire inférieur, pour assurer un suivi régulier : puiscances énergétiques raccordées, consommation...
- La base CIGALE qui fournit un inventaire détaillé des productions et consommations d'énergie, des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre pour chaque commune de la région depuis 2007 : <https://cigale.atmosud.org/>
- Le cadastre énergétique qui a pour vocation de dresser, à l'échelle de la parcelle, voire de la toiture, les potentiels de production d'énergie renouvelable disponibles. Il embarque différentes fonctionnalités : simulation de la surface photovoltaïque et des revenus associés pouvant être installée par toiture, identification du foncier disponible pour chaque type d'énergie renouvelable, contraintes règlementaires par zone (centre historique, zone protégée...) : <http://cadastre-energie.maregionsud.fr>

## ÉCLAIRAGES

Cahiers thématiques et territoriaux du GREC-SUD (santé, agriculture et forêt, climat et ville...) :  
[www.grec-sud.fr/article/toutes-nos-publications-en-un-seul-clic](http://www.grec-sud.fr/article/toutes-nos-publications-en-un-seul-clic)

Anav A. et al., 2019, «Growing season extension affects ozone uptake by European forests». Science of The Total Environment 669:1043-1052.

Cramer W., Guiot J., Marini K. et groupe MedECC, 2019, « Les risques liés aux changements climatiques et environnementaux dans la région Méditerranée. Une évaluation préliminaire par le réseau MedECC. L'interface science-décideurs - 2019 », 36 pages :

[https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-Booklet\\_FR\\_WEB.pdf](https://www.medecc.org/wp-content/uploads/2018/12/MedECC-Booklet_FR_WEB.pdf)

Hansen K. et al., 2018, «European forests in a changing environment: air pollution, climate change and forest management». Book of Abstracts, 7th ICP Forests Scientific Conference, May 2018, Riga, Latvia, 73 pages.

MedECC group, 2020, «Mediterranean Assessment Report on Environmental and Climatic Change», In Preparation.

Paoletti E., 2006, «Impact of ozone on Mediterranean forest: a review». Environmental Pollution 144: 463-474.

Pascal L. Impact de l'exposition chronique à la pollution de l'air sur la mortalité en France : point sur la région Provence-Alpes-Côte d'Azur. Saint-Maurice : Santé publique France ; 2016

Sicard P. et al., 2016, "An epidemiological assessment of stomatal ozone flux-based critical levels for visible ozone injury in Southern European forests". Science of the Total Environment 541: 729-741.

Sicard P. and Dalstein-Richier L., 2015, "Health and vitality assessment of two common pine species in the context of climate change in Southern Europe". Environmental Research 137: 235-245.

Sing L. et al., 2018, "A review of the effects of forest management intensity on ecosystem services for northern European temperate forests with a focus on the UK". Forestry: An International Journal of Forest Research 9: 151-164.

La pollution de l'air en 10 questions, ADEME:

<https://www.ademe.fr/sites/default/files/assets/documents/guide-pratique-pollution-air-en-10-questions.pdf>

Rapport du Sénat - Coûts de l'inaction, Mme Leila Aïchi, 2015 :  
<https://www.senat.fr/notice-rapport/2014/r14-610-1-notice.html>

Baromètre santé environnement 2017, Observatoire régional de la santé : <http://prsepaca.fr/wordpress/>

Pollution de l'air par les PM10 : en 2017, le seuil de l'OMS dépassé pour la moitié des résidents de la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, INSEE Analyses n°80, 2019 :

<https://connaissance-territoire.maregionsud.fr/les-etudes/la-bibliotheque-detudes/detail-etudes/fiche/en-2017-le-seuil-de-loms-depasse-pour-la-moitie-des-residents-de-la-region/>

S'adapter aux changements climatiques : propositions pour une transformation accélérée des territoires et des organisations, Comité 21, 2019 :

[www.comite21.org/docs/actualites-comite-21/2020/rapport-s-adapter-aux-cc.pdf](http://www.comite21.org/docs/actualites-comite-21/2020/rapport-s-adapter-aux-cc.pdf)

## CONTRIBUTEURS

Aurore AUBAIL, coordinatrice générale, Association pour l'Innovation et la Recherche au service du climat (AIR)

Wolfgang CRAMER, directeur de Recherche, CNRS, Institut méditerranéen de biodiversité et d'écologie marine et continentale (IMBE)

Joël GUIOT, directeur de recherche, CNRS, CEREGE, UMR 7330 AMU/CNRS/IRD/Collège de France

Sylvain MERCIER, chargé d'action territoriale, politiques climatiques et environnementales, AtmoSud

Antoine NICAULT, coordinateur et animateur du GREC-SUD

Philippe ROSSELLO, ingénieur en analyse spatiale et prospective, GeographR, coordinateur et animateur du GREC-SUD

Pierre SICARD, docteur en chimie atmosphérique, ARGANS, député R.G 8.04.00 «Air Pollution & Climate Change» - International Union of Forest Research Organizations

Hervé CHAMPION, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Valentin LYANT, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

Agnès VERDEAU, Région Provence-Alpes-Côte d'Azur

### Directeur de la publication

Alix Roche

### Rédacteur en chef

Jean-Baptiste Chabert

### Webmestre éditorial

Sigolène Angot

### Coordination

#### éditoriale

Agnès Verdeau

#### Maquette et mise en page

Solene Cipolla

### Dépôt légal

24/02/2020

### Date de parution

Septembre

### Issn

2682-1567

### Impression et édition

Région Sud Provence-Alpes-Côte d'Azur



**CONNAISSANCE  
DU TERRITOIRE**

REGION PROVENCE-ALPES-COTE-D'AZUR