

Pollution de l'air et biodiversité : des liens méconnus



Association à but non lucratif, loi de 1901
7 rue Crillon 75004 PARIS / +33 1 44 59 47 64
www.airparif.fr

Directeur de la publication : Philippe Quénel
Directrice générale : Karine Léger
Directeur de la communication : Pierre Pernot
Rédactrice en chef : Camille Martin
Maquette et infographies : Stéphanie Fraincart
Crédits photo : S. Fraincart - Airparif
(toutes les illustrations sont sous licence CC BY-NC et disponibles sur demande avec le logo Airparif pour une utilisation externe à cette publication)

Airparif est une association cofinancée de manière équilibrée par des subventions de l'État, des collectivités territoriales et des acteurs économiques, et des missions d'expertise.

Pour leurs contributions à ce dossier, Airparif tient à remercier Brian Padilla, écologue au Muséum national d'histoire naturelle et Antoine Trouche, ingénieur en charge des relations presse et de la médiation scientifique à Airparif.



Air et biodiversité : des urgences planétaires interconnectées

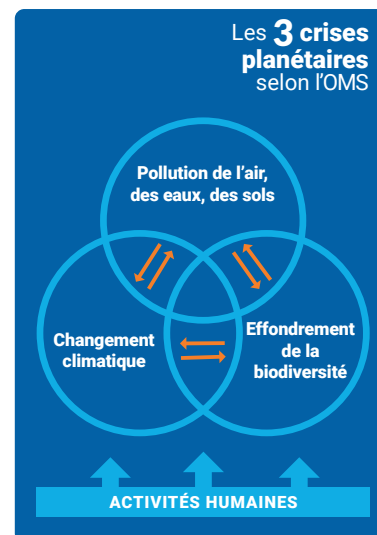
L'effondrement de la biodiversité et les pollutions, notamment de l'air, représentent deux des trois crises écologiques planétaires actuelles identifiées par l'ONU. Ces crises désignent des perturbations environnementales d'une ampleur telle qu'elles affectent l'ensemble de la planète, mettant en danger la survie des écosystèmes, des espèces et des processus vitaux pour la diversité de la vie sur Terre. Elles bouleversent non seulement les environnements naturels, mais aussi les sociétés humaines, les économies, la santé publique et les infrastructures, avec des effets amplifiés sur les populations les plus pauvres.

Le concept de triple crise écologique planétaire qualifie donc la combinaison du changement climatique, de l'effondrement de la biodiversité et des pollutions de l'air, des eaux et des sols. Ces crises interagissent, et ont souvent des origines communes. Elles sont considérées comme des urgences planétaires, en raison de la nécessité d'une action rapide et concertée pour en limiter les dommages.

Si en Île-de-France, et plus largement, sur l'ensemble du territoire national, la qualité de l'air s'améliore d'année

en année du fait de politiques européennes, nationales et locales, ce n'est pas le cas dans la plupart des pays moins avancés économiquement. Les interactions entre pollution de l'air et perte de biodiversité y représentent donc des enjeux en matière de santé humaine et de sécurité alimentaire d'autant plus importants.

Ce dossier ne se concentre donc pas spécifiquement sur la région francilienne, ou sur la France, mais sur la présentation de l'état des connaissances globales relatives aux interactions entre pollution de l'air et biodiversité, aux impacts de l'une sur l'autre et inversement.



Comprendre quels sont les déterminants communs entre l'augmentation de la pollution de l'air et l'effondrement de la biodiversité



Brian Padilla, écologue au Muséum national d'histoire naturelle, coordonne une cellule de recherche et d'expertise qui s'intéresse aux conséquences de l'artificialisation des sols sur la biodiversité.



Antoine Trouche, ingénieur en charge des relations presse et de la médiation scientifique à Airparif, a travaillé sur les impacts de la pollution de l'air sur le changement climatique et sur l'effondrement de la biodiversité.

Dans une interview croisée, ils expliquent les interactions entre pollution de l'air et biodiversité.

Qu'est-ce que la biodiversité et pourquoi est-elle importante ?

Brian Padilla : La définition la plus communément acceptée est issue de la Convention sur la diversité biologique : c'est la variabilité de l'ensemble des organismes vivants à toutes les échelles, gènes, espèces, communautés d'espèces et écosystèmes.

La biodiversité est importante d'abord parce qu'on en est partie prenante en tant qu'espèce *Homo sapiens*. Et parce qu'on a une relation très forte avec elle, par notre manière notamment d'occuper l'espace. Notre relation à la biodiversité va être extrêmement dépendante de notre manière de la considérer et la manière dont nos activités vont pouvoir en tenir compte.

Quels sont les rôles et services écosystémiques que rend la biodiversité ? **BP** : Avant de parler de services, j'aime bien parler de fonctions écosystémiques. Quand on parle de services écosystémiques, on s'intéresse à certaines de ces fonctions et au bénéfice, que nous, humaines, on va tirer pour le fonctionnement de nos sociétés. Comme des services d'alimentation, de régulation, on peut penser à la pollinisation. C'est intéressant, quand on parle de préservation de la biodiversité, de ne pas se limiter à cette part dont on va tirer bénéfice, mais bien de l'ensemble de ce qui fait que la biodiversité peut fonctionner.

Quelles sont les principales causes de la dégradation de la qualité de l'air ? **Antoine Trouche** : Tout dépend de l'endroit où l'on se trouve. En Île-de-France, les deux principales sources de pollution de l'air sont les véhicules diesel et essence - qui émettent oxydes d'azote et particules fines - et les moyens de chauffage qui reposent sur la combustion, notamment le chauffage au bois, très émetteur de particules fines malgré un usage limité.

Quels sont ses impacts sur la santé ? **AT** : Quand on pense aux effets de la pollution de l'air sur la santé, on pense essentiellement au système respiratoire. Mais la pollution de l'air, si elle tue, c'est d'abord du fait de ses effets sur la santé cardiovasculaire. Les particules fines pénètrent dans le sang, affectant le cœur, les vaisseaux, le cerveau, les poumons et intensifiant les risques et la gravité d'infarctus, d'AVC, de cancers et de diabète de type 2.

Qu'entend-on par effondrement de la biodiversité ? **BP** : On constate une disparition accélérée d'espèces et une baisse des populations, y compris en France. Les causes majeures sont connues et font l'objet d'un consensus scientifique fort :

changement d'usage des sols, surexploitation des ressources, changement climatique, pollutions, propagation d'espèces exotiques envahissantes.

Comment la pollution de l'air affecte-t-elle la biodiversité ?

AT : La pollution de l'air a des impacts assez méconnus, mais importants. L'ozone ralentit la croissance des plantes en activant des mécanismes de défense coûteux en énergie. Les pollinisateurs repèrent moins bien les fleurs, car les gaz qu'elles émettent sont modifiés par certains polluants de l'air. Dans certaines zones du monde, les pluies acides, générées par les émissions de dioxyde de soufre, nécrosent les végétaux. L'ammoniac et le dioxyde d'azote favorisent l'eutrophisation des cours d'eau.

BP : Ces effets sont encore peu étudiés. On connaît mal le poids relatif de la pollution parmi les causes d'effondrement de la biodiversité. Mais on sait qu'ils ont tous deux pour sources des pressions communes : les infrastructures, l'utilisation de véhicules motorisés thermiques qui entraîne du bruit, des risques de collision, etc.

La biodiversité peut-elle agir sur la qualité de l'air ? **AT** : Les impacts varient entre amélioration et dégradation. Certains usages de la biodiversité, combustion du bois, élevage, biocarburants, génèrent directement ou indirectement des polluants. Mais la végétation peut en capter certains, notamment les forêts. Les haies limitent l'érosion des sols, et donc empêchent la projection de particules dans l'air, et protègent les cultures.

BP : Tout dépend des usages. Par exemple, l'agriculture intensive, même si elle s'appuie sur des éléments constitutifs de la biodiversité, participe largement à son effondrement. En revanche, une gestion sobre, avec jachères, haies, diversité végétale, a des effets positifs à la fois sur la qualité de l'air et la biodiversité.

Quelles solutions pour limiter l'impact de la pollution sur la biodiversité ?

AT : Il existe des politiques gagnant-gagnant : réduire les combustibles fossiles, l'usage du bois, en électrifiant ; diminuer l'usage d'engrais en modifiant les pratiques agricoles ; planter des haies.

BP : Il faut aussi interroger l'occupation de l'espace. Plus on artificialise, plus on fragmente, plus on contribue à la perte d'espaces naturels et à l'aggravation de la pollution de l'air. En rapprochant les lieux de vie, de travail et de production, on limite les déplacements, les émissions, et on libère de l'espace pour la biodiversité.



Retrouvez
l'intégralité
de l'interview
en vidéo

Les impacts de la pollution de l'air sur la biodiversité

La pollution de l'air ne se limite pas à ses effets sur la santé humaine ; elle joue aussi un rôle crucial dans la dégradation de la biodiversité. Cette section explore la manière dont les polluants atmosphériques, tels que l'ozone de basse altitude, les particules fines, les oxydes d'azote, l'ammoniac et le dioxyde de soufre perturbent les écosystèmes et menacent les espèces végétales et animales. En comprenant ces impacts, il est possible de mieux appréhender l'importance de réduire la pollution de l'air pour préserver la biodiversité et garantir la durabilité des écosystèmes.

IMPACTS SUR LES VÉGÉTAUX

La pollution de l'air affecte la croissance et la santé des végétaux. Ces impacts varient selon le type de polluant et sa concentration dans l'air.

Ozone de basse altitude

En plus d'être nocif pour la santé humaine et un gaz à effet de serre renforçant le dérèglement climatique, l'ozone de basse altitude (O_3) est un polluant nuisible à la biodiversité végétale. Il pénètre dans les feuilles par les stomates, des pores utilisés par les végétaux pour absorber le dioxyde de carbone et réaliser la photosynthèse. L'ozone réagit ensuite avec l'eau et les cellules végétales, forçant les plantes à produire des antioxydants pour se défendre. Mais cela leur coûte de l'énergie et des ressources, réduisant leur croissance, leur reproduction et leur productivité.

Ce polluant ralentit la croissance des plantes, et donc le renouvellement des forêts, affaiblit le processus de photosynthèse, augmente leur vulnérabilité aux ravageurs et aux maladies et réduit leur capacité de captation de dioxyde

de carbone. À l'échelle mondiale, l'ozone réduit d'environ 10 % la biomasse produite par les végétaux chaque année. Il peut aussi favoriser la dominance de certaines espèces résistantes et nuire à la diversité végétale, déséquilibrant ainsi les écosystèmes et impactant toute la chaîne alimentaire.

Particules

Les particules en suspension dans l'air (PM) perturbent la croissance des végétaux en se déposant sur les feuilles, bloquant les stomates et réduisant la photosynthèse. Elles modifient également la quantité de rayonnement solaire disponible et altèrent les températures et les régimes de précipitations. Composées de produits toxiques comme des métaux lourds, elles peuvent

contaminer les plantes, les rendant nocives pour les animaux et les humains.

Oxydes d'azote et ammoniac

Les oxydes d'azote (NO_x) et l'ammoniac (NH_3) se déposent sur les sols et les plans d'eau, entraînant un excès d'azote amenant à l'eutrophisation des écosystèmes. Ce processus favorise la croissance de certaines plantes au détriment d'autres, déséquilibrant les écosystèmes. Dans l'eau, il provoque une prolifération d'algues, appauvrissant l'environnement en oxygène et en lumière, ce qui peut créer des zones mortes où la biodiversité est sérieusement réduite.

En 2020, 75 % des écosystèmes des États membres de l'Union européenne étaient affectés par

1 million
d'espèces
menacées de
disparition
sur 8 millions
estimées

17 %
des espèces
identifiées
menacées de
disparition
en France

Fait marquant

Certaines particules émises dans l'atmosphère peuvent fertiliser l'océan lorsqu'elles s'y déposent. Il s'agit de particules contenant des nutriments essentiels pour la croissance du phytoplancton à la base de la chaîne alimentaire marine, comme le fer (oligo-élément crucial pour la photosynthèse et la fixation de l'azote), le phosphore ou l'azote. Cela concerne les poussières désertiques comme celles du Sahara, certaines particules émises lors d'éruptions volcaniques, ainsi que certaines particules issues de la combustion de biomasse ou des émissions industrielles.

des niveaux dommageables de dépôts d'azote générés par la pollution de l'air.

Dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre (SO₂) notamment contribue à la formation de pluies acides, menaçant les habitats sensibles et nuisant aux

organismes aquatiques et terrestres. L'acidification libère aussi des métaux toxiques et entraîne une perte de nutriments dans les sols, causant le déclin des forêts et affectant la biodiversité végétale et animale.

Pour donner une idée de l'effet de l'acidification des eaux et des

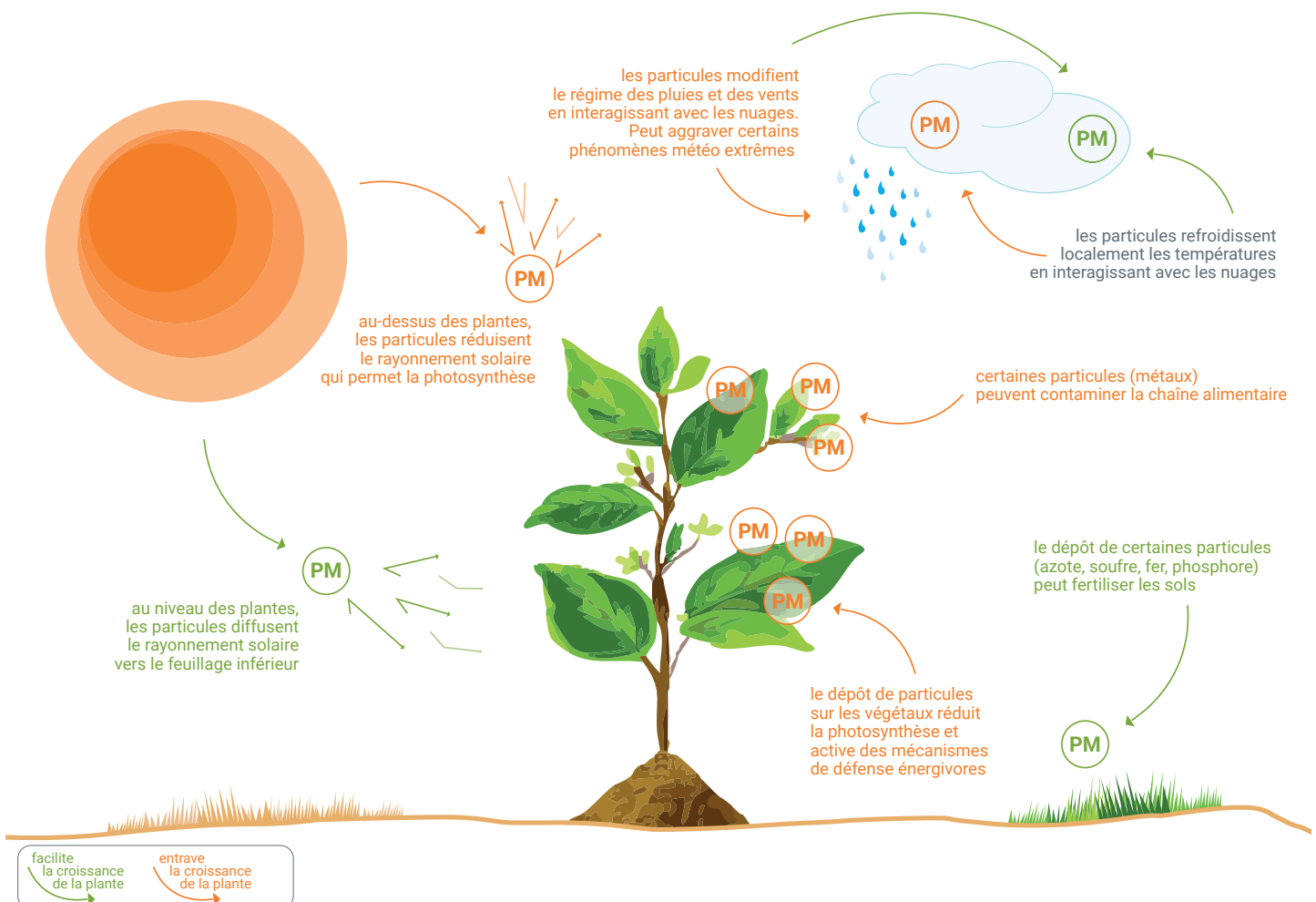
sols, en Europe, au moins 20 % des espèces végétales et animales ont disparu dans les lacs touchés par des dépôts acides avant les années 2000. En 1995, 25 % des arbres échantillonnés en Europe étaient endommagés du fait des pluies acides.

Fait marquant

Des niveaux élevés d'aluminium résultant de l'acidification ont contribué à l'amincissement des coquilles des œufs de certaines espèces d'oiseaux, comme la mésange charbonnière et le gobe-mouche noir.

Comprendre ces effets combinés est essentiel pour développer des stratégies communes de protection de la biodiversité et d'amélioration de la qualité de l'air.

Impacts des particules (PM) sur les végétaux



LES EFFETS SUR L'AGRICULTURE

IMPACT DE L'OZONE

L'ozone de basse altitude a de gros impacts sur les activités agricoles à travers le monde. Les cultures les plus sensibles incluent les légumineuses comme le soja, le pois et le haricot, ainsi que le blé et certaines variétés de riz. Les variétés modernes de soja et de blé ont tendance à être plus sensibles à l'ozone que les anciennes. D'autres cultures, comme le maïs, la pomme de terre et la tomate, montrent une sensibilité modérée. Entre 2010 et 2012, les pertes annuelles de rendement dues à l'ozone ont été estimées dans le monde à 227 millions de tonnes pour le soja, le blé, le riz et le maïs, soit 4 à 12 % du rendement annuel de ces aliments. Ces pertes affectent particulièrement les pays les moins avancés économiquement, menaçant leur sécurité alimentaire.

En France, l'ozone est responsable d'une perte de rendement de blé tendre et de pommes de terre de 5 à 15 % selon les années. En 2010, il a causé 2,2 milliards d'euros de pertes économiques pour les cultures de blé tendre (1 milliard €), de prairies utilisées pour nourrir le bétail (1 milliard €) et de pommes de terre (200 millions €).

La pollution par l'ozone est souvent négligée dans

les évaluations de la sécurité alimentaire, malgré son potentiel à aggraver les pertes de rendement dans un contexte de changement climatique et d'effondrement de la biodiversité.

IMPACT DES PARTICULES

Les particules en suspension dans l'air, notamment celles contenant des métaux lourds comme le cadmium et le plomb, peuvent localement poser un risque important de contamination alimentaire. En Chine, en Inde et en Corée du Sud, des niveaux de contamination des cultures par ces particules ont déjà dépassé les normes de sécurité alimentaire, avec des risques sanitaires graves tels que l'affaiblissement du système immunitaire, des cancers et des maladies neurologiques et cardiovasculaires.

Les particules affectent les rendements agricoles en modifiant le rayonnement solaire et la température. En Chine, elles réduisent les rendements de riz et de blé d'environ 5 %. Elles influencent aussi les précipitations, dont les moussons en Inde, essentielles pour les cultures de riz et de blé. Des interruptions prolongées des moussons peuvent réduire considérablement les rendements, soulignant l'importance de limiter les émissions de particules.

LES PESTICIDES

ZOOM SUR

Les pesticides, utilisés pour protéger les cultures des ravageurs et des maladies, augmentent la productivité agricole mais sont un facteur majeur de déclin de nombreuses espèces, parmi lesquelles des insectes et donc des oiseaux. Ils affectent la biodiversité par toxicité directe, bioaccumulation, dégradation de l'habitat, contamination des sols et des eaux et perturbations hormonales. Les pesticides posent également des risques pour les agriculteurs via l'inhalation, le contact cutané, et l'ingestion accidentelle. Bien que leur toxicité par inhalation soit reconnue, leur impact en suspension dans l'air à distance des zones d'épandage n'est pas encore établi. Des campagnes de mesure en France, auxquelles participe Airparif, visent à documenter leur présence dans l'air ambiant pour mieux comprendre leurs effets sur la santé.

IMPACTS SUR LES ANIMAUX DE GRANDE TAILLE

Il existe peu d'informations sur les effets de la pollution de l'air sur la santé des animaux de grande taille. Ces animaux partageant de nombreux mécanismes biologiques avec les humains, on peut supposer que la pollution de l'air affecte leur santé de manière similaire, pouvant conduire à une mortalité prématurée et à des pathologies chroniques.

Plusieurs études semblent aller dans le sens d'une nocivité de la

pollution de l'air sur les oiseaux, identifiant des effets délétères sur leur reproduction, des dommages moléculaires sur leur ADN et plus généralement leur survie globale. Les particules fines sont les polluants les plus identifiés comme responsables de ces impacts, notamment les métaux lourds.

Une étude de 2024 menée au Royaume-Uni sur les animaux domestiques estime que la pollution de l'air entraîne une nette

augmentation des visites chez le vétérinaire pour les chats et les chiens. Une réduction des niveaux de particules fines dans l'air diminuerait de 80 000 le nombre de visites chez le vétérinaire chaque année, économisant environ 15 millions de livres sterling en coûts de soins aux animaux de compagnie.

IMPACTS SUR LES INVERTÉBRÉS

De nombreux services écosystémiques essentiels dépendent des invertébrés : la pollinisation, le cycle des nutriments, la lutte contre les parasites, ou encore le maintien de la structure et de la fertilité des sols. Or, la pollution de l'air influe négativement sur ces services rendus et provoque même le déclin des invertébrés.

L'ozone de basse altitude (O_3) est le polluant de l'air qui a les effets les plus néfastes sur les invertébrés, suivi par les oxydes d'azote (NO_x). Ces polluants provoquent notamment des changements physiologiques au niveau des antennes, réduisant la capacité des invertébrés à trouver leur nourriture. Ils

altèrent aussi chimiquement les composés organiques volatils et leur production émis par les végétaux et utilisés par les invertébrés pour identifier les plantes et donc se nourrir.

Des effets doublement négatifs, notamment pour les activités agricoles

Les invertébrés bénéfiques aux végétaux et aux cultures, comme les pollinisateurs et les régulateurs de nuisibles, sont affectés par la pollution de l'air. À l'inverse, celle-ci ne semble pas avoir d'impact mesurable sur les invertébrés herbivores nuisibles à la croissance des plantes, leur permettant de prolifé-

rer. La diminution des services rendus par les pollinisateurs, du fait de la pollution, pourrait entraîner des pertes économiques majeures pour l'agriculture, surtout si les niveaux d'ozone augmentent. Ces services représentent 5 à 8 % de la production alimentaire mondiale, soit 235 à 577 milliards de dollars.

Même des niveaux modérés d'ozone de basse altitude et d'oxydes d'azote impactent négativement les invertébrés bénéfiques. Sans des politiques ambitieuses pour réduire la pollution de l'air, ces menaces persisteront ou s'aggraveront.

DES IMPACTS VARIÉS SELON LES PAYS

Les pays les moins avancés économiquement (en Asie du Sud-Est et en Afrique) sont ceux dans lesquels la biodiversité est la plus menacée par la pollution de l'air, du fait des niveaux de pollution nettement plus élevés que dans les pays plus avancés économiquement (Europe, Amérique du Nord). L'acidification et l'eutrophisation des eaux et des sols, par exemple, affectent principalement ces pays. Les plus fortes concentrations de particules dans le monde coïncident par ailleurs avec les principales zones de culture, comme en Afrique centrale, au Pakistan, en Inde, en Chine et en Asie du Sud-Est, mettant en danger la sécurité alimentaire de ces pays.

L'évolution de l'impact de la pollution de l'air sur les rendements agricoles dans ces pays pourrait encore s'aggraver en fonction de l'évolution des émissions de polluants et du changement climatique, des mesures d'adaptation et de l'effondrement de la biodiversité.

Cas particulier : l'ozone de basse altitude

Les concentrations moyennes de ce polluant ont augmenté partout dans le monde ces dernières années. Les pics d'ozone, dans des pays comme l'Inde et la Chine, ont atteint des niveaux qui, dans de nombreuses zones agricoles, sont bien supérieurs à ceux que l'on observe habituellement dans les zones rurales d'Amérique du

Nord et d'Europe. La surveillance de l'ozone de basse altitude dans les zones rurales, où la biodiversité est plus présente, est beaucoup plus limitée que dans les zones urbaines, et il n'y a que peu ou pas de surveillance de l'ozone dans certaines des principales zones de production alimentaire du monde, notamment l'Amérique du Sud, l'Afrique subsaharienne, le Moyen-Orient et de grandes parties de l'Europe de l'Est et de l'Asie.

Dans les pays les plus avancés économiquement, la baisse globale de la pollution de l'air due aux politiques déjà mises en place aura, au-delà de la diminution des impacts sanitaires, comme cobénéfice une diminution des pertes de rendements. Des incertitudes demeurent sur l'évolution des concentrations d'ozone, qui dépendra autant de l'évolution des polluants précurseurs que de celle du dérèglement climatique, qui favorise sa formation dans l'air.

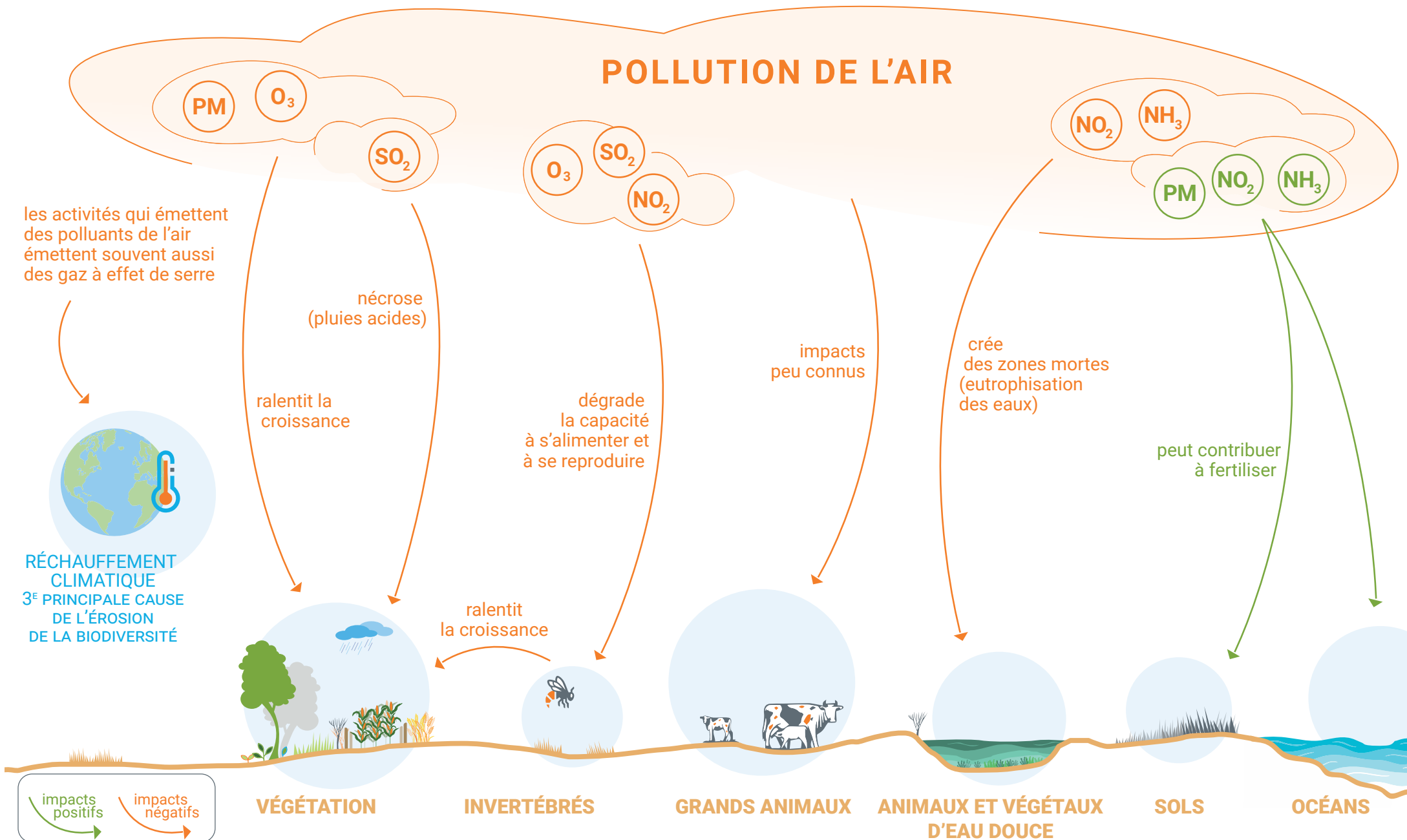
Recommandations de l'Organisation météorologique mondiale

Afin de mieux comprendre et évaluer l'impact des polluants de l'air sur les cultures, les productions et la biodiversité végétale et animale dans les pays les moins avancés économiquement, l'Organisation météorologique mondiale (OMM) recommande de renforcer les réseaux de surveillance en zone rurale par l'implantation de

stations de mesure. Les données recueillies permettraient d'alerter les autorités sur les concentrations élevées d'ozone de basse altitude qui peuvent réduire la quantité et la qualité des rendements et avoir des impacts importants sur la santé humaine. L'OMM préconise aussi l'amélioration des inventaires d'émissions et de la résolution des modélisations.

Concernant les invertébrés, les études manquent pour estimer l'impact des polluants en Afrique, en Asie du Sud-Est et en Amérique du Sud. Des chercheurs plaident pour l'élaboration d'études dans ces régions, notamment sur les particules, afin d'acquérir une compréhension globale plus complète de la manière dont les polluants atmosphériques affectent les populations d'insectes.

LA POLLUTION DE L'AIR DÉSÉQUILIBRE LES ÉCOSYSTÈMES



Les impacts de la biodiversité sur la pollution de l'air

CAS PARTICULIER DES ARBRES EN VILLE

Les arbres urbains ont un impact mitigé sur la pollution de l'air, mais globalement faible, que ce soit en positif ou en négatif.

Aspects positifs : ils capturent les particules et gaz polluants en suspension dans l'air et limitent la hausse des températures en été, réduisant indirectement la formation d'ozone de basse altitude. La végétalisation en ville atténue aussi l'effet d'îlot de chaleur urbain, et évite donc l'accumulation de polluants.

Aspect négatifs : les arbres émettent des composés organiques volatils, qui favorisent la formation d'ozone et de particules. Ces composés modifient la circulation des flux d'air, pouvant parfois empêcher la dispersion des polluants. Certaines espèces d'arbres peuvent aussi émettre de grandes quantités de pollens.

A Paris, une thèse a estimé que les arbres augmentent en moyenne de 4 % les concentrations de dioxyde d'azote et de 1 % les concentrations de particules fines, tout en réduisant de 2 % les concentrations d'ozone de basse altitude dans les rues arborées. Ces impacts varient fortement d'une rue à l'autre, et sont majoritairement dus aux effets aérodynamiques des arbres sur la circulation des flux d'air.

La biodiversité - comprise au sens large comme l'ensemble des animaux et végétaux, ainsi que leur usage - joue un rôle ambivalent en matière de qualité de l'air, contribuant à la fois à son amélioration et aux émissions de certains polluants.

Effets bénéfiques : régulation de la pollution de l'air par la biodiversité

CAPTATION DES POLLUANTS PAR LES ARBRES

Les feuilles et les branches des arbres interceptent les particules en suspension dans l'air, comme la poussière, les cendres et les pollens. Elles sont ensuite éliminées par la pluie et épongées par les sols.

Les arbres absorbent aussi certains polluants gazeux, comme le dioxyde de soufre, le monoxyde de carbone et les oxydes d'azote, à travers les stomates des feuilles.

Certaines espèces de végétation peuvent accumuler des métaux lourds dans leurs tissus, aidant ainsi à dépolluer le sol et l'eau environnants. Ce processus peut cependant être nocif pour la biodiversité animale ou les humains qui consomment ces végétaux.

Les taux d'élimination de la pollution par la végétation varient selon la couverture végétale, la surface foliaire (surface totale occupée par les feuilles d'une ou plusieurs plantes), les niveaux de pollution de l'air, la durée de présence des feuilles et les conditions météo. Le choix des espèces plantées influence aussi la régulation de la qualité de l'air.

Cette captation de polluants de l'air est globalement limitée. En Angleterre, par exemple, une étude a montré que les forêts réduisent les décès liés à la pollution de l'air de 5 à 7 % et les admissions à l'hôpital de 4 à 6 %, évitant des pertes économiques de l'ordre de 17 000 à 900 000 £.

En Europe et en Asie centrale, la valeur médiane de la diminution des concentrations de polluants de l'air par les végétaux est évaluée à 289 \$ par hectare et par an. A titre de comparaison, les bénéfices écosystémiques de la biodiversité sur la qualité de l'air sont moindres que ceux estimés sur la qualité de l'eau douce (1 965 \$ par hectare et par an) et la régulation du climat (464 \$ par hectare et par an).

LIMITATION DE L'ÉROSION DES SOLS PAR LES VÉGÉTAUX

La végétation joue un rôle essentiel dans la limitation de l'érosion des sols, réduisant ainsi les émissions de particules issues de cette érosion. Elle agit comme une couverture protectrice qui stabilise le sol grâce aux racines et à la canopée, en diminuant l'impact des précipitations et en limitant le transport des particules de sol par le vent et l'eau. Cet impact sur la qualité de l'air n'a pas encore été quantifié.

BIODIVERSITÉ > POLLUTION DE L'AIR

Effets délétères : pollution de l'air émise par la biodiversité

Certains animaux et végétaux, ainsi que certains usages énergétiques des végétaux, sont à l'origine d'émissions de polluants dans l'air.

ÉMISSIONS DE MÉTHANE PAR LES ANIMAUX

Les ruminants (vaches, moutons, chèvres), les animaux de basse-cour (poules, dindes), les porcs, certains poissons et crustacés et des insectes, comme les termites, émettent du méthane (CH_4). Ce gaz favorise la production d'ozone de basse altitude (O_3) dans l'atmosphère et est un puissant gaz à effet de serre.

Les mécanismes de fermentation dans les estomacs et le fumier généré par les ruminants sont responsables de 17 % des émissions mondiales de méthane.

ÉMISSIONS DE COV PAR LES VÉGÉTAUX

Les végétaux sont responsables d'environ 90 % des émissions mondiales de composés organiques volatils (COV), polluants de l'air précurseurs de l'ozone de basse altitude et de particules (PM_{10}).

Les émissions futures de COV par la végétation dépendront fortement de l'évolution du changement climatique et de l'utilisation des terres, notamment la part donnée à la reforestation ou aux cultures pour la bioénergie. L'augmentation prévue des cultures destinées aux biocarburants pourrait avoir des incidences importantes sur ces émissions, donc sur les concentrations d'ozone et, par conséquent, sur la santé humaine et la mortalité.

ÉMISSIONS DE POLLENS PAR LES VÉGÉTAUX

Les végétaux émettent aussi des pollens, polluants de l'air spécifiques à l'origine de réactions allergiques chez l'être humain.

Les plantes poussant en air pollué émettent plus de pollens, et les grains de pollens libèrent plus de substances allergisantes en présence de certains polluants. Néanmoins, une biodiversité plus riche semble aussi réduire la vulnérabilité aux allergies. Le changement climatique augmente par ailleurs les niveaux de pollution, modifie les saisons polliniques, les quantités de pollens produits et leur potentiel allergisant.



5 min pour comprendre
- Saisons et pollutions |
airparif.fr

ÉMISSIONS DE POLLUANTS LIÉS AUX USAGES DE LA BIOMASSE

La biomasse, matière organique d'origine végétale et animale, est utilisée via combustion comme source d'énergie, qui conduit à l'émission de polluants de l'air. C'est le cas de la combustion du bois pour le chauffage et la cuisson d'aliments, qui est l'une des sources majeures de pollution de l'air aux particules en air extérieur et intérieur. Les feux de forêt, exacerbés par le changement climatique, émettent aussi de grandes quantités de polluants de l'air, surtout des particules. Ces feux peuvent être liés à des phénomènes naturels ou à des activités humaines, en particulier agricoles. Les biocarburants d'origine végétale sont eux aussi émetteurs de polluants de l'air, notamment d'oxydes d'azote.

POLLUTION DE L'AIR GÉNÉRÉE PAR LES ACTIVITÉS AGRICOLES

Le secteur agricole contribue de manière significative à la pollution de l'air, notamment par l'élevage bovin, responsable de 21 % des émissions mondiales de méthane, précurseur de l'ozone de basse altitude. L'épandage d'engrais azotés est, lui, à l'origine de trois quarts des émissions mondiales d'ammoniac, polluant précurseur de particules. Enfin, le labour des sols génère 10 à 20 % des émissions anthropiques de particules.

Ces émissions sont principalement dues à l'alimentation humaine carnée et à l'élevage. Une transition théorique vers une alimentation 100 % végétale réduirait les émissions d'ammoniac et de méthane d'origine agricole de 84 à 86 % d'ici 2030 ; évitant ainsi 236 000 décès prématurés par an dans le monde. En France, une telle transition diminuerait de 19 % les concentrations de particules fines et de 6 % celles d'ozone.



BIODIVERSITÉ > POLLUTION DE L'AIR

Utilisation de végétaux pour améliorer la surveillance de la pollution de l'air

Des projets de recherche explorent l'utilisation de la biodiversité pour surveiller la pollution de l'air. Le projet français Ecorc'air analyse les écorces d'arbres pour estimer la concentration de particules métalliques dans l'air. Le projet est encore expérimental et ne permet pas d'atteindre des résultats fiables de mesure de ce polluant dans l'air. De même, le projet Lichen Go utilise les lichens comme indicateurs de pollution, avec les mêmes limitations.

Un projet anglais innovant propose d'utiliser les filtres des stations de mesure de la pollution de l'air pour surveiller la biodiversité via l'ADN environnemental. En analysant l'ADN sur ces filtres, les chercheurs identifient des traces génétiques de diverses espèces (plantes, insectes), permettant de surveiller l'état des écosystèmes et la santé de la biodiversité sans perturber les habitats naturels. Cette approche illustre une potentielle convergence entre les dispositifs de surveillance de la qualité de l'air et le suivi de la biodiversité.

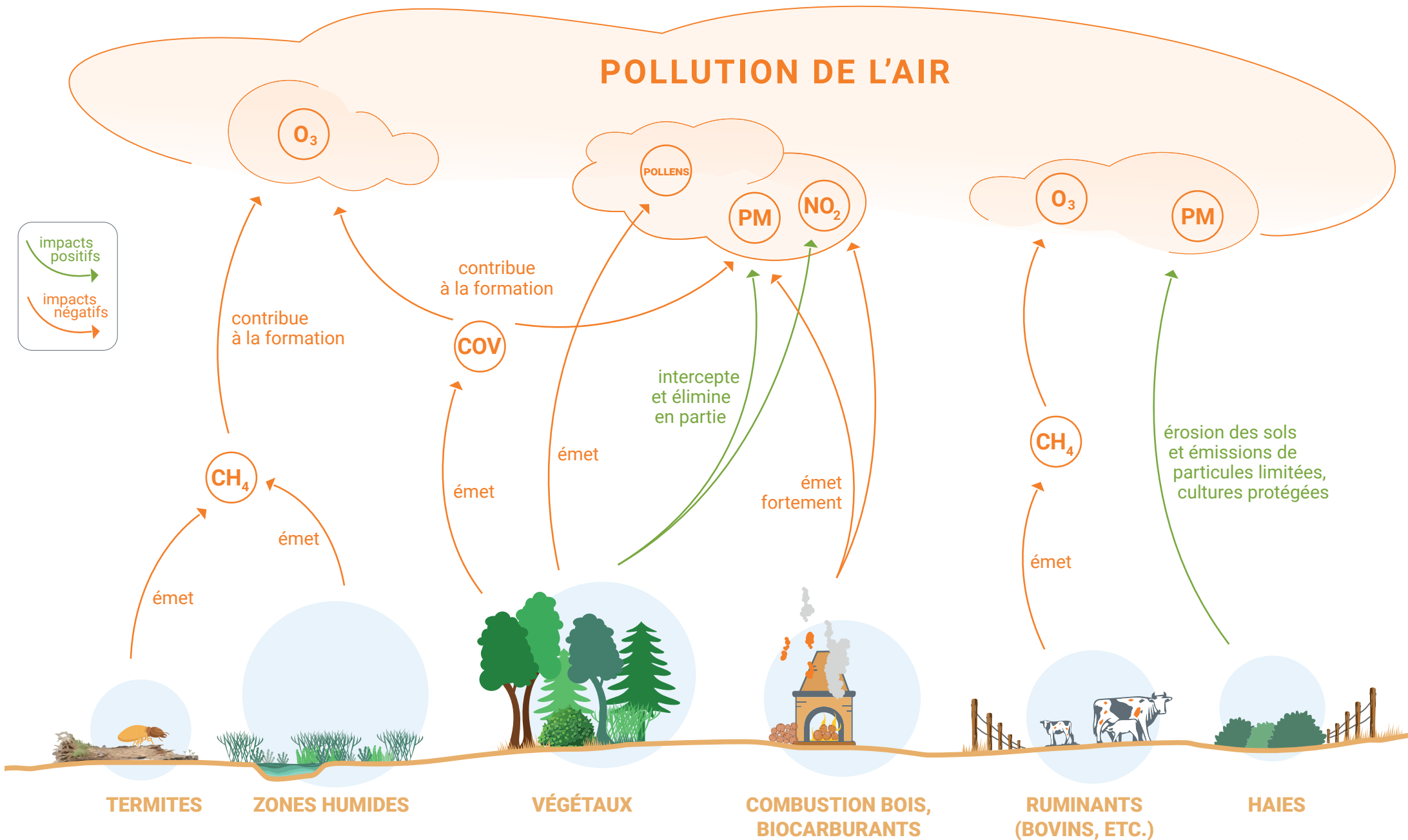
L'EFFICACITÉ DES PLANTES DÉPOLLUANTES D'INTÉRIEUR

**ZOOM
SUR**

Des végétaux sont commercialisés pour leur capacité à dépolluer l'air intérieur en absorbant certains polluants. Bien que des études en laboratoire aient montré des résultats prometteurs, leur efficacité en conditions réelles reste à démontrer. De plus, les végétaux d'intérieur peuvent émettre des composés organiques volatils toxiques et provoquer des troubles allergiques, notamment en raison du développement de moisissures dans leur substrat.

L'utilisation de plantes pour la dépollution de l'air intérieur n'est donc pas scientifiquement validée, compte tenu des niveaux de pollution généralement rencontrés dans les habitations et des connaissances scientifiques actuelles dans ce domaine.

IMPACTS DE LA BIODIVERSITÉ SUR LA POLLUTION DE L'AIR



Les points clés à retenir



La pollution de l'air affecte fortement la végétation et les invertébrés, à des niveaux encore mal connus.



Les polluants identifiés à ce jour comme nocifs pour la biodiversité sont



, dans des proportions variables en fonction de la zone du globe et de la biodiversité concernée (végétale, animale).

La pollution de l'air cause d'importantes pertes de rendements agricoles.

Elles sont d'autant plus grandes dans les pays les moins avancés économiquement, par ailleurs déjà très vulnérables aux effets du changement climatique et de l'effondrement de la biodiversité sur leurs productions agricoles.



Dans les pays les plus avancés économiquement, la possibilité d'augmenter les rendements agricoles futurs en améliorant encore la qualité de l'air pourrait constituer une motivation supplémentaire pour continuer à agir en ce sens.

LE SUJET DES INTERACTIONS ENTRE BIODIVERSITÉ ET QUALITÉ DE L'AIR DEMANDE DES RECHERCHES ADDITIONNELLES POUR ÊTRE PLUS COMPLET ET MIEUX COMPRIS À L'ÉCHELLE PLANÉTAIRE COMME À L'ÉCHELLE DES TERRITOIRES

LES ACTIONS COBÉNÉFIQUES POUR AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR ET PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

POUR PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ ET AMÉLIORER LA QUALITÉ DE L'AIR, DES TRANSFORMATIONS EFFICACES SONT NÉCESSAIRES. VOICI LES PRINCIPAUX LEVIERS D'ACTION, AINSI QUE DES STRATÉGIES SPÉCIFIQUES POUR LIMITER LA POLLUTION DE L'AIR TOUT EN PRÉSERVANT LA BIODIVERSITÉ.

LES 5 PRINCIPAUX LEVIERS POUR PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ

1. Réduire l'artificialisation, la déforestation et l'agriculture intensive pour limiter la destruction et la fragmentation des habitats naturels
2. Réduire la chasse excessive, la pêche intensive et la surexploitation des ressources naturelles
3. Réduire les émissions de gaz à effet de serre pour limiter le changement climatique
4. Réduire les émissions de polluants dans les eaux, les sols et l'air, notamment les polluants chimiques, plastiques et les pesticides
5. Réduire le transport d'espèces invasives qui perturbent les écosystèmes locaux

TRANSFORMATIONS UTILES POUR LIMITER LA POLLUTION DE L'AIR QUI ONT ÉGALEMENT UN IMPACT SUR LA BIODIVERSITÉ

ATTÉNUATION DE LA POLLUTION DE L'AIR

Réduire l'usage d'énergies fossiles - charbon, pétrole, gaz fossile par des stratégies de substitution, d'efficacité ou de sobriété

Réduire l'usage de bois comme énergie par des stratégies de substitution, d'efficacité ou de sobriété

Planter des haies le long de champs agricoles ou sur des sols érodés

Limiter l'usage des engrais azotés

Limiter l'élevage animal et la consommation de viande en la remplaçant par des protéines végétales

Limiter l'usage de biocarburants, notamment via des cultures dédiées

Planter de façon précautionneuse des forêts urbaines

PRÉSERVATION DE LA BIODIVERSITÉ

EN ADOPTANT CES STRATÉGIES, IL EST POSSIBLE DE PROTÉGER LA BIODIVERSITÉ TOUT EN AMÉLIORANT LA QUALITÉ DE L'AIR, CONTRIBUANT AINSI À UN ENVIRONNEMENT PLUS SAIN ET DURABLE POUR TOUS.

POUR ALLER PLUS LOIN

AIRPARIF



Airparif dossiers #02 :
Les particules
avril 2021
et
Airparif dossiers #06 :
L'ozone
juillet 2022

Explications sur deux
des principaux polluants
de l'air



Airparif Dossier #05 :
Les enjeux de santé liés
à la pollution de l'air
mars 2022

Décryptage des nombreux
effets de la pollution de
l'air sur l'organisme



Airparif dossier #01 :
Pollution de l'air et change-
ment climatique : une cause
commune
janvier 2023

Liens entre pollution
de l'air et changement
climatique

• Note de synthèse « Pollution de l'air et biodiversité : état des connaissances » : inclut la bibliographie complète de ce dossier



AUTRES ORGANISMES

- **ADEME, Agriculture et Territoires, INERIS.** Coûts économiques pour l'agriculture des impacts de la pollution de l'air par l'ozone. 2020.
- **GIEC.** Rapport d'évaluation 6, Groupe de travail I : Les bases scientifiques du changement climatique. 2021.
- **Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques.** The IPBES Regional Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services for Europe and Central Asia. 2018.

- **Ryalls, J. M. W., et al.** « Air pollution disproportionately impairs beneficial invertebrates: a meta-analysis ». Nature, 2024.
- **World Meteorological Organization.** The Impacts of Particulate Matter on Crop Yield: Mechanisms, Quantification and Options for Mitigation. 2023.
- **World Meteorological Organization.** The Impacts of Tropospheric Ozone Pollution on Crop Yield: Mechanisms, Quantification and Options for Mitigation. 2023.

“ **AGIR POUR UN AIR SAIN
DANS UN MONDE PLUS DURABLE** ”

