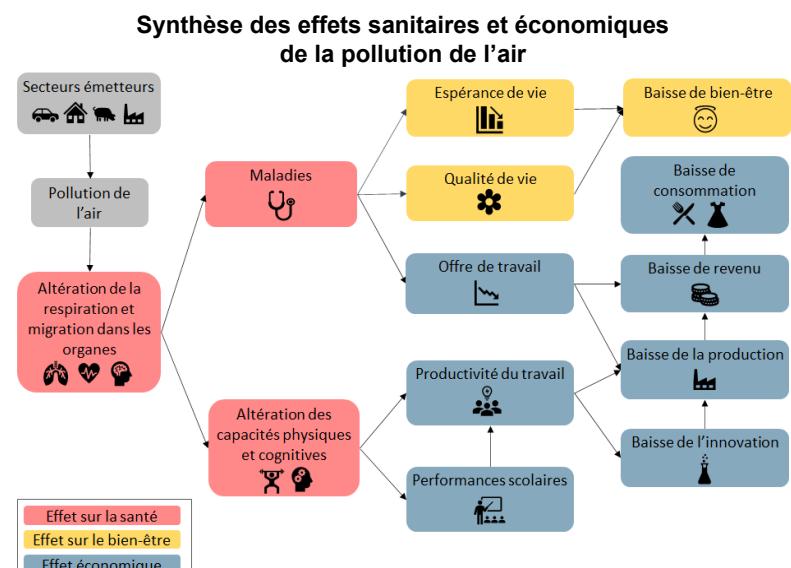


## Pollution de l'air : au-delà des effets sanitaires, des répercussions économiques importantes

Laure BARATGIN, Agathe EUPHERTE, Nicolas TACONET

- La pollution de l'air constitue un enjeu majeur de santé publique. Les particules fines seraient à l'origine, chaque année en France, de plus de 40 000 décès et contribuent avec d'autres polluants à l'apparition ou à l'aggravation de nombreuses maladies, affectant notamment les poumons, le cœur et le cerveau. Chez les enfants, elles seraient responsables de 20 % des nouveaux cas d'asthme.
- Ces impacts sanitaires ont un coût socio-économique important, lié non seulement aux dépenses directes de santé (hospitalisations, achats de médicaments), mais aussi aux pertes de qualité de vie et aux pertes de production causées par l'absentéisme dû aux maladies.
- Outre ces effets sur la mortalité et la morbidité, des articles de recherche récents mettent en évidence que la pollution de l'air altère les capacités cognitives et physiques des individus, réduisant leur productivité. Ces effets s'observent dans différents secteurs professionnels, qu'il s'agisse de métiers physiquement exigeants, comme l'agriculture ou l'industrie, ou à dominante cognitive, par exemple dans la finance, les centres d'appel ou l'arbitrage sportif.
- Au-delà de ces effets directs à court terme, la pollution de l'air pourrait également réduire la productivité future, en affectant les performances scolaires et en freinant l'innovation.



Source : DG Trésor.

Note de lecture : La pollution de l'air, émise par les différents secteurs d'activités, génère divers effets sur la santé, avec des répercussions économiques et une dégradation du bien-être.

# 1. Malgré les progrès significatifs réalisés, la pollution de l'air en France demeure élevée dans certaines zones, avec des répercussions sur la santé publique

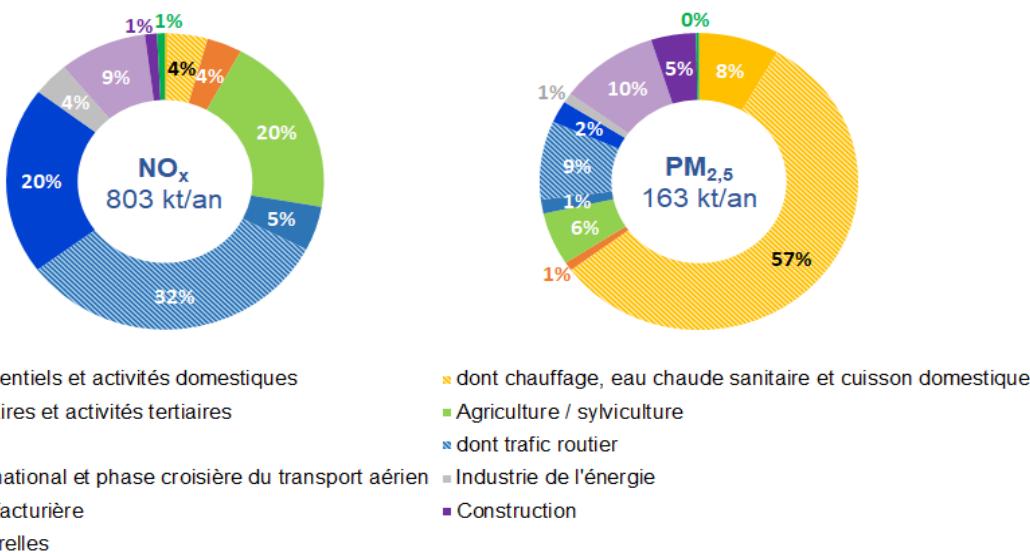
## 1.1 Les causes de la pollution de l'air sont multiples

La pollution atmosphérique est liée à la présence dans l'air de gaz et de particules ayant un effet négatif sur la santé humaine et l'environnement. Ces substances proviennent principalement de l'activité humaine, en particulier du secteur des transports, de l'agriculture, du chauffage domestique (notamment bois et fioul) et de l'industrie. Elles peuvent aussi être liées à des phénomènes naturels, comme les éruptions volcaniques ou les émissions de composés organiques volatils (COV) par les plantes, ou se former par réaction chimique entre des substances déjà présentes dans l'air (polluants secondaires).

Les oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) et les particules fines ( $\text{PM}_{2,5}$ ) figurent parmi les polluants les plus suivis pour évaluer la qualité de l'air. Les  $\text{NO}_x$  regroupent le dioxyde d'azote  $\text{NO}_2$ , un gaz irritant, et le monoxyde d'azote NO, peu toxique directement mais précurseur de  $\text{NO}_2$ . Ils sont majoritairement émis lors de l'utilisation de

combustibles fossiles dans les transports (cf. Graphique 1). Les particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  désignent les particules solides dont le diamètre est inférieur à 2,5  $\mu\text{m}$ . Elles peuvent être émises directement (cf. Graphique 1), notamment par la combustion de bois pour le chauffage résidentiel, l'eau chaude sanitaire et la cuisson domestique, qui représente 57 % des émissions directes en 2024. Elles peuvent également se former dans l'atmosphère à partir d'autres polluants. L'agriculture, via l'ammoniac ( $\text{NH}_3$ ) formé à partir de l'azote contenu dans les déjections animales ou les engrains minéraux, contribuerait ainsi en moyenne à 22 % de la concentration en particules fines sur le territoire français, bien qu'elle ne soit à l'origine que de 6 % des émissions directes<sup>1</sup>. Similairement, les émissions transfrontalières européennes y contribueraient à hauteur de 18 % et la pollution intercontinentale et naturelle<sup>2</sup> à hauteur de 21 %.

Graphique 1 : Répartition des émissions par secteur en France métropolitaine en 2024 pour deux principaux types de polluants atmosphériques ( $\text{NO}_x$  et  $\text{PM}_{2,5}$ )



Source : CITEPA, SECTEN, 2025.

Note de lecture : En 2024, 37 % des émissions françaises d'oxydes d'azote ( $\text{NO}_x$ ) provenaient du transport domestique (hors phase de croisière du transport aérien) dont 32 % du transport routier, et 20 % provenaient du transport international ou aérien. 66 % des particules  $\text{PM}_{2,5}$  étaient issues de l'usage des bâtiments ou d'activités résidentielles et tertiaires.

(1) Calculs de l'INERIS, présentés dans l'étude « [Le bois énergie et les particules](#) » publiée par le LCSQA (Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air) le 2 octobre 2024.

(2) Pollution anthropique hors Europe et toutes sources naturelles comme les poussières désertiques, les sels de mer, les émissions de végétation, etc.

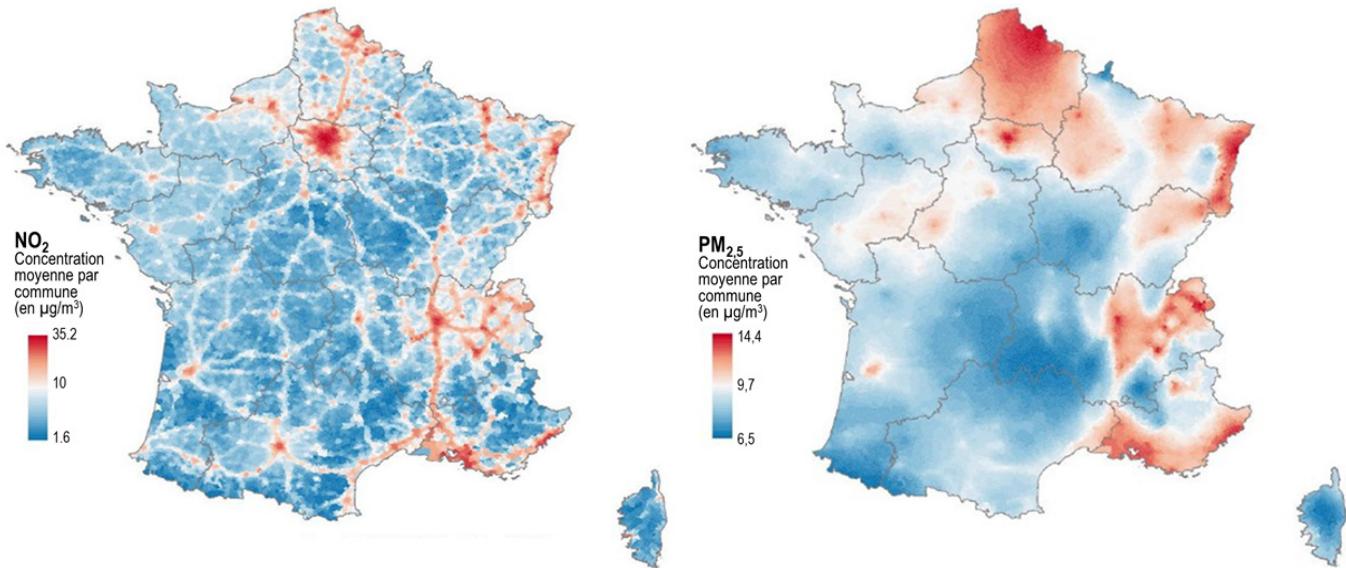
La concentration des polluants constitue un indicateur clé de la qualité de l'air (cf. Encadré 1). Le dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ ), issu majoritairement du transport routier, présente des niveaux particulièrement élevés à proximité des axes routiers très fréquentés et dans les grandes agglomérations (cf. Graphique 2). Les particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  affichent, quant à elles, des

concentrations plus importantes dans le nord et l'est de la France. Cette répartition géographique peut s'expliquer par différents facteurs : densité de population, recours accru au chauffage au bois, proximité avec d'autres pays européens et une topographie encaissée favorisant les phénomènes d'inversion thermique<sup>3</sup>.

#### Encadré 1 : Émissions et concentration : deux indicateurs distincts de la qualité de l'air

Émissions et concentrations sont deux indicateurs liés à la qualité de l'air. Les émissions désignent la quantité de polluants rejetés dans l'atmosphère et sont mesurées en tonnes par an (t/an). La concentration, mesurée en microgrammes par mètre cube d'air ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ), correspond à la quantité de polluants présents dans l'air ambiant à un endroit et un moment donnés. Ainsi, la concentration dépend des émissions mais aussi d'autres paramètres comme les conditions météorologiques (vent, température, ensoleillement), la géographie (vallée, zone urbaine dense) et les réactions chimiques secondaires dans l'air. Elle est un indicateur clé de la qualité de l'air et des risques sanitaires associés.

Graphique 2 : Concentrations moyennes annuelles de  $\text{NO}_2$  et  $\text{PM}_{2,5}$  par commune française sur la période 2016-2019



Source : Données INERIS, CHIMERE, 2023 – Cartographie : Santé publique France 2024.

Note de lecture : La concentration de  $\text{NO}_2$  est particulièrement élevée en milieu urbain et à proximité du trafic routier. La concentration de  $\text{PM}_{2,5}$  est plus élevée en milieu urbain et dans l'est et le nord de la France.

#### 1.2 La France et l'Europe ont fixé des objectifs ambitieux de qualité de l'air et mis en place des politiques pour les atteindre

Au niveau européen, la directive sur la qualité de l'air<sup>4</sup>, dont la révision est entrée en vigueur en décembre 2024, fixe des normes de concentration pour les

principaux polluants atmosphériques (voir Tableau 1 pour les objectifs relatifs au  $\text{NO}_2$  et aux  $\text{PM}_{2,5}$ ). Ces normes deviendront plus strictes à l'horizon 2030, mais resteront plus souples que les recommandations de l'Organisation mondiale de la santé (OMS) dans ses lignes directrices<sup>5</sup>. Une autre directive européenne, la directive NEC<sup>6</sup> (*National Emission Ceilings*), fixe pour

(3) En hiver, l'air froid reste bloqué dans la vallée, emprisonnant les polluants près du sol.

(4) Directive (UE) 2024/2881 du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2024 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe (refonte).

(5) Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air.

(6) Directive (EU) 2016/2284 du Parlement européen et du Conseil du 14 décembre 2016 concernant la réduction des émissions nationales de certains polluants atmosphériques.

chaque État membre des plafonds d'émissions annuelles pour les différents polluants et impose à chaque pays d'élaborer un plan national de réduction de la pollution de l'air qui détaille les mesures par secteur.

En France, la lutte contre la pollution atmosphérique s'inscrit dans ce cadre européen. Le plan national de réduction des émissions de polluants atmosphériques (PREPA), révisé tous les 4 ans, constitue l'outil de pilotage principal. La dernière édition<sup>7</sup> (2022-2025) comprenait des mesures couvrant l'ensemble des secteurs émetteurs : transports (zones à faibles émissions<sup>8</sup>, aides à l'achat de véhicules électriques, modernisation du réseau ferroviaire), agriculture (règlementation de l'épandage pour réduire les émissions d'ammoniac), chauffage résidentiel (aides au remplacement des appareils à bois et fioul) et industrie (renforcement des exigences réglementaires pour réduire les émissions du secteur et augmentation des

contrôles de certaines installations classées<sup>9</sup>). Ces politiques nationales sont complétées au niveau local par différents plans. Dans les territoires où les seuils de qualité de l'air ne sont pas respectés ou qui englobent une agglomération de plus de 250 000 habitants, un plan de protection de l'atmosphère (PPA) est mis en place sous l'autorité du préfet. Ce document fixe des objectifs de réduction des émissions par polluant et par secteur, et définit les principales mesures à prendre pour y parvenir. Au niveau communal ou intercommunal, les plans climat-air-énergie territoriaux, obligatoires pour les EPCI à fiscalité propre de plus de 20 000 habitants, intègrent un volet qualité de l'air, appelé plan d'actions pour la qualité de l'air. Ce plan, qui doit être cohérent avec le PPA lorsqu'il existe, dresse un état des lieux de la qualité de l'air sur le territoire et propose des actions pour l'améliorer, notamment au travers de la baisse des émissions, mais aussi de la diminution de l'exposition des populations à la pollution atmosphérique.

Tableau 1 : Objectifs fixés pour la France pour le dioxyde d'azote NO<sub>2</sub> et les particules fines PM<sub>2,5</sub>

	Objectifs de réductions d'émissions (par rapport à 2005)			Objectifs de concentration (µg/m <sup>3</sup> )				
	Directive NEC		Code de l'environnement	Directive qualité de l'air		Lignes directrices OMS	Moyenne annuelle	
	Directive NEC	Code de l'environnement	Décret	Décret	Directive qualité de l'air		Directive qualité de l'air	Lignes directrices OMS
	2020	2030	2025	Décembre 2026	2030	230	230	15
NO <sub>x</sub> / NO <sub>2</sub> <sup>b</sup>	-50 %	-69 %	-60 %	40	20	10	50	25
PM <sub>2,5</sub>	-27 %	-57 %	-42 %	25	10	5	25	15

- a. Les lignes directrices de l'OMS et la directive européenne introduisent aussi des limites sur le nombre maximal de dépassements de ces valeurs journalières : 3 jours de dépassement par an pour l'OMS et 18 jours pour la directive européenne.
- b. Les objectifs de qualité de l'air sont exprimés en NO<sub>2</sub>, car c'est le gaz directement dangereux pour la santé humaine. En revanche, les objectifs d'émissions sont donnés en NO<sub>x</sub>, qui regroupent à la fois le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>), car le NO émis se transforme ensuite partiellement en NO<sub>2</sub> dans l'atmosphère.

Source : DG Trésor d'après les textes réglementaires : Directive NEC (EU) 2016/2284, Directive qualité de l'air (UE) 2024/2881, Code de l'environnement (Article D222-38), Lignes directrices OMS relatives à la qualité de l'air.

Note de lecture : L'Union européenne fixe des objectifs de réduction d'émissions de polluants et de qualité de l'air (concentration des polluants dans l'air). Les émissions de NO<sub>x</sub> doivent par exemple être réduites de 69 % en 2030 par rapport à 2005.

(7) Journal officiel de la République française – N° 291 du 16 décembre 2022.

(8) Les zones à faibles émissions (ZFE) ont été instaurées par la loi d'orientation des mobilités (2019) et renforcées par la loi « Climat et Résilience » (2021), imposant aux agglomérations de plus de 150 000 habitants de limiter la circulation des véhicules polluants. En 2025, 25 métropoles ont mis en place une ZFE.

(9) Installations classées pour la protection de l'environnement (ICPE).

Les leviers mobilisés pour lutter contre la pollution atmosphérique sont souvent par ailleurs des solutions bas-carbone mises en œuvre dans le cadre de la transition vers la neutralité carbone. Les politiques françaises d'atténuation du changement climatique présentent ainsi pour la plupart d'importants co-bénéfices en matière de pollution atmosphérique. Selon les scénarios « Fit-for-55 » de la Commission européenne<sup>10</sup>, la décarbonation des secteurs de l'énergie, du chauffage domestique et des transports, combinée aux évolutions techniques tendancielles, permettrait de réduire d'environ 40 % les émissions de particules fines entre 2015 et 2030 en France.

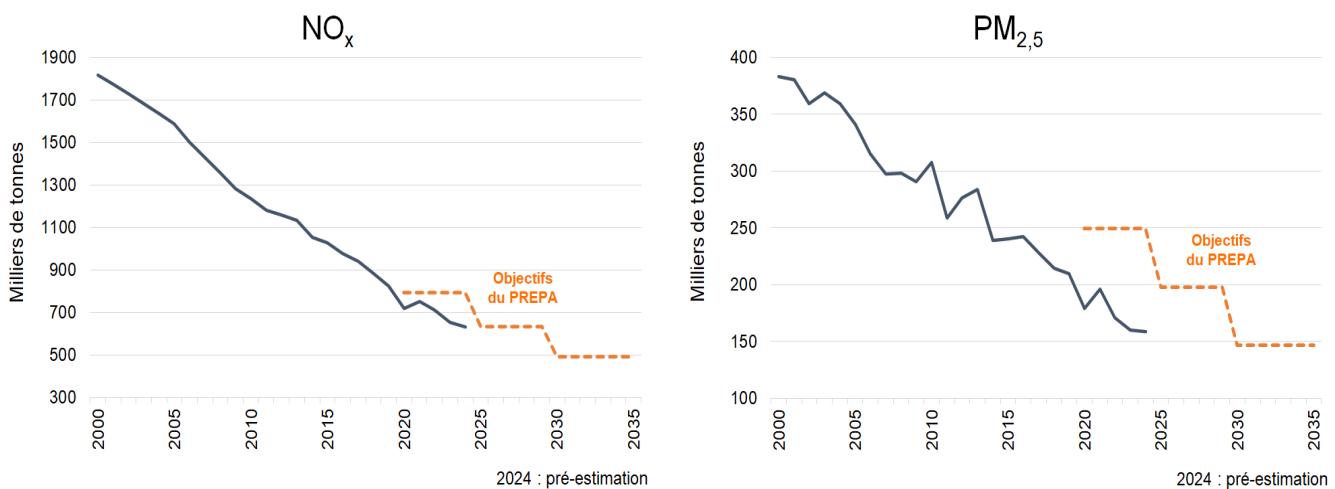
### 1.3 La qualité de l'air s'améliore nettement, mais continue de dépasser les seuils fixés par l'OMS dans certaines zones, en particulier dans des grandes villes, à certains moments de l'année

La qualité de l'air en France s'est améliorée substantiellement au cours des deux dernières décennies. Entre 2005 et 2024, les émissions de  $\text{NO}_x$  ont diminué de 60 % et celles de particules fines  $\text{PM}_{2,5}$

de 54 % (cf. Graphique 3), respectant ainsi les objectifs de la directive NEC et du PREPA. Les concentrations de ces polluants dans l'air ont également diminué en moyenne sur le territoire national. Le nombre d'agglomérations dépassant les normes règlementaires s'est ainsi considérablement réduit. En 2024, seules 1,2 % des agglomérations ont dépassé les normes règlementaires de qualité de l'air en  $\text{NO}_2$  alors qu'elles étaient 19 % en 2005<sup>11</sup>. S'agissant des particules fines, aucune agglomération n'a enregistré de dépassement de la norme règlementaire de qualité de l'air à long terme depuis 2015<sup>12</sup>.

Les progrès réalisés restent néanmoins insuffisants pour atteindre les seuils sanitaires recommandés par l'OMS, bien plus stricts que les valeurs limites européennes. En 2024, la concentration journalière en  $\text{PM}_{2,5}$  a ainsi dépassé les recommandations de l'OMS pendant plus de 30 jours dans près de la moitié des stations de mesure françaises<sup>13</sup>. Ces dépassements concernent principalement les grandes agglomérations et surviennent à certaines périodes de l'année, notamment en hiver lors des épisodes de chauffage résidentiel et en été avec les pics d'ozone<sup>14</sup>.

Graphique 3 : Évolution des émissions annuelles sur la période 2000-2024 et objectifs définis pour la France



Source : CITEPA 2025.

Note de lecture : Entre 2000 et 2024, les émissions annuelles de  $\text{NO}_x$  ont diminué de 65 % et celles de particules fines  $\text{PM}_{2,5}$  de 59 %. Pour ces deux polluants, les émissions à partir de 2020 respectent les seuils d'émission définis dans la directive NEC et repris dans le PREPA.

(10) Policy scenarios for delivering the European Green Deal ; modélisation avec le modèle GAINS.

(11) SDES (2025), « Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2024 ». Les normes réglementaires de qualité de l'air prises en compte ici sont les valeurs limites définies par la directive européenne sur la qualité de l'air.

(12) *Ibid.*

(13) Calcul DG Trésor à partir des données 2024 de [Geod'air](#) sur 260 stations de mesure de la pollution de l'air en France.

(14) Lors des pics d'ozone, les fortes concentrations d'ozone – un oxydant très réactif – accélèrent la transformation de certains gaz présents dans l'air en particules fines secondaires. Ces réactions photochimiques, favorisées par l'ensoleillement et la chaleur, expliquent que des niveaux élevés d'ozone s'accompagnent souvent d'une hausse des particules fines.

## 1.4 La pollution de l'air a des effets sanitaires bien établis

L'exposition à la pollution de l'air a des effets délétères bien documentés sur l'appareil respiratoire et, au-delà, sur l'ensemble de l'organisme. Le NO<sub>2</sub> est irritant pour les voies respiratoires et favorise l'asthme et les infections pulmonaires<sup>15</sup>. Les particules fines peuvent traverser la barrière alvéolaire des poumons et passer dans la circulation sanguine, atteignant ainsi différents organes<sup>16</sup> (cœur, cerveau<sup>17</sup>, foie, pancréas, système reproducteur, etc.).

La pollution de l'air provoque à la fois des effets sanitaires de court terme (effets aigus) dus à une exposition de courte durée à un épisode de pollution de forte intensité, et des effets sanitaires liés à une exposition à long terme (effets chroniques) qui surviennent en général avec un temps de latence qui peut atteindre plusieurs mois voire des décennies.

Les études épidémiologiques mettent en évidence des effets majeurs de l'exposition prolongée (plusieurs années) à la pollution sur la santé. Selon Santé publique France, 40 000 décès par an seraient attribuables en France à l'exposition prolongée aux particules fines et 7 000 décès à une exposition au NO<sub>2</sub><sup>18</sup>. L'Agence européenne de l'environnement évalue<sup>19</sup> quant à elle à respectivement 21 000 et 5 000 le nombre de décès prématurés en 2022 en France dus à l'exposition prolongée aux particules fines et au NO<sub>2</sub> à des niveaux supérieurs aux recommandations de l'OMS.

L'exposition prolongée à la pollution est également à l'origine de maladies chroniques respiratoires, cardiovasculaires et métaboliques (comme le diabète). Chez les enfants, 20 % des nouveaux cas d'asthme pourraient ainsi être liés à l'exposition aux particules fines tandis que l'exposition au NO<sub>2</sub> en zone urbaine serait responsable de 15 % des nouveaux cas<sup>20</sup>.

## 2. Les effets de la pollution de l'air sur les individus ont des répercussions économiques multiples qu'une littérature récente invite à réévaluer

### 2.1 L'impact sanitaire de la pollution de l'air fait l'objet d'évaluations socio-économiques

Au-delà des conséquences humaines, les effets sanitaires de la pollution atmosphérique représentent un important coût économique. En s'appuyant sur les méthodes de monétisation des impacts sanitaires

(cf. Encadré 2), Santé publique France<sup>21</sup> évalue que l'effet de la pollution de l'air sur la morbidité représentait entre 2016 et 2019 un coût économique annuel de l'ordre de 12,9 Md€<sub>2018</sub> pour les émissions anthropiques de PM<sub>2,5</sub> et 3,8 Md€<sub>2018</sub> pour les émissions anthropiques de NO<sub>2</sub> (cf. Graphique 4).

(15) Ministère de la santé (2025), « Qualité de l'air : Sources de pollution et effets sur la santé ».

(16) OMS (2018), « Conférence mondiale sur la pollution de l'air et la santé ».

(17) Meo S.A., Shaikh N., Alotaibi M. et al. (2024), "Effect of air pollutants particulate matter (PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>10</sub>), sulfur dioxide (SO<sub>2</sub>) and ozone (O<sub>3</sub>) on cognitive health", *Scientific Reports* 14, 19616.

(18) Medina S. et al. (2021), « Impact de la pollution de l'air ambiant sur la mortalité en France métropolitaine. Réduction en lien avec le confinement du printemps 2020 et nouvelles données sur le poids total pour la période 2016-2019 » Saint Maurice : Santé publique France, 12 p.

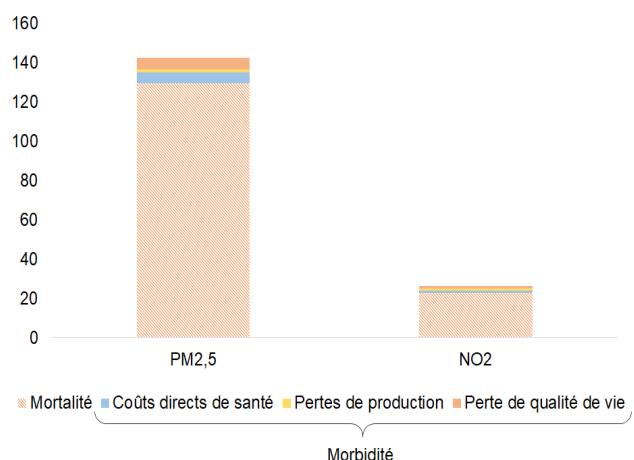
(19) European Environment Agency (EEA) (2024), "Country population data and estimated attributable deaths from air pollution, 2022".

(20) Medina S. et al. (2025a), « Estimation de la morbidité attribuable à l'exposition à long terme à la pollution de l'air ambiant et de ses impacts économiques en France hexagonale, 2016-2019. Volume 1 : Évaluation quantitative d'impact sur la santé (EQIS-PA) », Santé publique France, 158 p.

(21) Medina S. et al. (2025b), « Estimation de la morbidité attribuable à l'exposition à long terme à la pollution de l'air ambiant et de ses impacts économiques en France hexagonale, 2016-2019. Volume 2 : Évaluation des impacts économiques ». Santé publique France. 94 p. Estimation réalisée sur un périmètre déterminé de maladies. Dans le cadre du projet EMAPEC (*Estimating the morbidity from air pollution and its economic costs*) supervisé par l'OMS auquel Santé publique France est associé, d'autres maladies sont aussi considérées. Les résultats n'ont pas été publiés au moment de la publication du *Trésor-éco*.

Une étude précédente<sup>22</sup>, publiée en 2020, estimait à 145 Md€<sub>2008</sub> la valeur monétaire des décès prématurés évités dans un scénario sans pollution anthropique de particules fines en 2008. En appliquant la méthodologie de cette étude sur les données de Santé publique France, l'effet de la pollution de l'air sur la mortalité représenterait entre 2016 et 2019 un coût économique annuel de 130 Md€<sub>2018</sub> pour les particules fines et 23 Md€<sub>2018</sub> pour le NO<sub>2</sub> (cf. Graphique 4). Dans un scénario où la concentration de PM<sub>2,5</sub> ne dépasserait les recommandations OMS dans aucune ville française, l'étude estimait le gain en termes de décès prématurés évités à 53 Md€<sub>2008</sub>.

**Graphique 4 : Estimation des dommages sanitaires annuels de la pollution atmosphérique anthropique en PM<sub>2,5</sub> et NO<sub>2</sub> en France entre 2016 et 2019 selon les données Santé publique France<sup>23</sup> – en Md€<sub>2018</sub>**



Source : Santé Publique France. *Calcul DG Trésor pour les dommages liés à la mortalité selon la méthode de Chanel et al. (2020)*<sup>24</sup>.

Note de lecture : Les effets sanitaires de la pollution anthropique en PM<sub>2,5</sub> auraient un coût économique de 143 Md€ dont 130 Md€ dus aux décès prématurés. Sur les 12,9 Md€ liés à l'effet de la pollution anthropique de PM<sub>2,5</sub> sur la morbidité, 5,3 Md€ sont des coûts directs de santé, 1,9 Md€ proviennent des pertes de production et 5,7 Md€ sont des coûts intangibles liés aux pertes de qualité de vie.

## Encadré 2 : La monétisation des effets sanitaires dans les études socio-économiques

Les impacts sanitaires peuvent être évalués en termes monétaires afin de quantifier leur coût pour la société.

### A. L'évaluation monétaire de la mortalité

L'évaluation monétaire de la mortalité repose sur la valorisation des décès prématurés ou bien des années de vie perdues. Leur valorisation s'appuie respectivement sur la valeur de la vie statistique (VVS), qui mesure la disposition à payer de la population pour réduire les risques de décès prématurés, et la valeur d'une année de vie (VAV). En France, une VVS officielle est fixée et régulièrement mise à jour. Le rapport Quinet<sup>a</sup> fixe une VVS de référence unique quel que soit le domaine d'application, le motif du décès et l'âge de la personne, à 3 M€<sub>2010</sub>, et préconise une valeur officielle de la VAV de 115 000 €<sub>2010</sub>.

### B. L'évaluation monétaire de la morbidité

Les impacts sanitaires sur la morbidité sont monétisés selon trois composantes :

1. **Les coûts directs de santé.** Ces coûts regroupent les dépenses médicales liées aux maladies : hospitalisations, consultations, médicaments, etc. Ces coûts sont mesurés à partir de bases de données hospitalières et de statistiques d'assurance maladie, qui permettent d'identifier les surcoûts liés à un facteur particulier comme l'exposition à la pollution.
2. **Le coût des pertes de production.** Ces coûts correspondent aux ressources perdues par le patient ou ses proches du fait de la maladie : journées de travail perdues, réduction de la capacité de travail liée à une santé dégradée, etc. Le calcul s'effectue à partir de la valeur moyenne de la production par habitant (PIB/habitant ou salaire moyen).

a. Commissariat général à la stratégie et à la prospective (2013), *L'évaluation socioéconomique des investissements publics* (Tome 1).

(22) Chanel O., Medina S. & Pascal M. (2020), « *Évaluation économique de la mortalité liée à la pollution atmosphérique en France* ».

(23) Medina S. et al. (2021), *op. cit.*, pour les données de mortalité et Medina S. et al. (2025a et 2025b), *op. cit.*, pour les données de morbidité.

(24) Chanel O. et al. (2020), *op. cit.*

3. **Le coût de la perte de qualité de vie.** L'effet de la morbidité induite sur la qualité de vie peut être valorisé à partir du consentement à payer afin d'éviter une hospitalisation ou une maladie ou en combinant les années de vie corrigées de l'incapacité (AVCI) et la valeur monétaire d'une AVCI. Les AVCI peuvent être estimées sur la base de la durée attendue et des poids d'invalidité par maladie. Dans l'étude de Santé Publique France<sup>b</sup>, une valeur de référence de l'AVCI de 45 000 €<sub>2018</sub> est prise.

b. Medina S. *et al.* (2025b), *op. cit.*

## 2.2 La pollution de l'air diminue les capacités physiques et cognitives

L'exposition à la pollution atmosphérique touche non seulement la santé et les capacités physiques des individus (*cf.* partie 1.4), mais aussi leurs capacités cognitives<sup>25</sup>. La pollution peut donc altérer les performances, aussi bien dans des emplois physiquement exigeants que dans des métiers à dominante cognitive.

S'agissant des capacités physiques, la pollution de l'air peut ainsi entraîner une fatigue accrue et une baisse de l'endurance. La littérature empirique (*cf.* Encadré 3) montre que ces mécanismes entraînent une baisse de la productivité des travailleurs, particulièrement visible dans certains secteurs comme l'agriculture<sup>26</sup> ou la production industrielle<sup>27</sup>, où la pollution altère directement la performance des individus. L'ampleur de ces effets semble toutefois dépendre du niveau d'exposition : une étude<sup>28</sup> sur les travailleurs des villes industrielles chinoises, exposés à des niveaux élevés

de pollution de façon chronique, n'a décelé aucun impact immédiat sur leur productivité, suggérant des mécanismes d'adaptation qui atténuent les effets à court terme dans les environnements pollués.

La pollution de l'air dégrade également les capacités cognitives, pouvant entraîner une baisse de la concentration, des troubles de la mémoire et une fatigue accrue. Les études empiriques établissent ainsi une baisse de la performance dans le secteur financier<sup>29</sup>, les centres d'appels<sup>30</sup> et même l'arbitrage sportif<sup>31</sup>. Cette moindre productivité se caractérise par une baisse de la précision, des temps de pause plus longs, ainsi qu'un allongement de la durée nécessaire pour accomplir certaines tâches complexes.

Une étude récente<sup>32</sup> portant sur le secteur de la construction démontre également un impact significatif sur la sécurité au travail, la probabilité d'accident augmentant avec le niveau de NO<sub>2</sub>. Des résultats similaires ont aussi été trouvés pour la pollution liée aux particules<sup>33</sup>.

(25) Aguilar-Gomez S. *et al.* (2022), "This Is Air: The "Nonhealth" Effects of Air Pollution", *Annual Review of Resource Economics*, Vol. 14:403-425.

(26) Zivin J. G. & Neidell M. (2012), "The Impact of Pollution on Worker Productivity", *American Economic Review*, 102(7), pp. 3652-3673.

(27) Chang T. *et al.* (2016), "Particulate Pollution and the Productivity of Pear Packers", *American Economic Journal: Economic Policy*, Vol. 8, No. 3 et Adhvaryu A. *et al.* (2022), "Management and Shocks to Worker Productivity", *Journal of Political Economy*, 130(1), 1-47.

(28) He J. *et al.* (2019), "Severe Air Pollution and Labor Productivity: Evidence from Industrial Towns in China", *American Economic Journal: Applied Economics*, 11(1), 173-201.

(29) Huang J. *et al.* (2020), "Pollution and Performance: Do Investors Make Worse Trades on Hazy Days?", *Management Science*, 66(10), pp. 4455-4476 et Dong R. *et al.* (2021), "Air pollution, affect, and forecasting bias: Evidence from Chinese financial analysts", *Journal of Financial Economics*, Vol. 139, Issue 3.

(30) Chang T. *et al.* (2019), "The Effect of Pollution on Worker Productivity: Evidence from Call Center Workers in China", *American Economic Journal: Economic Policy*, Vol. 11, No. 1.

(31) Archsmith J. *et al.* (2018), "Air Quality and Error Quantity: Pollution and Performance in a High-Skilled, Quality-Focused Occupation", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*, University of Chicago Press, Vol. 5(4), pp. 827-863.

(32) Lavy V. *et al.* (2025), "Heads up: Does air pollution cause workplace accidents?", *Journal of Public Economics*, Vol. 251.

(33) Moreno-Martinez I. & Hattemer B. (2025), "Dust to Dust: Tracing Air Pollution's Impact on Work Accidents", *Journal of the Association of Environmental and Resource Economists*.

### Encadré 3 : Identifier l'impact causal de la pollution

L'estimation des effets économiques de la pollution de l'air nécessite d'établir un lien de causalité entre variables, au-delà de leur simple corrélation : une coïncidence entre une baisse de productivité et une dégradation de la qualité de l'air ne suffit pas à conclure à un effet causal, dès lors que d'autres facteurs, comme l'activité économique ou la météo, peuvent influer.

Pour identifier l'impact causal de la pollution, les travaux récents mobilisent des méthodes économétriques permettant d'isoler des variations exogènes de qualité de l'air. Les approches de type « doubles différences » comparent par exemple l'évolution d'indicateurs économiques entre zones ou périodes exposées différemment à la pollution, en contrôlant pour les autres déterminants. D'autres études recourent à des stratégies dites de variables instrumentales, exploitant des facteurs extérieurs influençant la concentration de polluants mais indépendants de l'activité économique locale.

Les conditions météorologiques constituent une source privilégiée de variations exogènes. La direction des vents peut transporter des polluants d'une région à l'autre, tandis que les phénomènes d'inversion de température retiennent les particules au niveau du sol. Les politiques environnementales introduisant des changements de réglementation, comme la mise en place de zones à faibles émissions (ZFE, cf. Encadré 4), créent également des discontinuités géographiques ou temporelles dans l'exposition à la pollution<sup>a</sup>. Ces « expériences naturelles » fournissent aux chercheurs un cadre rigoureux pour mesurer les effets économiques de la pollution de l'air.

Ces évaluations demeurent néanmoins confrontées à des incertitudes et laissent ouvertes des questions de recherche future. D'une part, il est difficile d'évaluer les effets de la pollution sur le long terme<sup>b</sup>, principalement en raison du manque de données : il faudrait pouvoir suivre sur le long terme l'individu exposé à un moment précis. D'autre part, ces méthodes ne permettent pas d'identifier précisément les mécanismes physiologiques par lesquels la pollution affecte le cerveau (par exemple les dommages cérébraux). Ces questions relèvent d'autres champs de recherche spécialisés.

- a. Ces discontinuités sont néanmoins corrélées à l'activité économique, ce qui peut rendre plus difficile l'identification de l'effet causal des politiques environnementales.
- b. Bien que certaines études existent, voir par exemple : Lubczyk M. & Waldinger M. (2025), "The Long-Term Effects of Air Pollution on Health and Labor Market Outcomes: Evidence from Socialist East Germany", CESifo Working Paper No. 12197.

## 2.3 La pollution aurait un impact significatif sur l'activité économique à court terme, en particulier *via* la baisse de productivité des travailleurs

L'impact économique de la pollution de l'air à court terme passe par trois canaux : l'absentéisme des personnes malades ou de leurs proches (arrêts maladie ou absences scolaires, cf. Encadré 2), une moindre productivité des travailleurs présents et une baisse de la demande.

Les études empiriques disponibles<sup>34</sup> suggèrent des impacts significatifs sur l'activité à court terme. En exploitant les variations exogènes de la direction du vent en France, une étude démontre qu'une augmentation de 10 % de l'exposition mensuelle aux PM<sub>2,5</sub> entraîne une baisse du chiffre d'affaires des entreprises d'environ 0,4 % au cours des deux mois

suivants, sans rattrapage par la suite. Si la pollution accroît bien l'absentéisme (*via* les arrêts maladie, cf. Encadré 2), ce canal n'explique qu'une part marginale des pertes économiques observées. L'effet s'exerce principalement *via* une moindre productivité des travailleurs présents et une baisse de la demande, celle-ci pouvant s'expliquer par des changements de comportement d'achat des consommateurs exposés à la pollution (report ou évitement des dépenses non essentielles) et par l'augmentation de leurs dépenses de santé<sup>35</sup>. Les auteurs estiment qu'une réduction de 25 % de l'exposition mensuelle moyenne aux PM<sub>2,5</sub> entre 2009 et 2015 permettant d'atteindre les niveaux journaliers recommandés par l'OMS représenterait un gain économique annuel d'environ 7 Md€ en termes de PIB en France, s'ajoutant aux bénéfices sanitaires attendus en matière de mortalité et de morbidité évitées (cf. partie 2.1).

(34) La littérature sur les effets économiques de la pollution de l'air reste relativement récente, ce qui ne remet pas en cause la pertinence des mécanismes identifiés, mais implique que les résultats doivent être interprétés avec prudence.

(35) Leroutier M. et Ollivier H. (2025), "The Cost of Air Pollution for Workers and Firms", CREST, Working paper series.

Deux études à l'échelle européenne estiment qu'une hausse de la concentration des PM<sub>2,5</sub> de 1 µg/m<sup>3</sup> réduirait le PIB de 0,8 %<sup>36</sup> et la valeur ajoutée par travailleur de 0,55 %<sup>37</sup> la même année. Les effets seraient essentiellement observés dans les entreprises à forte proportion de travailleurs qualifiés, en cohérence avec un effet de la pollution sur les capacités cognitives. Cela suggère qu'entre 2000 et 2022, l'amélioration significative de la qualité de l'air en France aurait permis des gains de productivité du travail de 1,6 %.

## 2.4 Certaines études suggèrent un effet à long terme via l'accumulation de capital humain et l'innovation

Au-delà des effets immédiats sur l'économie, la pollution de l'air a des effets sur les performances scolaires à court et long termes, affectant ainsi la productivité future. Plusieurs études sur le sujet montrent une baisse des résultats scolaires et une altération des trajectoires éducatives. Passer un examen un jour où la pollution aux PM<sub>2,5</sub> est plus élevée (+11 µg/m<sup>3</sup> par rapport à une pollution moyenne de 21 µg/m<sup>3</sup>) diminuerait la note de 0,9 point sur 100<sup>38</sup>. L'exposition à la pollution durant la grossesse ou la petite enfance pourrait avoir des effets durables sur le

développement cognitif, les résultats scolaires<sup>39</sup>, voire perdurer à la génération suivante<sup>40</sup>. Une réduction de 10 µg/m<sup>3</sup> de l'exposition à la pollution durant la grossesse augmenterait de 1,7 à 1,8 point de pourcentage la probabilité que les enfants de la génération suivante accèdent à l'enseignement supérieur.

Enfin, une étude à l'échelle européenne suggère une baisse du nombre de brevets de 7,2 % l'année suivant un choc de pollution aux PM<sub>2,5</sub> de 1 µg/m<sup>3</sup> affectant ainsi l'innovation et donc potentiellement la productivité future<sup>41</sup>.

Ces études mettent en évidence que les impacts économiques de la pollution de l'air dépassent les seuls effets sanitaires habituellement évalués. L'identification de ces impacts supplémentaires renforce les incitations économiques à la lutte contre la pollution atmosphérique, en mettant en œuvre des politiques publiques adaptées. Par ailleurs, au-delà des effets sur la santé présentés dans ce rapport, la pollution de l'air engendre aussi des dommages environnementaux – tels que la baisse des rendements agricoles<sup>42</sup>, la dégradation des bâtiments ou encore l'érosion de la biodiversité et des services écosystémiques associés – qui contribuent à accroître son coût économique global.

- 
- (36) Dechezleprêtre A. *et al.* (2019), "The economic cost of air pollution. Evidence from Europe", *OECD Economics Department Working Papers* No. 1584.
- (37) Dechezleprêtre A. et Vienne V. (2025), "The impact of air pollution on labour productivity: Large-scale micro evidence from Europe", *OECD Science, Technology and Industry Working Papers*, 2025/14.
- (38) Pour une note moyenne de 71 points. Ebenstein A. *et al.* (2016), "The Long-Run Economic Consequences of High-Stakes Examinations: Evidence from Transitory Variation in Pollution", *American Economic Journal: Applied Economics*, Vol. 8, No. 4 et les références citées section 5.2 de Aguilar-Gomez *et al.* (2022), *op. cit.*
- (39) Von Hinke S. et N. Sørensen E. (2023), "The long-term effects of early-life pollution exposure: Evidence from the London smog", *Journal of Health Economics*, Volume 92, 102827, et Isen A., Rossin-Slater M., & Walker W. R. (2017), "Every Breath You Take—Every Dollar You'll Make: The Long-Term Consequences of the Clean Air Act of 1970", *Journal of Political Economy*, 125(3), 848-902.
- (40) Colmer J. et Voorheis J. (2024), "The Intergenerational Effects of Early-Life Pollution Exposure", (Accepted) *Journal of Political Economy: Microeconomics*.
- (41) Bracht F. et Verhoeven D. (2025), "Air pollution and innovation", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 130.
- (42) L'étude de l'ADEME et de l'Ineris, réalisée en collaboration avec l'APCA et publiée en 2019 (« Coût économique pour l'agriculture des impacts de la pollution de l'air par l'ozone ») fournit des premiers résultats sur les pertes de rendement liées à l'ozone pour plusieurs cultures, espèces forestières et prairies en France. S'appuyant sur le projet de recherche APollO, cette étude confirme que l'ozone provoque une baisse des quantités de production et altère la qualité des produits agricoles. À titre d'exemple, sur le blé tendre en 2010, la perte de rendement en France a pu atteindre jusqu'à 15 % correspondant jusqu'à 6 millions de tonnes de grains non produits. Des études sur d'autres pays (États-Unis, Inde) montrent également un effet mesurable de la pollution de l'air sur les rendements agricoles. Voir notamment Westenbarger D. A. & Frisvold G. B. (1995), "Air Pollution and Farm-Level Crop Yields: An Empirical Analysis of Corn and Soybeans", *Agricultural and Resource Economics Review*, 24(2), 156-165 et Burney J. & Ramanathan V. (2014), "Recent climate and air pollution impacts on Indian agriculture", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(46), 16319-16324.

#### Encadré 4 : Évaluation de l'impact des ZFE en Allemagne

Dès 2008, l'Allemagne a mis en place des zones à faibles émissions (ZFE) réservées aux véhicules les moins polluants, afin d'améliorer la qualité de l'air<sup>a</sup>. Il est désormais possible d'en évaluer les effets en comparant les zones soumises à la politique de ZFE et celles qui ne l'étaient pas. Les niveaux de pollution en 2008 étaient plus élevés que ceux d'aujourd'hui, donc les gains associés à la réduction de la pollution le sont également. Ainsi, l'effet des ZFE apparaît d'autant plus significatif que la zone était initialement plus polluée.

Ces études suggèrent que la mise en place des ZFE entraîne une baisse des concentrations des polluants atmosphériques, avec une baisse moyenne de l'ordre de 2 % pour les PM<sub>2,5</sub>, entre 2 % et 9 % pour les PM<sub>10</sub> et entre 3 % et 8 % pour les NO<sub>2</sub>, ces effets étant plus marqués à proximité des axes de circulation<sup>b</sup>.

Par ailleurs, une étude sur l'impact de l'exposition à la pollution de l'air durant la petite enfance estime que les ZFE allemandes ont entraîné une diminution des coûts de santé, en particulier pour le traitement de l'asthme chez l'enfant<sup>c</sup>. Une autre étude sur la mise en place des ZFE en Allemagne estime que la pollution a un impact causal négatif sur l'éducation, en augmentant l'absentéisme et en altérant les trajectoires éducatives à long terme. En Rhénanie du Nord-Westphalie (Allemagne), la mise en place de ZFE depuis 2008 aurait ainsi permis d'augmenter le taux d'orientation vers la filière générale (*Gymnasium*) dans l'enseignement secondaire d'environ un point de pourcentage<sup>d</sup>.

- a. En France, les premières ZFE ont été introduites en 2015, avant une généralisation dans toutes les agglomérations de plus de 150 000 habitants, conformément à la loi « Climat et résilience » en 2021.
- b. Gehrsitz M. (2017), "The effect of low emission zones on air pollution and infant health", *Journal of Environmental Economics and Management*, 83, pp. 121-144 et Wolff H. (2014), "Keep Your Clunker in the Suburb: Low-Emission Zones and Adoption of Green Vehicles", *The Economic Journal*, Volume 124, Issue 578, Pages F481-F512.
- c. Klauber A. et al. (2024), "Killing Prescriptions Softly: Low Emission Zones and Child Health from Birth to School", *American Economic Journal: Economic Policy*, 16(2), 220-2486.
- d. Brehm J. et al. (2025), "From Low Emission Zone to academic track: Environmental policy effects on educational achievement in elementary school", *Journal of Environmental Economics and Management*, Vol. 132.

**Éditeur :**

Ministère de l'Économie,  
des Finances et de la  
Souveraineté industrielle,  
énergétique et numérique  
Direction générale du Trésor  
139, rue de Bercy  
75575 Paris CEDEX 12

**Directeur de la  
Publication :**

Dorothée Rouzet  
tresor-eco@dgtresor.gouv.fr

**Mise en page :**

Maryse Dos Santos  
ISSN 1777-8050  
eISSN 2417-9620

**Derniers numéros parus****Janvier 2026**

N° 379 L'îlot de cherté suisse

Martin Albouy, Gilles Bordes

N° 378 Que finance l'épargne financière des ménages français ?

Alisée Koch, Thomas Faria

<https://www.tresor.economie.gouv.fr/Articles/tags/Tresor-Eco>



Direction générale du Trésor



@DGTrésor

[Pour s'abonner à Trésor-Éco : bit.ly/Trésor-Eco](http://bit.ly/Trésor-Eco)

Pour toute demande presse, merci de vous adresser à [presse@dgtresor.gouv.fr](mailto:presse@dgtresor.gouv.fr) (01 44 87 73 24)

*Ce document a été élaboré sous la responsabilité de la direction générale du Trésor et ne reflète pas nécessairement la position du ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté industrielle, énergétique et numérique.*