



FRANCE STRATÉGIE

ÉVALUER ANTICIPER DÉBATTRE PROPOSER

Inégalités environnementales et sociales se superposent-elles ?

Les effets sanitaires des combinaisons de polluants chez des populations particulières constituent une préoccupation de santé publique majeure. Des travaux de cartographie croisée des pollutions sont nécessaires pour dresser le panorama de ces combinaisons, préalable à l'examen des inégalités d'exposition des populations aux pollutions des milieux. Leur réalisation se heurte néanmoins à plusieurs obstacles méthodologiques.

Pour apporter un premier éclairage de la double vulnérabilité aux inégalités environnementales et sociales, nous avons conduit une analyse croisée de six types de pollutions des sols et de l'air pour l'ensemble des communes de France métropolitaine en fonction de caractéristiques socioéconomiques des populations. Pour les pollutions de l'air, les données n'étant le plus souvent disponibles qu'au niveau intercommunal, nous avons considéré que le niveau de pollution était homogène au sein d'une intercommunalité donnée.

Les sols contaminés sont globalement concentrés dans les villes fortement peuplées, alors que dans le cas des pollutions de l'air, d'importantes disparités territoriales sont observées en fonction des polluants. La construction d'un indice d'exposition multiple (IEM) aux pollutions permet d'avoir une vision synthétique des combinaisons de facteurs de risques sanitaires : les métropoles présentent ainsi un IEM quatre fois supérieur à la moyenne nationale.

Mais l'existence d'effets croisés selon les territoires brouille ce message national. Si au niveau national les ouvriers et les employés semblent nettement surreprésentés dans les communes les moins polluées, ces résultats sont infirmés dans certains territoires où un fort IEM apparaît corrélé à la précarité sociale. Par exemple, dans les zones industrielles, les chômeurs et les ouvriers sont plus souvent localisés dans les communes à fort IEM. Les zones rurales, plus fortement exposées aux pollutions d'origine agricole, sont caractérisées par un niveau de vie médian inférieur de 9 % à la moyenne, un taux de pauvreté plus élevé et une population beaucoup plus âgée.

Ces résultats devraient être confirmés par l'analyse de jeux de données plus complets. Notre étude souligne la nécessité d'appréhender la question des inégalités environnementales en distinguant clairement les zones agricoles des zones industrielles et urbaines, pour lesquelles les enjeux sanitaires et les structures sociodémographiques sont très différentes. La mise en œuvre de politiques de prévention des risques différenciées devrait être privilégiée.

Niveaux d'exposition aux six types de pollutions étudiées sur l'ensemble du territoire métropolitain : classement des communes en fonction de l'IEM

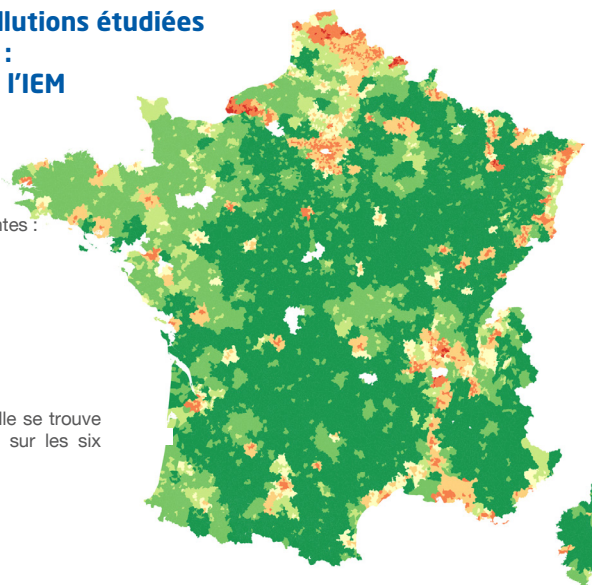


Les six pollutions cumulatives constituant l'IEM sont les suivantes :

- émissions de dioxyde de soufre (SO₂) ;
- émissions d'ammoniac (NH₃) ;
- émissions de particules en suspension (PM₁₀) ;
- émissions d'oxyde d'azote (NO_x) ;
- émissions de particules fines (PM_{2.5}) ;
- au moins une pollution des sols.

Lecture : une commune apparaissant en orange signifie qu'elle se trouve dans le quintile supérieur d'exposition pour cinq pollutions sur les six pollutions étudiées.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie



Julien Fosse,
département Développement
durable et numérique

Camille Salesse,
Mathilde Viennot
département Société
et politiques sociales

La *Note d'analyse* est publiée sous la responsabilité éditoriale du commissaire général de France Stratégie. Les opinions exprimées engagent leurs auteurs et n'ont pas vocation à refléter la position du gouvernement.

INTRODUCTION

En France, chaque année, de 48 000¹ à 97 000 décès² prématurés seraient liés à la pollution atmosphérique. Face à cet enjeu de santé publique, le Conseil d'État a estimé que les mesures gouvernementales permettant de réduire la pollution de l'air n'ont pas été suffisantes³. Par ailleurs, comme l'a souligné une récente expertise collective conduite par l'Inserm⁴, l'exposition aux pesticides ou à leurs résidus constitue un facteur de risque avéré d'apparition de cancers hématopoïétiques et prostatiques, de la maladie de Parkinson, ainsi que de retard de développement chez l'enfant lors d'une exposition prénatale à certaines molécules. Ce sont des exemples de risques sanitaires liés à l'exposition à des substances chimiques présentes dans notre environnement.

Or, les attentes citoyennes sur les questions de santé-environnement sont de plus en plus fortes : sept Français sur dix sont convaincus que l'environnement a un impact sur la santé⁵. C'est notamment pour répondre à ces inquiétudes que la France élabore tous les cinq ans depuis 2004 un Plan national santé environnement (PNSE). Inscrit dans le Code de la santé publique, le PNSE vise à réduire l'impact des pollutions de l'environnement sur la santé, à mieux prendre en compte la santé-environnement à toutes les échelles du territoire et à développer des programmes de recherche structurés.

Appréhender ces enjeux de santé à l'interface avec notre environnement implique de mobiliser plusieurs concepts :

- la vulnérabilité, qui caractérise ce qui est fragile, précaire, qui peut être attaqué, altéré ;
- le danger, qui correspond à toute source potentielle de dommage, de préjudice ou d'effet nocif sur la santé. On distingue ainsi les dangers biologiques (virus, bactéries pathogènes, parasites, champignons pathogènes), les dangers chimiques (polluants, produits chimiques

utilisés par l'industrie, pesticides, résidus médicamenteux) et les dangers physiques (particules fines des pollutions de l'air, ondes électromagnétiques) ;

- le risque, qui correspond à la probabilité qu'une personne subisse un préjudice ou des effets nocifs pour sa santé en cas d'exposition à un danger donné. Ce risque combine donc la gravité des effets néfastes sur la santé induits par un danger à la fréquence d'exposition à ce danger.

Aujourd'hui, les populations sont exposées à des dangers d'origine environnementale dont les probabilités et les niveaux d'exposition sont très variables. Cette exposition est le plus souvent multifactorielle : un polluant chimique peut pénétrer un organisme par voie pulmonaire (inhalation d'un aérosol), alimentaire (ingestion d'un aliment ou d'eau contaminée) ou cutanée (par contact). Cela rend difficile la quantification de la contribution des expositions environnementales aux maladies et le croisement de ces expositions aux inégalités sociales de santé. Peut-on néanmoins appréhender l'exposition des populations à certains facteurs de risques de maladies d'origine environnementale ? Existe-t-il une corrélation entre ces expositions et les niveaux de vie des populations concernées ?

Pour apporter des éléments de réponse à ces questions, cette note s'intéresse à l'exposition des territoires aux principaux polluants présents et mesurables dans l'air⁶, les sols et les eaux souterraines en France métropolitaine, et qui constituent des risques avérés ou fortement suspectés pour la santé⁷. Plusieurs sources d'exposition à des facteurs de risques sanitaires avérés ne sont donc pas ici étudiées. Par exemple, le mal-logement constitue l'un des principaux facteurs de risque d'exposition au plomb⁸, qui concerne plus particulièrement les plus défavorisés⁹. Un document de travail associé¹⁰ s'intéressera cependant à un champ plus large d'expositions.

1. Santé publique France (2021), « **Pollution de l'air ambiant : nouvelles estimations de son impact sur la santé des Français** », 14 avril.

2. Vohra K., Vodonos A., Schwartz J., Marais E. A., Sulpriziod M. P. et Mickley L. J. (2021), « **Global mortality from outdoor fine particle pollution generated by fossil fuel pollution: Results from GEOS-Chem** », *Environmental Health Perspectives*, vol. 195, avril.

3. Conseil d'État (2021), « **Pollution de l'air : le Conseil d'État condamne l'État à payer 10 millions d'euros** », décision contentieuse du 4 août 2021.

4. Inserm (2021), « **Pesticides et santé : nouvelles données** », novembre.

5. Sénat (2021), *Santé environnementale. Une nouvelle ambition*, rapport d'information de Bernard Jomier et Florence Lassarade, fait au nom de la commission des affaires sociales, mars.

6. Particules fines liées au trafic routier et au chauffage, particules fines liées aux moissons et activités agricoles, dioxyde de soufre issu de la combustion des énergies fossiles, ammoniac d'origine agricole.

7. Nous avons fait le choix de ne pas inclure dans cette étude les territoires d'outre-mer, pour lesquels les enjeux de santé-environnement sont très spécifiques et nécessiteraient des études dédiées. Ainsi, les Antilles sont particulièrement concernées par la pollution des sols au chlordécone, un pesticide rémanent utilisé dans les bananeraies et qui accroît les risques de naissance prématurée et de cancer de la prostate. De même, l'exploitation des mines de nickel en Nouvelle-Calédonie ou d'or en Guyane peut également être à l'origine de pollutions locales aux métaux lourds dont les effets potentiels sur la santé sont spécifiques.

8. Oleko A., Fillol C., Balicco A., Bidondo M. L., Gane J., Saoudi A. et Zeghnoun A. (2020), « **Impregnation de la population française par le plomb. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016** », Santé publique France, mars.

9. Colleville A.-C. et Kermarec F. (2021), « **Étude Qualisurv-Habitat : effets des conditions de logement dégradées sur la santé. Éléments descriptifs** », Santé publique France, mai.

10. Ce document de travail, dont la publication est prévue à l'automne 2022, étudiera la proximité avec des sites réglementés (ICPE, Seveso, déchetteries), la survenance de catastrophes naturelles (avérées et plans de prévention des risques) et la proximité avec des forêts publiques et parcs régionaux ou nationaux, afin d'analyser également la possibilité de corrélations entre niveaux de revenus et externalités positives.

L'objectif de ce travail est d'investiguer l'existence d'un gradient social *ex ante* face à certains dangers en France métropolitaine en documentant de la manière la plus complète possible les différences d'exposition des territoires à une maille fine (la commune), et de regarder si ces différences territoriales correspondent à des différences de niveaux de vie. Il s'agit donc d'évaluer si les catégories sociales les plus défavorisées sont surreprésentées dans les territoires surexposés aux facteurs de risques, ce qui constitue une première étape vers l'évaluation des inégalités environnementales.

POURQUOI ET COMMENT ANALYSER LE CROISEMENT ENTRE INÉGALITÉS SOCIALES ET INÉGALITÉS ENVIRONNEMENTALES ?

L'enjeu d'une approche croisée en santé-environnement

Les inégalités environnementales se définissent comme les inégalités d'exposition aux pollutions des milieux (air, sol, eau) et aux aléas environnementaux (catastrophes naturelles, technologiques, etc.). Cette définition est liée à la notion de justice environnementale, qui stipule qu'« aucun groupe, y compris une minorité ethnique ou un groupe socioéconomique, ne doit assumer une part disproportionnée des conséquences environnementales néfastes résultant d'activités industrielles, municipales et commerciales¹¹ ». Il s'agit donc de savoir si les populations socialement défavorisées seraient plus exposées à certains polluants et/ou à un nombre de polluants plus importants, aux effets toxiques combinés potentiels (« effet cocktail ») en raison d'une répartition hétérogène des sources de pollution sur le territoire¹². En effet, les nuisances environnementales ont la particularité de se combiner en présentant des synergies notables. Ainsi, l'exposition à de très faibles doses de perturbateurs endocriniens accentue les risques d'obésité¹³ et les combinaisons de perturbateurs présentent des effets toxiques plus importants que pris isolément. Au même titre que les inégalités de santé ou d'éducation, les inégalités d'exposition à des facteurs de risques sanitaires d'origine environnementale pourraient avoir des dimensions sociales¹⁴.

Le casse-tête méthodologique d'une analyse des inégalités environnementales

La grande difficulté d'un travail empirique sur les inégalités environnementales tient à la disponibilité des données. Alors que les données de santé et les données sociales sont pour la plupart disponibles à une échelle fine, voire individuelle et en temps « réel », les données environnementales, dépendantes de points de prélèvement, sont réparties de manière très hétérogène sur le territoire. Ces données sont disponibles à la maille IRIS (îlots regroupés pour l'information statistique) dans les grandes métropoles pour certaines pollutions (par exemple, les émissions et concentrations de particules fines), alors que pour d'autres elles sont relevées uniquement tous les cinq ans, avec un unique point de prélèvement par département dans les territoires ruraux (pollution des eaux souterraines, pollution des sols). Ces données font par ailleurs parfois l'objet de modélisations de diffusion (cas de la pollution de l'air, par exemple), mais pas pour l'ensemble des communes ni tout au long de l'année. Cette hétérogénéité des données ne permet donc pas un diagnostic complet sur l'ensemble du territoire et contraint l'analyse à un zonage restreint¹⁵, à une exposition unique¹⁶, ou encore à une analyse à grosses mailles des corrélations entre populations exposées et pollutions au niveau du territoire dans son ensemble. De fait, un sophisme écologique (*ecological fallacy*) nous amènerait à tirer de fausses conclusions en interprétant des résultats au niveau individuel à partir de ces données agrégées.

On retrouve également cette grande hétérogénéité des données dans les études épidémiologiques. En effet, la compréhension fine des inégalités environnementales impliquerait de pouvoir croiser la géolocalisation des cas cliniques observés et les pollutions susceptibles d'expliquer l'apparition des maladies. Or, un grand nombre de maladies ne font l'objet que de registres locaux. Par ailleurs, l'imputation d'une maladie à un unique facteur de risque est le plus souvent impossible, l'origine de ces maladies étant la plupart du temps multifactorielle. Néanmoins, des données d'épidémiologie géographique existent et certains instituts ont pu produire des analyses localisées¹⁷. Cette note a pour but de dresser un diagnostic comparé des inégalités environnementales à l'échelle métropolitaine en prenant en compte une grande variété de polluants et de critères d'inégalité sociale (voir Encadré 1, page suivante).

11. Voir Laurent E. (2009), « Écologie et inégalités », *Revue de l'OFCE*, vol. 109(2), avril, p. 33-57.

12. Deguen S., Kihal-Talantikite W. et Zmirou-Navier D. (2019), « Expositions environnementales et inégalités de santé : comment se combinent-elles sur les territoires ? », *Revue d'épidémiologie et de santé publique*, n° 67-suppl. 1, février.

13. Chevalier N. et Fénichel P. (2017), « Obésité et diabète : le véritable rôle des perturbateurs endocriniens », *Médecine des maladies métaboliques*, vol. 11(4), juillet.

14. Voir Papaux A. et Bourg D. (2017), *Dictionnaire de la pensée écologique*, Paris, Puf.

15. Occelli F., Bavdek R., Deram A., Hellequin A.-G., Cuny M.-A., Zwarterook I et Cuny D. (2016), « Using lichen biomonitoring to assess environmental justice over neighborhoods in an industrial area of Northern France », *Ecological Indicators*, vol. 60, janvier, p. 781-788 et ORS Île-de-France.

16. Voir Godzinski A. et Suarez Castillo M. (2021), « Disentangling the effects of air pollutants with many instruments », *Journal of Environmental Economics and Management*, vol. 109, septembre.

17. Voir Ineris (2014), *Les inégalités environnementales sur les territoires*, octobre ; Gueymard S. (2016), *Inégalités environnementales, identification de points noirs environnementaux en région Île-de-France*, rapport, IAU Île-de-France, août.

Encadré 1 – Données sociales et d'exposition aux pollutions

La difficulté de ce travail est d'articuler et d'agréger des données environnementales de sources très différentes. Il est par exemple impossible d'effectuer des comparaisons entre les territoires si les données primaires (zones inondables, points noirs bruit, qualité de l'air, etc.) et les maillages d'observation ne sont pas cohérents. L'ensemble des bases ci-dessous fournissent des données pour près de 35 000 communes en France.

Nous utilisons différentes bases de données recensant des pollutions correspondant à des non-conformités aux limites réglementaires :

- la pollution des sols par les activités industrielles nous est accessible via la base des sols pollués (Basol), qui recense les sites pollués ;
- les émissions annuelles en kilogrammes de polluants atmosphériques par communauté de communes sont accessibles grâce aux bases d'indice de qualité de l'air ATMO¹⁸. Nous retenons les polluants les plus couramment présents : oxyde d'azote, dioxyde de soufre, ammoniac, particules fines et en suspension (PM10, PM2.5¹⁹). Comme ces données ne sont disponibles que de façon très hétérogène selon les régions, nous rapportons les émissions de chaque communauté de

communes à sa taille en hectares afin d'obtenir une estimation des émissions annuelles en kilogrammes par hectare sur le territoire concerné quand les données communales ne sont pas disponibles. Nous posons alors l'hypothèse que les émissions annuelles sont réparties de manière homogène sur l'ensemble de la communauté de communes.

Ces données ont été croisées, au moyen du code Insee de la commune, avec les données de recensement (2017) et les données du Fichier localisé social et fiscal (Filosophi) de 2018. Plusieurs critères sociaux par commune ont été pris en compte : parmi la population de 15 à 64 ans de la commune, le nombre d'ouvriers et employés actifs occupés, le nombre de cadres actifs occupés, le nombre de chômeurs (au sens du recensement²⁰) ; le taux de pauvreté²¹ ; le niveau de vie médian ; la taille de la commune et la structure par âge de la commune (nombre d'habitants par tranches d'âge).

Les communes sont classées par taille : les bourgs et villages de moins de 5 000 habitants (32 680 communes), les petites villes entre 5 000 et 20 000 habitants (1 694 communes), les villes moyennes entre 20 000 et 50 000 habitants (329 communes) et les grandes villes et métropoles de plus de 50 000 habitants (122 communes).

Tableau 1 – Caractéristiques des bases de données utilisées

Polluants/risques environnementaux	Unité	Méthode	Source et date
Pollutions de l'air Émissions de dioxyde de soufre (SO ₂) Émissions de particules en suspension (PM10) Émissions de particules fines (PM2.5) Émissions d'ammoniac (NH ₃) Émissions d'oxydes d'azote (NOx)	Émissions annuelles totales en kilogrammes par hectare.	Les valeurs d'émissions de polluants atmosphériques ont été calculées conformément au guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques réalisé par le pôle de coordination national sur les inventaires d'émissions territoriaux (PCIT) et au référentiel Ominea élaboré par le Citepa.	ATMO France Les années les plus récentes ont été retenues : 2016, sauf pour la Corse (2010), le Grand Est (2017), l'Occitanie (2013), et l'Île-de-France, les Hauts-de-France et la Normandie (2015).
Pollutions des sols	Nombre de sites pollués par commune identifiés par les pouvoirs publics suivant les seuils de pollution retenus par ces derniers.	Les seuils permettant de caractériser la pollution des sols sont définis par les pouvoirs publics. Nous retenons : les sites en cours d'évaluation (blanc), les sites mis en sécurité et devant faire l'objet d'un diagnostic (bleu), les sites en cours de travaux (orange), les sites traités avec surveillance et/ou restriction d'usage.	Base de données Basol en juillet 2020 (la base s'actualise en temps réel).

Source : France Stratégie

18. Pour plus de détails, consulter le site suivant : <https://www.data.gouv.fr/fr/organizations/atmo-france/>

19. *PM ou particulate matter*, le chiffre correspondant à la taille maximale en microns.

20. Définition de l'Insee : « Au sens du recensement, est chômeur toute personne de 14 à 70 ans qui s'est déclarée "chômeur" (indépendamment d'une éventuelle inscription auprès du Pôle emploi), sauf si elle a déclaré explicitement par ailleurs ne pas rechercher de travail. »

21. Nous disposons des taux de pauvreté pour 4 235 communes en France métropolitaine, représentant 72,4 % de la population. Dans ce sous-échantillon, le taux de pauvreté national atteint alors 16,7 %.

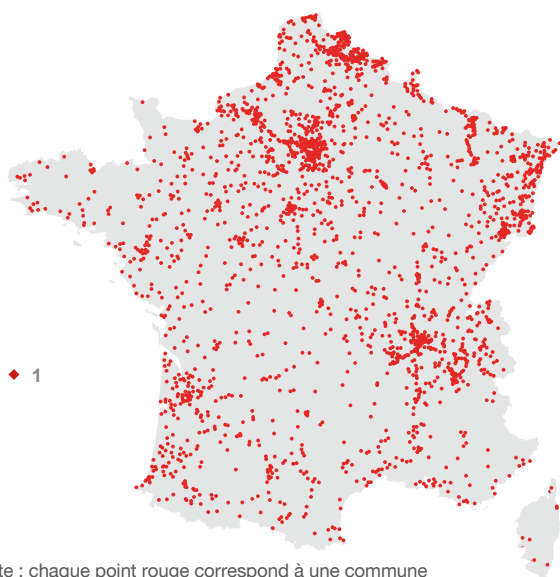
POLLUTION DE L'AIR, POLLUTION DES SOLS : QUELS TERRITOIRES FONT FACE À DES EXPOSITIONS MULTIPLES ?

Nous présentons l'exposition du territoire national aux diverses pollutions étudiées (voir Encadré 2, page suivante) avant de présenter un indice d'exposition multiple (IEM) à ces pollutions.

Pollution des sols : les communes densément peuplées beaucoup plus exposées

Les sols contaminés par des molécules toxiques (voir Carte 1) semblent globalement concentrés dans les villes fortement peuplées : alors que 6 % des communes françaises présentent des sols non conformes²², c'est le cas pour 88 % des villes de plus de 50 000 habitants et seulement 2 % des villes de moins de 2 000 habitants. 46 % de la population métropolitaine est ainsi exposée à des sols non conformes ; cette proportion est réduite à 12,1 % si nous nous restreignons aux sites en cours de traitement, pour lesquels les niveaux de pollution sont jugés suffisamment préoccupants pour engager des actions de dépollution.

Carte 1 – Répartition des sols non conformes sur l'ensemble du territoire



Note : chaque point rouge correspond à une commune présentant des sols non conformes à la réglementation.

Source : Basol et calculs France Stratégie

Cette répartition semble fortement corrélée à la répartition des communes présentant une installation classée au titre de la protection de l'environnement (ICPE). En moyenne, 10 % des communes de France métropolitaine comportent une ICPE²³ ; c'est le cas pour 92 % des villes de plus de 50 000 habitants et seulement 5 % des communes de moins de 2 000 habitants. Les zones fortement polluées sont plus souvent les grandes agglomérations (10 %), suivies des zones résidentielles et industrielles (7 %) ²⁴.

Ainsi, les sols de la région des Hauts-de-France semblent particulièrement pollués, avec 9 % de ses communes concernées, soit 51 % de la population de la région. C'est particulièrement le cas pour le département du Nord, dont 22 % des communes présentent des sols non conformes à la réglementation, soit 65 % de la population de ce département (contre 46 % de la population nationale). À noter que ce département présente également une forte densité de sites classés ICPE (22 % des communes) et Seveso (5 % des communes, contre 3 % en moyenne nationale).

Pollution de l'air : de grandes disparités entre zones agricoles, zones industrielles et métropoles

De fortes disparités entre les polluants et les zones du territoire exposées sont observées. Les zones agricoles sont particulièrement exposées à l'ammoniac, issu essentiellement des engrais azotés ou des effluents d'élevage (en 2016, 94 % des émissions d'ammoniac sont issues du secteur agricole²⁵), tandis que les zones industrielles le sont au dioxyde de soufre²⁶ et les zones résidentielles, au niveau desquelles le trafic routier est plus important, aux particules fines.

Concernant la pollution de l'air aux particules fines (voir Carte 2, page 7), les émissions sont particulièrement élevées dans les zones à forte densité de population. Ainsi, chaque commune française émet en moyenne 4 kg/ha de particules PM2.5 par an. Ce chiffre atteint 21 kg/ha pour les villes de plus de 50 000 habitants, contre seulement 3 kg/ha pour les communes de moins de 2 000 habitants. La pollution à l'oxyde d'azote est encore plus forte, avec une moyenne de 19 kg/ha émis chaque année par l'ensemble du territoire. Les départements à forte densité urbaine et fortement résidentiels sont donc particulièrement exposés

22. Dans le sens où des molécules toxiques inscrites sur une liste positive ont été détectées à des seuils supérieurs aux seuils de sensibilité des méthodes diagnostiques utilisées.

23. Les données proviennent des bases ICPE émissions et ICPE déchets 2018, [Géorisques France](#).

24. Cette typologie correspond à l'orientation économique des zones d'emploi définie par l'Insee.

25. Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires (2017), « [Essentiels sur l'environnement – Les sites et sols pollués](#) », 30 mars.

26. Les plans de contrôle de la DGCCRF sur les végétaux destinés à la consommation humaine montrent des taux de non-conformité aux éléments métalliques de l'ordre de 1 % en 2017. Voir DGCCRF (2017), [Contamination de certaines denrées par les éléments traces métalliques](#), décembre.

27. Voir Ademe (2019), [Guide des bonnes pratiques agricoles pour l'amélioration de la qualité de l'air](#), rapport d'étude.

28. Définition du site [Techno-Science.net](#) : « La pollution atmosphérique en dioxyde de soufre issue de l'industrie provient principalement de la consommation de combustibles fossiles. En effet, du soufre est naturellement contenu dans ces combustibles, et leur combustion génère du SO₂. Il peut aussi provenir de l'industrie métallurgique, des procédés de fabrication d'acide sulfurique, de la conversion de la pulpe de bois en papier, de l'incinération des ordures et de la production de soufre élémentaire. La combustion du charbon est la source synthétique la plus importante et représente environ 50 % des émissions globales annuelles. Celle du pétrole représente encore 25 % à 30 % ».

Encadré 2 – Risques sanitaires et pollutions étudiées

Les pollutions des sols

Plusieurs sources peuvent être à l'origine de la contamination : naturelles, c'est-à-dire liées à la nature géologique des roches et à leur évolution dans le temps, ou humaines, associées notamment à des exploitations actuelles ou anciennes.

Divers polluants sont mis en évidence, tels que :

- les **éléments métalliques** (plomb, zinc, arsenic, chrome, cadmium, etc.), naturellement présents dans les sols, mais dont les rejets par l'industrie, les ménages, les transports ou l'agriculture contribuent à la contamination diffuse des sols ;
- les **composés organiques** (hydrocarbures aromatiques polycycliques ou HAP, solvants halogénés, composés organiques volatiles ou COV) principalement introduits par l'homme, détectés dans 40 % des sites répertoriés dans la base de données Basol. Ces polluants organiques persistants sont produits principalement par combustion des matières organiques et s'avèrent en règle générale peu biodégradables ;
- les **pesticides rémanents**, organochlorés, comme le lindane (utilisé pendant plus de cinquante ans), toxiques pour l'homme et l'environnement. Très peu mobile dans les sols, peu dégradable (jusqu'à quarante ans), le lindane peut s'évaporer et être transporté dans l'air ;
- les **radionucléides** : la radioactivité des sols peut être d'origine naturelle, héritée des radio-isotopes de la roche à partir de laquelle ils se forment, ou artificielle par contamination.

En 2015, près de 6 000 sites et sols pollués étaient identifiés par le ministère de la Transition écologique²⁵. Le sol étant un milieu lié étroitement aux autres milieux (eau, air), les possibilités d'exposition sont multiples (ingestion, inhalation) :

- l'ingestion de terre par les jeunes enfants, via leurs mains ou des objets qu'ils portent à la bouche ;
- l'ingestion de produits végétaux alimentaires cultivés sur des terres polluées²⁶ ;
- l'ingestion d'eau, lorsqu'un polluant passe du sol vers la nappe phréatique ;

- l'inhalation de poussières issues des sols pollués ou par volatilisation du polluant à partir du sol.

De nombreuses substances chimiques mesurées dans des sols pollués sont connues pour générer des effets multiples sur la santé : effets génotoxiques ou cancérigènes, effets perturbateurs endocriniens, effets toxiques chroniques ou aigus en fonction de la dose et de la durée d'exposition. Les analyses de sols sont réalisées sur des points de prélèvement par définition focalisés mais qui permettent de détecter des pollutions diffuses des terres ainsi que potentiellement des nappes phréatiques et des végétaux produits sur ces terres.

Les pollutions de l'air

La pollution de l'air est due à un mélange de polluants :

- chimiques, comme l'ozone, le dioxyde et les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre, les métaux (arsenic, plomb), certains composés organiques volatils (COV) comme le butane, l'éthanol ou le benzène, ou encore des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) présents dans le charbon, le pétrole, ou provenant de la combustion des carburants ou du bois ;
- physiques, comme les particules ;
- biologiques, tels que les pollens et les moisissures.

Ces polluants de l'air proviennent en minorité de phénomènes d'origine naturelle (vents de sable du Sahara, érosion des sols, éruptions volcaniques, etc.) et en majorité des activités humaines. Leurs effets sont les suivants :

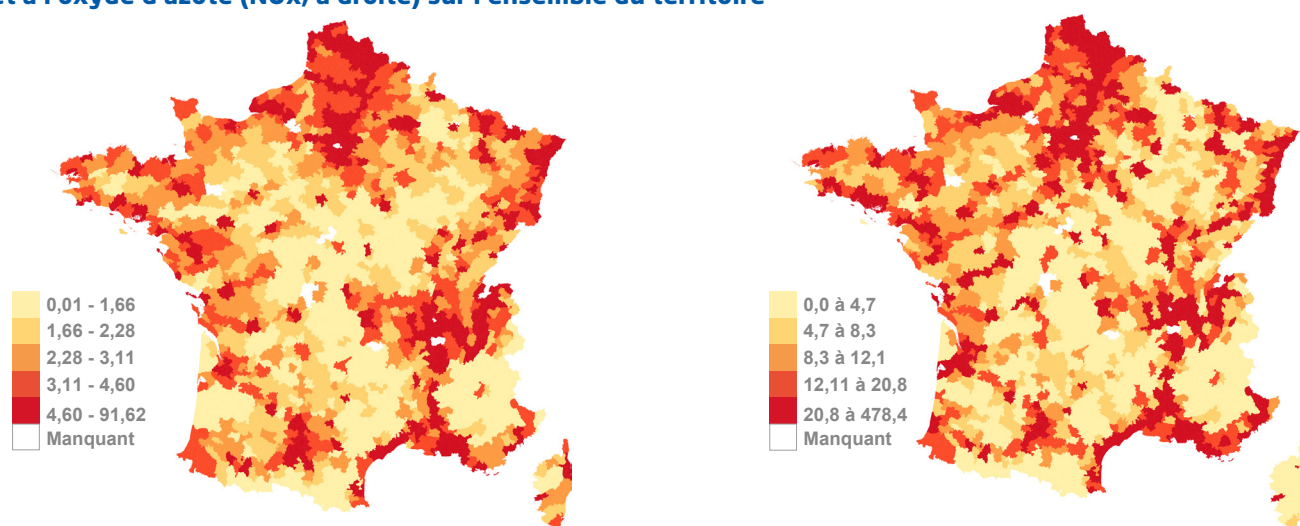
- oxydes d'azote : irritations des voies respiratoires et aggravation de maladies respiratoires (asthme) – à long terme, développement de maladies respiratoires ou cardiovasculaires, faible poids du nourrisson après exposition de la femme enceinte et risque accru de décès en population générale ;
- particules fines : à long terme, développement de cancers (poumon, vessie), maladies cardiovasculaires et respiratoires, atteinte du développement neurologique de l'enfant, diabète, etc. ;
- ammoniac : irritations des voies respiratoires en cas d'exposition à de très fortes concentrations, voire brûlures oculaires et respiratoires ;
- dioxyde de soufre : irritations des voies respiratoires.

aux particules fines : par exemple, les communes du Rhône font état d'émissions trois fois supérieures à la moyenne nationale pour les particules PM2.5 et pour l'oxyde d'azote ; 65 % des communes du département se situent dans le quintile supérieur d'exposition à ces deux pollutions de l'air²⁹.

Concernant les émissions de dioxyde de soufre (voir Carte 3, à gauche), elles s'élèvent en moyenne à 3 kg/ha par an sur l'ensemble des communes du territoire et pratiquement dix fois plus dans les grandes villes. Les émissions moyennes dans la région des Hauts-de-France sont 2,5 fois plus importantes ; la région compte par ailleurs 46 % de ses communes dans le quintile supérieur d'exposition au SO₂ (et plus de 91 % dans le département du Nord).

Les émissions moyennes d'ammoniac (voir Carte 3, à droite) s'élèvent à 13 kg/ha par an sur l'ensemble des communes du territoire, mais atteignent seulement 8 kg/ha dans les métropoles. Ainsi, les régions moins densément peuplées se retrouvent particulièrement exposées : c'est particulièrement le cas en Bretagne, qui présente des émissions 2,7 fois supérieures à la moyenne nationale. 91 % des communes bretonnes se situent dans le quintile supérieur d'exposition au NH₃, ce que l'on peut expliquer par la grande part d'élevages dans la région, notamment ceux classés ICPE : 66 % des élevages classés ICPE se situent en effet en Bretagne, où 31 % des ICPE sont des élevages³⁰.

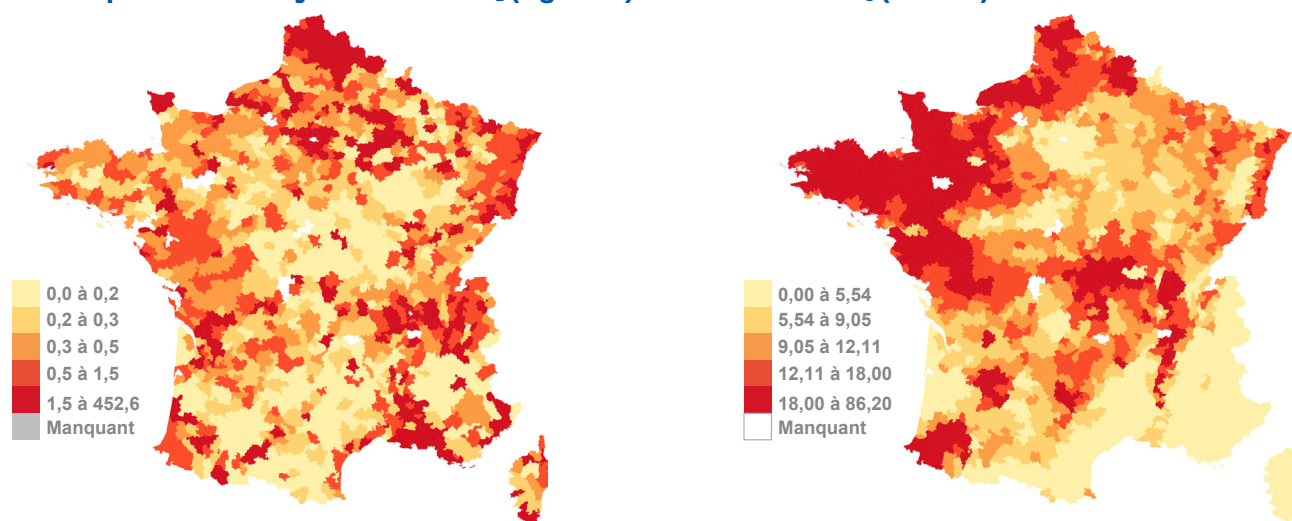
Carte 2 – Exposition aux particules en suspension PM2.5 (à gauche) et à l'oxyde d'azote (NOx, à droite) sur l'ensemble du territoire



Note : les différentes couleurs correspondent aux quintiles d'émissions du polluant, exprimés en kilogrammes par hectare.

Source : ATMO et calculs France Stratégie

Carte 3 – Exposition au dioxyde de soufre SO₂ (à gauche) et à l'ammoniac NH₃ (à droite) sur l'ensemble du territoire



Note : les différentes couleurs correspondent aux quintiles d'émissions du polluant, exprimés en kilogrammes par hectare.

Source : ATMO et calculs France Stratégie

29. Voir par exemple le [Bilan 2020 – Rhône](#) établi par l'ATMO Auvergne-Rhône-Alpes.

Des territoires multi-exposés à l'ensemble des pollutions

Certaines substances chimiques qui, prises isolément, seraient peu dangereuses à faibles doses, s'avèrent beaucoup plus néfastes dès lors qu'elles interagissent : c'est « l'effet cocktail ». Or, les seuils de toxicité aujourd'hui établis ne prennent pas en compte les innombrables interactions potentielles, dont l'identification de ces effets conjugués constitue un défi scientifique majeur.

Nous avons tenté d'appréhender les conjonctions d'expositions à des pollutions, en proposant un indicateur combinant les différentes pollutions auxquelles est exposée une population donnée.

Les métropoles ont un indice d'exposition multiple (IEM) (voir Encadré 3) en moyenne quatre fois supérieur à la moyenne nationale, alors que les communes de moins de 2 000 habitants présentent un indice en moyenne 23 % inférieur à la moyenne nationale (voir Carte 4). Les communes des zones résidentielles ont un IEM 16 % supérieur à la moyenne nationale, alors que les communes agricoles ont un indice en moyenne 66 % inférieur à la moyenne nationale.

Cinquante-sept communes présentent un niveau d'exposition maximal pour les six pollutions étudiées (IEM de 6, c'est-à-dire que pour chaque pollution elles font partie des 20 % des communes les plus exposées). Elles sont concentrées dans les régions Normandie, Auvergne-Rhône-Alpes, Hauts-de-France et Grand Est ; dix-sept d'entre elles se trouvent dans le département du Nord et dix-neuf en Seine-Maritime. Elles représentent près de 630 000 personnes, soit 1 % de la population totale. Ces communes sont essentiellement des communes de moins de 5 000 habitants (49 %). Bien qu'aucune métropole ne présente un IEM de 6, neuf métropoles sur onze sont classées à haut niveau d'exposition pour cinq pollutions, Montpellier et Nice faisant exception. En effet, exceptée Rennes, les métropoles sont exemptes de la pollution de l'air par l'ammoniac (NH_3).

Encadré 3 – Construction d'un indice d'exposition multiple

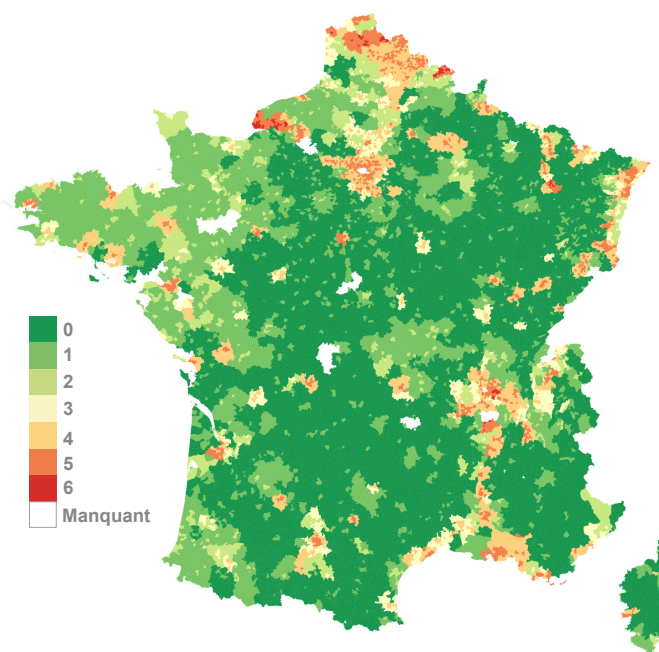
Nous avons construit un **indice d'exposition multiple (IEM)** aux pollutions étudiées. Pour constituer cet indicateur nous avons défini six critères d'exposition à la pollution, qui peuvent se cumuler. L'indicateur peut prendre sept valeurs entre 0 (aucun critère n'est respecté) et 6 (six critères cumulés sont atteints). Les critères sont atteints lorsque la commune fait partie des 20 % des

DOUBLE VULNÉRABILITÉ DES TERRITOIRES ? UN LIEN ENTRE INÉGALITÉS SOCIALES ET INÉGALITÉS D'EXPOSITION OBSERVÉ DANS CERTAINES COMMUNES

Une analyse du croisement entre inégalités d'exposition et inégalités sociales

Afin de mesurer le croisement entre inégalités d'exposition et inégalités sociales, nous regardons le niveau d'exposition aux différentes pollutions selon les déciles de niveau de vie médian des ménages résidant dans ces communes.

Carte 4 – Niveaux d'exposition aux six types de pollutions étudiées sur l'ensemble du territoire métropolitain : classement des communes en fonction de l'IEM



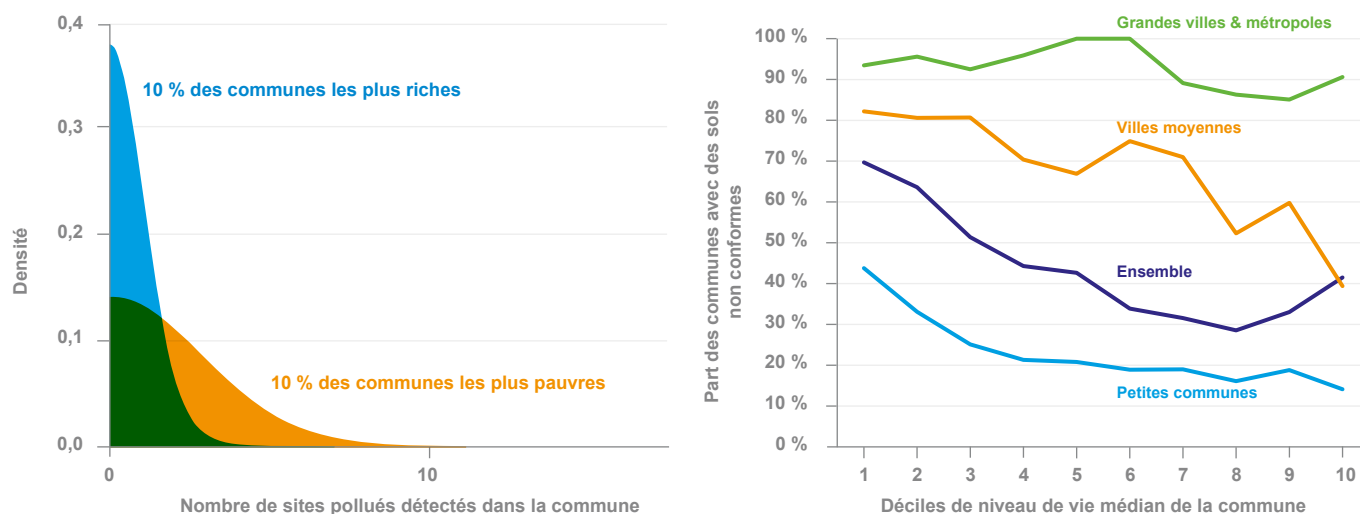
Note : une commune apparaissant en orange signifie qu'elle se trouve dans le quintile supérieur d'exposition pour cinq pollutions sur les six pollutions étudiées.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

communes les plus polluées respectivement en termes d'émissions de dioxyde de soufre (SO_2), d'émissions de particules en suspension (PM_{10}), d'émissions de particules fines ($\text{PM}_{2.5}$), d'émissions d'ammoniac (NH_3), d'émissions d'oxyde d'azote (NO_x), et lorsqu'on détecte au moins une pollution des sols dans la commune. Un tel critère est cohérent avec l'analyse standard des inégalités, notamment des inégalités de revenu, qui compare des quintiles de valeur entre eux (ratio interquintile, seuils de quintiles, etc.).

30. Cette surexposition des Bretons à la pollution de l'air par l'ammoniac a suscité de vives réactions des citoyens, comme le témoigne le projet associatif « Splann » dénonçant la pollution à l'ammoniac de la région.

Graphique 1 – Distribution de la pollution des sols selon le niveau de vie médian des communes



Note : la courbe de distribution en orange correspond à la distribution des sites comportant des sols non conformes pour les 10 % des communes les plus pauvres ; la courbe de distribution en bleu correspond aux 10 % des communes les plus riches. Les déciles sont calculés pour chaque sous-échantillon de communes, définis par leur taille.

Lecture : parmi les 10 % des villes moyennes les plus pauvres, 82,2 % présentent des sols non conformes.

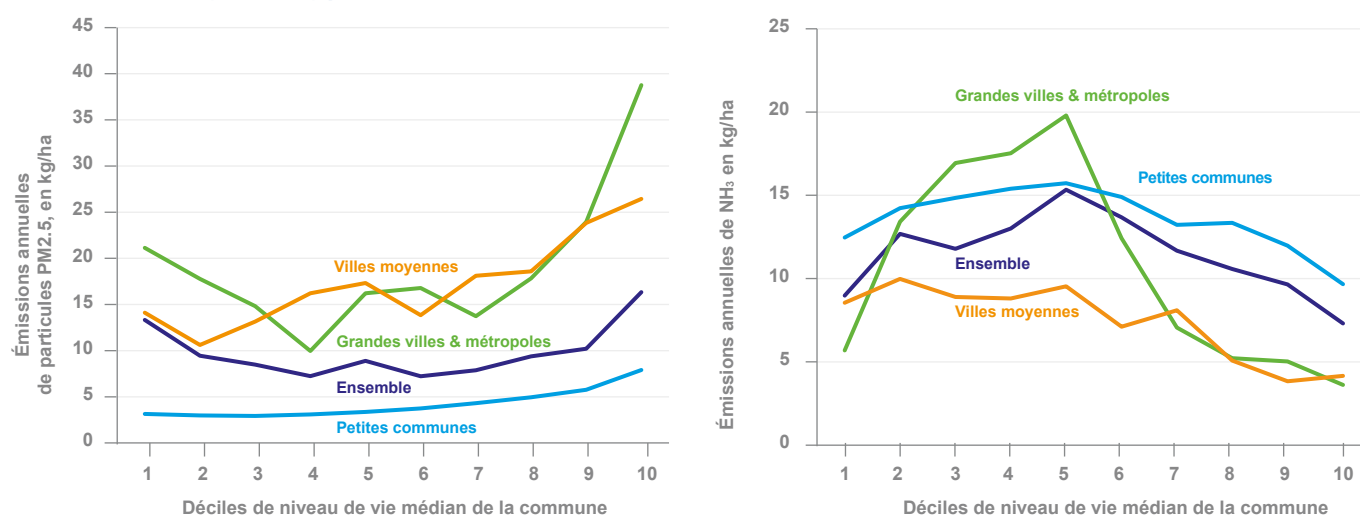
Source : Basol, Filosofi et calculs France Stratégie

Les communes pauvres présentent des sols plus fortement pollués

Le gradient socioéconomique de pollution des sols est marqué et lié à la proximité des sites industriels polluants. Ainsi, la distribution de la pollution des sols est concentrée vers les bas niveaux de pollution pour les 10 % des communes les plus riches, alors que la distribution du nombre de sites présentant des sols non conformes est beaucoup plus étendue pour les 10 % des communes les plus pauvres (voir Graphique 1, à gauche).

Si on regarde l'exposition à la pollution des sols par décile de niveau de vie (voir Graphique 1, à droite), on observe une relation fortement décroissante entre sols pollués et niveau de vie de la commune : 70 % des 10 % des communes les plus pauvres sont exposées à la pollution de leurs sols, contre 42 % des 10 % des communes les plus riches. Cet écart est fortement marqué parmi les villes moyennes et petites villes, beaucoup plus polluées que la moyenne nationale.

Graphique 2 – Émissions de particules fines PM2.5 (à gauche) et d'ammoniac (à droite) par décile de niveau de vie médian, selon la taille de la commune



Note : les déciles sont calculés pour chaque sous-échantillon de communes, définis par leur taille. Les petites communes correspondent à l'ensemble des villes de moins de 5 000 habitants.

Lecture : les 10 % des villes moyennes les plus riches émettent en moyenne 26,4 kg/ha par an de particules PM2.5.

Source : ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

31. Voir par exemple Champalaune P. (2020), « Inequality in exposure to air pollution in France: Measurement and impact of a city-level public policy », *Economics and Finance*, décembre.

Des gradients socioéconomiques différenciés en fonction des pollutions de l'air

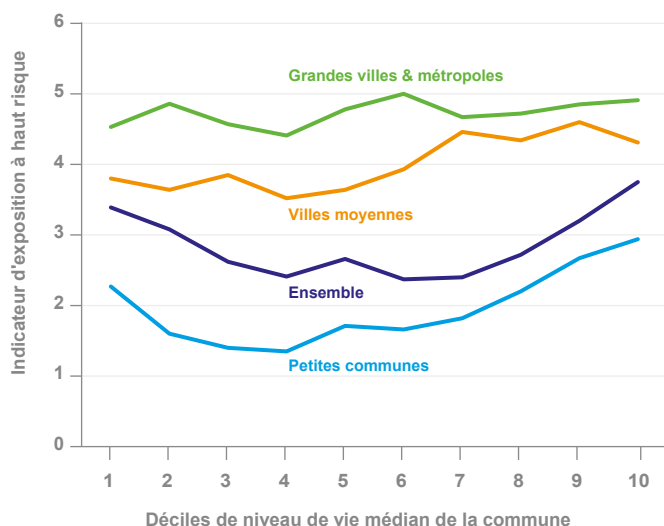
Le gradient socioéconomique des pollutions de l'air est plus nuancé que pour la pollution des sols. En analysant l'exposition moyenne aux particules fines par décile de niveau de vie (voir Graphique 2, à gauche, page précédente), on retrouve le résultat connu³¹ d'une relation en U mais globalement croissante, et ce particulièrement dans les grandes villes où les émissions par hectare sont en moyenne deux fois plus élevées que la moyenne nationale. Dans les petites communes, les émissions de particules fines sont légèrement croissantes avec le niveau de vie.

Alors que les émissions d'ammoniac forment une relation en cloche avec le niveau de vie médian pour les grandes villes et métropoles, la relation est décroissante pour les villes moyennes et les communes de moins de 5 000 habitants (voir Graphique 2, à droite, page précédente). En outre, les émissions d'ammoniac sont relativement plus élevées dans les petites communes : les 10 % des petites communes les plus pauvres font état d'émissions annuelles de 12 kg/ha, contre 6 kg/ha pour les 10 % des grandes villes et métropoles les plus pauvres.

Un IEM qui croît tendanciellement avec le niveau de vie médian

Pour l'ensemble des communes de la métropole, l'IEM est relativement croissant selon le niveau de vie médian de la commune avec un format en U (voir Graphique 3), ce qui peut s'expliquer par un fort effet des petites communes

Graphique 3 – IEM par décile de niveau de vie, selon la taille de la commune



Note : les déciles sont calculés pour chaque sous-échantillon de communes, définis par leur taille. Les petites communes correspondent à l'ensemble des villes de moins de 5 000 habitants.

Lecture : au sein des 10 % des villes moyennes les plus riches, les communes sont considérées à haut risque d'exposition pour en moyenne 4,3 pollutions.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

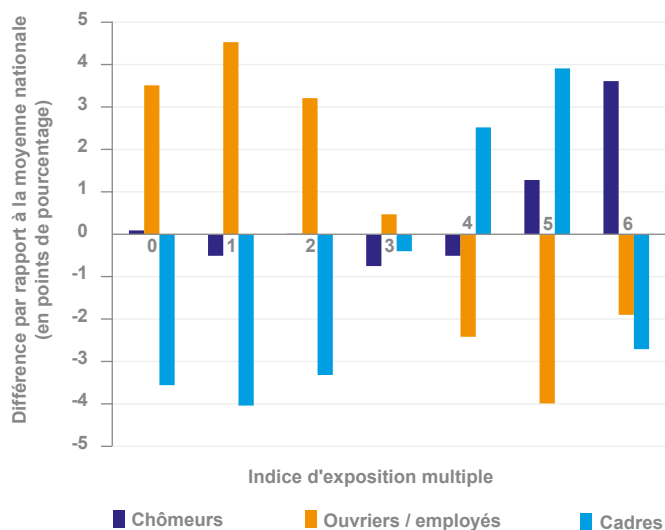
de moins de 5 000 habitants, qui constituent 93 % de notre échantillon. En revanche, le constat est différent pour le sous-échantillon des grandes villes et des villes moyennes, où nous observons une relation relativement plate, bien que légèrement croissante : tout d'abord, le fort IEM y est en moyenne trois fois plus élevé que dans les petites communes ; ensuite, les 10 % des villes moyennes les plus pauvres font part d'une exposition à haut niveau de 3 % supérieure aux villes moyennes médianes, et les 10 % des villes moyennes les plus riches de 10 % supérieure aux villes moyennes médianes.

Deux constats peuvent être tirés de cette première analyse globale :

- les grandes communes sont en moyenne plus exposées aux pollutions multifactorielles que les petites communes ;
- suivant la taille de la commune considérée, l'IEM peut être croissant avec le niveau de vie de ces territoires (petites communes) ou avoir une relation plus constante avec le niveau de vie (communes moyennes et grandes).

Seulement, les inégalités sociales ne peuvent se cantonner à l'analyse du niveau de vie médian des communes de résidence. Ainsi, on observe que les communes à IEM égal à 6 comportent en moyenne 4 points de plus de chômeurs dans leur population active que la moyenne nationale (voir Graphique 4), alors que les communes dont l'IEM est inférieur

Graphique 4 – Part de la population par IEM, en écarts à la moyenne selon les catégories sociales



Lecture : alors que 17,6 % de la population globale réside dans des communes à un IEM nul, les cadres y résident 7,3 points de pourcentage moins (soit 10,2 % des cadres de l'ensemble du territoire).

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

à 4 en comportent en moyenne moins qu'au niveau national. À l'inverse, on observe que les ouvriers et les employés vivent relativement plus dans les communes à faible IEM ; les cadres sont généralement situés dans les communes à IEM moyen, voire haut (les communes comportant un IEM de 5 comportent 4 points de plus de cadres que la moyenne nationale), mais habitent généralement moins dans les communes à IEM maximal, qui, on l'a vu, sont essentiellement des petites communes, exposées à l'ammoniac (3 points de moins que la moyenne nationale).

L'âge des populations vivant dans les territoires particulièrement exposés est également une variable clé (voir Graphique 5) : en moyenne, les communes les moins exposées ont des habitants relativement plus âgés que les communes à très haut niveau d'IEM : les individus âgés de moins de 30 ans représentent ainsi 29 % de la population des communes ne présentant aucun risque de surexposition, contre 31 % pour les individus de plus de 60 ans ; les moins de 30 ans représentent au contraire 37 % des individus vivant dans des communes à IEM égal à 6, contre 25 % pour les plus de 60 ans. Ce phénomène s'explique par la proportion plus importante de personnes âgées dans les petites communes en moyenne moins polluées et la plus grande proportion de jeunes dans les grandes villes et métropoles très polluées.

Même en distinguant les communes par leur densité de population ou en regardant les populations exposées selon leur âge ou leur CSP, ces moyennes nationales ne

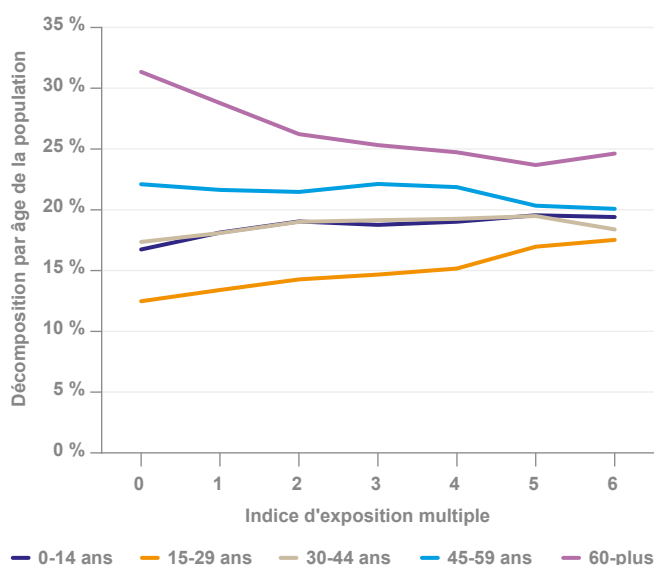
peuvent expliquer précisément le lien qui peut exister entre niveaux d'exposition et inégalités sociales sur l'ensemble des territoires. Les parties suivantes sont consacrées à trois grandes catégories de territoires qui peuvent expliquer cette relation moyenne : les territoires industriels, où le croisement entre inégalités d'exposition et inégalités sociales est le plus fort ; les métropoles et les grandes villes, plus jeunes et plus riches, mais plus polluées, notamment à cause de la pollution de l'air ; et les zones rurales, aux populations plus âgées, plus modestes et exposées plus spécifiquement aux pollutions agricoles.

Des zones industrielles avec un fort gradient social d'exposition

Les territoires de la métropole définis par l'Insee comme zones d'emploi industriel³² regroupent des inégalités sociales et environnementales particulières (voir Tableau 2). Ils sont illustrés ici par la région Hauts-de-France, au sein de laquelle on trouve beaucoup de zones d'emploi industriel historiques.

Avec un chômage plus élevé que la moyenne nationale, un niveau de vie médian des communes inférieur de près de 9 % à la moyenne, un taux de pauvreté moyen à 22 % (contre 16,5 % en moyenne) et une part d'ouvriers et employés dans la population active occupée supérieure de 1 point à la moyenne, les Hauts-de-France sont également marqués par une population relativement jeune, avec 38 % de sa population âgée de moins de 30 ans

Graphique 5 – Décomposition par âge de la population selon l'IEM de la commune de résidence



Lecture : les communes à IEM nul sont composées d'en moyenne 12,5 % de résidents de 15-29 ans.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

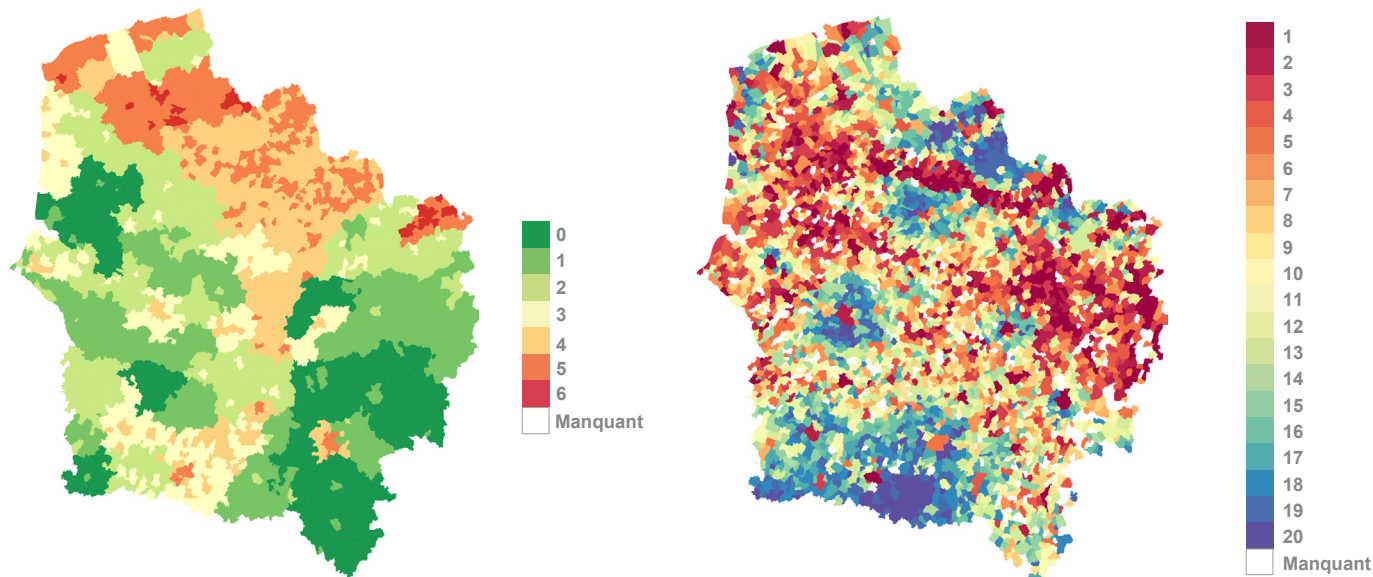
Tableau 2 – Inégalités sociales dans les zones industrielles

	France entière	Zones industrielles	Hauts-de-France
Taux de chômage	9,9 %	10,0 %	12,0 %
Taux de pauvreté	16,5 %	18,1 %	21,6 %
Niveau de vie médian	22 106 €	20 685 €	20 148 €
Part d'ouvriers/employés	30,9 %	38,5 %	31,8 %
Part des cadres	11,4 %	5,9 %	8,2 %
Part des plus de 30 ans	35,4 %	36,6 %	38,1 %
Part des moins de 60 ans	25,8 %	25,3 %	23,4 %

Source : Filosofi et calculs France Stratégie

32. D'après la définition de l'Insee de l'orientation économique des zones d'emploi.

Carte 5 – IEM (à gauche) et vingtiles de niveau de vie (à droite) dans les Hauts-de-France



Note : une commune apparaissant en rouge foncé signifie, sur la carte de gauche, qu'elle se situe toujours dans le quintile supérieur d'exposition aux six pollutions étudiées, et, sur la carte de droite, qu'elle se situe dans le plus bas vingtile de niveau de vie médian.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

(contre 35 % en moyenne nationale) (voir Carte 5). Les zones industrielles sont également plus souvent à IEM élevé, ce qu'on peut expliquer par la pollution des sols issue des sites industriels et le rejet d'émissions de dioxyde d'azote notamment.

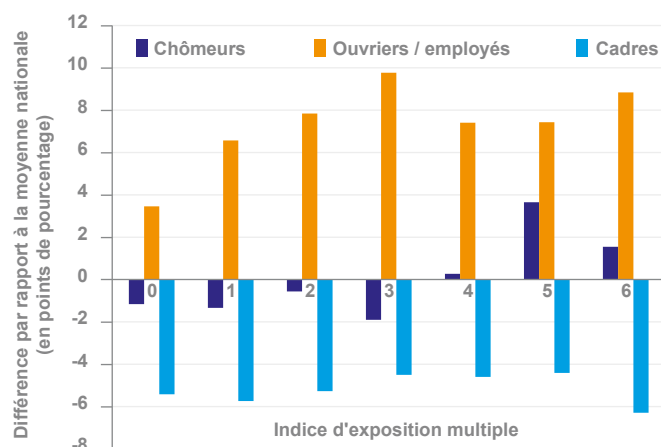
En zones industrielles, les chômeurs sont fortement représentés dans les communes à plus fort IEM (+4 points pour les communes à IEM 5, +2 points à IEM 6) ; les ouvriers, beaucoup plus nombreux qu'en moyenne nationale, semblent également être plus souvent localisés

dans les communes à plus fort IEM (+3,5 points dans les communes nullement surexposées, contre +10 points dans les communes à IEM 3, et +9 points dans les communes à IEM maximal – voir Graphique 6a).

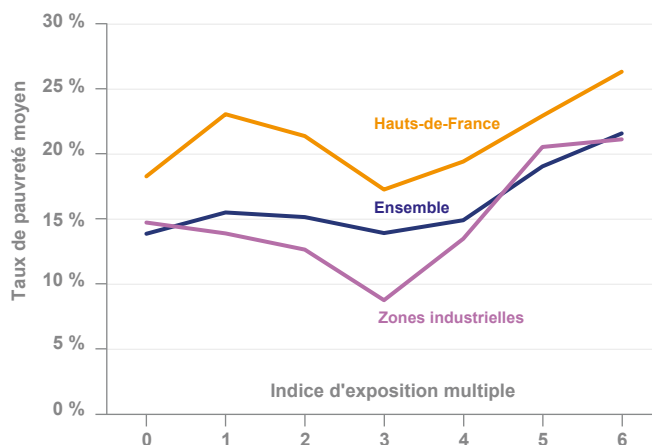
Si on regarde la part d'individus vivant dans ces territoires sous le seuil de pauvreté selon leur IEM (voir Graphique 6b), on observe que le taux de pauvreté croît bien avec l'exposition : alors que les communes à IEM nul font face à un taux de pauvreté de 14 %, ce taux atteint 19 % en moyenne dans les communes à IEM maximal. Cela s'explique

Graphique 6 – Gradient social de l'exposition multiple dans les zones industrielles

a) Part de la population par IEM, en écarts à la moyenne selon les catégories sociales



b) Taux de pauvreté moyen selon l'IEM de la commune de résidence



Lecture : alors que 17,6 % de la population globale réside dans des communes à IEM nul, le pourcentage des cadres des zones industrielles y résidant est de 5,4 points de moins (soit 12,4 % des cadres de l'ensemble du territoire).

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

notamment par la présence de populations plus pauvres dans ces métropoles. C'est encore plus marquant pour les régions anciennement industrielles : dans les Hauts-de-France, le taux moyen de pauvreté atteint 18 % dans les communes les moins exposées et 26 % dans les communes à IEM maximal.

Certaines communes des Hauts-de-France (voir Graphique 6, page précédente) illustrent cette double vulnérabilité, comme Grande-Synthe (avec un IEM de 5, un niveau de vie médian de 15 600 euros – soit inférieur de 29 % à la moyenne nationale – et un taux de pauvreté à 32 %), qui figure dans les 5 % des communes nationales les plus pauvres. À l'inverse, certaines communes de la région sont aisées mais polluées, comme Le Touquet-Paris-Plage, qui fait partie des 5 % des communes nationales les plus riches, avec un IEM de 5.

Les cadres et les jeunes plus exposés dans les métropoles

Les communes de plus de 50 000 habitants, représentées ici par la région Île-de-France qui en regroupe un grand nombre, sont caractérisées très différemment (voir Tableau 3).

Avec un chômage légèrement moins élevé que la moyenne nationale, un niveau de vie médian des communes supérieur de près de 12 % à la moyenne, et une part de cadres dans la population active occupée supérieure de 8 points à la moyenne, la région Île-de-France est également marquée par une population très jeune, avec seulement 20 % de plus de 60 ans (contre 26 % en moyenne nationale).

Tableau 3 – Inégalités sociales dans les métropoles et grandes villes

	France entière	Ville de +50 000 hab.	Île-de-France
Taux de chômage	9,9 %	10,7 %	9,6 %
Taux de pauvreté	16,5 %	16,4 %	16,4 %
Niveau de vie médian	22 106 €	22 940 €	24 743 €
Part d'ouvriers/employés	30,9 %	24,4 %	25,6 %
Part des cadres	11,4 %	16,3 %	19,4 %
Part des plus de 30 ans	35,4 %	40,7 %	39,5 %
Part des moins de 60 ans	25,8 %	21,8 %	19,8 %

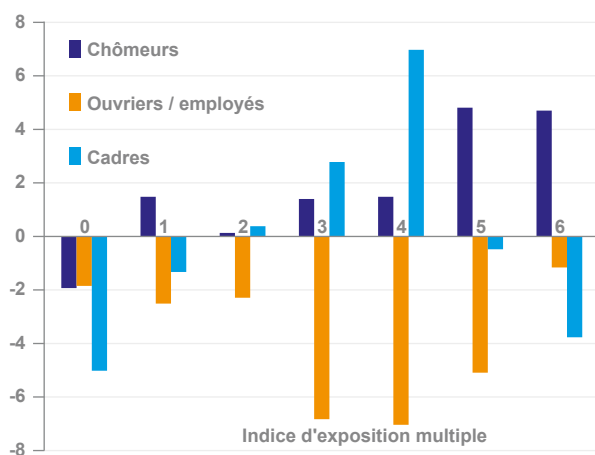
Source : Filosofi et calculs France Stratégie

Les particularités sociales de ces villes rendent les cadres particulièrement représentés dans les communes à IEM maximal (voir Graphique 7). Les grandes villes et les métropoles se caractérisant par des niveaux de vie plus élevés, les cadres y sont surreprésentés. Les niveaux de pollutions s'y expliquent par un trafic routier plus important et, dans certains cas, par la présence de sites industriels. Ainsi, 43 % des cadres résident dans des communes à haut niveau d'exposition pour cinq des six pollutions.

Le lien entre inégalités d'exposition et inégalités sociales dans les grandes villes n'est donc pas univoque (voir Graphique 7a). Alors que les cadres y sont en moyenne plus nombreux que sur l'ensemble du territoire, ils sont rarement localisés dans les communes les moins et les plus polluées (+7 points dans les communes à IEM de 4, -4 points dans les communes à IEM maximal, -5 points dans les communes à IEM minimal). En moyenne également plus présents dans les grandes villes, les chômeurs sont

Graphique 7 – Gradient social de l'exposition multiple dans les grandes villes et métropoles (plus de 50 000 habitants)

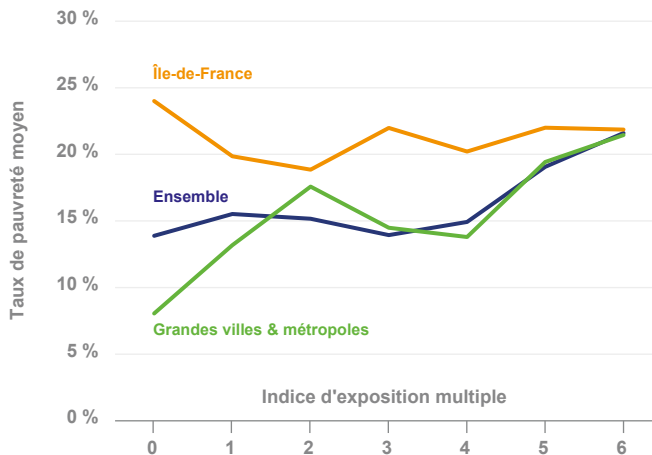
a) Part de la population par IEM, en écarts à la moyenne selon les catégories sociales



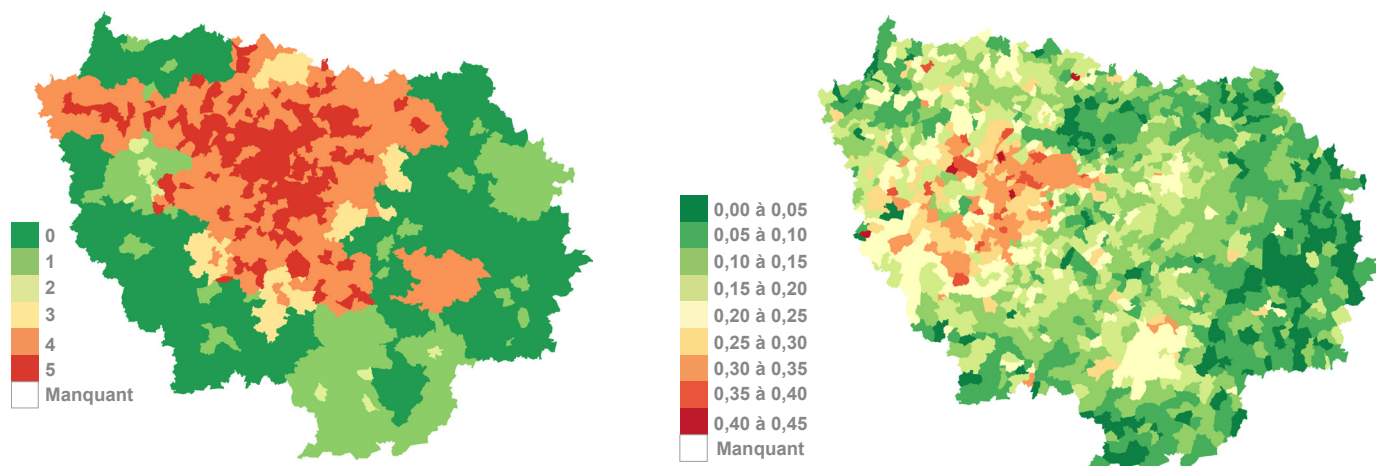
Lecture : alors que 17,6 % de la population globale réside dans des communes à IEM nul, les cadres dans les villes de plus de 50 000 habitants y résident 5 points de pourcentage moins (soit 12,6 % des cadres de l'ensemble du territoire).

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

b) Taux de pauvreté moyen selon l'IEM de la commune de résidence



Carte 6 – IEM (à gauche) et part des cadres dans la population active (à droite) en Île-de-France



Note : une commune apparaissant en rouge foncé signifie, sur la carte de gauche, qu'elle se situe toujours dans le quintile supérieur d'exposition à cinq des six pollutions étudiées et, sur la carte de droite, qu'elle se situe dans le plus bas vingtile de niveau de vie médian.

Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

fortement représentés dans les communes à plus haut IEM (+5 points pour les communes à indice 5 ou 6). Les ouvriers sont quant à eux sous-représentés dans les communes dont l'IEM est compris entre 3 et 5. En dépit de différents niveaux de ségrégation résidentielle³³, ce résultat est cohérent avec le fait que les centres-villes et leurs banlieues proches, statistiquement plus pollués, regroupent à la fois des quartiers à hauts et très bas revenus tandis que les zones périurbaines moins polluées sont de plus en plus aisées³⁴. Ainsi, Bobigny, qui figure dans les 5 % des communes nationales les plus pauvres, et Le Vésinet, qui figure dans les 5 % des communes nationales les plus riches, ont un IEM proche (respectivement 5 et 4) (voir Carte 6).

Si on regarde la part d'individus vivant sous le seuil de pauvreté selon leur IEM (voir Graphique 7b, page précédente), on observe que celui-ci est globalement plus plat pour les grandes villes et métropoles que pour la moyenne nationale. En revanche, en Île-de-France, qui regroupe des communes de tailles très variées, le taux de pauvreté moyen atteint 8 % dans les communes ne présentant aucun risque de surexposition, contre 22 % dans les communes à risque maximal.

Plus pauvres, plus âgées et exposées à des pollutions agricoles : le cas des zones rurales

Les zones rurales, telles que définies par l'Insee, comportent essentiellement des petites communes de moins de 5 000 habitants et peuvent être représentées ici par la région Bretagne (voir Tableau 4).

Les zones rurales se caractérisent par un niveau de vie médian inférieur de 9 % à la moyenne, un taux de pauvreté plus élevé et une population beaucoup plus âgée que la moyenne (voir Carte 7, page suivante).

Ces territoires sont également peu « surexposés » aux diverses pollutions étudiées (voir Carte 7, page suivante), mais fortement exposés à l'ammoniac dont les émissions sont essentiellement d'origine agricole (effluents d'élevage, engrais) et aux particules fines pouvant être issues des moissons (PM10). Les émissions d'ammoniac sont concentrées dans les communes les plus pauvres, de moins de 5 000 habitants et diminuent avec le revenu médian de la commune (voir Graphique 8a, page suivante), ce qui est caractéristique des zones rurales. Ainsi, dans ces zones, les 10 % des communes les plus pauvres présentent des expositions aux

**Tableau 4 – Inégalités sociales
dans les métropoles et grandes villes**

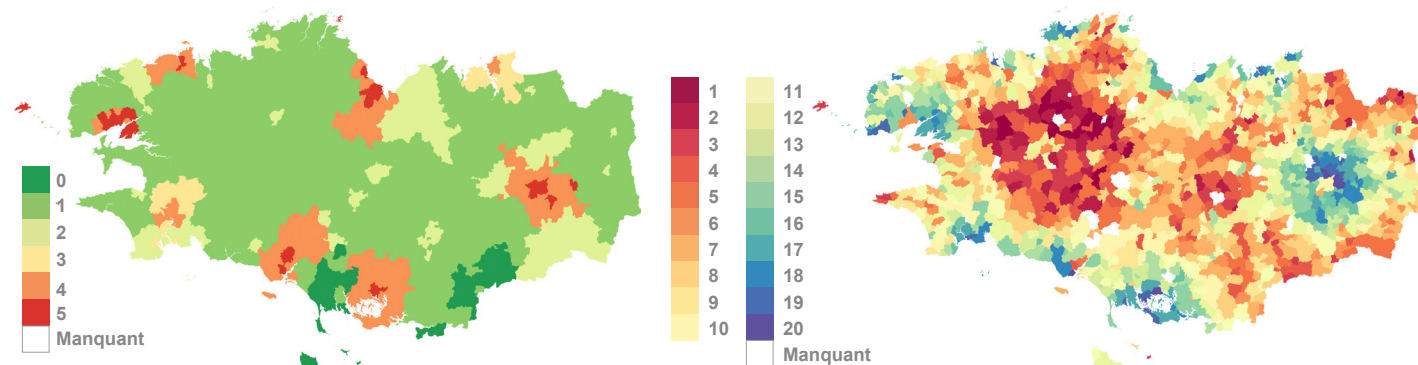
	France entière	Zones rurales	Bretagne
Taux de chômage	9,9 %	9,5 %	11,7 %
Taux de pauvreté	16,5 %	17,3 %	16,4 %
Niveau de vie médian	22 106 €	22 249 €	21 802 €
Part d'ouvriers/employés	30,9 %	35,5 %	32,7 %
Part des cadres	11,4 %	5,6 %	9,3 %
Part des plus de 30 ans	35,4 %	29,7 %	34,0 %
Part des moins de 60 ans	25,8 %	32,9 %	28,1 %

Source : Filosofi et calculs France Stratégie

33. Voir notamment : Botton H., Cusset P.-Y., Dherbécourt C. et George A. (2020), « Quelle évolution de la ségrégation résidentielle en France ? », *La Note d'analyse*, n° 92, France Stratégie, juillet.

34. Voir par exemple : Aerts A., Chirazi S. et Cros L. (2015), « Une pauvreté très présente dans les villes-centres des grands pôles urbains », *Insee Première*, n° 1552, juin, p. 1-4 ; ou encore Floch J.-M. (2014), « Des revenus élevés et en plus forte hausse dans les couronnes des grandes aires urbaines », in Insee, *France. Portrait social*, Paris, p. 69-81.

Carte 7 – IEM (à gauche) et vingtiles de niveau de vie (à droite) en Bretagne

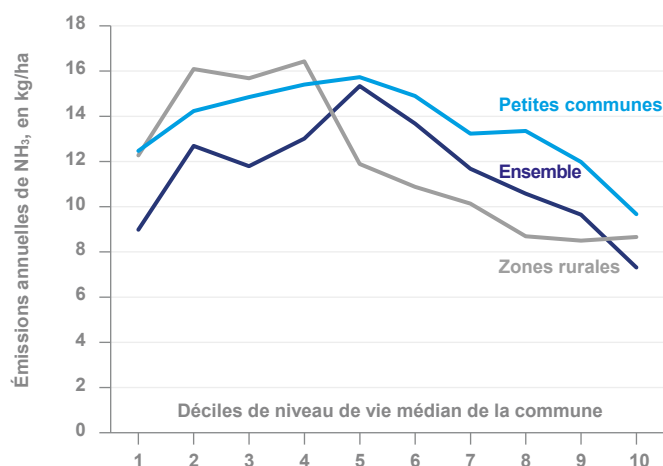


Note : une commune apparaissant en rouge foncé signifie sur la carte de gauche qu'elle se situe toujours dans le quintile supérieur d'exposition aux cinq des six pollutions étudiées mais, sur la carte de droite, qu'elle se situe dans le plus bas vingtile de niveau de vie médian.

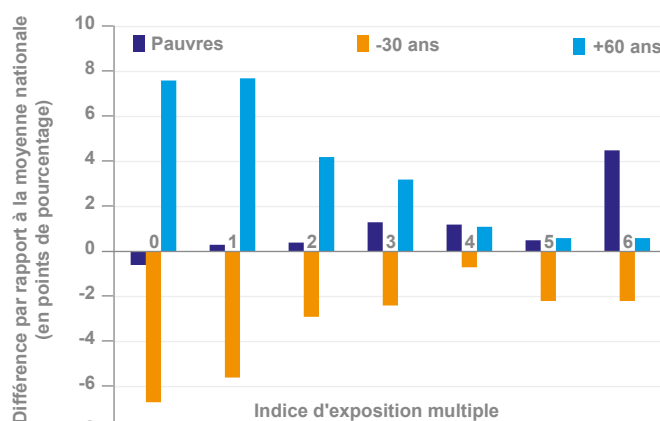
Source : Basol, ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

Graphique 8 – Gradient social de l'exposition multiple dans les zones rurales

a) Émissions d'ammoniac par décile de niveau de vie, selon la taille de la commune et la zone d'activité



b) Part de la population par IEM, en écarts à la moyenne selon les catégories sociales



Note : les déciles sont calculés pour chaque sous-échantillon de communes, définis par leur taille. Les petites communes correspondent à l'ensemble des villes de moins de 5 000 habitants.

Lecture : les habitants des 10 % des petites communes les plus riches émettent en moyenne 9,7 kg/ha d'ammoniac.

Source : ATMO, Filosofi et calculs France Stratégie

émissions d'ammoniac 66 % plus élevées que les 10 % des communes les plus riches. Certaines communes de Bretagne représentent parfaitement cette spécificité, comme par exemple Guingamp, qui se situe dans les 5 % des communes nationales les plus pauvres et les 20 % les plus exposées à l'ammoniac.

Il existe bien une corrélation entre inégalités d'exposition et inégalités sociales dans les zones rurales, mais seulement pour les variables d'âge et de taux de pauvreté. Ainsi, le gradient territorial de l'âge est fort : alors que les moins de 30 ans résidant dans les communes rurales sont moins nombreux de 7 points que ceux résidant dans des communes à IEM nul, ils ne le sont plus que de 2 points en regard de la

population des communes à IEM maximal. En miroir, les plus de 60 ans sont surreprésentés dans les communes à faible IEM par rapport à la moyenne nationale (+8 points). Par exemple, la commune de La Trinité-sur-Mer fait face à un IEM nul et une part des moins de 30 ans de 18 % (35 % en moyenne nationale) contre une part des 60 ans et plus de 54 % (26 % en moyenne nationale), alors que la commune de Plougastel-Daoulas fait face à un IEM de 5 et une part des moins de 30 ans de 31 % contre une part des 60 ans et plus de 29 %. En moyenne plus présents dans les zones rurales, les individus vivant sous le seuil de pauvreté sont moins nombreux dans les communes rurales à faible IEM (-1 point), mais sont surreprésentés dans les communes rurales à IEM maximal (+4,5 points).

CONCLUSION

Notre cartographie souligne la grande hétérogénéité territoriale des pollutions, avec une concentration de la majorité des pollutions dans les grandes villes et les zones industrielles – à l'exception des pollutions d'origine agricole, qui se concentrent préférentiellement dans les communes rurales. Ces inégalités d'exposition aux pollutions peuvent être croisées avec les caractéristiques sociales des territoires et dessiner un premier diagnostic d'inégalités environnementales.

Les grandes villes concentrent des pollutions qui sont autant de facteurs de risques sanitaires potentiels, particulièrement pour les jeunes, plus nombreux à résider dans ces territoires. Les zones agricoles et anciennement industrielles regroupent expositions fortes à certains polluants et désavantages sociaux, notamment en termes de chômage et de taux de pauvreté.

Notre analyse est cependant limitée par la nature même des données disponibles, qui est une lacune bien identifiée dans le champ de la santé environnementale :

- l'absence de données épidémiologiques permettant d'étudier la répartition géographique de maladies susceptibles d'être induites par certains polluants nous contraint à nous intéresser aux facteurs de risques avérés ou suspectés de maladies, et non aux risques sanitaires eux-mêmes ;
- les données relatives aux pollutions sont disponibles de manière très disparate selon les territoires et la nature des pollutions étudiées, ce qui nous contraint à réduire notre analyse à l'échelle communale ou intercommunale, alors qu'une analyse infracommunale serait nécessaire ;
- toutes les pollutions ne font pas l'objet de mesures en continu dans le temps et, pour certaines d'entre elles, ne sont documentées qu'en termes de respect des normes réglementaires d'analyse (absence / présence ; supérieure / inférieure au seuil de détection ; supérieure / inférieure à une valeur de référence réglementaire).

Malgré ces limites, cette première analyse permet de dégager quelques grandes tendances nationales, et notamment de mettre en avant la corrélation entre exposition multiple et précarité sociale pour certains territoires. Elle montre que certaines communes sont multi-exposées, ce qui appelle des mesures de lutte contre les pollutions ambitieuses, ainsi que des actions de prévention sanitaires dédiées qui sont adaptées aux spécificités territoriales, en distinguant notamment zones agricoles et zones urbaines.

Mots clés : inégalités, pollutions, santé, risques, territoires



Directeur de la publication : Gilles de Margerie, commissaire général ;
directeur de la rédaction : Cédric Audenis, commissaire général adjoint ;
secrétariat de rédaction : Gladys Caré, Étienne de Latude ;
dépôt légal : septembre 2022 - N° ISSN 2556-6059 ;

contact presse : Matthias Le Fur,
directeur du service Édition-Communication-Événements,
01 42 75 61 37, matthias.lefur@strategie.gouv.fr

RETROUVEZ LES DERNIÈRES ACTUALITÉS DE FRANCE STRATÉGIE SUR :



www.strategie.gouv.fr



[@Strategie_Gouv](https://twitter.com/Strategie_Gouv)



[france-strategie](https://www.linkedin.com/company/france-strategie)



[FranceStrategie](https://www.facebook.com/FranceStrategie)



[@FranceStrategie_](https://www.instagram.com/FranceStrategie_)



[StrategieGouv](https://www.youtube.com/StrategieGouv)

Institution autonome placée auprès de la Première ministre, France Stratégie contribue à l'action publique par ses analyses et ses propositions. Elle anime le débat public et éclaire les choix collectifs sur les enjeux sociaux, économiques et environnementaux. Elle produit également des évaluations de politiques publiques à la demande du gouvernement. Les résultats de ses travaux s'adressent aux pouvoirs publics, à la société civile et aux citoyens.