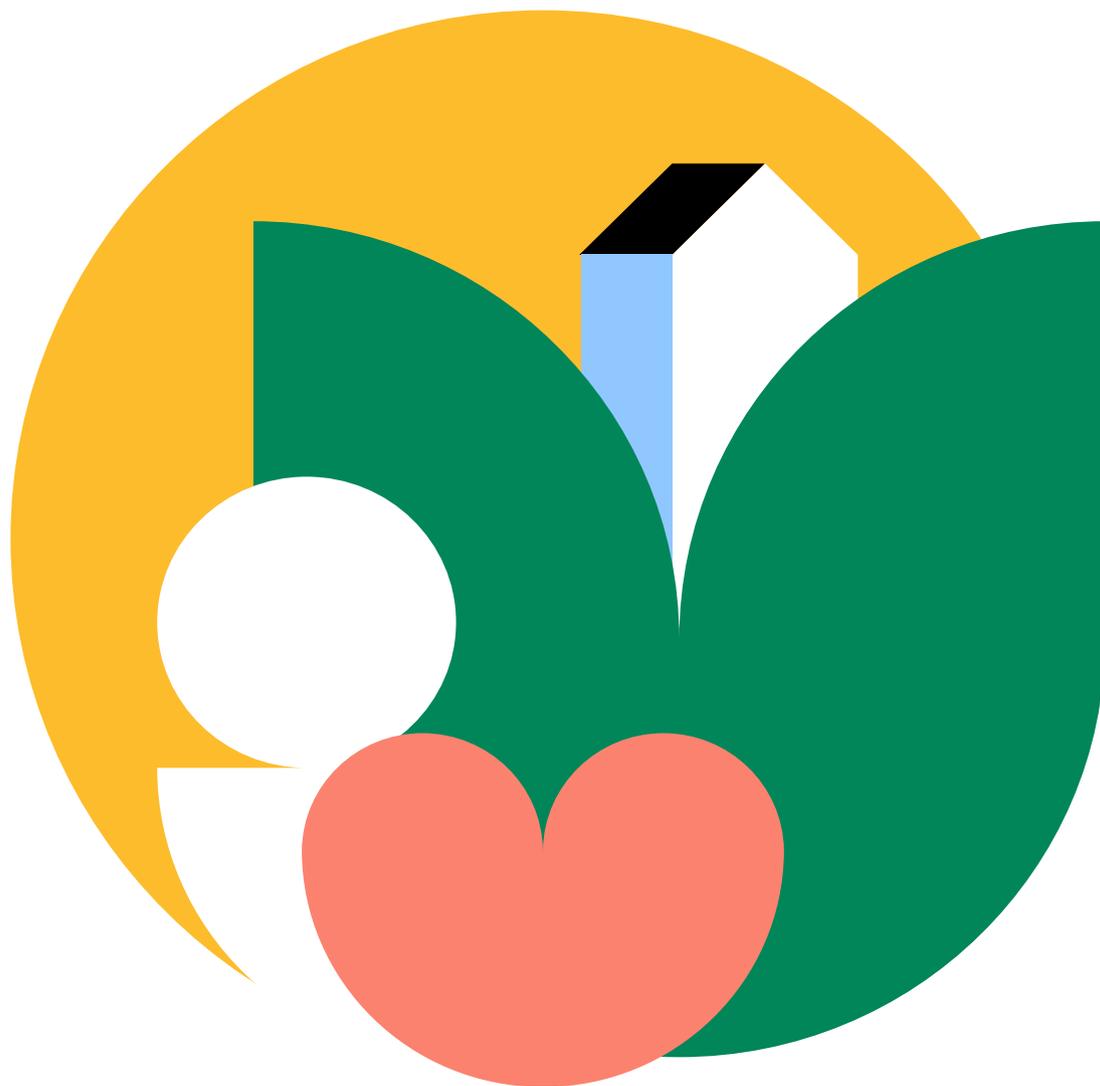




**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*



ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT EN FRANCE

RAPPORT 2024

Ce rapport a été élaboré par

COMMISSARIAT GÉNÉRAL AU DÉVELOPPEMENT DURABLE (CGDD)

COORDINATEURS

Service des données et études
statistiques, sous la supervision de
Béatrice Sédillot, cheffe du service

Ressources : Emmanuelle Pagès,
Jean-Louis Pasquier

Pollution : Céline Jamet, Didier Eumont
Changement climatique : Manuel Baude,
Manuel Marquis

Biodiversité : Anthony Coulmin
Mobiliser la société : Éric Pautard

RÉDACTEURS

Service des données et études
statistiques : Guy-Stéphane Akanza,
Véronique Antoni, Manuel Baude,
Alexis Cerisier-Auger, Lise Colard,
Anthony Coulmin, Valérie Dossa-
Thauvin, Didier Eumont, Jean-Michel
Guilhen, Céline Jamet, Irénée Joassard,
Katerine Lamprea, Christelle Larrieu,
Aurélie Le Moullec, Manuel Marquis,
Béatrice Michalland, Frédéric Nauroy,
Emmanuelle Pagès, Sandrine Parisse,
Jean-Louis Pasquier, Éric Pautard,
Élodie Ricaud, Chrystel Scribe,
Benjamin Trochon

Service de l'économie verte et
solidaire : Julien Divialle, Mathieu
Fouquet, Alexandre Godzinski, Julien
Hardelin

Directeur de publication :

Brice Huet

Rédactrice en chef :

Béatrice Michalland

Coordinatrice de la publication :

Christelle Larrieu

Coordination globale :

Sous-direction de la stratégie éditoriale
et de la diffusion

Coordination éditoriale :

Céline Blivet

Infographies :

Bertrand Gaillet

Traitements statistiques :

Anne Billaut, Antoine Camus (OFB),

Olivier Chantrel

Cartographie :

Antea

Conception, maquettage et réalisation :

Agence Citizen Press

SOMMAIRE

Avant-propos p. 4

Face aux défis : p. 10

histoire d'une prise
de conscience



**Ressources
naturelles** p. 16

Entre dépendance aux
importations et raréfaction



**Pollution
des milieux naturels** p. 44

Une menace pour
l'environnement et la santé



**Changement
climatique** p. 70

Des effets de plus en plus
perceptibles



**Déclin de
la biodiversité** p. 96

Une nature sous pression

Postface p. 123

Pour aller plus loin p. 126

Glossaire p. 127

Sigles et abréviations p. 137

Table des matières p. 140

La France, comme le reste du monde, est confrontée à deux défis environnementaux intrinsèquement liés : le dérèglement climatique, et l'effondrement de la biodiversité. À ces deux défis s'ajoutent deux enjeux majeurs : la disponibilité des ressources et la pollution des milieux naturels.

Quel est l'état de l'environnement en France en 2024 ? Comment la situation a-t-elle évolué depuis la précédente édition du rapport de 2019 ?

Établir un bilan global de l'état de l'environnement reste un exercice difficile tant les problématiques environnementales sont nombreuses et contrastées.

Si différentes données sont des motifs d'espoir et la preuve de l'efficacité d'une partie des politiques menées (baisse des émissions, diminution de la pollution de l'air, réintroductions et protections réussies d'espèces, etc.), l'état de l'environnement reste préoccupant et plaide pour l'intensification des efforts.



CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES EFFETS DE PLUS EN PLUS PERCEPTIBLES

Hausse des températures, multiplication et intensification des événements extrêmes (sécheresses, inondations, feux de forêt, tempêtes), progression de l'érosion côtière, dégradation de notre environnement... Les conséquences du dérèglement climatique sont multiples. Les Français ont pu le constater, dans leur quotidien, au cours des dernières années. Si les émissions de gaz à effet de serre (GES) et l'empreinte carbone de la France baissent tendanciellement depuis le début des années 2010 et nous mettent sur une trajectoire permettant de respecter nos engagements, notamment internationaux, il est nécessaire de poursuivre ces efforts et d'engager nos partenaires dans une même dynamique.

Des conséquences croissantes du changement climatique en France

Les signes du changement climatique sont multiples en France : la température moyenne a augmenté de 1,9 °C sur la période 2013-2022, par rapport à la période 1900-1930 ; le niveau des mers et des océans augmente (+ 21 cm entre 1990 et 2023), entraînant notamment un recul du trait de côte qui touche près de 25 % des littoraux français ; la fréquence et l'intensité des événements climatiques exceptionnels s'accroissent (quatre événements naturels très graves se sont produits en moyenne chaque année entre 2001 et 2021, contre un seulement entre 1950 et 2000) et les coûts financiers de ces derniers deviennent de moins en moins gérables. Sur la période 1982-2022, 50 milliards d'euros d'indemnisations ont été versées par les assurances au titre du régime des catastrophes naturelles.

Une diminution des émissions de GES et de l'empreinte carbone de la France depuis le début des années 2010

Les enjeux climatiques font l'objet d'engagements nationaux et internationaux qui portent leurs fruits. Entre 1990 et 2023, les émissions intérieures françaises de GES ont diminué de 31 % et 40 % de cette

baisse a été réalisée ces cinq dernières années. La France respecte désormais la trajectoire de l'accord de Paris (ce qui n'était pas le cas en 2019, lors du précédent rapport).

Au-delà des émissions sur le territoire français, il faut aussi prendre en compte les émissions mondiales générées par nos importations, qui représentent aujourd'hui plus de la moitié de l'empreinte carbone de la France. Dans un contexte de hausse des émissions importées, l'empreinte carbone de la France a moins baissé que les émissions intérieures : - 13 % entre 1990 et 2023, avec une tendance à la baisse seulement depuis le début des années 2010. La dynamique de réindustrialisation en France s'est accompagnée d'une accélération de la baisse de l'empreinte carbone : - 9 % entre 2018 et 2023.

Une prise en compte croissante des enjeux climatiques

Entre 2000 et 2023, la part des Français déclarant que le changement climatique est leur principale préoccupation environnementale est passée de 6 % à 36 %. La prise de conscience doit toutefois s'accompagner d'une association large aux décisions relevant de la transition écologique. Cela a été le cas pour la Stratégie française sur l'énergie et le climat qui a fait l'objet d'une large consultation citoyenne (« Notre avenir énergétique se décide maintenant », menée par la Commission nationale du débat public), du plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC), de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) et de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE), avec une large mobilisation des Français.



DÉCLIN DE LA BIODIVERSITÉ : UNE NATURE TOUJOURS SOUS PRESSION

La France héberge une richesse écologique exceptionnelle et fragile, en métropole et en outre-mer. La connaissance s'améliore et les dispositifs de protection se renforcent, mais la perte de biodiversité se poursuit, alors même que 80 % des emplois en France sont liés directement ou indirectement à la biodiversité.

Une richesse écologique unique de mieux en mieux connue

La France abrite une richesse biologique unique : 10 % des espèces décrites dans le monde sont présentes sur le territoire français, notamment en outre-mer qui concentre 80 % de la biodiversité nationale, dont 11 % sont endémiques (spécifique à un territoire). La connaissance des espèces et des habitats ne cesse de s'améliorer. Chaque année, les données de l'inventaire national du patrimoine naturel progressent (+ 26 % entre 2023 et 2024).

Une richesse fragilisée par les cinq grandes pressions responsables de la perte de biodiversité

Cinq grands types de pressions humaines sont aujourd'hui reconnus comme causes principales de la dégradation de la biodiversité : la destruction et l'artificialisation des milieux naturels ; la surexploitation des ressources naturelles et le trafic illégal ; le dérèglement climatique global ; les pollutions des océans, eaux douces, air et sol ; et les espèces exotiques envahissantes.

L'augmentation de la population et le développement des activités économiques sont sources de destruction et de fragmentation des milieux naturels : 25 000 hectares ont été urbanisés en moyenne chaque année entre 2009 et 2022. La consommation d'espaces annuelle stagne depuis 2019 entre 20 000 hectares par an (ha/an) et 21 000 ha/an mais ne diminue pas. La mise en œuvre de l'objectif de zéro artificialisation nette (ZAN) et des mesures d'évitement, de réduction et de compensation des atteintes à la biodiversité (ERC) ne se reflètent pas encore dans les chiffres.

L'enjeu est d'autant plus fort que la couche superficielle des sols français renferme 3 580 millions de tonnes (Mt) de carbone organique, ce qui en fait le second puits de carbone derrière les océans. Les sols hébergent une biodiversité insoupçonnée, indispensables à la production agricole. De plus, des sols perméables nous protègent contre des inondations majeures.

L'exploitation des ressources à des taux supérieurs à la régénération naturelle reste une menace : 22 % des poissons pêchés en 2022 sont encore en situation de surpêche, malgré une nette amélioration puisque ce taux s'établissait à 46 % en 2000.

Des pollutions diverses affaiblissent les organismes et leurs capacités de résilience, tandis que le changement climatique affecte l'équilibre naturel des écosystèmes, avec de nombreuses répercussions sur les équilibres physico-chimiques (acidification des océans) et sur le vivant (cycle de reproduction, migration, répartition géographique).

Avec l'intensification des échanges mondiaux et le réchauffement climatique, la problématique des espèces exotiques envahissantes s'accroît. En moyenne, sur la période 1985-2024, 14 nouvelles espèces exotiques envahissantes ont été enregistrées par département de l'Hexagone, tous les 10 ans.

L'érosion de la biodiversité se poursuit

Seuls 20 % des écosystèmes remarquables sont dans un état de conservation favorable sur la période 2013-2018, une part qui ne s'est pas améliorée par rapport à 2007-2012. En 20 ans, la part des espèces menacées à risque de disparition à court terme s'est accrue, passant de 8 % à 17 %.

Les populations d'insectes et d'oiseaux continuent à chuter. 31 % des oiseaux communs spécialistes ont disparu de métropole entre 1989 et 2023. 43 % des chauves-souris ont disparu de métropole entre 2006 et 2021. Des études internationales ont montré que la biomasse des insectes avait diminué de 2,5 % en moyenne par an depuis 30 ans.

Pour y faire face, la France est un des premiers pays à s'être doté d'une Stratégie nationale biodiversité 2030 (SNB). Présentée en novembre 2023, elle fixe un certain nombre d'objectifs à l'horizon 2030 permettant d'inverser cette tendance afin de réduire les pressions qui s'exercent sur la biodiversité et restaurer les habitats dégradés, avec des moyens adaptés et l'implication de tous les acteurs.

Une amélioration de la protection dont les effets s'inscrivent dans la durée et une sensibilisation croissante des citoyens

Pour préserver la biodiversité et restaurer les écosystèmes, les protections se renforcent. 4,2 % du territoire national, terrestre et marin, est couvert par un dispositif de protection forte (cœurs de parcs nationaux, réserves naturelles, arrêtés de protection et réserves biologiques et sites Natura 2000 au cas par

cas), contre 1,4 % en 2019. Plusieurs réserves naturelles nationales ont été étendues dont la réserve des Sept-Îles, la réserve du Venec et celle de la Mer de Corail. L'objectif est désormais de placer 10 % du territoire français, terrestre et maritime, sous le régime de protection forte d'ici 2030.

Certaines mesures de protection ou de réintroduction, mises en œuvre dans le cadre de plans nationaux d'action ciblant des espèces animales, végétales ou des habitats menacés, ont eu des résultats très positifs. On peut notamment citer l'exemple du vautour fauve, de la loutre ou des tortues marines. En 2020, 62 % du territoire national est désormais occupé par le Castor d'Europe, ou la Loutre d'Europe.

Enfin, des efforts et des moyens conséquents ont été engagés pour rétablir la continuité écologique, notamment sur les rivières mais aussi les passages à faune sur les autoroutes (1 800 passages).

La sensibilisation aux enjeux que représente la biodiversité progresse également, grâce à de nombreuses initiatives : l'engagement des citoyens dans les sciences participatives sur la biodiversité (115 000 en 2022, contre 20 000 en 2011) ; aires marines et terrestres éducatives permettant aux élèves de découvrir à l'école les enjeux relatifs aux territoires naturels et d'agir pour la protection de la nature. La Stratégie nationale biodiversité soutient diverses mesures pour poursuivre et amplifier cette mobilisation citoyenne.



RESSOURCES NATURELLES : DÉPENDANCE AUX IMPORTATIONS ET RARÉFACTION

L'eau, l'énergie, la biomasse, les minéraux et métaux... Ces ressources naturelles assurent à l'homme de quoi se nourrir, se chauffer, s'éclairer, se déplacer, se loger, se vêtir, se soigner, se divertir. Pour satisfaire ses besoins, la France dépend aujourd'hui fortement des importations pour les combustibles fossiles et les métaux, en particulier ceux nécessaires à la transition écologique (cobalt, nickel, etc.). Décarboner notre pays et rendre notre économie circulaire est nécessaire pour sortir de ces dépendances, en particulier à l'égard des énergies fossiles.

Une baisse des énergies fossiles dans la consommation énergétique à intensifier pour réduire les émissions de gaz à effet de serre

La sortie progressive des énergies fossiles constitue un enjeu majeur pour les Français : climatique (deux tiers des émissions mondiales sont liés à la combustion des énergies fossiles), économique, géopolitique et de souveraineté énergétique.

Aujourd'hui, la France reste fortement dépendante des énergies fossiles importées malgré une part importante et en croissance de l'électricité décarbonée dans le mix énergétique : la consommation finale d'énergie fossile (pétrole, du gaz et du charbon) est de 60 % en 2023, en légère baisse par rapport à 2018 (63 %). La programmation pluriannuelle de l'énergie en cours de finalisation prévoit d'abaisser cette part des énergies fossiles à 42 % à l'horizon 2030, grâce au développement rapide des énergies renouvelables et à la relance du nucléaire.

Les métaux critiques : une denrée nécessaire pour accélérer la sortie de la dépendance aux énergies fossiles

En France, 99,7 % des ressources minérales métalliques utilisées pour satisfaire les besoins intérieurs sont importées, sous forme de minerais métalliques ou de produits composés de métal. Si la consommation française de ressources métalliques est aujourd'hui stable autour de 19 Mt par an, les besoins en métaux critiques devraient fortement augmenter à mesure que la transition énergétique se développe, notamment pour les batteries électriques et les énergies renouvelables. L'adoption du « *Critical Raw Materials Act* » au niveau européen, à l'initiative de la France, est une avancée majeure.

Une baisse des prélèvements d'eau douce à consolider alors que la disponibilité de la ressource en eau diminue

La ressource en eau douce a diminué de 14 % en France métropolitaine entre les périodes 1990-2001 et 2002-2022, en raison d'une augmentation de l'évapotranspiration (eau repartant à l'atmosphère) et de précipitations globales moindres depuis 2002. Cette diminution de la ressource est observée sur 25 % du territoire métropolitain avec des épisodes de

sécheresse de plus en plus longs et fréquents. Dans ce contexte de raréfaction de la ressource, les prélèvements d'eau douce pour les différents usages liés aux activités humaines baissent tendanciellement (-1,1 % par an depuis 2008).

Avec le changement climatique, l'équilibre entre la ressource et les besoins (y compris ceux des écosystèmes) pourrait être plus difficile à tenir et les conflits d'usage se multiplier. Des travaux sont menés au niveau français pour répondre à ces défis, en concertation avec l'ensemble des acteurs (agriculteurs, industriels, associations et consommateurs). L'objectif affiché est double : mieux partager et économiser la ressource en eau. Le « Plan eau », lancé en 2023 par le Gouvernement, prévoit ainsi un objectif de -10 % d'eau prélevée d'ici 2030. Pour cela, notamment, 17 filières industrielles ont engagé l'élaboration de plans de sobriété hydrique et 55 sites industriels représentant 25 % de la consommation d'eau de l'industrie française sont accompagnés pour réduire leurs prélèvements d'ici 2030. De plus, les agences de l'eau soutiennent le développement de pratiques agricoles économes en eau et chaque grand bassin versant métropolitain s'est doté d'une trajectoire de sobriété déclinant l'objectif de -10 % par catégorie d'usagers.

La biomasse : de fortes attentes sur la production mais une ressource fragilisée par le changement climatique

La biomasse est utilisée à différentes fins : alimentation, matériaux biosourcés, énergie. La production de biomasse végétale de la France est globalement excédentaire : la production agricole végétale française dépasse de 10 à 20 % la consommation intérieure. Alors que les attentes sont fortes à l'égard de cette ressource, celle-ci est toutefois fragilisée par le changement climatique et la dégradation des sols. Ainsi, la croissance annuelle nette du volume de bois en forêt a diminué de 53 % en France métropolitaine entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022, alors que l'exploitation de la ressource est en augmentation.



POLLUTION DES MILIEUX NATURELS : UNE MENACE POUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ

Tous les milieux naturels sont sensibles aux pollutions (l'air, les sols et sous-sols, l'eau de surface, les nappes souterraines), avec des conséquences sur la santé, notamment humaine, ainsi que le fonctionnement des écosystèmes et de la chaîne alimentaire. Des progrès importants ont été enregistrés concernant les rejets et émissions de substances dangereuses ou polluantes dans l'air et l'eau réglementées (renforcement de la réglementation sur les rejets des installations classées pour la protection de l'environnement et les normes d'émission des véhicules). Toutefois, la prise de conscience de nouvelles formes de pollutions – plastiques, résidus médicamenteux, composés perfluorés – fruit de l'amélioration de la performance des appareils de mesure nous pousse à poursuivre l'effort de réduction des pressions sur l'environnement et la santé.

Des progrès importants sur les rejets de polluants réglementés depuis plusieurs décennies

De 2000 à 2023, les rejets de la plupart des polluants de l'air extérieur ont diminué en France métropolitaine. C'est le résultat de plans d'action mis en place depuis plusieurs décennies visant à réduire les émissions. La baisse atteint ainsi 56 % pour les particules fines $PM_{2,5}$ (- 25 % depuis 2017), grâce aux progrès réalisés dans tous les secteurs d'activité. Les émissions de NO_x ont baissé de 64 % sur la période 2000-2023, de manière assez homogène dans le temps. Concernant le NO_2 , la baisse des concentrations mesurées en fond urbain s'accroît sur la période 2019-2023.

Si la qualité globale de l'air extérieur s'améliore, les normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé restent toutefois non respectées dans certaines agglomérations. Au regard des enjeux et de l'urgence sanitaire (7 % de la mortalité totale en France serait attribuable à l'exposition aux particules fines dans l'air extérieur), les normes se renforcent. Les zones à faible émission (ZFE) ont ainsi pour objectif de faire progresser la qualité de l'air dans les zones

urbaines les plus denses, au bénéfice de la santé des Français, notamment face aux maladies respiratoires telles que l'asthme et la bronchiolite. Pour cela, les ZFE restreignent la circulation des véhicules les plus polluants au sein d'un périmètre donné.

Sous l'effet des réglementations, l'utilisation des produits phytosanitaires les plus toxiques s'est également réduite, avec une baisse de 35 % de la vente de ces produits entre 2015-2017 et 2020-2022. Sur la période 2009-2023, l'usage des produits les plus dangereux (dits CMR 1) a baissé de 96 %. La stratégie Ecophyto 2030, publiée en mai 2024, fixe l'objectif de réduire de moitié les usages et les risques des produits phytosanitaires à l'horizon 2030.

Enfin, la réglementation sur les rejets de substances dangereuses comme les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) a favorisé la baisse des concentrations de certaines substances dans les cours d'eau, avec des diminutions de 10 à 50 % entre 2008 et 2020. Pour autant les HAP étant persistants et mobiles, ils demeurent l'un des groupes de substances les plus fréquemment quantifiés dans les cours d'eau.

De lents progrès vers une économie circulaire : sobriété et recyclage

Avec un niveau de 14 tonnes par habitant, l'empreinte matières de la France ne diminue pas, malgré une diminution temporaire à 12,8 tonnes par habitant durant la crise sanitaire.

La consommation des matières plastiques n'a cessé de croître depuis le milieu du XX^e siècle, en raison des multiples usages. En 2022, 21 % des déchets plastiques ont été recyclés, 51 % incinérés et 28 % mis en décharge. Une grande partie de ces plastiques se retrouve dans les sols, les eaux et les mers sous forme de microplastiques. Ces déchets ont des conséquences nocives pour la faune et ont également pu être détectés dans des organismes humains, bien que leurs impacts sanitaires restent mal compris.

Le premier marché du plastique est celui des emballages, suivi de la construction et de l'automobile. Or, en 2022, seuls 23 % des emballages ont été recyclés. À l'échelle de l'Union européenne, la vente de certains produits en plastique à usage unique (pailles, couverts en plastique, etc.) est interdite.

L'affichage environnemental volontaire pour les produits textiles (loi AGEC puis loi climat et résilience, article 2) a été lancé en 2024. Construit autour d'un coût environnemental, il permettra de sensibiliser les consommateurs sur l'impact de chacun de leurs achats.

Dispositifs de traitement des eaux usées : des situations contrastées selon les territoires

43,8 % des cours d'eau sont en bon ou très bon état écologique. Entre 2009 et 2015, la part des masses d'eau de surface évaluées en bon état chimique est passée de 43,1 % à 62,9 %. Les mesures mises en œuvre, telles que la mise aux normes de stations d'épuration, l'interdiction de substances, les actions de sensibilisation, permettent d'améliorer l'état des masses d'eau, mais leurs effets ne sont perceptibles que sur la durée.

En France, 82 % des habitants sont raccordés à un assainissement collectif, et près de 30 % des stations d'épuration nécessitent encore des mises aux normes, bien que ce chiffre ait diminué grâce aux investissements récents. L'assainissement non collectif concerne 18 % de la population, avec un taux de non-conformité réduit à 20 %, contre environ 30 % il y a une décennie, grâce aux contrôles et aides à la mise en conformité. Malgré ces progrès, les rejets insuffisamment traités restent une cause d'eutrophisation, aggravée par la baisse des débits liée au changement climatique, accentuant la vulnérabilité des milieux aquatiques.

Concernant la qualité chimique des eaux souterraines, aucun progrès significatif ne se dessine. Environ 15 % des captages ont été abandonnés, sur la période 1980-2019, en raison de la dégradation de la qualité de la ressource en eau, due, dans 41 % des cas, à des teneurs excessives en nitrates et pesticides. Plusieurs décennies sont nécessaires pour que certaines substances se dégradent lorsqu'elles ont atteint une nappe. Ainsi, l'effet positif attendu d'une mesure prise pour préserver la qualité des eaux souterraines est très souvent perceptible de nombreuses années après sa mise en place.

Même si la qualité des eaux de baignade demeure satisfaisante, le littoral reste confronté régulièrement à des épisodes de marée verte en raison des apports à la mer encore excessifs de nitrates ou de phosphates par les cours d'eau.

De nombreuses incertitudes vis-à-vis des nouvelles molécules encore peu réglementées

De nombreux résidus médicamenteux, notamment des antibiotiques et des antidépresseurs, contaminent les cours d'eau. Entre 2019 et 2021, des médicaments comme la carbamazépine et le sulfaméthoxazole ont ainsi été trouvés dans plus de 25 % des analyses. Ces substances perturbent les écosystèmes aquatiques et favorisent l'antibiorésistance, menaçant la biodiversité et la santé publique.

Enfin, les PFAS (perfluorés et polyfluorés), présents dans de nombreux produits de consommation (textiles, emballages, mousses anti-incendie), se retrouvent dans l'air, l'eau, les sols et la chaîne alimentaire. Parmi les PFAS, le PFOS est quantifié dans 40 % des analyses d'eau de surface et dans 20 % des analyses d'eau souterraine mesurées de 2019 à 2021. Dans ce contexte, le plan d'action PFAS 2023-2027 lancé par le Gouvernement vise à réduire les risques à la source, à poursuivre la surveillance des milieux, à accélérer la production des connaissances scientifiques et à faciliter l'accès à l'information pour les citoyens. Il a notamment permis d'engager une campagne de caractérisation des rejets de PFAS de plus de 5 000 sites industriels.

Agnès Pannier-Runacher
Ministre de la Transition
écologique, de la Biodiversité,
de la Forêt, de la Mer
et de la Pêche

FACE AUX DÉFIS : HISTOIRE D'UNE PRISE DE CONSCIENCE

Retour sur les temps forts qui ont permis de positionner les enjeux environnementaux au centre des débats internationaux au cours des 50 dernières années.

ANNÉES

1970

La communauté internationale s'empare du sujet

La prise de conscience internationale des questions environnementales apparaît avec les premières alertes sur la dégradation de l'état de l'environnement et sur la finitude des ressources naturelles.

Dans les années qui suivent, la pollution de l'air, de l'eau et des sols, la perte de biodiversité et la dégradation des écosystèmes deviennent une préoccupation croissante. Le droit international de l'environnement progresse de manière significative.

1972 LES PREMIERS ACTES FORTS

Le **Rapport Meadows** *Les limites à la croissance*¹ met en lumière les risques pour la planète d'une croissance économique infinie dans un monde aux ressources limitées.

La **première Conférence des Nations unies sur l'environnement humain** se tient à Stockholm, en Suède. Pour la première fois, l'impact des activités humaines sur l'environnement naturel est au centre des attentions.

À l'issue de cette conférence, la **Déclaration de Stockholm** pose les grands principes de la politique environnementale internationale. Le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) est créé. Parmi ses missions : coordonner les activités des Nations unies en matière d'environnement, produire des évaluations² environnementales et aider les pays dans la mise en œuvre de politiques environnementales.

UNE DÉCENNIE DE CONVENTIONS INTERNATIONALES

1971 Les zones humides (Ramsar)

1972 La protection du patrimoine mondial culturel et naturel (Unesco)
La prévention de la pollution des mers (Londres)

1973 Le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (Washington)
La prévention de la pollution marine par les navires (Marpol)

1979 La pollution atmosphérique transfrontière à longue distance (Genève)
La conservation de la vie sauvage et du milieu naturel de l'Europe (Berne)

1. Meadows D. et al., 1972. *The limits to Growth* (Les limites à la croissance).

2. PNUE. *Rapports sur l'avenir de l'environnement mondial* (Global Environmental Outlook - GEO).

ANNÉES

1980-1990

Les acteurs mondiaux s'organisent

En 1987, l'adoption du Protocole de Montréal relatif à la protection de la couche d'ozone marque un tournant dans la mobilisation internationale en faveur de l'environnement. Le changement climatique devient ensuite progressivement un sujet majeur dans le débat public. L'action internationale s'organise.

Le **Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat** (Giec) est créé en 1988 par le PNUE et l'Organisation météorologique mondiale. Ses missions sont de fournir aux États des évaluations détaillées sur l'état des connaissances scientifiques, techniques et socio-économiques sur ce phénomène, ses causes, ses répercussions potentielles et les stratégies d'atténuation puis d'adaptation.

1992 UN RENDEZ-VOUS MAJEUR, LE SOMMET DE LA TERRE, À RIO DE JANEIRO

La 3^e Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement, appelée « Sommet de la Terre », à Rio de Janeiro, réaffirme le caractère planétaire des problématiques de dégradation des écosystèmes et de gestion des ressources naturelles. Elle ancre le concept de développement durable apparu en 1987 avec le Rapport Brundtland³. À son issue, la Déclaration de Rio et l'Agenda 21 fixent les objectifs pour parvenir à un développement durable au XXI^e siècle. En 2015, les objectifs pour le développement durable sont adoptés. La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques et la Convention sur la diversité biologique sont signées, tandis que les négociations pour l'adoption d'une Convention sur la lutte contre la désertification sont lancées.

L'**après-Rio** est marqué par la mise en place d'un programme ambitieux de lutte contre le changement climatique. Dès 1995, des Conférences des Parties (COP) sont organisées chaque année, successivement sur chaque continent afin de dresser le bilan des engagements pris et fixer de nouveaux objectifs pour le climat, la biodiversité et la désertification.

DES AVANCÉES MAJEURES AVEC LES COP CLIMAT

1997 COP3 de Kyoto

Adoption du Protocole de Kyoto, premier traité de réduction des émissions de gaz à effet de serre.

2015 COP21 de Paris

Adoption de l'Accord de Paris, qui fixe l'objectif de maintenir le réchauffement climatique sous la limite de 2 °C, voire 1,5 °C, par rapport à l'ère préindustrielle, d'ici 2100.

D'après la dernière évaluation du Giec de 2023⁴, en l'état actuel des engagements des États en matière de politiques d'atténuation des effets du changement climatique, la planète pourrait se réchauffer de 2,4 °C à 3,5 °C d'ici 2100, soit bien au-delà de l'objectif fixé par l'Accord de Paris.

2023 COP28 de Dubaï

Trois décisions majeures pour lutter contre le changement climatique : tripler la production des énergies renouvelables d'ici 2030, sortir progressivement des énergies fossiles d'ici 2050, reconnaître le nucléaire comme solution de décarbonation.

3. Brundtland G.H., 1987. *Notre avenir à tous* (Our Common Future. Report of the World Commission on Environment and Development).
4. Giec, 2023. *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*.

ANNÉES

2000-2024

Une mobilisation qui va au-delà du climat

RESSOURCES NATURELLES

À PARTIR DE 2005

L'Organisation de coopération et de développement économiques (OCDE) s'intéresse à la gestion durable des matières⁵ et la Commission européenne propose une nouvelle stratégie sur l'utilisation durable des ressources naturelles en Europe⁶.

2007 Création du **Groupe international d'experts sur les ressources** (GIER) par l'Organisation des Nations unies (ONU) pour développer la connaissance et accompagner les pays dans l'utilisation des ressources naturelles de manière durable.

Dans son dernier rapport de 2024⁷, le GIER souligne que la hausse des tendances de l'utilisation des ressources mondiales s'est poursuivie voire accélérée depuis 2019. Sans une action politique immédiate, l'extraction des ressources pourrait augmenter de 60 % d'ici 2060 par rapport aux niveaux de 2020, ce qui ne serait pas sans incidence sur l'état de l'environnement et sur les émissions de gaz à effet de serre.

BIODIVERSITÉ

2012 Création de la **Plateforme intergouvernementale sur la biodiversité et les services écosystémiques** (IPBES) pour fournir aux États des évaluations scientifiques actualisées des connaissances disponibles, en vue des négociations sur ces questions.

Dans sa dernière évaluation de 2019⁸, l'IPBES révèle qu'environ 25 % des espèces de la plupart des groupes d'animaux et de végétaux étudiés sont déjà menacées d'extinction, et que les écosystèmes naturels ont diminué de 47 % en moyenne par rapport à leur état initial estimé. Cette expertise s'appuie entre autres sur les données de l'Union internationale pour la conservation de la nature (UICN), créée en 1948, qui répertorie les connaissances et les ressources d'un grand nombre d'organisations.

2022 Lors de la COP15 consacrée à la biodiversité, adoption du Cadre mondial de la biodiversité de Kunming-Montréal, destiné à guider l'action mondiale en faveur de la nature jusqu'en 2030, à la restaurer et à l'utiliser de manière durable d'ici 2050.

POLLUTION

2023 Présentation par l'Organisation mondiale de la santé (OMS) d'un nouveau cadre opérationnel pour la mise en place de systèmes de santé à faibles émissions de carbone et résilients face aux changements climatiques⁹.

L'OMS estime à 4,2 millions le nombre de décès prématurés provoqués par la pollution de l'air extérieur dans le monde en 2019, en raison notamment de l'exposition à certains produits chimiques¹⁰.

5. OCDE, 2012. *Sustainable Materials Management*.

6. Commission européenne, 2005. *Strategy on the sustainable Use of Natural Resources*.

7. GIER, 2024. *Perspectives des ressources mondiales 2024*.

8. IPBES, 2019. *Rapport de l'évaluation mondiale de la biodiversité et des services écosystémiques*.

9. OMS, 2023. *Un cadre pour la mise en place de systèmes de santé à faibles émissions de carbone face aux changements climatiques*.

10. OMS, 2022. *Pollution de l'air ambiant (extérieur) : principaux faits*.

Un nouveau cadre mondial sur la gestion des produits chimiques¹¹ sous l'égide de l'ONU est adopté (Accord de Bonn). Il fixe 28 objectifs en faveur d'une gestion durable des produits chimiques (y compris pesticides) et des déchets, et prône une transition vers des solutions alternatives pour prévenir l'exposition aux produits chimiques nocifs, réduire les déchets et mieux utiliser les ressources.

2024 Un traité mondial sur la pollution plastique, notamment dans le milieu marin, est en cours de négociation¹².

En 2019, selon l'OCDE, 6,1 millions de tonnes de déchets plastiques ont été déversées dans les milieux aquatiques et 1,7 million de tonnes dans les océans¹³.

DES DÉFIS QUI NÉCESSITENT D'ÊTRE TRAITÉS CONJOINTEMENT

Aujourd'hui, l'enjeu pour la communauté internationale est de faire face à une triple crise planétaire – du **climat**, de la **biodiversité** et de la **pollution** –, associée à la problématique des **ressources**, de manière globale et multilatérale. Tous ces défis ont largement été réaffirmés lors du Sommet de la Terre « Stockholm + 50 » en juin 2022.

11. UNEP, 2023. *Cinquième session de la Conférence internationale sur la gestion des produits chimiques*.

12. ONU, 2023. *Face à la crise mondiale de la pollution plastique, un nouveau traité est en discussion*.

13. OCDE, 2022. *Perspectives mondiales des plastiques*.

LA PRISE DE CONSCIENCE DES ENJEUX ENVIRONNEMENTAUX

DATES CLÉS

1972

1^{re} Conférence des Nations unies sur l'environnement, Stockholm
+ création du **PNUE**

1988

Création du Giec

1992

Sommet de la Terre, Rio de Janeiro

1997

Adoption du Protocole de Kyoto

2007

Création du GIER

2012

Sommet de la Terre, Rio de Janeiro (Rio + 20)
+ création de l'**IPBES**

2015

Adoption des objectifs de développement durable (ODD)

2015

COP21, adoption de l'**Accord de Paris** sur le climat

2022

COP15, adoption de l'**Accord de Kunming-Montréal** sur la biodiversité

2023

COP28, accord pour une sortie progressive des énergies fossiles d'ici 2050

4 DÉFIS

POUR RÉPONDRE À LA CRISE ENVIRONNEMENTALE

RESSOURCES NATURELLES

Entre dépendance aux importations et raréfaction



LE POINT SUR LES DIFFÉRENTS TYPES DE RESSOURCES ET LEURS ENJEUX SPÉCIFIQUES

- 19 Les ressources fossiles encore prépondérantes dans la consommation d'énergie française
- 24 Les ressources minérales métalliques à 99,7 % importées
- 29 Les minéraux non métalliques issus en grande partie du territoire
- 35 La biomasse, d'origine renouvelable, mais non sans impact sur l'environnement

POUR APPROFONDIR

- 31 FOCUS | L'eau, une ressource sous tension
- 36 RENCONTRE | Gilles Billen, directeur de recherche émérite, CNRS, biogéochimie territoriale, Sorbonne Université « Les engrais azotés de synthèse : quelles perspectives pour l'agriculture ? »

MOBILISER LA SOCIÉTÉ

- 39 DOSSIER | Réinventer la mobilité : un enjeu fort pour la préservation des ressources naturelles

POLLUTION DES MILIEUX NATURELS

Une menace pour l'environnement et la santé



UN INVENTAIRE DES PRINCIPALES SOURCES DE POLLUTION, DE LEURS IMPACTS ET DES MOYENS MOBILISÉS

- 47 Les polluants suivis de longue date concernés par des objectifs de réduction : métaux, particules fines, radiofréquences, etc.
- 59 Des contaminants encore peu suivis et pourtant très présents : plastiques, résidus médicamenteux, PFAS, etc.
- 64 Les initiatives et les financements de la France pour réduire la pollution

POUR APPROFONDIR

- 56 FOCUS | Produits phytosanitaires : un bilan mitigé
- 61 RENCONTRE | Robert Barouki, professeur à l'Université Paris Cité, Directeur de l'institut thématique santé publique de l'Inserm « L'exposome, l'empreinte des expositions d'une vie sur la santé »

MOBILISER LA SOCIÉTÉ

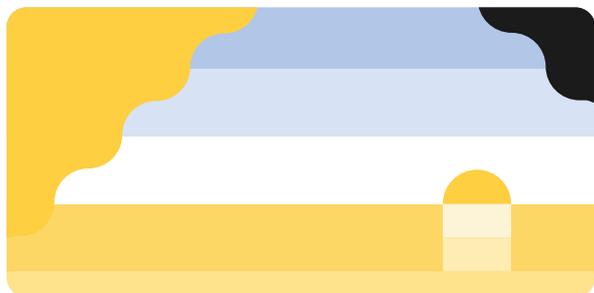
- 66 DOSSIER | Fédérer les acteurs territoriaux pour réduire les pollutions : le cas du Plan Eau en outre-mer

L'édition 2024 du « Rapport sur l'état de l'environnement en France » s'articule autour de quatre parties. Chacune aborde un défi environnemental : l'épuisement des ressources naturelles, la pollution des milieux naturels, le changement climatique, et le déclin de la biodiversité. Ces quatre problématiques sont bien sûr très imbriquées. À titre d'exemple, l'extraction de ressources naturelles constitue une source de pollution des milieux naturels, qui elle-même contribue au changement climatique, ce dernier étant l'un des facteurs aggravant du déclin de la biodiversité.

Pour élargir le propos, chaque partie se termine par une section « Mobiliser la société » qui interroge nos modes de vie (se déplacer, jeter, se nourrir, se loger) et montre comment certains acteurs de la société sont appelés à s'organiser pour mettre en œuvre des solutions. Plusieurs focus, éclairages, paroles d'experts et encadrés viennent enrichir les contenus.

CHANGEMENT CLIMATIQUE

Des effets de plus en plus perceptibles



DÉCRYPTAGE DES PRINCIPAUX ENJEUX ET IMPACTS DU CHANGEMENT CLIMATIQUE EN FRANCE

- 73 Quels impacts concrets ?
- 79 Les conséquences et l'évolution des émissions françaises de gaz à effet de serre dans l'atmosphère
- 86 Les leviers pour lutter contre le changement climatique : les politiques publiques, les financements, la mobilisation des acteurs, etc.

POUR APPROFONDIR

- 82 FOCUS | L'empreinte carbone des Français
- 90 RENCONTRE | Gonéri Le Cozannet, chercheur au BRGM, co-auteur du volet II du 6^e rapport du Giec, membre du Haut Conseil pour le Climat « Le défi de l'adaptation »

MOBILISER LA SOCIÉTÉ

- 92 DOSSIER | Manger moins de protéines animales : une transition alimentaire bénéfique pour le climat

DÉCLIN DE LA BIODIVERSITÉ

Une nature sous pression



UN ÉTAT DES LIEUX ET DES PERSPECTIVES POUR LA BIODIVERSITÉ EN FRANCE

- 99 Des signaux inquiétants
- 107 Les impacts du déclin de la biodiversité sur les différents écosystèmes : milieux urbains, forestiers, agricoles, marins et humides, etc.
- 112 Les engagements des pouvoirs publics pour répondre aux préoccupations citoyennes croissantes

POUR APPROFONDIR

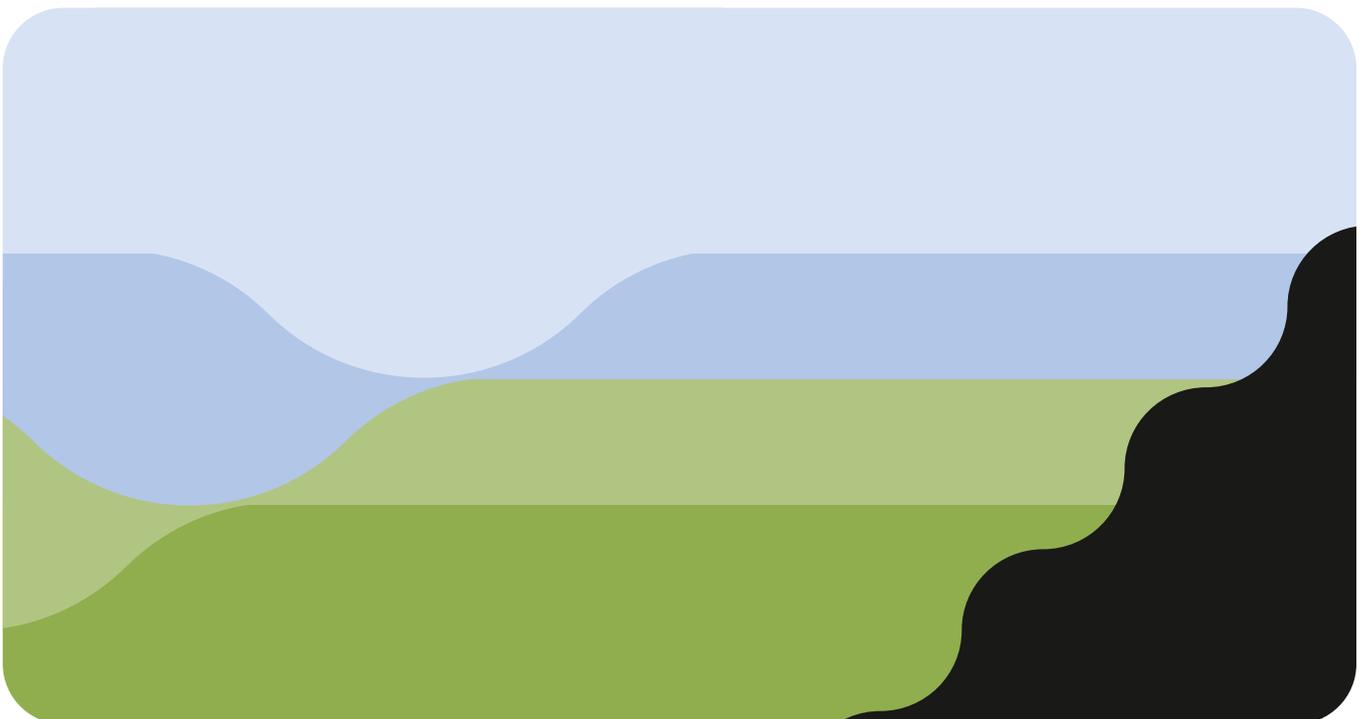
- 102 FOCUS | Comment les activités humaines affectent les écosystèmes ultramarins
- 114 RENCONTRE | Bruno Mounier et Pierre Mossant, respectivement directeurs de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels et du Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne « Protéger des espaces naturels tout en associant la population »

MOBILISER LA SOCIÉTÉ

- 118 DOSSIER | Repenser la façon de se loger pour limiter l'impact sur la biodiversité

Ressources naturelles

Entre dépendance aux
importations et raréfaction



LES ENJEUX



La France est dépendante de l'extérieur pour son approvisionnement en ressources naturelles. C'est le cas des combustibles fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon) qui occupent une place prépondérante dans la consommation énergétique, ainsi que des métaux dont l'utilisation concerne toute la société. D'autres ressources comme l'eau, les minéraux non métalliques et la biomasse, sont principalement issues du territoire national.

Malgré leur disponibilité, l'accès aux ressources reste contraint. L'eau douce est moins abondante sur le territoire métropolitain depuis une vingtaine d'années. L'ouverture de nouvelles carrières d'extraction de minéraux non métalliques ou l'exploitation des granulats marins font face à des oppositions croissantes. La biomasse est une ressource qui se renouvelle mais plus ou moins rapidement, et sa production

exerce des pressions sur l'environnement.

Les liens entre ressources naturelles et changement climatique sont multiples. L'utilisation des combustibles fossiles est source d'émissions de CO₂. Décarboner la société nécessite donc le développement d'énergies renouvelables (éolienne, solaire), au-delà des filières historiques (bois-énergie et hydroélectricité) et du nucléaire. Leurs développements mobilisent à leur tour des minéraux métalliques. La production de bois sur pied est appelée à contribuer au stockage du carbone, alors même que le changement climatique altère la santé des forêts.

Quelles que soient les ressources, une certaine sobriété est nécessaire à leur utilisation durable. La suppression des combustibles fossiles ne se fera pas sans une diminution de la consommation d'énergie. La réduction des prélèvements d'eau apparaît aussi indispensable.

À RETENIR

Une consommation d'énergies fossiles à réduire (pétrole, gaz naturel et charbon), avant tout pour limiter les émissions de gaz à effet de serre.

Une forte dépendance aux importations pour les ressources minérales métalliques, dans un contexte de forte demande mondiale.

De gros volumes de minéraux non métalliques extraits sur le territoire pour un usage principalement local, avec une réticence croissante des populations pour l'extraction de granulats.

Une utilisation sobre de l'eau à renforcer, pour assurer un équilibre entre la ressource et les usages et garantir le bon état des milieux aquatiques.

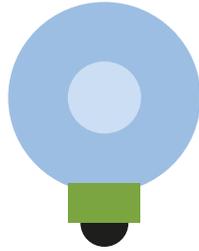
De fortes attentes sur la production de biomasse, à la fois pour la captation du carbone et différents usages (alimentation, matériaux biosourcés, énergie).

CHIFFRES CLÉS

SOBRIÉTÉ ÉNERGÉTIQUE

- 39%

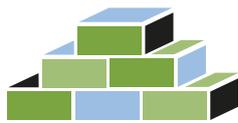
Baisse de la consommation finale d'énergie entre 2022 et 2050 pour respecter l'objectif 2050 de la stratégie nationale bas-carbone 2.



BOUQUET ÉNERGÉTIQUE

63%

Part des ressources fossiles (pétrole, gaz naturel et charbon) mobilisées pour la consommation finale d'énergie à usage énergétique en France en 2022.

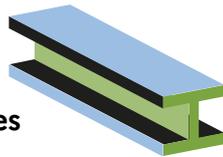


88%

des minéraux non métalliques utilisés en France sont extraits de son territoire en 2022.

99,7%

des ressources minérales métalliques utilisées en France sont importées.



STRESS HYDRIQUE

-14%

Diminution de la ressource en eau en France métropolitaine, entre les périodes 1990-2001 et 2002-2022.

2/3

de la consommation annuelle d'eau (prélèvements nets) en France métropolitaine a lieu en période estivale.



10 à 20%

Excédent en masse de la production agricole végétale française par rapport à la consommation intérieure.

- 53%

Baisse de la croissance annuelle nette du volume de bois en forêt entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022 en France métropolitaine.



Les ressources naturelles sont mobilisées par les activités humaines directement (prélèvements des ressources) ou indirectement (bénéfices tirés des services écosystémiques). Cinq grands types de ressources sont distingués ici : les ressources énergétiques, les ressources minérales métalliques et non métalliques, l'eau et la biomasse.

LES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES

L'énergie est essentielle à toute forme de vie. Elle est omniprésente dans l'ensemble des activités humaines, qui la mobilisent sous différentes formes primaires (soleil, vent, biomasse, matières fossiles ou fissiles, géothermie) afin de produire de la chaleur, de la force mécanique (transporter ou soulever des masses) ou d'autres usages spécifiques (électriques), y compris en la transformant sous des formes secondaires (électricité, hydrogène).

Une présence encore importante des énergies fossiles

En 2021, la consommation finale d'énergie par habitant de la France est proche de la moyenne de l'Union européenne (UE) – (26 MWh/hab contre 27), mais loin derrière le Canada et les États-Unis (58 et 54 MWh/hab), et devant la moyenne mondiale (15 MWh/hab) ou celle de l'Inde ou de l'Afrique (5 MWh/hab) [1].

En France, en 2022, les ressources fossiles (charbon, gaz et pétrole) représentent 63 % des ressources mobilisées pour la consommation finale d'énergie à usage énergétique (i.e. hors usage matières tel que l'utilisation du coke en sidérurgie, du pétrole en plasturgie ou du gaz pour la chimie des fertilisants) : 58 % de la consommation se fait directement sous forme de gaz ou pétrole (chauffage au gaz, carburant automobile par exemple) et 5 % sous forme d'électricité ou de chaleur commercialisée produite à partir d'énergie fossile. Le reste de la consommation finale s'appuie sur des sources renouvelables (bois, hydraulique, biocarburant, éolien, solaire, etc.) ou sur le nucléaire¹⁴.

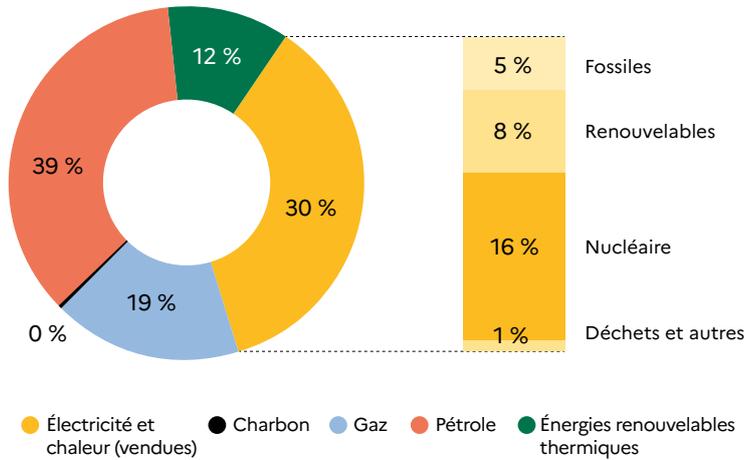
Quelles limites aux catégories de ressources naturelles ?



- Le caractère naturel de la biomasse agricole et sylvicole peut être discuté. La formation de celle-ci résulte en effet d'une action humaine visant à capter les ressources naturelles que sont l'énergie solaire, l'eau et les ressources minérales ou organiques du sol à des fins de production agricole ou forestière.
- Les différentes ressources ne sont pas indépendantes les unes des autres et peuvent se chevaucher en partie : la biomasse est ainsi parfois utilisée à des fins énergétiques. Sa production mobilise de l'eau, soit de façon spontanée en absorbant l'eau de pluie retenue dans le sol, soit par l'intermédiaire de l'irrigation ; plus généralement, compte tenu de l'interdépendance des secteurs économiques, chaque catégorie de ressources naturelles participe à la mobilisation des autres.

14. Une fois prises en compte les énergies renouvelables utilisées dans la production d'électricité et de chaleur commercialisée, les énergies renouvelables représentent 19,3 % de la consommation finale d'énergie à usage énergétique. En outre, dans le cadre de l'Union européenne, la part des énergies renouvelables dans la consommation d'énergie repose sur un concept de consommation finale brute légèrement différent, de telle sorte que le résultat pour la France est de 21 % en 2022 (Chiffres clés des énergies renouvelables, CGDD, 2023).

Répartition de la consommation finale d'énergie à usage énergétique par source d'énergie en France en 2022



Source : CGDD, mai 2024. Bilan énergétique de la France pour 2022

Le transport (professionnel et voitures particulières) et l'usage domestique de l'énergie (principalement le chauffage) sont les deux principaux postes de la consommation finale d'énergie à usage énergétique en France. Ils représentent respectivement 32 et 29 % du total en 2022. La consommation d'énergie pour le transport repose à 90 % sur le pétrole, et l'utilisation de l'énergie à domicile repose à 35 % sur les énergies fossiles, principalement le gaz (26 %).

Les activités économiques industrielles et tertiaires sont à l'origine respectivement de 19 et 16 % de la consommation finale énergétique en France. La consommation énergétique industrielle dépend pour 57 % des énergies fossiles (y compris la part des énergies fossiles dans la production d'électricité et de chaleur commercialisées) et les activités de service (hors transport) pour 45 %.

Consommation finale d'énergie à usage énergétique en France en 2022
En TWh

	Charbon	Pétrole	Gaz	Énergies renouvelables thermiques	Électricité	Chaleur commercialisée	Total
Transports	0	467	4	36	11	0	518
Résidentiel	0	41	111	111	155	15	433
Industrie	7	28	108	22	108	22	294
Tertiaire	0	24	63	13	133	10	244
Agriculture-pêche	0	40	2	5	8	0	55
Total	8	600	287	187	415	46	1 543

Note : en raison des arrondis, les totaux peuvent légèrement différer de la somme des catégories.
Source : CGDD, mai 2024. Bilan énergétique de la France pour 2022.

La limite climatique l'emporte sur celle de l'épuisement

La dépendance aux importations de produits énergétiques comporte des risques stratégiques (instabilité géopolitique) et économiques (balance commerciale et inflation). Cela vaut pour les énergies fossiles comme pour l'uranium utilisé dans la production d'électricité nucléaire. La perception de ces risques a été récemment renforcée par la guerre en Ukraine (abandon du gaz russe) et le nouvel embrasement du conflit israélo-palestinien (possible réaction des pays arabes producteurs de pétrole). Par ailleurs,

ces ressources sont non renouvelables à l'échelle de l'histoire de l'humanité. Il est donc nécessaire d'anticiper leur épuisement.

La notion de pic pétrolier (*peak oil*) correspond au moment où la production de pétrole atteint son niveau le plus élevé, avant de décroître inexorablement. Selon l'Agence internationale de l'énergie (AIE), à l'échelle mondiale, ce pic est survenu en 2008 pour le pétrole conventionnel (les trois quarts de la production actuelle), c'est-à-dire celui dont l'extraction des « réservoirs » géologiques est la plus facile. Les pétroles non conventionnels (sables asphaltiques, schistes bitumineux) présentent, quant à eux, un retour

L'indépendance énergétique de la France : de quoi s'agit-il ?

Dans les statistiques internationales, le « taux d'indépendance énergétique » correspond au rapport entre la production intérieure et la consommation intérieure d'énergie primaire.

Dans le cas de l'électricité d'origine nucléaire, l'énergie primaire est calculée sur la base de

la chaleur issue de la réaction nucléaire (fission de l'uranium), entraînant sa comptabilisation dans la production intérieure, et non dans les importations comme pourrait le justifier l'origine étrangère de l'uranium.

La part de l'électricité nucléaire étant prépondérante dans la production primaire d'énergie (71 %), le taux d'indépendance énergétique de la France atteint 51 % en 2022. Il serait de l'ordre de 15 % si l'origine étrangère de l'uranium était prise en considération [2].



énergétique (rapport entre un baril et l'énergie nécessaire à le produire) beaucoup moins élevé [3] et des impacts environnementaux encore plus importants.

L'UE est entourée de zones pétrolières en déclin (mer du Nord, Afrique) ou au bord du déclin (Russie)[4], régions d'où proviennent deux tiers des importations françaises de pétrole brut [5]. Les conditions d'approvisionnement énergétique de l'après pétrole, et plus généralement, de l'après combustibles fossiles constituent donc un enjeu important.

Toutefois, avant même l'épuisement des ressources fossiles, c'est aujourd'hui le défi du changement climatique qui impose de penser l'après énergies fossiles selon un horizon de temps beaucoup plus rapproché. Il est désormais établi scientifiquement qu'il est nécessaire de ne pas exploiter l'ensemble des réserves de combustibles fossiles actuellement connues, si l'on veut espérer atteindre l'objectif de limitation du réchauffement climatique en dessous de +1,5 °C,

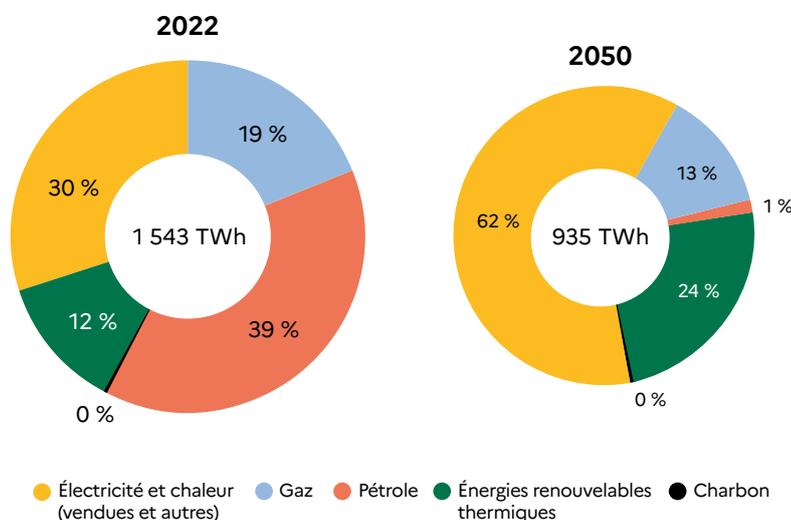
voire 2 °C. Selon la base de données Global Registry of Fossil Fuel Emissions and Reserves, constituée à l'initiative du groupe de réflexion Carbon Trackers [6], la quantité de gaz à effet de serre qui serait libérée en cas d'extraction et surtout d'utilisation de ces réserves (3 500 gigatonnes – Gt – de CO₂) dépasse largement le budget carbone mondial encore disponible, qui se situe entre 400 Gt et 1 150 Gt de CO₂ [7].

Lors de la COP28 de 2023 sur le climat, les pays participants se sont pour la première fois accordés sur la nécessité d'une transition vers l'abandon des énergies fossiles [8].

Décarboner et réduire la consommation d'énergie

La réduction puis la quasi-suppression des émissions de CO₂ (décarbonation) liées à la consommation finale d'énergie de la France requièrent à la fois de

Consommation finale d'énergie en France en 2022 et projection à l'horizon 2050*



* Scénario de la SNBC2 avec mesures supplémentaires (dit AMS) à celles mises en place actuellement. Les ambitions à l'horizon 2050 seront révisées à la hausse dans la future SNBC en cours de consultation, notamment avec une part de renouvelable beaucoup plus forte. Sources : CGDD, mai 2024. Bilan énergétique de la France pour 2022 et Stratégie nationale bas-carbone, ministère de la Transition écologique et solidaire, 2020

produire de l'énergie sans émissions de CO₂ et de réduire la consommation d'énergie. L'accroissement de la part des énergies décarbonées (nucléaires et renouvelables) aux dépens des énergies fossiles ne peut être en effet envisagé sans une diminution de la quantité d'énergie qu'il est nécessaire de produire.

Pour respecter les objectifs de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) de la France, à l'horizon 2050, la consommation finale d'énergie devra avoir baissé de 39 % par rapport à celle de 2022, ce qui implique une diminution annuelle de 1,8 % en moyenne. La consommation des énergies fossiles baisserait de 85 %, notamment grâce au pétrole (baisse de 98 %, soit - 13 % par an en moyenne), leur part dans le total passant à 14 % en 2050 (aucune consommation indirecte, la production d'électricité n'utiliserait plus aucune énergie fossile). Ces ambitions seront révisées à la hausse dans la nouvelle SNBC en cours de consultation.

Produire de l'énergie à partir de sources décarbonées

La production d'énergie décarbonée peut s'appuyer à la fois sur les sources renouvelables (biomasse, hydraulique, solaire, éolienne) et sur l'électricité d'origine nucléaire.

En France, l'**électricité d'origine nucléaire** occupe une place prépondérante (63 % de la production nette d'électricité en 2023). Compte tenu de l'absence d'émissions de CO₂ lors de sa production (hors construction et démantèlement des centrales), elle participe de la décarbonation de la consommation d'énergie. Cependant, la mise en œuvre de nouvelles capacités de production demande a minima 8 à 12 ans, soit un délai long par rapport au rythme auquel doit s'opérer la baisse de la consommation des énergies fossiles. En outre, la production d'électricité nucléaire présente un certain nombre d'inconvénients. Elle repose notamment sur l'importation d'uranium et génère des déchets radioactifs qui nécessitent des conditions de stockage drastiques [9]. Il s'agit également d'une activité qui présente un risque spécifique lié aux substances radioactives utilisées [10]. Enfin, le refroidissement des centrales nécessite un approvisionnement permanent en eau (même atténué par l'installation de circuits de refroidissement fermé plus économes), alors que la disponibilité de cette ressource tend à décroître en période estivale dans certaines régions françaises, sauf à être en bord de mer.

Le rythme de développement de la production d'**énergies renouvelables** devrait jouer un

rôle déterminant dans celui de la réduction de la consommation des énergies fossiles visées par les objectifs climatiques mentionnés précédemment. Dans ce but, la loi n° 2019-1147 relative à l'énergie et au climat de 2019 fixe pour la France l'objectif de 33 % d'énergie produite à partir de sources renouvelables dans sa consommation finale brute d'énergie en 2030 (contre 22,2 % en 2023) [11]. Cet objectif sera revu à la hausse dans la prochaine programmation pluriannuelle de l'énergie en cours de consultation, en cohérence avec la révision des objectifs européens. Actuellement, les deux filières historiques (bois-énergie et hydroélectricité) représentent encore 45 % de la production française d'énergies renouvelables, mais les filières éolienne et photovoltaïque, ainsi que les pompes à chaleur, devraient le plus contribuer à l'essor nécessaire des énergies renouvelables en raison de leur marge de développement [12]. Toutefois, les filières éolienne et photovoltaïque présentent l'inconvénient de produire de l'électricité de façon intermittente selon l'ensoleillement ou le vent, nécessitant le développement de nouvelles flexibilités, par exemple la consommation et le stockage. Le développement de ces filières décentralisées rend nécessaire le renforcement des réseaux de transport et de distribution. De plus, il requiert l'utilisation d'un certain nombre de métaux qualifiés de critiques.

Réduire la consommation d'énergie

La réduction puis la quasi-suppression des combustibles fossiles de la consommation finale d'énergie en France ne se feront pas sans une diminution de l'ensemble de cette consommation. Celle-ci s'appuiera à la fois sur la sobriété et l'efficacité énergétiques.

La **sobriété énergétique** soulève la question de nos besoins et la façon de les satisfaire. Cette notion reste toutefois difficile à définir précisément, et donc à institutionnaliser et suivre statistiquement [13]. La sobriété énergétique « consiste à consommer avec modération (moins consommer) les biens et services à forts impacts environnementaux » [14]. Cette notion a connu un regain d'attention avec la mise en place du plan de sobriété énergétique du gouvernement français en 2022, dans le contexte de la crise d'approvisionnement en combustibles fossiles provoquée par la guerre en Ukraine. La sobriété énergétique y est présentée comme un levier visant à la fois l'indépendance énergétique et l'atteinte de l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050.

Les empreintes environnementales de la consommation : de quoi parle-t-on ?

Empreinte écologique et environnementale : quelle différence ?

L'empreinte écologique est un indicateur qui traduit les pressions environnementales induites par la consommation de biens et services d'une population en termes de surface terrestre mobilisée (y compris pour absorber le CO₂ émis dans l'atmosphère) [17]. L'empreinte écologique est comparée à la capacité biologique mobilisable (biocapacité) du territoire de cette population.

Le jour du dépassement (*Earth overshoot day*) symbolise le moment de l'année à partir duquel l'empreinte écologique dépasse la biocapacité annuelle. À l'échelle planétaire, si cette date intervient avant la fin de l'année, cela signifie que l'humanité a utilisé plus de ressources écologiques que la Terre n'est capable d'en fournir en une année. En 2023, ce jour est intervenu le 2 août.

Dans le sillage de l'empreinte écologique, plusieurs catégories d'empreintes environnementales existent, chacune portant sur un seul domaine. On parle alors d'empreinte carbone, d'empreinte énergie, d'empreinte eau, d'empreinte matières ou d'empreinte terre.

Ces indicateurs ont notamment pour objet de sensibiliser les populations concernées

aux conséquences environnementales, à la fois directes et indirectes, dans le pays ou à l'étranger, de leurs modes de vie : consommation de biens et services, utilisation d'équipements et d'infrastructures, etc. Cette approche est essentielle dans un monde globalisé où la production de nombreux biens et services mobilise des ressources naturelles (extraction, transformation, combustion) partout dans le monde.

Dans ces conditions, la notion d'empreinte environnementale est particulièrement appropriée pour apprécier la situation des activités humaines face aux limites planétaires [18].

Comment se situe la France ?

Si la moyenne mondiale ne constitue pas un seuil de durabilité, elle représente tout de même un point de comparaison. La France se situe au-delà de cette moyenne. Par exemple, en 2022, son empreinte matières s'élève à 17,3 tonnes par habitant (t/hab), soit 40 % au-dessus de la moyenne mondiale qui se situe à 12,6 t/hab [19].

Cependant, à la différence de l'empreinte carbone pour laquelle chaque tonne est également préjudiciable du point de vue climatique, l'appréciation de la plus ou moins bonne utilisation des ressources naturelles peut dépendre de caractéristiques locales : déforestation, rareté de la ressource en eau. Dans ce cas, il conviendrait de rapprocher les biens que nous consommons d'une cartographie mondiale de leurs conditions de production.

L'**efficacité énergétique** rapporte le résultat escompté (chauffer un logement ou un équipement industriel, transporter ou soulever une masse donnée, etc.) à l'énergie consacrée à cet effet. Son amélioration au cours du temps vise donc à répondre à chacun des besoins de la population (biens et services) avec de moins en moins d'énergie. À l'échelle macroéconomique, le suivi de l'intensité énergétique (consommation d'énergie à usage énergétique

rapportée au produit intérieur brut – PIB) permet d'approcher l'évolution globale de cette efficacité¹⁵. De 1990 à 2022, l'intensité énergétique finale de la France a baissé de 34 %, soit - 1,3 % par an en moyenne [15]. La SNBC table sur une baisse annuelle de 1,5 % jusqu'à 2050 [16].

15. La composition du PIB entre les activités économiques plus ou moins intensives en énergie influe aussi sur l'évolution de l'intensité énergétique du PIB.

Cet essor des usages des métaux a conduit à extraire de plus en plus de minerais. Au niveau mondial, l'extraction de minerais métalliques a plus que triplé au cours des cinquante dernières années, passant de 2,7 milliards de tonnes (Mdt) en 1970 à 10,6 Mdt aujourd'hui [19]. Cette hausse est particulièrement élevée pour la fabrication de l'acier en raison de la demande accrue pour la construction dans les pays en développement. Le rythme d'extraction a ainsi eu tendance à s'accroître au cours des vingt dernières années.

Au-delà de cette dynamique globale, il convient de noter que les volumes d'extraction concernés sont très variables selon les métaux considérés. Typiquement, il est d'usage de distinguer, les « grands métaux » (cuivre, fer, etc.), dont l'extraction annuelle se mesure en millions de tonnes (Mt), des « petits métaux » (terres rares, etc.), plus souvent destinés à des usages technologiques précis, dont l'extraction annuelle se mesure en milliers de tonnes (kt). Toutefois, la masse relativement faible de ces « petits métaux » ne reflète pas leur importance économique et stratégique.

En France, l'extraction de minerais métalliques sur le territoire est très faible à l'heure actuelle, avec un volume de 0,2 Mt par an (bauxite principalement, à comparer aux 392 Mt de matières minérales extraites en France en 2022). L'essentiel des ressources minérales métalliques consommées en France (17 Mt en 2022) est donc importée, soit sous forme de minerais métalliques, soit de produits composés de métal (automobiles, équipements électroménagers, etc.).

Ces tendances sont susceptibles d'évoluer fortement dans les années à venir. Les études prospectives montrent que la transition énergétique va conduire à une augmentation importante de la demande mondiale en métaux nécessaires aux technologies bas-carbone (terres rares pour l'éolien offshore et les moteurs électriques, lithium et nickel pour les batteries, etc.), avec la nécessité de développer de nouvelles capacités en matière d'extraction, de transformation et de recyclage [21].

Les métaux des technologies bas-carbone : un défi pour l'approvisionnement

Les technologies bas-carbone mobilisent une large variété de métaux dont certains constituent des ressources critiques.

Un premier ensemble est constitué par les métaux de batteries pour les véhicules électriques, dont le marché est actuellement dominé par les batteries

Les métaux dans l'industrie électronucléaire



La production d'électricité nucléaire utilise des métaux comme matériaux de construction des centrales et comme matière servant à la fabrication du « combustible ».

Il s'agit notamment de zirconium (enveloppe du « combustible ») et de hafnium (capacité d'absorption des neutrons), dont l'industrie électronucléaire est la principale utilisatrice. La construction des centrales nucléaires requiert aussi d'autres métaux : nickel, cobalt, titane, tungstène, tantale, plomb, cadmium, indium, argent, sélénium, bore et lithium [22].

Et également l'uranium qui, à l'état naturel, est essentiellement composé d'uranium 238 et marginalement d'uranium 235, seul ce dernier étant fissile. Il doit donc être enrichi en uranium 235 pour être utilisé comme « combustible nucléaire » pendant plusieurs années [23].

« lithium-ion », avec deux chimies principales : **nickel-manganèse-cobalt** (NMC) et **lithium-fer-phosphate** (LFP), entre lesquelles il existe des arbitrages : par exemple, les LFP ne nécessitent pas de cobalt mais ont une densité énergétique plus faible [24].

Les **terres rares** constituent un autre ensemble de métaux critiques mobilisés par les technologies bas-carbone [25]. Elles entrent dans la composition des aimants permanents qui sont utilisés dans les machines électriques : générateurs électriques des éoliennes offshore et moteurs des véhicules électriques. Outre les risques d'approvisionnement (économiques, géopolitiques), leur extraction génère des impacts environnementaux et sociaux.

La transition bas-carbone nécessite également de mobiliser des quantités croissantes de **cuivre** et d'**aluminium** notamment pour renouveler et développer les réseaux électriques et fabriquer les équipements nécessaires à l'électrification (voitures et autres équipements de transport) [26].

Les métaux de la transition bas-carbone : la dépendance de la France et de l'Europe

Aujourd'hui, les métaux de la transition bas-carbone sont essentiellement extraits et transformés en dehors de l'Europe. Ceci pose des questions de dépendance à ces ressources dans le contexte de développement de la capacité de production des technologies bas-carbone en Europe.

L'extraction de métaux critiques est concentrée dans un petit nombre de pays, quel que soit le métal considéré. Aucun pays européen ne figure à l'heure actuelle dans les trois premiers producteurs pour l'extraction de ces métaux.

Les premières étapes de transformation des métaux sont encore plus concentrées géographiquement, avec un rôle prédominant de la Chine. Pour certains métaux, la concentration est particulièrement forte à chaque étape de production : par exemple, la Chine extrait 68 % des terres rares mondiales, et en transforme 90 %.

Plusieurs dispositions récentes visent à réduire la dépendance extérieure de la France et de l'UE et à diversifier les approvisionnements. En particulier, pour les 17 matières stratégiques, le règlement européen

de mars 2024 fixe l'objectif de parvenir à l'horizon 2030, à assurer la consommation annuelle de l'UE pour au moins 10 % par de l'extraction dans l'UE, pour au moins 40 % par une transformation opérée dans l'UE et pour au moins 25 % par un recyclage effectué dans l'UE. Plusieurs projets miniers sont par ailleurs en cours de développement en France (ex : projet d'exploitation de lithium d'Imerys dans l'Allier et de lithium géothermal en Alsace) et dans le reste de l'UE.

La dépendance extérieure de la France et de l'UE a également des implications sur le plan environnemental : alors que l'extraction se déroule à l'étranger, les impacts sociaux et environnementaux associés surviennent dans les pays concernés. Les impacts environnementaux sont très variés et dépendent fortement des technologies mises en œuvre, des conditions du site concerné, des réglementations en vigueur, etc. [27]. Ils peuvent inclure la consommation d'espaces naturels (risques pour les habitats et la biodiversité), la consommation d'énergie, la production de déchets et de stériles miniers, etc. Au niveau des premières transformations, les procédés de métallurgie peuvent être énergivores et émettre des particules fines, ainsi que des résidus aqueux ou boueux en grand volume. Les impacts environnementaux peuvent également

Part des trois principaux pays producteurs dans la production totale de certaines ressources et minéraux en 2022
En %



* République démocratique du Congo.
Source : AIE, 2023, *Critical Minerals Market Review 2023*

être à l'origine d'impacts sociaux, par exemple, quand la consommation d'eau pour le traitement de minerai s'avère être source de conflit d'usage, en particulier en zone aride.

Besoins en métaux : quelques éléments prospectifs

Plusieurs études prospectives ont proposé des estimations des besoins en métaux selon différents scénarios de déploiement des technologies bas-carbone d'ici à 2050.

En raison du développement des véhicules électriques, la demande mondiale en métaux pour la fabrication des batteries pourrait être multipliée par un facteur de 9 (scénario basé sur les politiques annoncées) à 30 (scénario de développement durable) à l'horizon 2040 [28]. S'agissant des terres rares, la demande mondiale pour les moteurs de véhicules électriques pourrait être multipliée par 18 d'ici à 2040, et par 3 pour l'éolien dans le scénario de développement durable. En ce qui concerne la France, plusieurs études récentes, ainsi que des estimations faites par l'Ofremi, ont quantifié les besoins en matériaux critiques nécessaires aux horizons 2035 et 2050, en fonction des scénarios de développement du parc de véhicules électriques et

d'un ensemble d'hypothèses sur les technologies, le recyclage, la sobriété des usages, etc. [29]. Dans ces différents travaux, les besoins à l'horizon 2035 sont estimés entre 10 000 et 15 000 t de lithium (équivalent métal) et entre 80 000 et 100 000 t de graphite par an environ en restant sur les technologies classiques de batteries NMC et LFP.

Les besoins estimés pour le cobalt et le nickel sont davantage contrastés en raison de choix d'hypothèses différents sur les chimies de batteries. En effet, en remplaçant le NMC par le LFP, puis par le sodium-ion, les besoins sur certains matériaux particulièrement critiques (en particulier nickel et cobalt) pourront être significativement réduits.

Ces différents travaux permettent de faire ressortir trois leviers principaux pour réduire les besoins en matières critiques :

- la **sobriété**, en réduisant la taille des véhicules et des batteries associées et en promouvant le développement d'autres moyens de transport que l'automobile ;
- la **diversification** des chimies de batteries, qui peuvent avoir de très fortes conséquences sur certains matériaux particulièrement critiques ;
- le **recyclage**, pour alimenter les besoins en matière à long terme (après 2040), sous réserve de lever certains obstacles (limiter les pertes, développer les capacités de traitement nécessaires, etc.).

La notion de « matières premières critiques »



Une substance est dite « critique » dès lors :

- qu'elle est exposée à des risques d'approvisionnement (prix, accès au marché, tensions géopolitiques, etc.), côté « offre » ;
- et qu'elle est considérée comme particulièrement importante dans l'économie nationale, côté « demande ».

Ces deux critères permettent de classer les substances selon leur degré de criticité. Les indices de criticité ainsi estimés peuvent s'appliquer aux États ou aux entreprises [30].

En France, l'Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles (Ofremi), et avant lui le

Bureau des ressources géologiques et minières (BRGM), produit des fiches de criticité par substance et des monographies régulièrement mises à jour [31]. Des travaux analogues existent dans plusieurs pays de l'OCDE. Le règlement européen (*Critical Raw Material Act*), adopté en mars 2024, comprend ainsi une liste de 34 matières critiques. Il introduit également la notion de matières premières stratégiques, correspondant à celles utilisées dans les « technologies qui favorisent la double transition écologique et numérique et les objectifs aérospatiaux et de défense » : 17 matières premières sont considérées comme stratégiques.

Vers une économie circulaire : recyclage et sobriété

Optimiser les procédés de fabrication en s'appuyant sur les principes de l'écoconception, utiliser des ressources renouvelables, réduire le poids des produits finis, favoriser l'usage au lieu de la propriété de biens peu utilisés, allonger leur durée d'usage, incorporer de la matière recyclée en substitution de la matière vierge, veiller à la recyclabilité et au recyclage effectif du produit, sont autant de pistes pour limiter l'extraction de matières premières vierges et l'accumulation de déchets.

La loi du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire prévoit que certains produits et matériaux devront obligatoirement incorporer un taux minimal de matière recyclée, à l'exception des matériaux issus des matières premières renouvelables et à condition que l'impact environnemental de cette opération soit positif.

Le taux d'incorporation de matière première de recyclage (MPR) dans une production donnée reflète son niveau de circularité. Ce taux résulte du rapport entre la masse de MPR utilisée et la masse produite du matériau considéré.

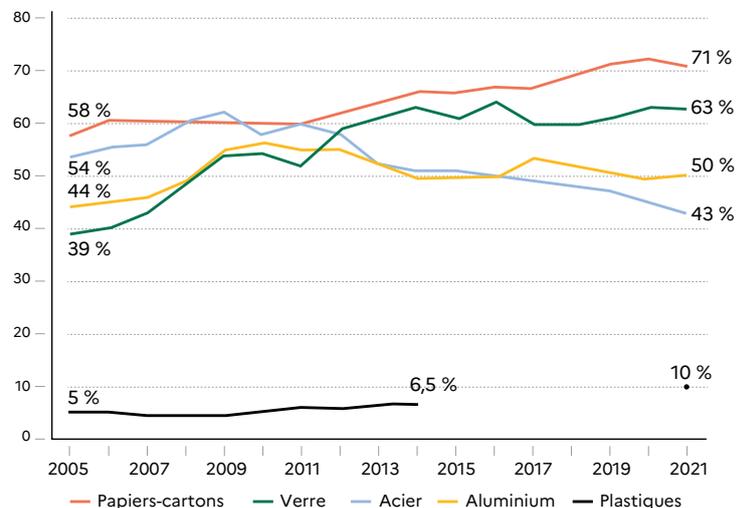
En 2021, la production nationale d'acier brut et de fonte, de papiers-cartons, de plastiques, d'aluminium et de verre, atteint 31 Mt. Pour les cinq MPR considérées, 15 Mt de MPR ont été incorporées dans la production française, les taux étant variés selon les matériaux.

Pour les métaux mobilisés pour la transition énergétique bas-carbone, les taux d'incorporation de MPR sont pour le moment nettement inférieurs, pour des raisons à la fois techniques, économiques et liées à leur utilisation trop récente pour générer suffisamment de MPR dans un contexte de croissance élevée de la demande pour les métaux concernés [32].

Malgré le niveau élevé de certains des taux d'incorporation de MPR, ceux-ci restent insuffisants pour parvenir à une économie quasi circulaire ou du moins pour repousser de façon significative (au moins 100 ans) l'échéance de l'épuisement dans le cas des ressources naturelles non renouvelables. En effet, trois conditions sont nécessaires pour cela [33] :

- 1- La production des biens neufs doit reposer essentiellement sur l'utilisation de MPR. Cela signifie un **niveau très élevé des taux d'incorporation de MPR** dans la fabrication des matériaux de base, **au-delà de 80 %**.
- 2- Un flux suffisant de déchets doit être disponible pour permettre l'approvisionnement en MPR. Pour cela, **pour chacun des matériaux**, l'économie doit **rejeter sous forme de déchets** l'équivalent d'au moins 80 % des masses consommées. Cela suppose en outre une efficacité du recyclage très élevée (80 % de ces déchets sont effectivement recyclés).
- 3- Enfin, il est nécessaire que **l'augmentation de la consommation des matières concernées** reste à un niveau réduit, **inférieur à 1 % par an**. Au-delà, les seules MPR ne peuvent pas suffire à alimenter la croissance de la consommation.

Évolution des taux d'incorporation de matière première de recyclage en France



Source : Ademe, Bilan national du recyclage

LES MINÉRAUX NON MÉTALLIQUES

Les minéraux non métalliques rassemblent les minéraux industriels (andalousite, kaolin, talc, etc.) et les minéraux de construction (granulats, roches massives, roches ornementales, etc.). Ils représentent environ la moitié de la consommation intérieure de matières de l'économie française.

L'extraction de minéraux non métalliques en France s'élève à 392 Mt en 2022 (10 % de moins qu'en 1990), soit 5,8 t/hab [34]. Étant donné la taille de son territoire, la France est le 3^e producteur de l'UE. En revanche, en tonnage par personne, elle se situe en 21^e position [35]. Les minéraux extraits sont utilisés à plus de 90 % sous forme de graviers et sables. Ils sont principalement utilisés dans la construction (logements, bâtiments publics, infrastructures de transport).

Les besoins en minéraux non métalliques principalement couverts par l'extraction domestique

En 2022, la France couvre 88 % de ses besoins en minéraux non métalliques, contre seulement 0,3 % pour les minerais métalliques. Ce taux est cependant variable selon les matériaux, et atteint 6 % pour les minéraux utilisés dans l'industrie chimique et engrais naturels (comme le phosphate ou la potasse).

Les importations de minéraux non métalliques ont globalement augmenté de près de 29 % entre 1990 et 2022, pour atteindre près de 50 Mt, soit

Extraction et besoins en minéraux non métalliques en France en 2022

En milliers de tonnes

	Extraction intérieure	Besoins de l'économie française	Part de l'extraction intérieure par rapport aux besoins (en %)
Pierres ornementales ou de construction ⁽¹⁾	2 856	4 806	59
Craie et dolomie	1 625	1 945	84
Ardoise	9	44	19
Minéraux pour l'industrie chimique et engrais naturels	895	14 246	6
Sel	5 622	6 255	90
Pierre calcaire et gypse	10 738	11 508	93
Argiles et kaolin	1 442	4 953	29
Sable et gravier	367 573	379 128	97
Autres minéraux non métalliques	1 392	21 671	6
Minéraux non métalliques	392 152	444 555	88

⁽¹⁾ Pierres ornementales ou de construction : marbre, granit, grès, porphyre, basalte, autres pierres ornementales ou de construction (sauf ardoise).

Notes : les besoins correspondent à la somme de l'extraction et de l'importation. Ils mesurent la quantité de matières entrant dans l'économie au sens de la comptabilité de flux de matières ; en raison des arrondis, les totaux peuvent légèrement différer de la somme des catégories.

Champ : France.

Sources : Insee ; Douanes. Traitements : SDES, 2023

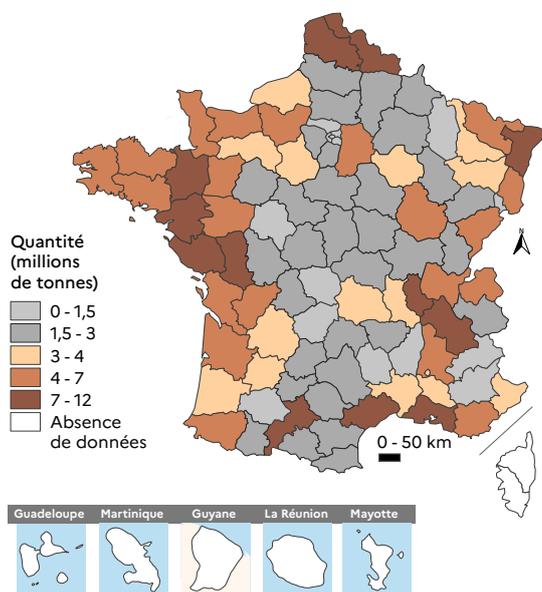
0,73 t/hab en 2022. Alors que la France exportait autant qu'elle importait de 1990 à 1999, l'écart s'est creusé à partir de 2000, les importations atteignant presque le double des exportations en 2022.

La France compte près de 3 000 carrières en activité en 2023 réparties sur l'ensemble du territoire. Leur nombre a nettement diminué depuis le milieu des années 2000 (- 36 % de 2007 à 2023) de même

que les masses extraites (- 11 % de 2007 à 2022), en lien notamment avec la baisse d'activité de la construction après la crise de 2008.

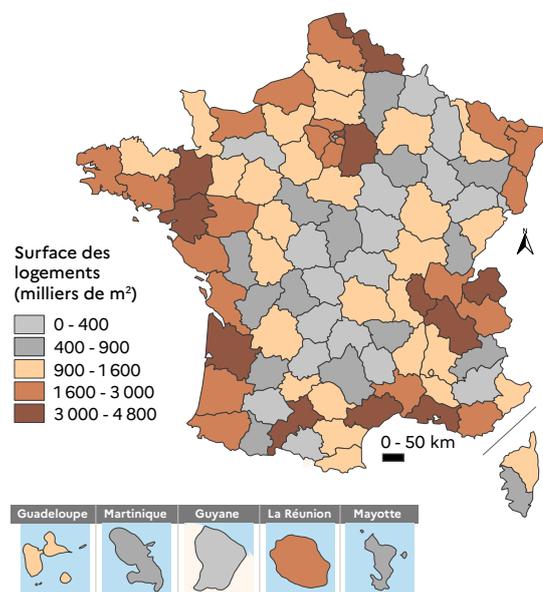
L'activité de construction utilise principalement des matériaux extraits localement. En 2022, plus de 90 % des flux de minéraux non métalliques en France sont intrarégionaux, un résultat assez uniforme entre les régions [36].

Extraction de granulats en France en moyenne annuelle de 2010 à 2020



Source : Unicem. Traitements : SDES, 2024

Surface des logements neufs construits en moyenne annuelle de 2011 à 2021



Source : Sitadel. Traitements : SDES, 2024

Les granulats marins et les granulats de recyclage : des alternatives face aux besoins croissants

La France possède aussi d'importantes ressources en granulats marins, évaluées à près de 170 millions de m³ (Mm³) [37]. La production nationale de ces ressources, en progression constante depuis 10 ans (4,8 Mm³ en 2022), joue un rôle primordial dans l'approvisionnement des régions littorales et des axes fluviaux principalement pour les besoins du BTP. Elle permet d'assurer 20 à 60 % des besoins en granulats siliceux des départementaux littoraux de l'Atlantique et la Manche [38]. Difficiles d'accès et méconnues, ces ressources peuvent constituer une réponse aux besoins croissants en granulats. L'exploitation de ces granulats a toutefois un impact négatif sur l'environnement (destruction de la faune habitant sur le fond marin, modification de la topologie du fond marin pouvant aller jusqu'à

modifier la dynamique de la houle et des courants). De ce fait, l'exploitation de cette ressource est encadrée par les documents d'orientation pour une gestion durable des granulats marins [39] et par un guide technique [40]. La question de la résilience des écosystèmes marins face à cette activité fait l'objet d'un projet de recherche RESISTE initié par l'Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) [41].

Les granulats de recyclage couvrent environ un quart des besoins de granulats en France [42]. 90 % des granulats recyclés proviennent du décapage des routes. Le recyclage du béton reste pour sa part complexe, car il cohabite avec d'autres matériaux difficiles à trier (verre, aluminium, bois, plastique). La directive-cadre européenne relative aux déchets n° 2008/98 fixait l'objectif de 70 % de valorisation des déchets du BTP en 2020. Cet objectif figure également dans la loi n° 2015-992 du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte. En 2022, seule la moitié environ des déchets du BTP français sont valorisés.

La ressource en eau sous tension en été sur une partie du territoire

La ressource en eau d'un territoire se renouvelle par le cycle naturel de l'eau. Elle peut être évaluée par le volume des précipitations auquel on ajoute les écoulements arrivant des territoires voisins et duquel on soustrait l'évapotranspiration. Cette eau douce alimente les cours d'eau et les lacs ou s'infiltre dans les nappes. Une partie est mobilisable pour les usages humains, une autre doit être conservée pour la vie des milieux aquatiques, en assurant notamment un débit suffisant dans les cours d'eau et une arrivée suffisante d'eau douce sur le littoral eu égard à l'importance des eaux de transition pour l'économie maritime et les milieux marins.

En France métropolitaine, la ressource en eau varie fortement selon les années, la saison et le territoire considérés, et son utilisation impacte plus ou moins les milieux. Lorsque la ressource n'est plus suffisante pour garantir tous les usages dans le respect du bon fonctionnement des milieux aquatiques, des restrictions d'usage de l'eau sont mises en œuvre. Ces dernières années, elles ont été plus fréquentes, plus sévères et plus étendues, dans un contexte d'augmentation des températures et de fréquence accrue des sécheresses.

Le territoire métropolitain est moins pourvu en eau douce depuis 2002^[43]

À l'échelle du territoire métropolitain, la ressource en eau renouvelable dépend fortement des précipitations : le volume annuel provient à 94 % des précipitations, et à seulement 6 % de l'eau arrivant des pays voisins (moyenne 1990-2022).

En moyenne, 62 % des 510 milliards de m³ (Mdm³) de précipitations annuelles s'évaporent ou sont transpirés par les plantes, et 38 % contribuent à la ressource en eau disponible. Cette dernière a diminué

de 14 % entre les périodes 1990-2001 et 2002-2022, en raison à la fois d'une augmentation des volumes d'eau repartant à l'atmosphère (évapotranspiration) et de précipitations annuelles moindres depuis 2002. La diminution de la ressource en eau s'observe sur 25 % du territoire métropolitain, essentiellement dans la moitié Sud. Au fil des ans, la sécheresse des sols^[44] concerne une part croissante du territoire métropolitain, ce qui indique que la part de l'eau naturellement utilisable pour les végétaux tend à diminuer, y compris pour les cultures.

Volume de la ressource en eau de France métropolitaines, parts provenant des précipitations et des pays voisins de 1990 à 2022
En Mdm³

	Moyenne 1990-2001	Moyenne 2002-2022	Écart en %
Ressource en eau	229	198	- 14 %
Part provenant des précipitations	217	186	- 14 %
Part arrivant des pays voisins	12	12	0

Note : l'année hydrologique est basée sur la période de réalimentation des nappes d'eau souterraines et de la fin des basses eaux dans les cours d'eau. Par convention, pour la France métropolitaine, l'année hydrologique débute en septembre de l'année précédente pour se terminer en août de l'année analysée. Champ : année hydrologique. Sources : Météo-France ; Banque Hydro, 2023. Traitements : SDES, 2024

Une ressource hétérogène selon les bassins-versants

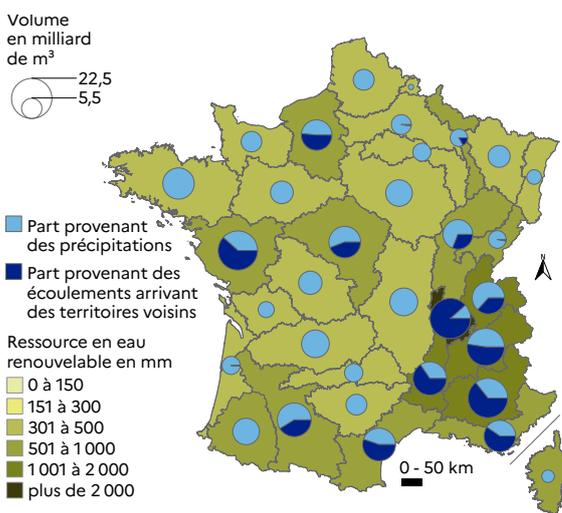
La ressource en eau annuelle se constitue majoritairement de septembre à mars, lorsque l'évapotranspiration est moindre. Pendant cette saison de recharge, la pluie s'infiltrate dans les nappes d'eau souterraine. D'avril à août, saison d'étiage, la pluie

bénéficie essentiellement à la végétation, ou est évaporée. Dans les sous-bassins hydrographiques métropolitains, la période de recharge apporte 65 % à 92 % du volume de la ressource annuelle.

En saison d'étiage, la ressource en eau est bien moindre qu'en période de recharge et l'apport

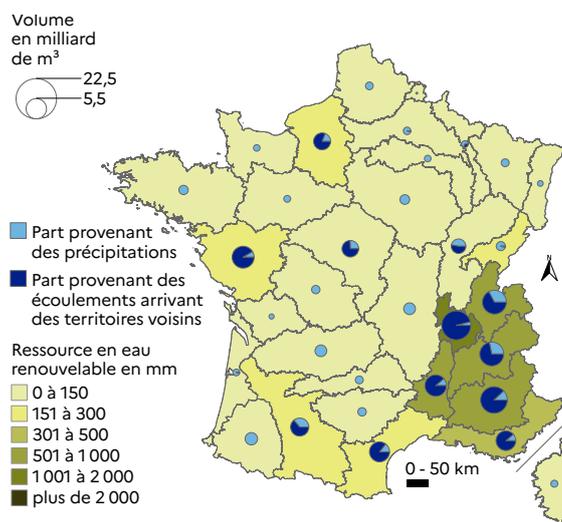
des cours d'eau provenant des territoires amont compte pour plus de 50 % pour trois quarts des sous-bassins qui en bénéficient. À l'inverse, lorsqu'il n'y a pas cet apport, la ressource en étiage peut être faible à très faible, correspondant à moins de 50 mm dans 60 % des sous-bassins concernés.

Ressource en eau renouvelable de la saison de recharge par sous-bassin hydrographique de 1990 à 2022



Note : la ressource en eau renouvelable considérée est le volume des précipitations diminuées de l'évapotranspiration, auquel on ajoute les écoulements arrivant des territoires voisins.
 Champ : France métropolitaine, saison de recharge (septembre à mars).
 Source : Hydroportail ; Météo-France, 2023.
 Traitements : SDES, 2024

Ressource en eau renouvelable de la saison d'étiage par sous-bassin hydrographique de 1990 à 2022



Note : la ressource en eau renouvelable considérée est le volume des précipitations diminuées de l'évapotranspiration, auquel on ajoute les écoulements arrivant des territoires voisins.
 Champ : France métropolitaine, saison d'étiage (avril à août).
 Source : Hydroportail ; Météo-France, 2023.
 Traitements : SDES, 2024

Des prélèvements d'eau douce en baisse

Les volumes d'eau douce prélevés en France pour les différents usages liés aux activités humaines (hors hydroélectricité) sont de l'ordre de 33 Mdm³ par an sur la période 2008-2021. Selon les années, de 45 % à 53 %

des volumes prélevés servent à refroidir les centrales de production électrique. L'eau potable et l'alimentation des canaux de navigation représentent chacun de 15 % à 19 % des prélèvements selon les années, l'irrigation de 7 % à 11 %, et les usages industriels environ 8 % [45].

Les prélèvements totaux baissent significativement, de 1,1 % par an en moyenne depuis 2008. La diminution des prélèvements pour le refroidissement des centrales électriques contribue le plus à cette baisse, en raison notamment d'une moindre utilisation des centrales thermiques à flamme.

Une ressource touchée différemment selon les usages

Une part plus ou moins importante de la ressource en eau prélevée est restituée aux milieux aquatiques après usage, avec un décalage spatial et temporel. La part de l'eau non restituée immédiatement après usage est considérée comme « consommée » (on parle aussi de prélèvement net), dans le sens où elle n'est plus disponible pour d'autres besoins utilisant la même ressource. L'eau consommée ne fait pas l'objet d'un suivi administratif, à l'inverse des prélèvements à la ressource pour lesquels il existe des données liées au système de redevances.

La part d'eau consommée par rapport aux prélèvements est très variable selon les usages :

- très faible à l'échelle nationale pour l'alimentation des canaux de navigation ou le refroidissement des centrales électriques (moins de 5 %) ;
- un peu plus élevée pour les usages industriels ou domestiques (de 6 % à 20 %) ;
- majoritaire pour les usages agricoles liés à l'irrigation (de l'ordre de 80 %).

De façon globale, on estime que la part d'eau consommée représente 12 à 15 % des volumes d'eau douce prélevés [46]. Les usages agricoles, principalement l'irrigation, représentent les 3/5 de cette consommation à l'échelle nationale et deux tiers de la

consommation totale à lieu en période estivale (juin à août).

Certains usages de l'eau, non comptabilisés dans les prélèvements, nécessitent cependant de mobiliser des volumes d'eau significatifs, avec des impacts sur le milieu naturel et le fonctionnement des écosystèmes. C'est le cas de la production d'hydroélectricité (plus de 700 Mdm³ utilisés à l'échelle nationale) et dans une moindre mesure de la navigation, des activités de loisirs (pêche, baignade, etc.), de l'aquaculture, etc.

Les conséquences du changement climatique sur les cours d'eau [47] pourraient être préjudiciables au refroidissement des centrales nucléaires, en exerçant une contrainte sur les volumes pouvant être prélevés et en rendant impossible les rejets d'eau réchauffée. Ainsi, une diminution des capacités de production en période de basses eaux [48] est à craindre. Par ailleurs, en entraînant une moindre dilution des polluants dans l'eau, la diminution des débits accentue la détérioration de la qualité des eaux : rejets induisant des pollutions microbiologiques ou chimiques, diffuses ou ponctuelles, augmentation de la température de l'eau rejetée, néfaste à la vie des milieux aquatiques (eutrophisation, disparition d'espèces, etc.). L'exploitation de l'eau douce peut

donc être compromise à la fois par une diminution de sa quantité et par une dégradation de sa qualité.

Une exploitation de l'eau douce qui fragilise la durabilité de son utilisation

La disponibilité en eau douce est parfois insuffisante pour répondre aux besoins des usages humains dans le respect de ceux des écosystèmes aquatiques, à cause de son inégale répartition géographique et au cours du temps. En France métropolitaine, les prélèvements impactent le plus la ressource en eau durant la période estivale (de juin à août), avec 33 % du volume annuel prélevé, tandis que dans les cours d'eau transitent seulement 15 % des écoulements annuels (moyenne 2008-2021).

Selon l'approche des limites planétaires [49], les prélèvements dans les cours d'eau et les nappes libres sont considérés comme soutenable en période de basses eaux s'ils restent en deçà d'un seuil de 25 % du débit naturel¹⁶ (frontière locale). Au-delà d'un seuil de 55 % (limite locale), ils quittent la zone d'incertitude pour entrer dans la zone de danger.

Sur la période 2008-2021, pour 6 sous-bassins métropolitains sur les 31 étudiés, les prélèvements en été dépassent la frontière locale au moins une fois (ils se situent alors dans la zone d'incertitude)¹⁷.

16. Pour obtenir une estimation du débit naturel, les débits observés sont corrigés de l'influence des utilisations humaines. Dans ce rapport, les débits naturels sont calculés en ajoutant au volume écoulé observé le volume prélevé non restitué aux milieux aquatiques (prélèvement net).

17. Les seuils de débit et les prélèvements sont calculés pour la saison estivale, en allouant à cette période de l'année tous les prélèvements agricoles, et un quart des prélèvements annuels pour les autres usages.

2022 : une année exceptionnelle

Sur la période 2012-2022 [51], les restrictions d'eau ont concerné au moins 30 % du territoire à huit reprises. Selon les années, l'activation des mesures a débuté entre mai et juillet, tandis que la sévérité et l'étendue des restrictions sont souvent maximales en septembre. L'année 2022 s'est avérée exceptionnelle tant par l'étendue géographique, la durée et la sévérité des restrictions : 97 % du territoire métropolitain a été concerné par des mesures de restriction d'usage des eaux de surface (dont 55 % de mesures de crise) et 27 % par des mesures de restriction d'usage des eaux souterraines (dont 14 % de mesures de crise).

Les causes des dépassements les plus fréquents (au moins 7 années sur 14) sont variées :

- faiblesse des écoulements estivaux associée à des prélèvements pour l'irrigation prédominants (Mayenne-Sarthe-Loir, côtiers aquitains et charentais) ;
- forts prélèvements pour l'eau potable (Seine amont pour l'alimentation en eau de Paris) ;
- prélèvements élevés pour le refroidissement des centrales de production d'électricité (Moselle, Isère).

Les prélèvements dépassent la limite locale dans 2 sous-bassins jusqu'à 4 fois sur les 14 années observées (côtiers aquitains et charentais).

La fréquence des franchissements de seuils dans certains territoires montre la nécessité de réduire les prélèvements dans les cours d'eau, ainsi que dans les nappes

d'eau souterraines, notamment en été, d'autant que les écoulements estivaux tendent à se raréfier avec le changement climatique.

Des restrictions d'eau en été déjà fréquentes

S'il n'est pas observé actuellement de déficit chronique à l'échelle du territoire métropolitain, l'accès à l'eau n'est toutefois pas garanti toute l'année et partout, et des concertations sont menées localement pour adapter les besoins à la ressource. Lorsqu'une pénurie d'eau est prévisible, les préfets peuvent déclencher des restrictions des usages de l'eau pour préserver les usages prioritaires [50]. Elles s'appliquent à l'utilisation des eaux de surface (cours d'eau, canaux, lacs et étangs, etc.) ou des eaux provenant des nappes souterraines. Quatre niveaux de limitation sont mis en œuvre progressivement selon la sévérité de l'épisode de sécheresse constatée : vigilance, alerte, alerte

renforcée, crise. Le niveau de crise entraîne des interdictions partielles ou totales, notamment pour les usages agricoles.

Chaque année, des restrictions des usages de l'eau de sévérité variée sont appliquées en France métropolitaine. Depuis 2012, les mesures de crise visant l'utilisation des eaux de surface sont fréquentes sur plusieurs zones de l'Ouest et du Sud-Ouest, et leur application dure au moins 2 mois, ce qui montre la fragilité de ces secteurs par rapport à la disponibilité de l'eau.

Les nappes d'eau souterraine sont moins fréquemment soumises à des restrictions d'utilisation, et les mesures de crise sont rares, car leur gestion peut s'anticiper plus facilement. En revanche, les limitations peuvent durer longtemps sur une même zone, voire perdurer d'une année sur l'autre.

LA BIOMASSE

La biomasse recouvre les matières organiques, non fossiles, d'origine biologique, animales ou végétales. De nature diverse, elle rassemble les cultures (céréales, oléagineux, légumes, fruits, fibres, cultures fourragères, etc.) et leurs résidus, la biomasse pâturée, le bois (bois d'œuvre, d'industrie, de chauffage, etc.) ou les animaux hors élevage (pêche, chasse).

Des ressources renouvelables variées utilisées principalement pour l'alimentation

La biomasse extraite du territoire français représente un volume de 222 Mt¹⁸ en 2022 : cultures (57 %), fourrage et biomasse pâturée (26 %), bois (10 %), pois-

sons, plantes et animaux aquatiques, gibiers (7 %). La production de biomasse a reculé de 6 % entre 1990 et 2022, mais avec des fluctuations d'une année sur l'autre en fonction de la météorologie (pluviométrie, sécheresse) qui influe fortement sur les rendements.

La production de biomasse végétale de la France est globalement excédentaire. C'est notamment le cas de la production agricole végétale prise dans sa totalité (y compris la production fourragère), celle-ci représentant selon les années de 110 à 120 % de la consommation intérieure (respectivement 198 Mt et 169 Mt en 2022). Toutefois, la situation est variable selon les cultures, excédentaire pour les grandes cultures (céréales, tubercules et légumineuses), déficitaire pour les oléagineux notamment, et dans une moindre mesure les légumes et les fruits.

Pêche et aquaculture : le point sur les ressources

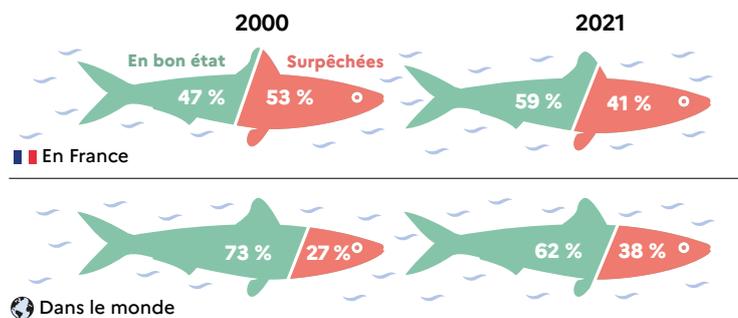
Le rendement maximal durable d'une population de poissons est la plus grande quantité de biomasse que l'on peut extraire en moyenne et à long terme d'un stock halieutique dans les conditions environnementales existantes sans affecter le processus de reproduction. L'état des ressources halieutiques françaises connaît une nette amélioration, avec une forte augmentation des stocks exploités durablement [52]. Pour autant, deux tiers des produits de la pêche consommés par les Français sont importés et l'état des ressources halieutiques reste préoccupant au niveau mondial. Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) [53], le pourcentage de stocks de poissons surpêchés dans le monde est passé de 10 % dans les années 1970 à 38 % en 2021.

La production de l'aquaculture française s'établit, quant à elle, à 193 kilotonnes (kt) en 2021 (149 kt pour la conchyliculture et 44 kt pour la pisciculture), à comparer aux 483 kt de produits de la pêche [54]. Au niveau mondial, à la suite du très fort développement de l'aquaculture depuis les années 1990, la production aquacole a rejoint la production halieutique (91 Mt en 2021 chacune, hors algues [55]). Le développement de l'aquaculture soulève plusieurs enjeux en matière de durabilité. L'un d'entre eux est lié au fait que certains poissons d'élevage, comme le saumon, sont carnivores. Pour les nourrir, il est alors nécessaire de pêcher des poissons plus petits avec un impact défavorable sur les stocks sauvages.

ÉCLAIRAGE

Comment évolue l'état des populations de poissons pêchés ?

Source : SDES, d'après données FAO, sauf pour 2000 en France où une estimation a été faite à partir des données Ifremer, dont la méthodologie est légèrement différente de celle de la FAO.



18. SDES pour Eurostat, 2024, *Comptes de flux de matières*. Les masses indiquées ici sont exprimées en matières brutes (et non en matières sèches), c'est-à-dire, y compris l'humidité contenue dans la biomasse décrite ici.

Les usages de la biomasse sont multiples. Utilisée pour l'alimentation, son caractère renouvelable en fait aussi une ressource intéressante pour de nombreux autres usages : la construction, avec le bois d'œuvre ou des matériaux comme le chanvre appelés à se développer pour l'isolation notamment, mais aussi différents secteurs industriels, dont ceux de la chimie ou de l'énergie qui recherchent des solutions alternatives aux ressources minérales ou fossiles par définition finies.

Des ressources renouvelables, mais leur production peut exercer des pressions sur l'environnement

Si la biomasse est une ressource renouvelable, sa production n'est pas sans conséquence sur l'environnement. L'intensification de l'agriculture provoque des phénomènes tels que l'érosion des sols ou le rejet de substances toxiques (phytosanitaires) ou nutritives en excès (fertilisants, déjections animales) entraînant la pollution des eaux. Cette production nécessite également des ressources minérales et fossiles, et, surtout, des terres disponibles. Or, les surfaces agricoles et forestières sont limitées. L'artificialisation des sols, liée notamment à la construction de logements et au développement d'activités, a ainsi consommé en France près de 25 000 hectares (ha) par an en moyenne sur la période 2009-2022 [56].

Ainsi, sans réflexion sur le développement équilibré de la biomasse et de ses usages, des tensions pourraient apparaître, avec un risque majeur identifié : empiéter sur des usages essentiels comme l'alimentation, et les fonctions de puits de carbone et d'accueil de la biodiversité des espaces agricoles et forestiers.

Le développement de certaines filières (notamment énergétiques, avec les biocarburants, parcs photovoltaïques et éoliens, ou de biomatériaux avec le lin fibre, le chanvre ou le miscanthus) laisse présager une pression à venir sur le foncier pour produire les matières premières [57].

Dans ce contexte, la question de l'articulation des usages alimentaires et énergétiques de la biomasse et la maîtrise des impacts environnementaux de cette production sont particulièrement cruciaux. Les biocarburants représentent aujourd'hui 6 à 7 % des énergies renouvelables, le bois 35 %. La biomasse au sens large, qu'elle soit solide, liquide ou gazeuse, est ainsi déjà la première des énergies renouvelables avec 170 TWh en 2022 [58]. En 2050, la quantité d'énergie issue de la biomasse pourrait atteindre 430 TWh d'après l'un des scénarios de la Stratégie nationale bas-carbone [59].

Afin d'optimiser le développement de l'utilisation de la biomasse, la Stratégie nationale de mobilisation

ÉCLAIRAGE

Les engrais azotés de synthèse : quelles perspectives pour l'agriculture ?

INTERVIEW GILLES BILLEN, directeur de recherche émérite au CNRS, biogéochimie territoriale, Sorbonne Université

Comment a évolué la place des engrais azotés de synthèse en agriculture ?

G. B. - La fertilisation, que l'on peut définir comme la restitution au sol des éléments qui en ont été extraits et exportés par la récolte, est à la base de toute activité agricole. L'azote compte parmi les éléments qu'il importe tout particulièrement de restituer au sol, car c'est celui dont la disponibilité est le plus souvent déterminante pour la croissance des plantes. Les réserves d'azote disponible dans le sol sont faibles, il faut donc en amener de manière régulière à la plante. Mais, si l'épandage des engrais azotés industriels est aujourd'hui le mode dominant de fertilisation en agriculture conventionnelle, il n'en a pas toujours été ainsi.

L'agriculture assurait auparavant la fertilisation du sol par le recours aux légumineuses fourragères, telles que le trèfle ou la luzerne, qui ont la propriété de fixer l'azote de l'air grâce à la symbiose qu'elles entretiennent sur leurs racines avec des bactéries, et par le lisier/fumier apporté de façon continue par l'élevage des ruminants.

Utilisé à l'origine pour la fabrication des explosifs, l'azote industriel a été mis au point en 1913 par Fritz Haber et Carl Bosch. Il fut ensuite utilisé massivement comme engrais en agriculture, d'abord en Amérique du Nord et en Angleterre, puis partout dans le monde après la Seconde Guerre mondiale. En permettant une spécialisation territoriale de l'agriculture, avec des régions de grandes cultures céréalières dépourvues de bétail et des régions d'élevage

...

intensif hors sol, tributaires d'importations pour nourrir leur cheptel, ce mode de fertilisation a abouti à une rupture de la complémentarité séculaire entre agriculture et élevage.

Pourquoi la guerre en Ukraine crée-t-elle des tensions sur les approvisionnements en engrais azotés de synthèse ?

G. B - Pour bien comprendre, il faut rappeler comment sont fabriqués les engrais azotés. On a besoin de deux matières premières. Tout d'abord, l'azote lui-même, qui ne pose aucun problème car l'atmosphère en est constituée à 80 %. Il y est sous une forme chimique totalement inerte que les plantes, à l'exception des légumineuses, ne peuvent pas utiliser comme telle. Pour le transformer en forme accessible aux plantes, il faut énormément d'énergie et également un agent réducteur tel que l'hydrogène pour le transformer en ammoniac. La deuxième matière première qui apporte cet hydrogène, c'est le méthane, le gaz naturel. Il en faut beaucoup : pour fixer 1 tonne d'azote sous forme d'ammoniac, il faut 1 tonne d'équivalent pétrole (tep) en gaz ou en charbon. C'est donc très consommateur de gaz, et donc dispendieux en énergie et émetteur de gaz à effet de serre.

La Russie est un gros producteur d'engrais, auprès duquel l'UE se fournissait principalement. La France est dépendante à 90 % des importations pour les engrais azotés de synthèse. Quand la matière première devient rare pour des raisons politiques,

cela a un impact évident sur le procédé industriel de production et explique l'évolution du prix des engrais de synthèse, indexé sur celui du gaz.

Outre le coût et l'impact climatique, quels sont les autres inconvénients posés par les engrais de synthèse et quelles sont les solutions alternatives à leur utilisation ?

G. B - En intensifiant et en spécialisant l'agriculture, on ouvre les cycles de matières, ce qui donne lieu à des pertes considérables. Les pertes environnementales d'azote, c'est-à-dire les quantités non utilisées par les plantes pour leur croissance, se retrouvent dans le sol sous la forme de nitrates. Lorsqu'il pleut, ces nitrates sont entraînés par les eaux d'infiltration, rejoignent les nappes aquifères, les rivières, puis les eaux côtières marines où ils posent des problèmes d'eutrophisation majeurs. Il y a aussi des pertes gazeuses sous forme d'ammoniac et de protoxyde d'azote, qui est aussi un gaz à effet de serre.

Des pistes existent pour y remédier : reconnecter les systèmes de culture et l'élevage, en mettant fin à la spécialisation territoriale existante entre les animaux en Bretagne et les céréales dans le Bassin parisien, réduire la part qu'occupent les produits animaux dans le régime alimentaire humain, alterner au sein des rotations culturales légumineuses et céréales, ou autres plantes non légumineuses, pour faire profiter de la fixation symbiotique d'azote à la rotation tout entière. ■

de la biomasse de 2018, prise en application de la loi du 17 août 2015 relative à la transition énergétique pour la croissance verte, hiérarchise les usages de la biomasse : d'abord l'alimentation (humaine puis animale) puis la bio-fertilisation (retour au sol), la production de matériaux (biens de consommation d'équipements), et enfin, la production d'énergie (gaz, chaleur, électricité). Pour éviter la concurrence avec les productions alimentaires, une priorité est donnée au développement des biocarburants dits « avancés ». Ils visent à valoriser la partie non alimentaire de la plante (à la différence des biocarburants dits « de première génération »), les résidus agricoles, des cultures dédiées ou encore des déchets. Les biocarburants de « deuxième gé-

nération » sont issus de la transformation de la lignocellulose contenue dans les résidus agricoles (paille) et forestiers (bois), dans des plantes provenant de cultures dédiées (taillis à croissance rapide) ou de la valorisation des déchets industriels. Les algues pourraient permettre de développer des biocarburants de « troisième génération ».

Toutefois, il faut souligner que l'utilisation énergétique des résidus de cultures, plutôt que leur retour au sol, prive ce dernier d'un apport de matière organique qui entretient la vie du sol et la reconstitution de son stock de carbone. Or préserver la qualité des sols est un enjeu essentiel pour conserver leurs potentialités, notamment en matière de production de biomasse.

La ressource en bois : encore en croissance, mais ralentie par la fragilisation des forêts françaises

À la différence de la surface agricole, la surface forestière est en progression en France métropolitaine. Selon l'Institut national de l'information géographique et forestière (IGN), en 1908, la forêt couvrait 19 % du territoire métropolitain avec près de 10 Mha. Elle en couvre désormais 32 % avec 17,5 Mha, avec toutefois des disparités territoriales importantes [60].

Cependant, si les forêts progressent en surface, leur état est mis à mal par différents phénomènes (changement climatique, prolifération de bioagres-

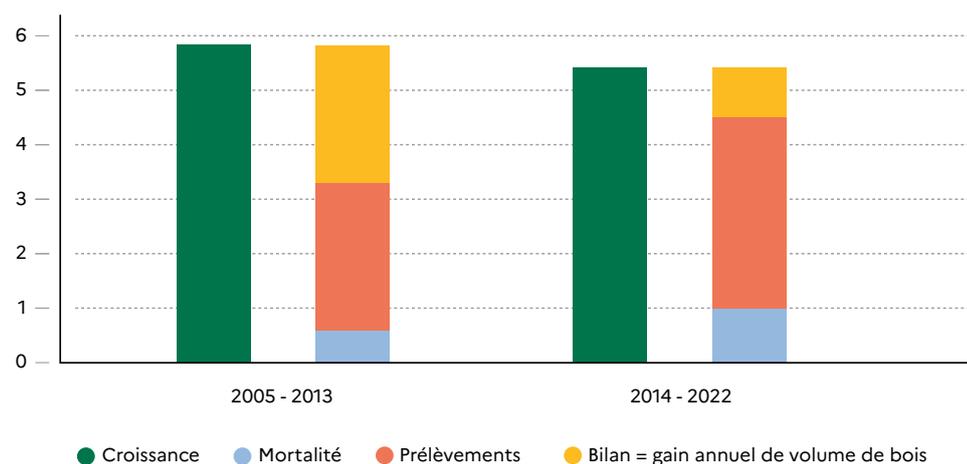
seurs) et le taux de mortalité est en forte croissance (15,2 Mm³/an sur la période 2014-2022 contre 7,4 Mm³/an sur la période 2005-2013) [61].

Par ailleurs, si la croissance des arbres reste supérieure au volume de bois récolté ou mort, cette croissance diminue et, avec elle, la capacité des forêts à stocker le carbone. Les conifères, notamment l'épicéa commun, sont les essences forestières les plus touchées.

La baisse de la croissance des arbres (5,4 m³/ha/an pour la période 2014-2022), combinée à la hausse de leur mortalité (1,0 m³/ha/an) et des prélèvements de bois (3,5 m³/ha/an), conduit à un ralentissement de la croissance du volume des forêts. Ainsi, sur la période 2014-2022, le volume de la forêt a augmenté de 0,9 m³/ha/an, contre 2,5 m³/ha/an sur la période 2005-2013.

Évolution des flux de bois entre les périodes 2005-2013 et 2014-2022

En m³/ha/an



Source : IGN, 2023

L'impact de la France sur les forêts à l'étranger : la déforestation importée



La France importe plus de produits du bois (sciages, panneaux, meubles) qu'elle n'en exporte, pour un solde estimé à l'équivalent de 540 000 ha [62]. Elle utilise aussi indirectement des terres situées dans d'autres régions du monde (certaines sont issues de la déforestation des forêts tropicales) en important des matières premières agricoles telles que le soja, l'huile de palme, le caoutchouc naturel, le cacao, le bœuf et ses co-produits. Cela contribue

à exercer une forte pression sur la ressource foncière étrangère, donnant ainsi à la France une responsabilité dans la déforestation importée. Sur la période 2012-2021, la surface mobilisée à l'étranger par la France pour la production de matières premières à risque de déforestation importée est estimée à près de 3,8 Mha en moyenne par an, soit environ quatre fois la taille de la Corse et 14 % de la surface agricole utile totale de la France [63].

Réinventer la mobilité : un enjeu fort pour la préservation des ressources naturelles

Malgré l'évolution des modes de mobilité, la voiture reste indispensable au quotidien pour de nombreux Français, mais cette dépendance a un impact significatif sur l'exploitation des ressources naturelles. Soutenue par les startup, l'industrie automobile s'investit résolument dans la recherche de solutions pour une mobilité plus durable.

CHIFFRES CLÉS

63 %

des déplacements réguliers des Français se font en voiture, loin devant la marche, les transports en commun et le vélo [64]

83 %

des foyers français possèdent au moins une voiture en 2022 [65]

PLUS D'UN TIERS

des Français la considèrent comme essentielle pour leurs déplacements quotidiens [67]

La voiture individuelle : un système devenu insoutenable écologiquement

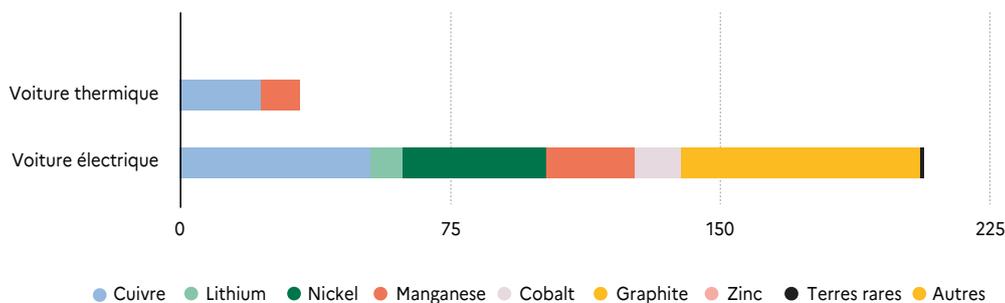
En 2023, 1,8 million de nouvelles voitures ont été mises en circulation en France [66], dont un peu plus de 300 000 voitures électriques et 160 000 voitures hybrides rechargeables. Plus de trois Français sur cinq (63 % en 2022) continuent de se montrer pessimistes quant à l'éventualité d'un quotidien sans voiture [67].

Cette dépendance à la voiture pose un défi majeur non seulement en matière d'émissions de gaz à effet de serre mais aussi de préservation des ressources naturelles. Qu'il s'agisse de voitures thermiques ou électriques, leur fabrication et leur fonctionnement

nécessitent une quantité significative de matières premières énergétiques, métalliques ou minérales.

Selon les données de l'AIE [68], une voiture électrique contient en moyenne 207 kilogrammes (kg) de minéraux, hors acier et aluminium. La construction des composants électriques et électroniques, tels que les batteries, nécessitent l'utilisation de matières premières dites « critiques », comme le graphite, le cuivre, le cobalt, le nickel, le lithium ou le manganèse. En comparaison, une voiture à moteur à combustion interne n'en requiert que 34 kg, mais consomme des matières premières énergétiques fossiles pour son fonctionnement. Par ailleurs, l'alourdissement du poids des voitures, en constante augmentation ces dernières années [69], exerce une pression à la hausse sur ces matériaux.

Voitures électriques ou thermiques : quelle répartition des minéraux utilisés ?
En kg/véhicule



Notes : l'acier et l'aluminium ne sont pas inclus. Les valeurs pour les véhicules s'appliquent à l'ensemble du véhicule, y compris les batteries, les moteurs et l'habitacle. Les intensités pour une voiture électrique sont basées sur une cathode NMC (nickel manganèse cobalt) 622 de 75 kWh et une anode à base de graphite.
Source : AIE

Cette surconsommation de ressources représente un défi de durabilité environnementale. Les matières premières utilisées dans la fabrication des voitures, telles que le cuivre, le cobalt ou le lithium, sont abondamment exploitées pour répondre à la croissance continue de la demande, ce qui engendre des impacts environnementaux et sociétaux. L'exploitation minière peut ainsi conduire à la destruction d'habitats naturels et être à l'origine de problèmes sociaux, tels que des conditions de travail dangereuses, une exploitation des travailleurs ou des conflits. De plus, l'utilisation de pétrole dans la fabrication et le fonctionnement des véhicules a des conséquences majeures sur le changement climatique et la santé publique. Enfin, les matières premières utilisées dans les voitures, notamment électriques, sont fortement concentrées dans certaines régions du monde.

La recherche et l'innovation, un levier de transformation de la mobilité

Les défis actuels exigent une nouvelle approche de la mobilité, prenant en compte les préoccupations écologiques et sociales tout en préservant la liberté individuelle de se déplacer. La décision de l'UE d'interdire la vente des véhicules thermiques neufs d'ici 2035 représente une étape importante pour l'adoption de nouvelles pratiques en vue d'atteindre la neutralité carbone dans le secteur des transports d'ici 2050.

Au cœur de cette transformation, les entreprises, en particulier celles du secteur automobile, sont appelées à jouer un rôle clé en investissant dans le développement de nouvelles technologies plus respectueuses de l'environnement. Selon le SIES¹⁹, l'industrie automobile est la première branche de

recherche des industries manufacturières en France, investissant plus de 4 milliards d'euros (Md€) par an en recherche et développement (R&D), devant l'aéronautique et l'industrie pharmaceutique. L'électrification et l'hybridation font partie des principaux axes de développement en R&D. Cet effort en R&D se concentre de plus en plus sur des solutions plus durables telles que l'électrification et l'hybridation, qui figurent parmi les principaux axes de développement du secteur automobile. L'utilisation efficace des matériaux dans les véhicules fait également partie des volets de recherche en développement, avec plus de 180 projets de R&D lancés sur le recyclage des matériaux critiques au cours des dix dernières années [70]. Dès la phase de conception, des initiatives telles que l'éco-conception sont par ailleurs mises en place pour améliorer la recyclabilité des véhicules.

Pour encourager la recherche et l'innovation, de nouvelles collaborations sont créées entre les entreprises traditionnelles et les startup. Ces partenariats explorent le développement de services de mobilité durable permettant la réduction de l'usage et donc du nombre de voitures. Des solutions de covoiturage intelligent sont développées pour optimiser les déplacements urbains, des plateformes de partage de véhicules électriques en libre-service sont créées, de même que des systèmes autonomes de transports en commun.

Les projets de R&D et d'innovation sont encouragés par les pouvoirs publics. Des mesures incitatives sont mises en place, comme des avantages fiscaux, des subventions et des partenariats public-privé, pour soutenir les entreprises de la filière automobile. À titre

19. Sous-direction des systèmes d'information et des études statistiques du ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche.

d'exemple, dans le cadre du plan d'investissement de France 2030, un milliard d'euros est spécifiquement alloué à la filière automobile pour des projets liés aux batteries électriques.

Réduire la dépendance à la voiture individuelle : une transition complexe

Le paysage de la mobilité se transforme, stimulé par les efforts des entreprises et des pouvoirs publics pour développer des solutions alternatives à la voiture individuelle. Cependant, cette transformation est confrontée à plusieurs obstacles.

Tout d'abord, les infrastructures existantes, telles que les routes ou les aménagements urbains, ont largement été conçues pour l'utilisation de la voiture. Le manque d'infrastructures spécifiquement conçues pour les piétons, les cyclistes et les transports en commun rend ces alternatives de déplacement moins attractives et moins pratiques pour les usagers.

De plus, au-delà du moyen de transport qu'elle représente, la voiture est également perçue comme un facteur de liberté, d'indépendance et de flexibilité. En 2023, plus d'un quart des Français n'envisagent pas de renoncer à leur voiture, quelle que soit sa motorisation, même si les coûts d'utilisation augmentent ou si des améliorations significatives étaient apportées en matière de transports en commun ou de mobilités actives [71].

Par ailleurs, l'accès à une offre de mobilité diversifiée reste limité voire inexistant dans certains territoires, notamment dans les zones rurales et périurbaines. Les transports en commun y sont souvent peu développés, voire absents, et l'utilisation des modes de déplacement actifs comme la marche ou le vélo ne sont pas une option soutenable sur des longues distances. Cette situation accentue les difficultés d'accessibilité, et crée une dépendance accrue à l'automobile pour les populations vivant dans ces zones.

Enfin, les coûts économiques associés à la transition peuvent être un frein au changement. Les nouvelles technologies, la R&D, ainsi que les coûts élevés des matières premières ou recyclées se traduisent souvent par des dépenses importantes, qui se reflètent généralement dans les prix d'achat. Ces coûts importants peuvent également ralentir le développement de certains projets. C'est le cas des projets de batteries alternatives, en particulier des batteries sodium-ion qui sont actuellement les principales alternatives viables ne contenant pas de lithium mais dont la recherche est coûteuse.

Des startup en première ligne pour créer la mobilité de demain



Un nombre important de startup se tournent vers la mobilité durable, notamment dans les domaines de la mobilité électrique, des voitures autonomes, du partage de véhicules et du covoiturage.

Pour exploiter ce potentiel et réduire les risques financiers, les constructeurs automobiles investissent dans ces jeunes entreprises ou établissent des partenariats avec elles. Selon une récente étude de Via ID et Dealroom.co, le secteur de la mobilité a attiré un investissement massif de 1,7 Md€ en capital-risque en 2023, propulsant la France à la deuxième place des pays européens les plus attractifs financièrement, après le Royaume-Uni (3,5 Md€) et devant la Suède (1,5 Md€).

Actuellement, la France compte 129 startup dédiées à la mobilité [72]. Parmi les 20 licornes françaises, seules deux sont dédiées à la mobilité [73] : NW Groupe, spécialisée dans le stockage d'électricité et la recharge électrique haute puissance, et BlaBlaCar, référence internationale en matière de covoiturage.

Dans un domaine en constante évolution, le soutien public revêt une importance cruciale. De nombreuses initiatives offrent un appui conséquent aux startup, telles que le programme « French Tech Next 40/120 », intégré au plan d'investissement France 2030.

En définitive, les défis et les résistances liés à la transition vers des mobilités plus durables et moins dépendantes de la voiture impliquent une mobilisation collective non seulement des pouvoirs publics, mais également des consommateurs et de l'industrie automobile. Réduire notre dépendance à la voiture demande une remise en question profonde de nos habitudes de déplacement et de la place de l'automobile dans nos quotidiens.

Au-delà de la nécessité de structurer une offre de services de mobilité durable et inclusive, des alternatives émergent pour réduire les déplacements physiques, comme le télétravail, la visioconférence, les services de santé et d'éducation à distance ou les achats en ligne. Toutefois, il est essentiel de bien mesurer les impacts environnementaux et sociétaux de ces solutions.

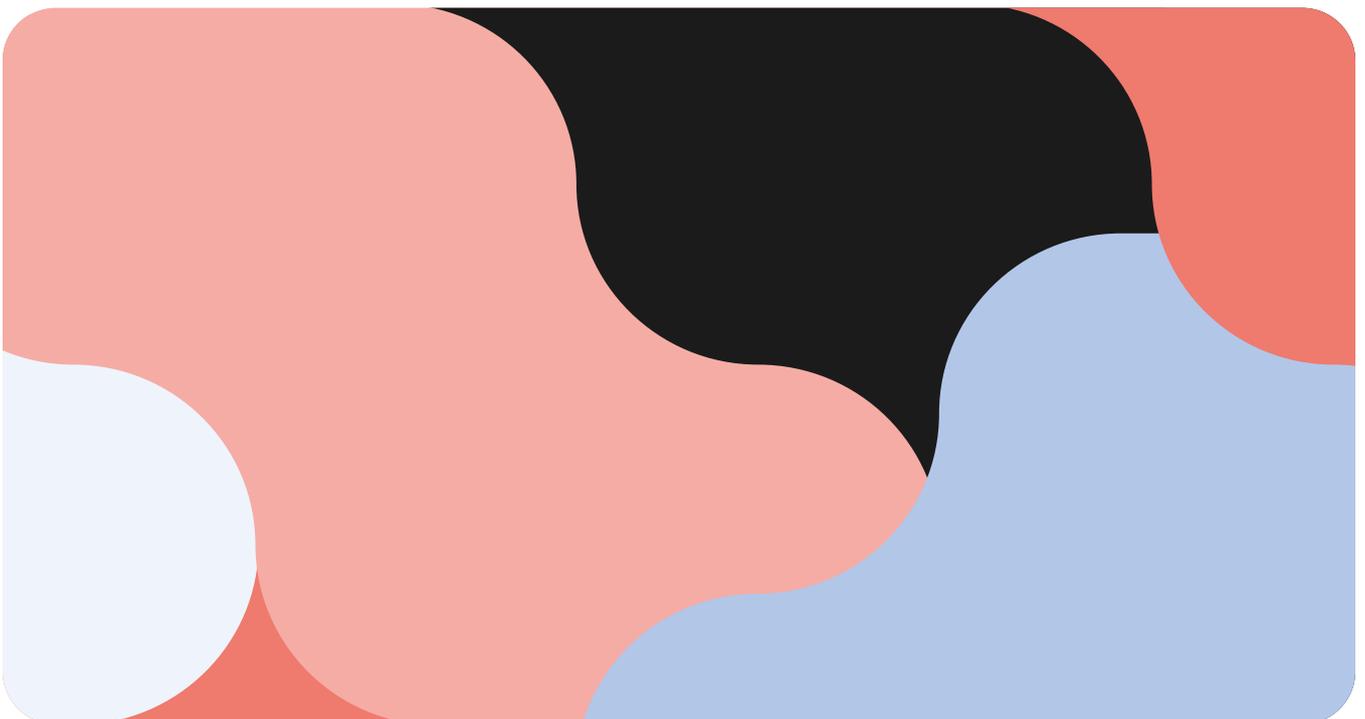
RÉFÉRENCES

- [1] *Chiffres clés de l'énergie*, CGDD, Datalab, 2023, p. 48
- [2] *Bilan énergétique de la France pour 2022*, CGDD, Datalab, 2024, p. 42
- [3] Auzanneau Matthieu, Chauvin Hortense, 2021, *Pétrole, le déclin est proche*, Éditions du Seuil, pp. 35 à 56
- [4] Auzanneau, Chauvin, 2021, *Pétrole, le déclin est proche*, Éditions du Seuil, p. 86
- [5] *Bilan énergétique de la France pour 2022*, CGDD, Datalab, 2024, p. 52
- [6] *Une nouvelle base de données quantifie les émissions de GES qu'induirait l'exploitation des réserves de combustibles fossiles*. Citepa, dernière mise à jour septembre 2022
- [7] *Climate Change 2021 - The Physical Science Basis*. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), United Nations World Meteorological Organization (WMO), United Nations Environment Programme (UNEP), 2021, p. 41
- [8] *Transitioning away from fossil fuels in energy systems*, Unfccc, 2023, §28 (d)
- [9] *Nucléaire : comment traiter les déchets radioactifs ?* Vie publique, 2024
- [10] *Sûreté nucléaire : prévention et gestion des risques*. Vie publique, 2023
- [11] Code de l'énergie, Article L100-4, titre I, 4^e paragraphe
- [12] *Bilan environnemental de la France – Édition 2022*, partie 2 « Les investissements dans les énergies renouvelables : quels effets sur le parc d'équipement et la production d'énergie ? », CGDD, Datalab, 2023, p. 22-32
- [13] Villalba Bruno, Semal Luc, 2018. *Sobriété énergétique. Contraintes matérielles, équité sociale et perspectives institutionnelles*. Éditions Quæ
- [14] *Stratégie nationale bas-carbone – La transition écologique et solidaire. vers la neutralité carbone*, MTEs, 2020, p. 12
- [15] *Chiffres clés de l'énergie*, CGDD, Datalab, 2023, p. 41
- [16] *Suivi de la stratégie nationale bas-carbone – Indicateurs de résultats*, MTEs, 2021
- [17] Boutaud A. et Gondran N., 2018. *L'empreinte écologique*. La Découverte, Repères n° 527, 120 p.
- [18] *La France face aux neuf limites planétaires*, CGDD, Théma, 2023, 86 p.
- [19] Global Material Flows Database, UNEP-IRP
- [20] Christmann P., 2016. *Développement économique et croissance des usages des métaux*. Annales des Mines - Responsabilité et environnement, 82, p. 8-15
- [21] *Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone. Chaînes de valeur, risques et politiques publiques*, CGDD, 2023
- [22] Bihoux P., de Guillebon B., 2010. *Quel futur pour les métaux. Raréfaction des métaux : un nouveau défi pour la société*. EDP Sciences.
- [23] EDF. *L'uranium : le combustible nucléaire*
- [24] *La mobilité bas-carbone. Choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles*, CGDD, 2022
- [25] *L'éolien et les moteurs pour véhicules électriques : choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles*, CGDD, 2022
- [26] *Les réseaux électriques : lignes électriques, stockage stationnaire et réseaux intelligents. Choix technologiques, enjeux matières et opportunités industrielles*, CGDD, 2020
- [27] *Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone. Chaînes de valeur, risques et politiques publiques*, CGDD, 2023
- [28] *The Role of Critical Minerals in Clean Energy Transitions*, 2023 et AIE, 2021
- [29] Eyl-Mazzega, Marc-Antoine, Diana-Paula Gherasim, Clémentine Vannier et Adam Contu, 2023. *Comment gagner le pari industriel de la mobilité électrique en France et en Europe ?* Études de l'Ifri
- Métaux critiques : l'impasse des SUV. Quels scénarios pour réussir la transition de nos mobilités ?* WWF, 2023
- [30] *Les ressources minérales critiques pour les énergies bas-carbone. Chaînes de valeur, risques et politiques publiques*, CGDD, 2023
- [31] *Substances critiques et stratégiques*. BRGM, MineralInfo, 2023
- [32] Talens Peiro, L., Nuss, P., Mathieux, F. and Blengini, G. 2018. *Towards Recycling Indicators based on EU flows and Raw Materials System Analysis data*, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union EUR 29435 EN, doi :10.2760/092885
- [33] Grosse F., 2010. *Is recycling "part of the solution"? The role of recycling in an expanding society and world of finite resources*, S.A.P.I.E.N.S., Volume 3, Issue 1, Institut Véolia Environnement, 17 p.
- Grosse F., 2014. *Les limites du recyclage dans un contexte de demande croissante de matières premières*, Annales de Mines – Responsabilités et environnement, N° 76, pp. 58-63
- Grosse F., 2023. *Le défi de l'économie circulaire. Pour une nouvelle approche*, Futuribles, N° 455, p. 33-48
- Grosse F., 2023. *Croissance soutenable ? La société au défi de l'économie circulaire*, Presses universitaires de Grenoble
- [34] *Matières mobilisées par l'économie française en 2022*, CGDD, 2024
- [35] Eurostat. *Comptes de flux de matières*
- [36] *Données sur le transport routier de marchandises (TRM) en France et en Europe*, CGDD, 2023
- [37] *Possibilité d'exploitation des matériaux marins sur les façades maritimes « Manche-Est » et « Loire-Gironde »*. Synthèse. Ifremer, UNPG, 2009
- [38] *Les ressources minérales des fonds marins*, BRGM, MineralInfo

- [39] *Guide méthodologique pour l'élaboration des documents d'Orientation pour une Gestion durable des Granulats Marins*. (DOGGM), MEEM, 2016
- [40] *Guide technique pour l'élaboration des études d'impact préalables à la recherche et à l'exploitation des granulats marins*, MTECT, 2023
- [41] *Comment se régénère le milieu marin suite à une exploitation industrielle ?* Ifremer, 2022
- [42] *L'industrie française des granulats*, UNPG/Unicem, 2020
- [43] *Évolutions de la ressource en eau renouvelable en France métropolitaine de 1990 à 2018*, CGDD, Datalab, 2022, 64 p.
- [44] *Climat HD*, rubrique France Métropolitaine/Impact/Sécheresse. Météo-France
- [45] *Les prélèvements d'eau douce : principaux usages en 2020 et évolution depuis 25 ans en France*, CGDD, Datalab essentiel, 2023, 4 p.
- [46] *Prélèvements et consommations d'eau : quels enjeux et usages ?*, France Stratégie, La note d'analyse, n° 136, 2024
- [47] *Explore 2070 Eau et changement climatique. Hydrologie de surface*
- [48] *La gestion quantitative de l'eau en période de changement climatique et L'adaptation au changement climatique du parc des réacteurs nucléaires*. Cour des Comptes
- [49] *La France face aux neuf limites planétaires*, limite « eau bleue » du cadre 2015 des limites planétaires (avant révision 2023), CGDD, Théma, 2023, 86 p.
- [50] L'information est mise à disposition sur Propluvia depuis 2012, et sur *VigiEau* depuis 2023.
- [51] *SDES, Restrictions d'eau lors des périodes de sécheresse en France métropolitaine en 2023*
- [52] *Bilan 2023 du statut des ressources halieutiques débarquées par la pêche française hexagonale en 2022*, Ifremer, 2024
- [53] *La situation mondiale des pêches et de l'aquaculture – Vers une transformation bleue*. FAO, 2022
- [54] *Chiffres clés des filières pêche et aquaculture en France en 2023*, FranceAgriMer, 2023
- [55] *Fishery and aquaculture statistics yearbook 2021*, FAO, 2024
- [56] *SDES, rubrique Ressource en eau*
- [57] *Biomasse : enjeu stratégique de la transition écologique*, Avis d'experts, Ademe, 2024
- [58] *Chiffres clés des énergies renouvelables*, CGDD, Datalab, 2023, 104 p.
- [59] *Stratégie nationale bas-carbone*, version révisée, mars 2020
- [60] *Inventaire forestier national, mémento édition 2024*, IGN, 2024
- [61] *Inventaire forestier national, mémento édition 2024*, IGN, 2024
- [62] *La face cachée de nos consommations : Quelles surfaces agricoles et forestières importées ?* Solagro, 2022
- [63] *Importations françaises de matières premières visées par la Stratégie nationale de lutte contre la déforestation importée entre 2012-2021- Vers une empreinte terre de la France*, CGDD, Collection études, 2023, 94 p.
- [64] *La mobilité locale et longue distance des Français - Enquête nationale sur la mobilité des personnes en 2019*, CGDD, Datalab, 2023, 22 p.
- [65] *Insee, Statistiques sur les ressources et conditions de vie*
- [66] *SDES, Données 2023 sur les immatriculations des véhicules*
- [67] *SDES, Environnement, consommation d'énergie et mobilités en 2023*
- [68] *IEA, Minerals used in electric cars compared to conventional cars - Last updated 5 May 2021*
- [69] *SDES, 38,9 millions de voitures en circulation en France au 1^{er} janvier 2023*
- [70] *Plateforme automobile (PFA), Matières premières, criticités et axes stratégiques des industriels de l'automobile*
- [71] *SDES, Environnement, consommation d'énergie et mobilités en 2023*
- [72] *4^e édition du mapping des startups françaises à impact*, réalisé par France Digitale, le Hub Bpifrance et le Mouvement Impact France
- [73] *Classement 2023 des licornes françaises*

Pollution des milieux naturels

Une menace pour l'environnement et la santé



LES ENJEUX



Tous les milieux naturels sont affectés par la pollution : l'air, les sols et sous-sols, l'eau, les nappes souterraines. La pollution touche également les espaces clos qui constituent notre cadre de vie. Les polluants sont d'origines variées : substances émises durant la fabrication et l'utilisation d'articles du quotidien, produits phytosanitaires appliqués sur les cultures agricoles, rayonnements émis par les appareils électriques et électroniques, nuisances sonores et lumineuses, etc.

L'état de l'environnement présente une situation contrastée selon les milieux, avec des progrès dans certains domaines : baisse significative des émissions de nombreux polluants de l'air extérieur depuis plusieurs décennies, diminution des ventes des produits phytosanitaires les plus toxiques, etc. Toutefois la stabi-

lité des ventes totales de pesticides et l'omniprésence de déchets plastiques dans les milieux naturels témoignent des difficultés à réduire les pressions sur les écosystèmes. Certains polluants, tels que les résidus médicamenteux et les composés perfluorés, sont sources de préoccupation croissante, avec des impacts sur les écosystèmes et la santé.

Engagée dans une transition vers le « zéro pollution » initiée par l'UE, la France mobilise des plans d'action, des leviers réglementaires et des financements pour lutter contre la pollution de l'environnement. Bien qu'en augmentation, les moyens financiers sont bien inférieurs au coût social réel engendré. Une implication accrue des acteurs locaux et un financement adéquat sont nécessaires pour agir efficacement sur les multiples facettes de la pollution.

À RETENIR

Une amélioration notable de la qualité de l'air extérieur à poursuivre, pour mieux protéger la santé humaine.

Une baisse des ventes des produits phytosanitaires les plus toxiques mais une stagnation des ventes totales et une large contamination de l'ensemble du territoire.

Une présence de résidus plastiques dans tous les milieux naturels.

Une contamination de l'eau par des résidus de médicaments et des composés perfluorés, sources de préoccupation croissante pour la santé publique et les écosystèmes.

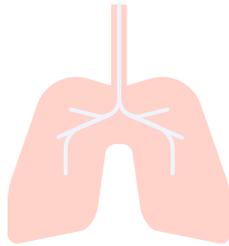
Une augmentation des dépenses pour lutter contre la pollution, très inférieure aux coûts supportés par la société (frais de santé, perte de biodiversité, baisse des rendements agricoles).

CHIFFRES CLÉS

QUALITÉ DE L'AIR

7 %

de la mortalité totale en France serait attribuable à l'exposition aux particules fines dans l'air extérieur.



-56 %

Baisse des émissions de particules fines PM_{2,5} dans l'air extérieur depuis 2000. Des progrès réalisés dans tous les secteurs d'activité, notamment l'amélioration des performances des installations de chauffage individuel au bois.

21 %



des déchets plastiques ont été recyclés en France en 2022.



17 000 à 88 000

micro-plastiques flottants en mer par km² en moyenne, entre 2015 et 2020, en France métropolitaine.

PESTICIDES

-35 %

de produits phytosanitaires les plus toxiques vendus depuis le milieu des années 2010.



68 600 TONNES

de produits phytosanitaires vendus en 2022, reflet d'une agriculture dépendante à ces produits malgré une prise de conscience croissante des risques environnementaux et sanitaires associés.



4 médicaments surveillés à grande échelle dans les cours d'eau et plans d'eau ont été quantifiés dans plus de 25 % des analyses entre 2019 et 2021.

1,8 %



du PIB a été consacré à la lutte contre les pollutions en 2021. Ces dépenses sont financées par les administrations publiques, les entreprises, les ménages et l'UE.

Un milieu est dit pollué lorsque des éléments physiques, chimiques ou biologiques qui y sont introduits dégradent le fonctionnement des écosystèmes et portent atteinte aux organismes qui y vivent. Les sources polluantes, principalement d'origine humaine, peuvent être ponctuelles, visibles, ou plus diffuses dans le temps et l'espace, donc moins identifiables. De nombreux polluants de l'air, du sol et de l'eau font l'objet d'une surveillance et de plans d'actions depuis des décennies. D'autres préoccupent la communauté scientifique, les pouvoirs publics et la population depuis moins longtemps et sont encore peu suivis. Toutes ces pollutions portent des enjeux de santé humaine et environnementale de façon directe ou indirecte.

LES POLLUANTS SUIVIS DE LONGUE DATE

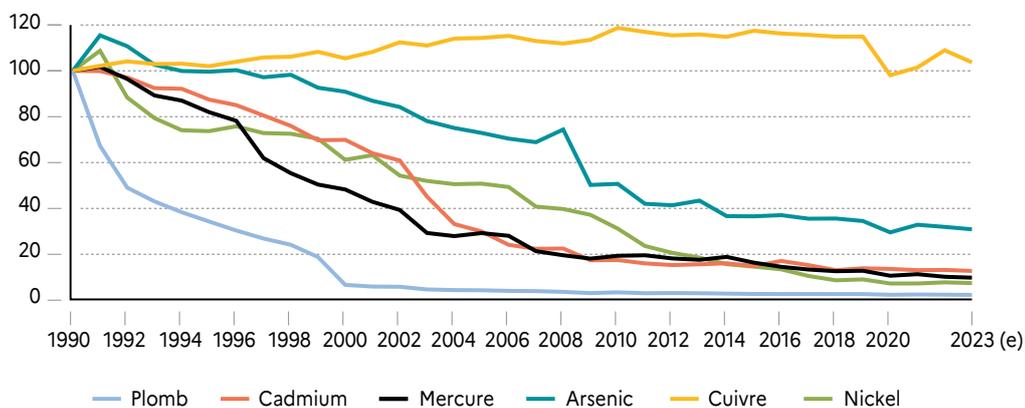
Des polluants dangereux sont présents partout autour de nous. Des mesures visant à prévenir ou réduire leurs émissions sont donc prises par les autorités publiques afin de limiter leurs atteintes à l'environnement et à la santé. Parmi les polluants chimiques visés par de telles mesures se trouvent notamment les métaux et métalloïdes, les oxydes d'azote, des polluants organiques, des pesticides, les résidus médicamenteux dont les antibiotiques, etc. Ils ont des effets sur la santé humaine (perturbateur endocrinien, cancérigène, mutagène, reprotoxique, etc.) et l'environnement (acidification, eutrophisation, altération

de végétaux, perturbation de la faune, etc.). Le bruit et les radiofréquences, polluants d'une autre nature, font aussi l'objet d'efforts de réduction.

Les métaux et métalloïdes : une tendance à la baisse des émissions

Les métaux (cadmium, mercure, plomb, cuivre, nickel, etc.) ou éléments traces métalliques (ETM) et les métalloïdes (arsenic, etc.) sont d'origine naturelle (volcanisme, érosion des roches) ou résultent d'activités

Émissions anthropiques dans l'air extérieur de quelques métaux et métalloïdes
En indice base 100 des émissions en 1990



(e) = estimation préliminaire.

Note : les objectifs pris dans le cadre du protocole d'Aarhus de 1998 sur les métaux lourds et entrés en vigueur en 2003 imposent de rester sous les niveaux d'émissions de 1990.

Champ : France métropolitaine.

Source : Citepa, avril 2024, format Secten

humaines (agriculture, industries, extraction minière, transports, etc.). Présents dans l'air, l'eau et les sols, ils sont toxiques pour les personnes exposées. Certains présentent des risques même en faible dose, en particulier sous certaines formes chimiques. Ils font l'objet d'un suivi environnemental et sanitaire, comme le cadmium, le mercure ou le plomb, retrouvés dans toute la biosphère.

De 1990 à 2023, les émissions dans l'air extérieur des ETM et des métalloïdes issus d'activités humaines ont globalement baissé en France, hormis pour le cuivre. Ces progrès font suite aux stratégies et plans d'action mis en œuvre au niveau national et territorial ainsi qu'aux évolutions réglementaires. Les améliorations constatées sont plus ou moins importantes selon les substances : la baisse atteint par exemple 69 % pour l'arsenic et 90 % pour le mercure. Issus essentiellement des transports, les rejets de cuivre ont pour leur part augmenté de 15 % de 1990 à 2019 et retrouvé en 2023 un niveau proche de 1990, après la forte baisse de 2020 et 2021 dans le contexte de la crise sanitaire. En 2023, la France respectait ses engagements internationaux, fixés pour les rejets dans l'air extérieur de cadmium, de mercure et de plomb. Les origines des métaux et métalloïdes sont variables, mais les contributions les plus significatives proviennent principalement des secteurs de l'industrie et des transports.

Réglémentées au niveau européen, les concentrations dans l'air extérieur en arsenic, cadmium, nickel et plomb sont suivies par une quarantaine de stations de mesure par an et par polluant. Elles sont le plus souvent faibles et ne dépassent pas les normes réglementaires. De 2013 à 2023, seules une à deux stations par an dépassaient ces normes selon le polluant. Le nickel est le polluant avec le plus grand nombre d'années de dépassement, majoritairement sur une station de mesure. Des activités industrielles en sont à l'origine. Pour le plomb, la réglementation a toujours été respectée sur la période étudiée.

Les activités humaines actuelles ou passées peuvent accentuer les niveaux de concentration des ETM et métalloïdes dans les sols par rapport au fond pédogéochimique naturel [4]. C'est notamment le cas pour le mercure et l'arsenic.

Ainsi, la partie superficielle des sols de la région parisienne et du nord de la France montre des teneurs en mercure supérieures aux valeurs couramment observées dans les sols ordinaires cultivés ou forestiers de zones rurales (> 0,1 mg/kg de terre fine) du fait d'activités industrielles anciennes et d'apports passés de boues d'épandage de la plus grande station de traitement des eaux usées (STEU) au nord-ouest de Paris. Il en est de même pour certains territoires du Massif central naturellement riches en mercure mais dont la teneur a augmenté en lien avec d'anciennes activités d'extraction aurifère.

Émissions et concentrations de polluants dans l'air extérieur : de quoi parle-t-on ?

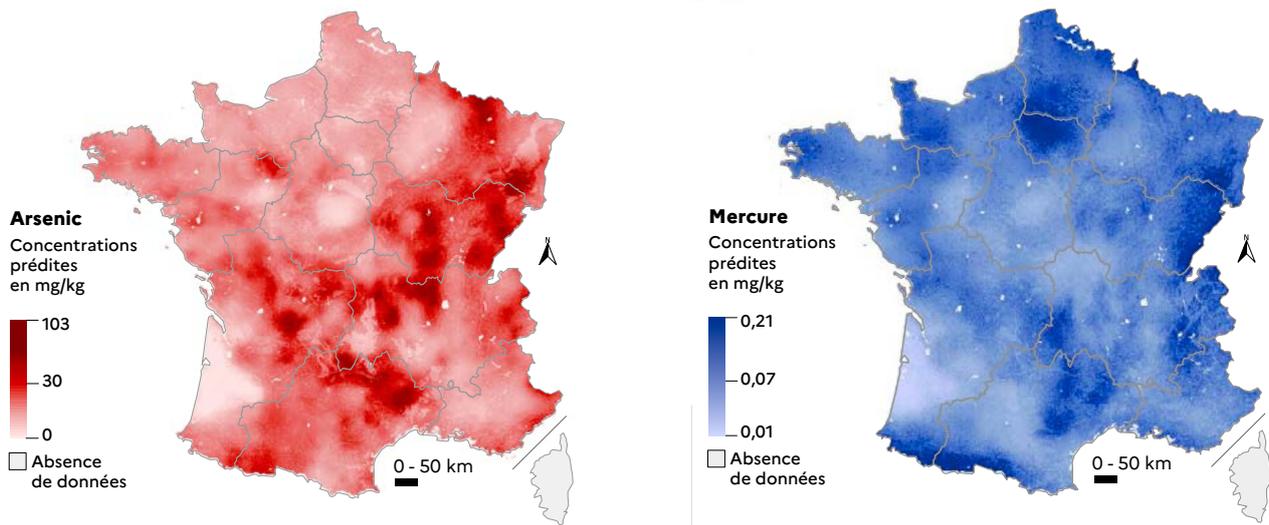


Les **émissions** correspondent aux quantités de gaz ou particules rejetées dans l'air, par des activités humaines ou par des sources naturelles. Elles peuvent être mesurées, par exemple en sortie de cheminées d'incinérateurs, ou être estimées dans le cadre d'inventaires de polluants émis sur un territoire et une période donnée. Ces derniers permettent de recenser et quantifier les rejets d'activités humaines (industrie, transport, etc.) ou d'origine naturelle. En France le Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique (Citepa [1]) réalise ces estimations au niveau national, les Associations agréées de surveillance de la qualité de l'air au niveau territorial [2].

Les **concentrations**, quant à elles, caractérisent la qualité de l'air que nous respirons. Elles correspondent à la quantité de polluant par volume d'air. Plus la concentration est élevée, plus l'air est pollué. Mesurées en continu ou ponctuellement, elles peuvent également être déterminées par modélisation mathématique. Cette dernière donne des niveaux de concentrations de polluants en tout point d'un territoire donné, en tenant compte notamment des conditions météorologiques et du comportement des polluants dans l'air.

Ces données sont nécessaires pour évaluer l'exposition des populations et pour guider les politiques visant à améliorer la qualité de l'air [3].

Concentrations d'arsenic (carte de gauche) et de mercure (carte de droite) dans la partie superficielle des sols



Source : Gis Sol, RMQS, d'après Marchant *et al.*, 2017. Traitements : SDES, 2018

Pour l'arsenic, 16 % des points de surveillance du réseau de mesure de la qualité de sols (RMQS) présentent une teneur supérieure à 25 mg/kg de terre fine, seuil de vigilance active en arsenic inorganique total proposé par le Haut Conseil de la santé publique en août 2022. Des projets de recherche récents montreraient cependant que, en prenant en compte la bioaccessibilité de l'arsenic, ce seuil de 25 mg/kg ne serait dépassé que sur un seul des 2200 sites du RMQS. Certaines de ces contaminations diffuses sont d'origine naturelle et liées au fond pédogéochimique. C'est le cas du Massif central constitué d'un fond naturellement plus riche en arsenic. D'autres résultent toutefois d'activités humaines comme les anciennes activités minières et industrielles en Lorraine ou l'usage de pesticides sur certaines terres agricoles.

À cette contamination diffuse, peuvent s'ajouter des pollutions ponctuelles, observées à proximité de sites pollués par une activité humaine avérée. C'est notamment le cas des contaminations identifiées

dans les grands bassins aquitains et parisiens où le fond géochimique présente des valeurs très faibles, sans risque pour la santé humaine. En 2023, plus de la moitié des 3 316 sites et sols pollués recensés dans la base de données Basol et dont le polluant est connu, le sont par des métaux lourds (1 748 sites), 23 % par l'arsenic (768 sites) et 13 % par le mercure (445 sites).

Des métaux lourds peuvent aussi être rejetés dans les cours d'eau via des effluents de STEU, des déversements d'eaux usées brutes lors de fortes pluies ou d'incidents sur des STEU ou encore par des effluents industriels. Les rejets en régime normal des principales sources ponctuelles ont fortement diminué entre 2010 et 2018 et ont tendance à stagner depuis. Cumulant les rejets industriels, majoritaires, et ceux des STEU de grande capacité (supérieure à 100 000 équivalent habitant), l'indice global « Métox²⁰ » a été divisé par cinq entre 2010 et 2022. Cette amélioration s'explique par la réduction d'activités extractives ou industrielles, des normes de rejet plus restrictives, et l'amélioration des systèmes d'assainissement.

20. Indice global calculé à partir des concentrations en métaux et métalloïdes pondérées selon leur degré de toxicité.

Particules et oxydes d'azote dans l'air extérieur : des progrès insuffisants pour protéger pleinement la santé

La pollution de l'air correspond à la présence dans l'atmosphère de gaz et de particules ayant des effets néfastes sur la santé humaine et sur l'environnement. Ces substances sont rejetées par des activités humaines et des sources naturelles (éruptions volcaniques, poussières désertiques, etc.). La pollution de l'air dépend aussi des réactions entre des polluants déjà présents dans l'air, ainsi que des conditions météorologiques, qui font évoluer les polluants dans l'atmosphère et favorisent leur dispersion ou leur accumulation. En France, la pollution de l'air exté-

rieur est un enjeu majeur : l'exposition aux particules fines de diamètre inférieur ou égal à 2,5 µm (PM_{2,5}) serait responsable de 7 % de la mortalité totale de la population (près de 40 000 décès par an).

De 2000 à 2023, les rejets de la plupart des polluants ont diminué en France métropolitaine, résultat de plans d'action commencés depuis plusieurs décennies et visant à réduire les émissions dans plusieurs secteurs d'activité. La baisse atteint 87 % pour le dioxyde de soufre (SO₂), 64 % pour les oxydes d'azote (NO_x) et 56 % pour les PM_{2,5}. Le SO₂ provient essentiellement des activités industrielles, et les NO_x des transports, de l'agriculture et de l'industrie. Quant aux PM_{2,5}, elles sont surtout issues du chauffage résidentiel au bois.

La réglementation européenne fixe des objectifs pour 2020 et 2030 pour chaque État membre

ÉCLAIRAGE

Comment les polluants affectent-ils notre alimentation ?

L'alimentation est une source majeure d'exposition quotidienne à diverses substances, souvent en faibles doses mais tout au long de la vie. Un même aliment peut contenir de multiples contaminants issus des étapes de production, de transformation ou de conservation. Il peut s'agir de résidus de pesticides ou de médicaments vétérinaires, d'additifs, de substances néoformées comme l'acrylamide, d'hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP), de résidus de plastiques, etc. La chaîne alimentaire peut accumuler des contaminants provenant de l'air, des sols, de l'eau douce ou des mers, et ces substances peuvent être d'origine industrielle, agricole ou domestique.

Des niveaux de contamination limités

Les plans de surveillance et de contrôle menés par l'État vérifient que les denrées alimentaires d'origine animale ou végétale ne contiennent pas de contaminants chimiques, biologiques ou physiques au-delà des limites maximales de résidus fixées pour réduire au mieux l'exposition des consommateurs. En 2021, 57 700 prélèvements [5] ont été effectués, dont plus des trois quarts sur de la viande, le reste étant réparti sur le poisson, le lait, les céréales, les fruits et les légumes. Les niveaux de contamination étaient globalement limités : moins de 2 % de non-conformités ont été

détectées en filière animale (à l'exception du gibier), et de 6 % à 14 % en filière végétale, sur les 200 contaminants recherchés. Lorsque les limites maximales de résidus sont dépassées ou que des substances interdites sont détectées, des mesures telles que des rappels à la réglementation, des retraits/rappels et destructions de lots, des mises sous séquestre, ou même l'abattage d'animaux et la destruction de récoltes peuvent être prises.

Vigilance vis-à-vis de substances toxiques dans l'alimentation des enfants

Les « études de l'alimentation totale » menées par l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses) permettent également d'évaluer notre exposition aux contaminants [6]. Celle portant sur l'alimentation infantile souligne la nécessité d'être vigilant envers neuf substances comme le plomb, les polychlorobiphényles (PCB) ou les furanes, l'exposition de nombreux enfants dépassant les valeurs toxicologiques de référence. Les substances chimiques retrouvées dans le corps humain [7] indiquent que la consommation d'œufs ou de matières grasses augmente le niveau d'imprégnation en organochlorés, en PCB, en furanes ou dioxines, tandis que la consommation de viande bovine augmente celle en pyréthriinoïdes. À l'inverse, la consommation de produits issus de l'agriculture biologique diminue l'imprégnation en organochlorés, en organophosphorés et en pyréthriinoïdes.

Polluants atmosphériques et gaz à effet de serre : quelles différences ?



Les polluants atmosphériques impactent localement la santé et l'environnement alors que les gaz à effet de serre (GES) ont une influence sur le climat à l'échelle planétaire. Pollution de l'air et changement climatique sont néanmoins liés car les substances impliquées proviennent de sources communes comme l'industrie, les transports, l'agriculture, etc. De plus, l'ozone (O₃) et les particules peuvent agir sur le climat.

Réciproquement, le changement climatique peut accentuer certaines pollutions : l'augmentation des températures et des canicules peut intensifier la pollution à l'ozone et l'accroissement de la fréquence des feux de forêts accentue la pollution liée aux particules. De plus, le méthane, puissant GES et substance impliquée dans la formation de l'O₃, participe activement au maintien des concentrations d'ozone à un niveau élevé.

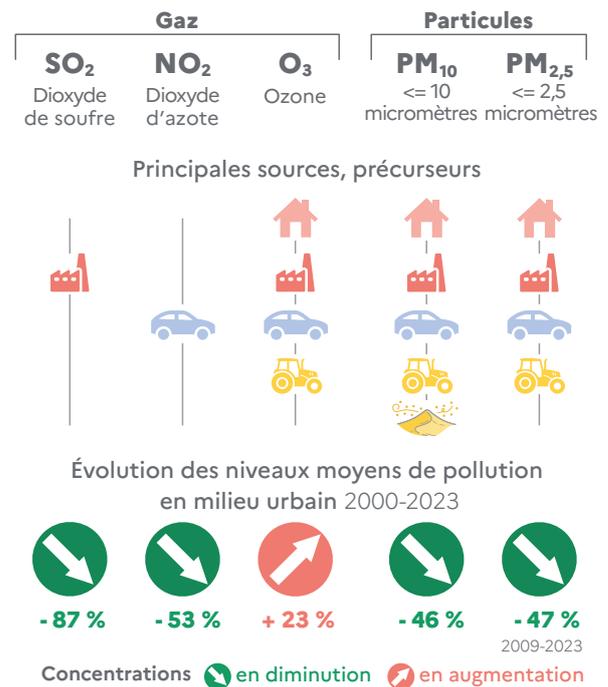
en matière d'émissions nationales pour le SO₂, les NO_x, les PM_{2,5}, l'ammoniac (NH₃) et les composés organiques volatils non méthaniques (COVNM). En 2022, la France respectait tous les objectifs fixés pour 2020 ainsi que ceux fixés pour 2030 pour le SO₂, le NH₃ et les COVNM. Pour atteindre les objectifs de 2030, il reste nécessaire de réduire les émissions des NO_x et des PM_{2,5} de 10 à 30 % par rapport à 2022.

De 2000 à 2023, les concentrations moyennes annuelles en dioxyde d'azote (NO₂), en particules de diamètre inférieur ou égal à 10 µm (PM₁₀) et 2,5 µm (PM_{2,5}) et le SO₂ ont également baissé. En revanche, celles en ozone (O₃) tendent à augmenter. Les niveaux particulièrement élevés de 2003, 2018 à 2020, 2022 et 2023 s'expliquent par d'importants épisodes de canicule.

Bien que la qualité globale de l'air extérieur s'améliore, les normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé ne sont pas respectées partout. En 2023, les dépassements des normes ont concerné le NO₂, l'O₃ et les PM₁₀ sur un pourcentage limité d'agglomérations, ne dépassant pas 13 % en fonction du polluant. Ces agglomérations, de tailles très variables, se situent dans la moitié est de la France métropolitaine, l'Île-de-France et à Mayotte. La même année, les dernières valeurs guides de l'OMS ont été largement dépassées : dans 97 % des agglomérations pour les PM_{2,5}. Fondées sur les connaissances scientifiques, ces valeurs guides sont inférieures aux normes réglementaires actuellement en vigueur.

Bien que des substances volatiles contaminent majoritairement l'atmosphère, elles se retrouvent aussi dans d'autres milieux autour des sites pollués par des activités industrielles actuelles ou passées. Par exemple, les composés organiques halogénés volatils (benzène et dérivés, HAP, chlorobenzène, hydrocarbures, etc.) sont détectés dans les sols et

Des concentrations annuelles dans l'air extérieur en baisse pour une majorité de polluants



Sources : CGDD, d'après Geod'air, juillet 2024 ; Citepa, format Secten, avril 2024

sous-sols de 96 % des 3 316 sites pollués dont la pollution est connue (près d'un tiers du total des sites). Ces contaminations sont dues à des incidents lors de la manutention ou du transport, ainsi qu'à une mauvaise gestion des déchets et des effluents.

La qualité de l'air intérieur dans les salles de classe

La qualité de l'air intérieur à l'école, lieu de vie le plus fréquenté par les enfants après le logement, représente un enjeu pour leur santé et leur capacité d'apprentissage. Il est estimé que plusieurs dizaines de milliers de cas d'asthme chez les enfants de 6 à 11 ans scolarisés seraient évitables en diminuant l'exposition au formaldéhyde et aux moisissures [8]. Les écoles présentent des spécificités qui favorisent la présence de polluants : forte densité d'occupation des salles de classe, utilisation de feutres, peintures, colles, nettoyage fréquent des locaux, etc. Dans les classes des écoles maternelles et élémentaires, certains polluants sont omniprésents dans l'air et les poussières déposées. Parmi eux se trouvent les $PM_{2,5}$, des composés organiques volatils (COV), des aldéhydes, des HAP, des phtalates et des pesticides comme le lindane. Les valeurs réglementaires pour le formaldéhyde et le benzène, deux polluants réglementés à surveiller dans l'air intérieur des établissements recevant un jeune public (crèches, écoles, etc.), sont respectées pour la grande

majorité des écoles suivies. Un renouvellement de l'air souvent insuffisant [9] a aussi été observé, associé à la présence de multipollution [10].

Les concentrations en composés organiques semi-volatils dans l'air et les poussières déposées ont été étudiées spécifiquement. Des profils de classes ont été identifiés selon plusieurs facteurs qui peuvent influencer ces niveaux de concentration : localisation urbaine, périurbaine ou rurale de l'école, date de construction, présence ou non de système de ventilation, type de revêtements de sol, etc. Ainsi, les écoles construites à partir des années 1980, le plus souvent équipées d'un système mécanique de ventilation, semblent moins polluées. À l'inverse, dans les écoles majoritairement construites avant 1982, en milieu périurbain ou rural, sans système de ventilation, il est observé de fortes concentrations en PCB et pesticides organochlorés par rapport à l'échantillon de classes retenues. Enfin, la présence majoritaire de revêtements de sol en plastique peut entraîner de fortes concentrations en phtalates.

Les HAP : une pollution persistante qui touche l'ensemble de la biosphère

Les polluants organiques persistants (POP) désignent des composés organiques tels que les PCB, les dioxines et furanes, les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) et dérivés. Ils sont à la fois persistants, bioaccumulables, toxiques et mobiles sur de longues distances. Identifiés depuis plusieurs décennies comme nécessitant un suivi et des actions au titre des substances prioritaires, la réglementation européenne interdit (sauf exceptions) de fabriquer, de mettre sur le marché et d'utiliser ces substances en tant que telles, soit dans des mélanges de substances, soit sous forme de constituant d'articles. Elle vise également à réduire au minimum les émissions de ces substances dans l'environnement. En raison de leur longue persistance dans les milieux et de leur capacité à s'accumuler dans les organismes vivants, les POP sont nocifs et sont largement distribués dans l'environnement.

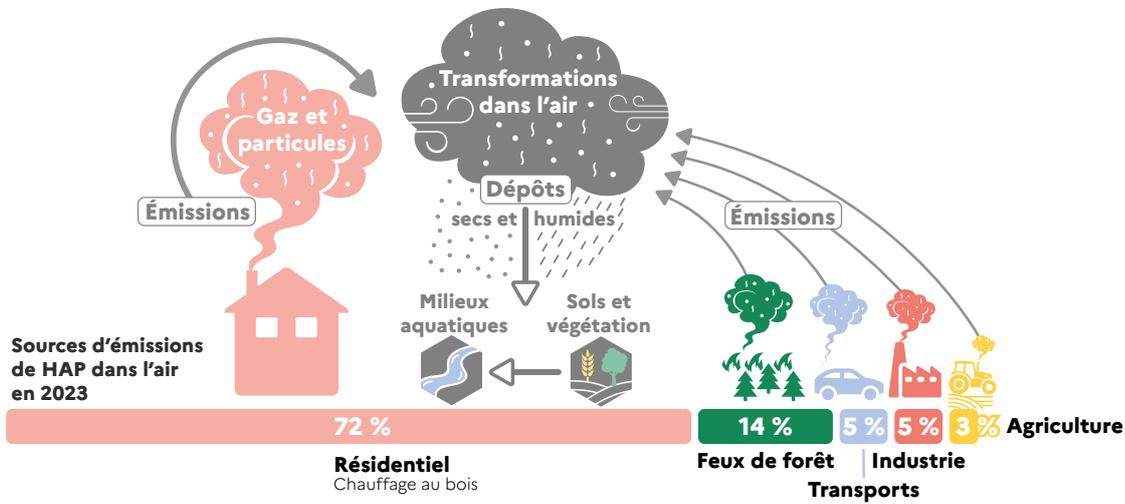
Issus principalement de phénomènes de combustion (biomasse, combustibles fossiles, déchets, feux de forêt), les HAP sont surtout émis dans l'air d'où

ils se dispersent dans l'ensemble de la biosphère. Se fixant facilement sur les matières organiques particulaires en suspension dans l'air, le sol, l'eau, ils sont facilement transportés loin de leurs zones d'émission. Des HAP dissous, provenant de la fabrication de matériaux à base de produits pétroliers (pigments, résines, etc.), peuvent aussi être rejetés dans l'environnement de manière résiduelle ou lors de pollutions accidentelles.

Pour l'air extérieur, des objectifs de réduction d'émissions existent au niveau international pour quatre HAP : le benzo[a]pyrène, le benzo[b]fluoranthène, le benzo[k]fluoranthène et l'indéno[1,2,3-cd]pyrène. En France, en 2023, 72 % de leurs émissions provenaient du secteur résidentiel, principalement en raison du chauffage au bois. Très dépendantes des températures hivernales, ces émissions ont baissé de 27 % de 1990 à 2023, la majorité de cette réduction étant survenue avant 2005.

Les concentrations en benzo[a]pyrène dans l'air extérieur, un traceur du risque cancérigène des HAP, sont réglementées et font l'objet d'un suivi. Entre 2019 et 2023, les concentrations moyennes annuelles les plus élevées ont été mesurées dans le Nord, l'Est et les Alpes, dans des zones industrielles ou des zones où le chauffage au bois est très présent. Durant

Comment les HAP* contaminent-ils les milieux ?



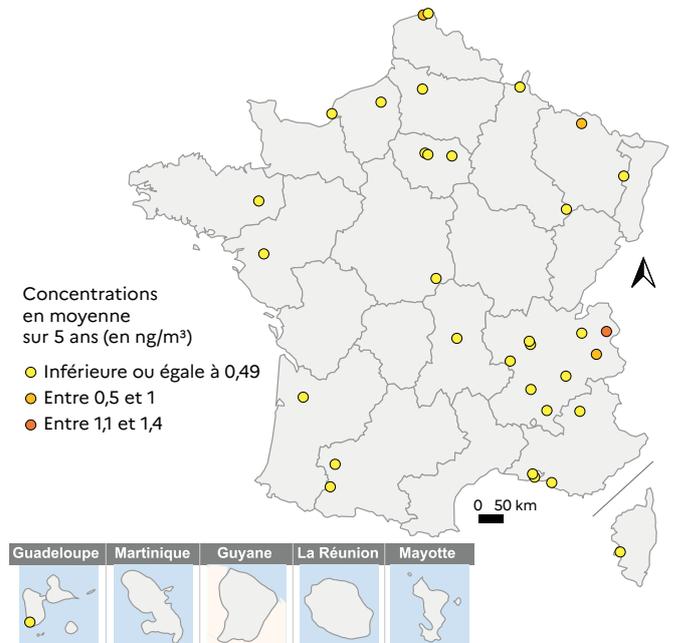
* Hydrocarbures aromatiques polycycliques.
Source : CGDD, d'après Citepa, format Secten, avril 2024

cette période, la norme réglementaire fixée pour la protection de la santé a été largement respectée. Pour l'ensemble des mesures réalisées, seulement deux sites localisés en Moselle ont enregistré des dépassements en 2019 et 2020.

Dans les sols, les teneurs les plus élevées en HAP sont mesurées au nord et à l'est de la France et résultent d'activités industrielles passées. Le long de la côte atlantique, les teneurs en HAP, plus faibles, sont issues de probables transports sur de longues distances suivis de dépôts par les pluies. Sur les 16 HAP analysés dans la partie superficielle des sols, seuls cinq sont quantifiés dans plus de la moitié des sites du RMQS [11] : le benzo(b)fluoranthène, le fluoranthène, le pyrène, l'indeno(1,2,3-cd)pyrène et le phénanthrène. Quant aux pollutions ponctuelles, environ un tiers des 3 316 sites et sols pollués recensés dans la base de données Basol en 2023 et dont les polluants sont connus contiennent des HAP et leurs dérivés dans le sol et le sous-sol.

Dans les cours d'eau, la contamination par les HAP est généralisée. Entre 2008 et 2020, bien que les concentrations de substances comme le fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène aient baissé de 10 à 50 %, les HAP demeurent l'un des groupes de substances les plus fréquemment quantifiés [12]. Malgré leurs faibles concentrations, ils sont les principaux contributeurs de l'indice de pression de toxicité cumulée (IPTC) pour les substances dangereuses hors pesticides, dans chaque bassin hydrographique.

Concentrations moyennes annuelles dans l'air extérieur en benzo[a]pyrène de 2019 à 2023



Note : la norme réglementaire, fixée à 1 ng/m³ en moyenne annuelle, est considérée comme non respectée lorsque les concentrations annuelles sont supérieures ou égales à 1,5 ng/m³.
Source : Geod'air, juillet 2024. Traitements : Ineris/LCSQA et SDES, 2024

Les polluants azotés et phosphorés, responsables de la prolifération des algues vertes, toujours en excès

La prolifération d'algues vertes touche les plages et vasières, entre le Calvados et la Charente-Maritime. Ce phénomène est favorisé par des excès d'azote et de phosphore, transportés vers la mer par les fleuves côtiers et les nappes souterraines. Il est particulièrement intense en Bretagne où, dans les baies fermées peu profondes, l'eau se réchauffe dès le printemps. Ce phénomène présente des risques environnementaux et sanitaires. En devenant

dominantes, les algues vertes étouffent le milieu marin, bloquent la lumière du soleil et empêchent les plantes aquatiques de produire l'oxygène essentiel aux écosystèmes. Lors de leur décomposition, ces algues libèrent du sulfure d'hydrogène, un gaz toxique pour l'humain et l'animal.

Environ 90 % de l'azote et 50 % du phosphore sont d'origine agricole, le reste venant des rejets domestiques et de certains rejets industriels. Entre 2008 et 2021, la surface moyenne interannuelle couverte par les algues vertes sur l'ensemble des baies sableuses du linéaire côtier en Manche et en Atlantique a atteint 630 ha [13]. Malgré les plans déployés depuis 2010 par l'État et les collectivités territoriales pour diminuer les fuites d'azote et ramasser les algues échouées, le phénomène n'est toujours pas endigué.

Bruit dans l'environnement : le trafic routier, source principale d'exposition en milieu urbain

La surexposition aux bruits dans l'environnement issus des transports, des activités industrielles, de chantiers et de loisirs, ou des éoliennes, est un enjeu de santé publique avec des impacts sanitaires, socio-économiques et sur la biodiversité. En Europe, environ 11 000 décès prématurés par an²¹ seraient liés au bruit des transports subi sur le long terme. Au-delà des effets peu fréquents sur l'audition, les bruits dans l'environnement peuvent provoquer des effets non auditifs subjectifs (gêne, impact sur les attitudes et le comportement social) auxquels s'ajoutent de multiples effets objectifs : troubles du sommeil, effets sur le système cardiovasculaire, immunitaire, endocrinien, effets psychologiques et dégradation des performances cognitives. Selon l'OMS, le bruit est le deuxième facteur environnemental qui cause le plus de dommages sanitaires en Europe, après la pollution de l'air.

En France, des cartes de bruit aux abords des grandes infrastructures et dans les grandes agglomérations sont élaborées au titre de la directive 2002/49/CE, assorties de plans d'action. Ces cartes, réalisées pour 30 agglomérations de plus de 100 000 habitants soit une population couverte de près de 19 millions d'habitants, permettent notamment d'estimer la répartition spatiale de différents niveaux sonores auxquels

les populations sont exposées. Durant la journée, 13 millions de personnes (soit 70 % de la population couverte par ces cartes) sont exposées à des niveaux de bruit supérieurs à 55 décibels(A) – (dB(A)) pour le trafic routier, 1,5 million pour le bruit ferroviaire et 0,5 million pour le bruit aérien. De nuit, 7,8 millions de personnes sont exposées à un bruit supérieur à 50 dB(A) pour le bruit routier, 1 million pour le bruit ferroviaire et 0,2 million pour le bruit aérien.

Les radiofréquences : des rayonnements du quotidien aux impacts toujours incertains

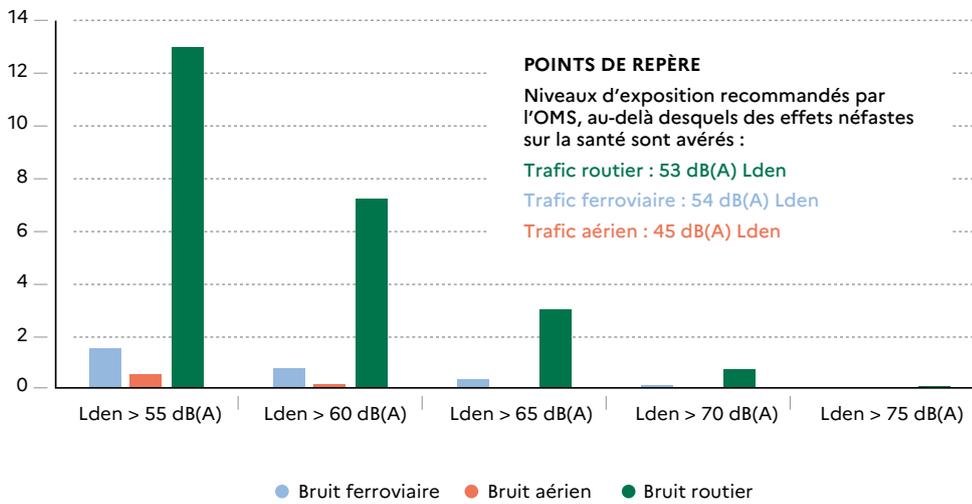
Les rayonnements électromagnétiques sont omniprésents : rayons infrarouges et ultraviolets de la lumière du soleil, rayons X lors d'examen radiologiques, ondes émises par les smartphones, les antennes relais ou encore les lignes électriques. Les rayonnements de très haute fréquence, comme les rayons X et gamma, sont ionisants et ont des effets avérés sur la santé, qui varient selon le type et la dose reçue, de la brûlure cutanée au cancer.

Les radiofréquences émises par les smartphones et appareils connectés, non ionisantes, ont des effets thermiques avérés à court terme. Elles provoquent notamment un échauffement des tissus du corps lorsqu'elles dépassent les valeurs limites d'exposition déterminées scientifiquement²². Celles-ci ont permis

21. Agence européenne pour l'environnement.

22. International Commission on Non-Ionizing Radiation Protection (ICNIRP2), organisation internationale non gouvernementale de nature scientifique, reconnue par l'OMS, l'UE et de nombreux pays dont la France.

Population exposée à différents niveaux de bruit de jour dans les agglomérations de plus de 100 000 habitants
En millions d'habitants



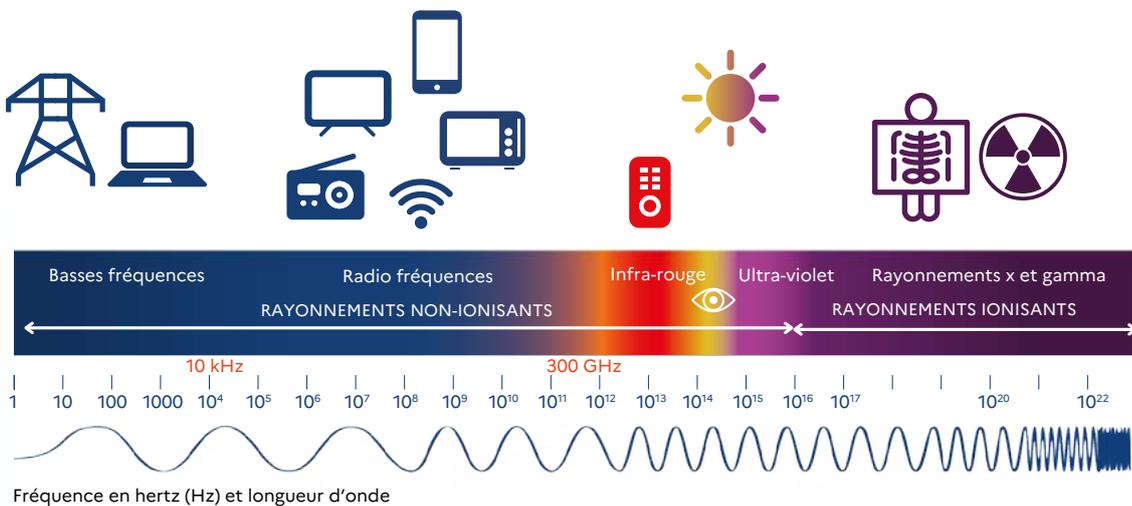
Notes : données 2022 partielles (disponibles pour 30 agglomérations sur les 45 ayant l'obligation d'établir une carte de bruit). L'indicateur Lden correspond à la « dose de bruit » reçue en façade du bâtiment sur une journée, avec un poids plus important donné au bruit de soirée et de nuit. Les classes de niveaux sonores utilisées dans ce graphique sont celles pour lesquelles la Commission européenne demande une estimation du nombre de personnes exposées mais ne correspondent pas à des seuils réglementaires à respecter.
Source : DGPR, 2024

d'établir les normes réglementaires en France qui fixent des valeurs limites entre 28 Volt/m et 87 Volt/m selon la fréquence, dans la bande de 100 kHz à 6 GHz. En 2021, aucune valeur limite d'exposition n'a été dépassée sur les 4 022 mesures réalisées par l'Agence nationale des fréquences [14], essentiellement en milieu urbain et en intérieur. Les niveaux d'exposition sont globalement stables depuis 2014, y compris depuis le déploiement de la 5G.

En l'état actuel des connaissances, aucun lien

de causalité entre exposition aux radiofréquences et effets sanitaires à long terme n'a été identifié de manière certaine [15]. Cependant, des incertitudes persistent sur les risques à long terme et lors d'une utilisation intensive d'appareils sans fil. C'est pourquoi en 2011, les radiofréquences ont été classées « cancérogènes possibles » par le Centre international de recherche sur le cancer. La recherche sur leurs effets sanitaires se poursuit, y compris sur la santé des animaux d'élevage.

Quels objets de notre quotidien émettent des rayonnements ?



Note : le rayonnement électromagnétique est défini par sa longueur d'onde et sa fréquence (en hertz ou Hz). Plus la fréquence est haute, plus l'énergie du rayonnement est importante.
Source : CGDD, d'après IRSN

Produits phytosanitaires : un bilan mitigé

Depuis 2008, trois plans de réduction de l'usage des produits de traitement des cultures se sont succédé, tous visant une baisse de 50 %, d'abord pour 2018, puis pour 2025 et enfin pour 2030. Malgré quelques avancées, la France ne parvient pas à réduire fortement sa dépendance aux produits phytosanitaires et de vastes territoires sont contaminés.

Les substances les plus toxiques en recul, les autres en essor

En 2022, 68 600 tonnes de substances actives ont été vendues en vue de protéger les cultures des insectes, des maladies et des mauvaises herbes. Ce volume est relativement identique à la moyenne des ventes déclarées entre 2009 et 2021 (+ 1 %). Cette stabilité globale s'accompagne toutefois d'une baisse des substances les plus toxiques pour la santé humaine et progressivement interdites (cancérogènes, mutagènes

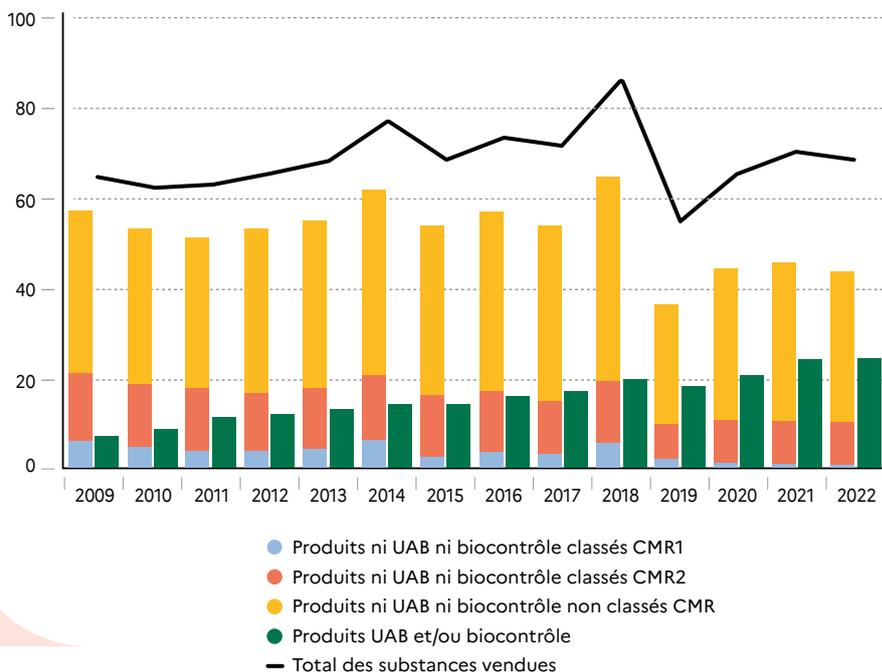
et reprotoxiques ou CMR) et d'une augmentation de celles utilisables en biocontrôle et/ou en agriculture biologique.

Les ventes de substances CMR ont baissé de 35 % en volume entre 2015-2017 et 2020-2022 et leur part dans le total des ventes a baissé de 18 points depuis 2009 (15 % en 2022). Géographiquement, plus de la moitié des achats en 2020-2022 proviennent de 18 départements, avec en tête l'Eure-et-Loir, la

Somme, la Marne, la Charente-Maritime et l'Eure [22].

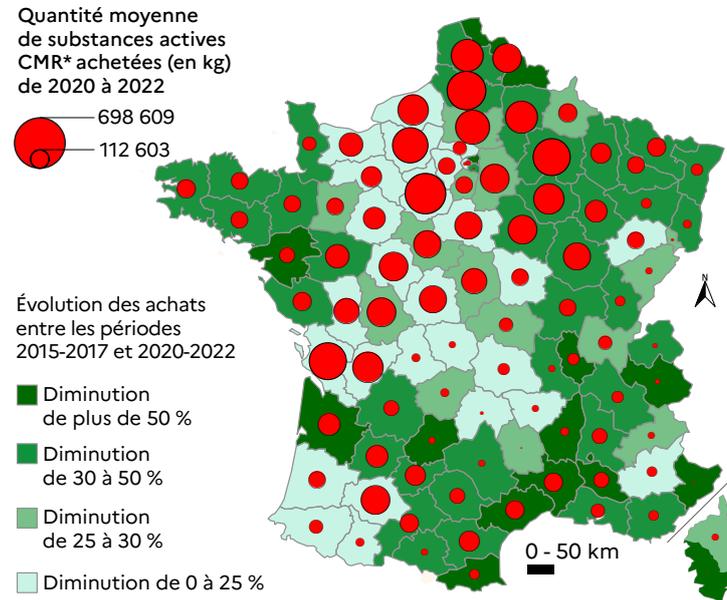
Un autre indicateur, le NODU agricole (nombre de doses unités), mesure l'intensité de l'usage des produits de traitement. Plus le NODU est élevé, plus les terres agricoles ont reçu de nombres de traitements. Bien que l'évaluation 2020-2022 montre une diminution de 11,5 % par rapport à la moyenne 2015-2017, le NODU ne baisse plus depuis 3 ans [16].

Évolution des quantités de substances actives vendues de 2009 à 2022
En milliers de tonnes



Notes : CMR = substances considérées comme les plus toxiques « cancérogènes, mutagènes et reprotoxiques » avec CMR1 pour « avéré ou présumé » et CMR2 « suspecté ». UAB = utilisable en agriculture biologique. Hors Banole pour la Martinique.
Champ : France.
Source : BNVD - données des ventes au code Insee des distributeurs extraites le 27 novembre 2020 (données 2009 à 2019), le 17 octobre 2022 (données 2020) et le 21 octobre 2023 (données 2021 et 2022). Traitements : OFB, 2020, 2022, 2023 et SDES, 2024

Achats de substances actives classées les plus toxiques par département



* Substances considérées comme les plus toxiques « cancérogènes, mutagènes, reprotoxiques ».
Source : BNVD - données des achats au code postal des acheteurs extraites le 21 octobre 2023 (données 2021 et 2022), le 17 octobre 2022 (données 2020) et le 26 novembre 2020 (données 2009 à 2019). Traitements : OFB et SDES, 2023

De vastes territoires contaminés

Dans l'air extérieur, la présence de pesticides (incluant les biocides en plus des phytosanitaires) résulte de leur volatilisation à partir du sol, des plantes, de l'érosion par le vent et des phénomènes de dérive lors des épandages. Leur surveillance harmonisée au niveau national est récente : la première campagne date de 2018-2019 et la seconde de 2021-2022. Sur les 75 pesticides recherchés, seuls 6 ont été détectés dans plus de 20 % des prélèvements lors de chaque campagne : le glyphosate, le lindane, le S-métolachlore, la pendiméthaline, le prosulfocarbe et le triallate. En 2018-2019, la présence de pesticides tant en milieu urbain que rural a été confirmée, généralement lors des périodes de traitements connues.

Dans les sols, sur 111 pesticides analysés entre 2019 et 2021 [17],

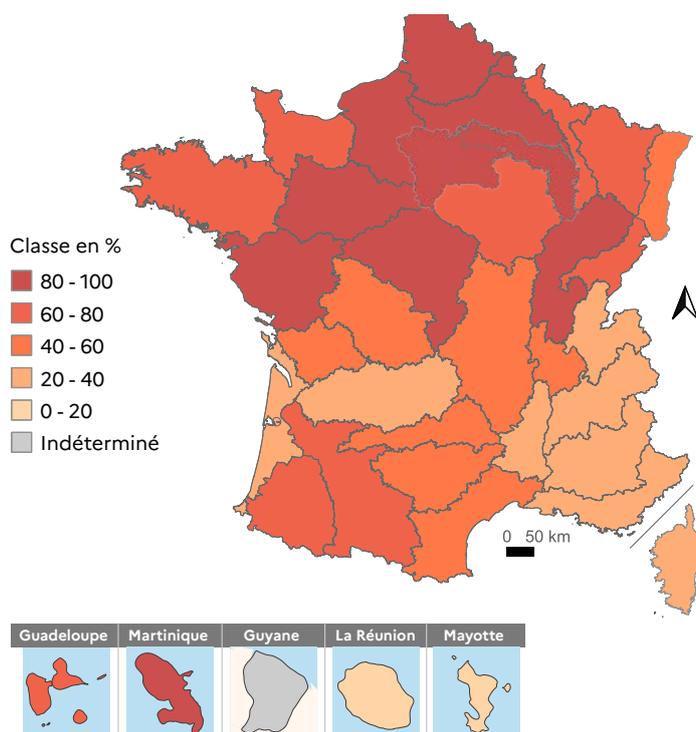
le plus fréquemment détecté est le glyphosate (70 %), herbicide très vendu, suivi du fluopyram (69 %) et du fluxapyroxad (68 %) pourtant bien moins utilisés. En effet, le caractère polluant des pesticides dépend non seulement de leur toxicité, de leur persistance mais aussi de la capacité des sols à les retenir ou à les dégrader. Les analyses confirment que si les terres cultivées sont les plus contaminées, les forêts et les prairies non traitées ne sont pas épargnées. Parfois, les sols accumulent de fortes teneurs en pesticides avec des risques écotoxiques accrus pour leur microfaune et leur flore. C'est notamment le cas du cuivre utilisé comme fongicide (bouillie bordelaise). Des décennies d'utilisation, ajoutées aux teneurs naturellement présentes dans les sols favorisent des effets délétères sur la biodiversité. Pourtant, son utilisation augmente (+ 35 %

entre 2009-2011 et 2020-2022). En France métropolitaine, plus de la moitié des fortes teneurs en cuivre sont dans des zones occupées à plus de 20 % par des vignes et des vergers cultivés en agriculture conventionnelle ou biologique [18], notamment en Gironde et dans le Languedoc-Roussillon. Pour limiter cet effet de cumul, la réglementation européenne limite la quantité totale de cuivre utilisable à 28 kg par hectare sur une période de 7 ans (2019-2025).

Dans les cours d'eau et plans d'eau, les pesticides contaminent la quasi-totalité des sites surveillés. Les principales substances quantifiées sont les herbicides et leurs produits de dégradation en France métropolitaine, les insecticides et leurs métabolites en outre-mer. L'indice des pressions toxiques cumulées (IPTC) des pesticides est élevé (> 1) sur toutes les tailles de cours d'eau et sur environ la moitié des sites de mesure depuis 2008. Les situations les plus dégradées s'observent dans la moitié nord de l'Hexagone et en Martinique. En France métropolitaine, ces pressions sont essentiellement dues à cinq herbicides d'usage agricole et en outre-mer, à trois herbicides et un insecticide, dont certains ont été interdits d'usage avant 2018.

Les eaux souterraines ne sont pas épargnées. Entre 2019 et 2021, en France métropolitaine, 588 pesticides sur les 782 surveillés sont quantifiés au moins une fois (en outre-mer, 160 pour 689 suivis). Les herbicides sont les plus quantifiés dans l'Hexagone. En outre-mer, ce sont principalement des insecticides et des herbicides. Ces polluants disparaissent très lentement dans les aquifères. Par exemple, l'atrazine, interdit d'usage depuis 2003, est toujours quantifié en 2021.

Part des cours d'eau surveillés dont l'IPTC*-pesticides dépasse 1 de 2020 à 2022



* Indice des pressions toxiques cumulées.

Note : l'IPTC est « fort » ou « élevé » quand il dépasse 1, la survenue d'effets néfastes sur l'environnement étant soit hautement probable, soit possible mais à confirmer par une expertise complète.

Source : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network.
Traitements : SDES, 2024

Deux exemples de dépendance aux herbicides et leurs impacts

Du S-métolachlore dans l'eau du robinet

En 2022, le S-métolachlore est le 4^e herbicide le plus vendu en France (6 % du total). Utilisé notamment sur le maïs, la betterave, le tournesol ou la canne à sucre, avant la levée des premières mauvaises herbes, ses ventes ont augmenté de 23 % en France entre les périodes 2009-2011 et 2020-2022 (1 800 t vendues en 2022). Trois régions totalisent plus de 50 % des achats totaux : la Nouvelle-Aquitaine (458 t), l'Occitanie (293 t) et le Centre-Val de Loire (169 t). Cependant, l'évolution entre 2015-2017 et 2020-2022 est très variable : les achats diminuent dans certaines régions telles que

l'Auvergne-Rhône-Alpes (- 30 %), la Bretagne (- 26 %) et la Provence-Alpes-Côte d'Azur (- 21 %), alors qu'ils augmentent ailleurs, comme en Île-de-France (+ 53 %), dans les Hauts-de-France (+ 39 %) et le Centre-Val de Loire (+ 30 %).

Cet herbicide, classé comme « cancérigène suspecté » par l'Agence européenne des produits chimiques, se retrouve dans l'air (dans environ 50 % des analyses en France métropolitaine) et les sols (17 % des sols analysés [19]). Depuis 2018, son métabolite métolachlore-esa est la substance qui a dégradé le plus souvent la qualité de l'eau distribuée, très loin devant tous les autres pesticides. Il a été responsable de non-conformités sur l'eau du robinet. En 2021, trois métabolites ont fréquemment

dépasse des normes européennes de qualité dans ces eaux [20]. Pour réduire ces impacts, l'Agence française de sécurité sanitaire a interdit en 2023 les principaux usages des phytosanitaires à base de S-métolachlore, avec un délai d'utilisation des stocks jusqu'en 2024. Au niveau européen, la décision de non-renouvellement de l'approbation du S-métolachlore a été prise en décembre 2023 [21].

Du prosulfocarbe souvent trouvé dans l'air

Les ventes de cet herbicide, utilisé surtout sur les céréales, les pommes de terre et certains légumes, ont été multipliées par 6 entre 2009-2011 et 2020-2022 [22]. Il est le 1^{er} herbicide vendu en 2022, devant le glyphosate, alors qu'il était 8^e en 2009. Ce regain d'utilisation résulte de son efficacité sur des plantes devenues résistantes à d'autres herbicides et de son usage en substitution d'autres herbicides désormais interdits (isoproturon).

Cette substance est volatile et une partie peut, après épandage sur une culture cible, être transportée par l'air jusqu'à des cultures non cibles voisines. Des résidus de prosulfocarbe sont ainsi retrouvés depuis 2013 dans des denrées issues de cultures où il n'est pas autorisé (pommes, cresson) et même sur des cultures de l'agriculture biologique. Cette substance est fréquemment détectée dans l'air extérieur en France métropolitaine, dans respectivement 45 et 37 % des analyses lors des campagnes de 2018-2019 et de 2021-2022. Le prosulfocarbe présente des concentrations ponctuelles parmi les plus élevées (> 5 ng/m³). Il est plus souvent quantifié sur des sites de mesure proches de grandes cultures [23].

DES CONTAMINANTS ENCORE PEU SUIVIS ET POURTANT TRÈS PRÉSENTS

Des déchets plastiques et des composés perfluorés contaminent les milieux naturels et peuvent finir dans nos organismes. Des résidus de médicaments polluent les eaux et augmentent notamment les risques de troubles de la reproduction des poissons et d'antibiorésistance des micro-organismes. Ces contaminants préoccupent la communauté scientifique, les pouvoirs publics et la population mais ne sont pas suivis de façon systématique dans les milieux. Des actions se mettent progressivement en place pour prévenir et réduire leurs émissions dans l'environnement.

Déchets plastiques : de multiples signaux inquiétants pour les écosystèmes et la santé

En raison des multiples usages des matières plastiques dans notre quotidien, leur production mondiale a été multipliée par 266 depuis 1950 pour atteindre 400,3 Mt en 2022 [24]. Le premier marché du plastique est celui des emballages, suivi de la construction et de l'automobile. La France, avec environ 5 Mt/an en 2021, a la 3^e demande la plus forte de l'UE [25] derrière l'Allemagne et l'Italie.

La gestion des déchets plastiques présente un défi concernant les volumes à traiter. En France, 21 % des déchets plastiques ont été recyclés en 2022, 23 % pour les emballages, 51 % ont été incinérés avec récupération d'énergie et 28 % mis en décharge [26]. D'après l'OCDE [27], au niveau mondial en 2019, seuls 9 % des 353 Mt de déchets plastiques produits ont été recyclés, 19 % ont été incinérés et près de 50 % ont été jetés en décharges sauvages, brûlés à ciel ouvert ou abandonnés dans la nature. La taille des déchets

est un autre défi : les macroplastiques (≥ 5 mm) rejetés se fragmentent en microplastiques secondaires (< 5 mm) sous l'effet des rayons ultraviolets, de la chaleur, de l'activité bactérienne et de l'agitation mécanique puis se dispersent dans tous les milieux. Des microplastiques primaires proviennent directement de l'abrasion des pneus sur la route, de l'usure de peintures, de l'épandage des boues d'épuration ou de pertes de fibres synthétiques lors du lavage. Ils parcourent de longues distances, transportés par l'air et les cours d'eau, s'accumulent dans les sols et les mers. Avec une durée de vie de plusieurs siècles, ils constituent une pollution persistante.

Dans l'air, des particules de plastique ($< 20 \mu\text{m}$) provenant d'Afrique, d'Amérique du Nord ou de l'océan Atlantique ont été trouvées en haute altitude dans les Pyrénées en 2021 [28]. Dans les sols, 76 % des 33 sites étudiés en France en 2020, surtout en grandes cultures, présentent des fragments de plastiques essentiellement du polyéthylène et du polypropylène. Dans les cours d'eau, aucun suivi systématique des microplastiques n'est réalisé même si des études ponctuelles, dans la Meuse, le Rhin et la Seine, montrent leur présence [29] ainsi que dans des rivières des Bouches-du-Rhône. Dans les nappes souterraines de cette zone, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Inéris) observe de 77 à 520 fragments/l montrant que l'effet de filtration des sols n'empêche pas les petits débris (25 à $350 \mu\text{m}$) d'atteindre les aquifères [30]. Sur les plages de France, la plupart des plastiques collectés sont des fragments plastiques non identifiables car trop dégradés et les plastiques à usage unique. De 2020 à 2022, selon la sous-région marine, l'abondance médiane de macro-déchets, varie de 209 à 894 unités par 100 m de plage, les côtes de la Méditerranée étant les plus atteintes. En mer, entre 2015 et 2020,

les macro-plastiques flottants s'élevaient à 39 unités/km² en Méditerranée et à moins de 1 unité/km² sur les autres zones. Sur les fonds marins, la densité moyenne des macro-plastiques allait de 68 à 510 unités/km², la Méditerranée étant la plus touchée. Sur la même période, la densité de micro-plastiques flottants en mer varie de 17 000 à 88 000 unités/km² en France métropolitaine, la Méditerranée présentant la plus forte densité devant celles de Manche-Mer du Nord et d'Atlantique [31].

La pollution par les plastiques menace les écosystèmes et la santé. Des centaines d'espèces animales sont affectées par ingestion des débris et leurs additifs chimiques, enchevêtrement et autres dangers. Chez l'humain, plusieurs études observent des microplastiques dans les poumons, le sang ou les selles. Le lien entre l'exposition aux microplastiques et la santé est toutefois encore mal connu.

Des réponses réglementaires émergent depuis les années 2020. À l'échelle de l'UE, la vente de plastiques à usage unique (pailles, couverts en plastique, etc.) est interdite et des objectifs sont fixés pour 2030 [32] : - 50 % de rejets de plastiques en mer par rapport à 2016 et - 30 % de fuites de microplastiques. L'exportation de déchets plastiques dangereux ou difficiles à recycler [33] est interdite vers les pays non-membres de l'OCDE et soumise à consentement vers les autres. En France, la loi AGEC [34] fixe la fin des emballages plastiques à usage unique en 2040 et vise 100 % de recyclage des plastiques d'ici à 2025. En 2023, la possibilité de jeter l'ensemble des emballages dans le bac de tri s'est étendue à tout le territoire. Pour fin 2024, les Nations unies envisagent un traité international « juridiquement contraignant » pour réduire l'utilisation du plastique et la pollution associée.

Les polluants perfluorés : une inquiétude grandissante

Produits chimiques aux propriétés antiadhésives, résistantes aux fortes chaleurs et imperméabilisantes, les polys et perfluoroalkylés (PFAS) sont présents dans de nombreux produits : ustensiles de cuisine, emballages alimentaires, textiles, mousses anti-incendie, etc. D'autres, comme l'acide trifluoroacétique (TFA), sont parfois utilisés dans la fabrication de pesticides et de médicaments ou résultent de la dégradation dans l'environnement de molécules de la même famille. C'est le cas de l'herbicide fluféna-cet, utilisé notamment sur les cultures de céréales ou de pommes de terre, qui génère le TFA comme métabolite. Très peu dégradables une fois dans l'environnement, les PFAS sont surnommés « polluants

éternels » et contaminent les eaux de surface ou souterraines, l'air, les sols et les sédiments. Parmi les plus persistants dans l'environnement, l'acide perfluoro-octanoïque (PFOA) et l'acide perfluoro-octane sulfonique (PFOS) sont les plus étudiés.

Les PFAS s'accumulent dans les organismes vivants et dans la chaîne alimentaire ou se déplacent sur de longues distances dans l'air ou l'eau. Nos voies d'exposition sont multiples : alimentation, en particulier via les produits carnés et de la mer pour le PFOS et le PFOA [35], eau de boisson, vêtements, tissus d'ameublement, matériaux de construction et de bricolage, etc.

Peu d'études sur l'imprégnation de la population existent. Santé publique France montre que sur 17 PFAS dosés chez 744 adultes et 249 enfants entre 2014 et 2016 [36], 7 sont quantifiés chez plus de 40 % des adultes, et 6 chez les enfants. Le PFOA et le PFOS sont quantifiés chez 100 % des enfants et des adultes. Les PFAS ont été intégrés dans le programme européen de biosurveillance humaine [37] pour mieux connaître nos niveaux d'exposition et d'imprégnation et comprendre leurs effets sur la santé : cancers, perturbations de la fertilité et du développement foetal, augmentation du cholestérol et du risque d'obésité, affaiblissement du système immunitaire, l'effet le plus critique pour la santé humaine.

Le suivi environnemental en France métropolitaine se concentre actuellement sur les milieux aquatiques, avec cinq molécules perfluorées surveillées à large échelle sur les cours d'eau de tous les bassins [38]. De 2019 à 2021, au premier rang des PFAS quantifiées se trouve le PFOS avec 40 % des analyses, suivi par le PFHxA (37 %) et le PFOA (27 %). Des contaminations de cours d'eau et plans d'eau s'observent dans chaque bassin. Dans les eaux souterraines sur la même période, le PFOS et le PFOA sont également au premier rang (20 %) et au troisième (12 %).

En France comme en Europe, certains PFAS commencent à voir leur production et usage interdits ou restreints. Le plan d'action interministériel sur les PFAS d'avril 2024 [39] vise à réduire les risques à la source, à poursuivre la surveillance des milieux et à définir des valeurs de référence sanitaires pour évaluer les impacts potentiels sur la santé humaine. Il prévoit de déterminer des valeurs maximales de concentrations à respecter dans les milieux aquatiques pour les principaux PFAS. Les sites industriels qui utilisent, produisent, traitent ou rejettent des PFAS doivent surveiller leurs émissions et mettre en place une démarche d'analyse et de réduction de ces substances dans les rejets aqueux.

L'exposome, l'empreinte des expositions d'une vie sur la santé

INTERVIEW **ROBERT BAROUKI**, professeur à l'Université Paris Cité, directeur de l'institut thématique santé publique de l'Inserm, membre correspondant de l'Académie nationale de médecine

Dans quelle mesure la pollution environnementale influence-t-elle notre santé ?

R. B. - Depuis sa conception et tout au long de sa vie, chaque individu est exposé au quotidien à des pollutions environnementales qui influencent sa santé : substances chimiques isolées ou en mélange, agents infectieux, nuisances sonores et lumineuses, etc. Ces expositions interagissent avec la situation psychosociale et socio-économique des individus. Des effets sont visibles à court ou plus long terme, comme l'irritation des voies respiratoires, des cancers, des troubles cardiovasculaires, cognitifs, de la fertilité, du développement ou du métabolisme. Selon l'OMS, les facteurs environnementaux sont un déterminant majeur de la mortalité dans le monde : ils seraient impliqués dans environ 13 millions de décès par an et un quart des pathologies chroniques dans le monde. En Europe, ils causeraient 1,4 million de morts par an.

Vous étudiez l'exposome, pouvez-vous définir le concept et préciser ce qu'il apporte ?

R. B. - Combinés entre eux, les facteurs de risque liés à l'environnement, non génétiques, constituent l'« exposome », une empreinte des expositions d'une vie. De nombreux facteurs environnementaux sont pris en compte : changement climatique, qualité de l'air, de l'eau, alimentation, etc., mais également des facteurs psychosociaux. Le rôle des inégalités sociales et territoriales fait l'objet d'un examen tout particulier. L'exposome est le complément du génome pour expliquer les pathologies humaines. Le défi posé à la recherche est de caractériser l'exposome d'une personne et d'en mesurer les effets cumulatifs et combinés sur la survenue de maladies. La recherche sur l'exposome couvre

de nombreux paramètres : la nature des agents polluants, leur origine, le contexte, la période d'exposition et leurs impacts biologiques et sanitaires, etc.

D'ores et déjà, la recherche montre que la période périnatale et de la petite enfance est particulièrement sensible. Une présomption de lien a notamment été montrée entre exposition aux pesticides *in utero* ou durant l'enfance et le risque de troubles cognitifs et neurologiques. La recherche montre aussi que des produits pris individuellement en faible quantité peuvent ne pas avoir d'effet notable sur la santé, mais leur combinaison peut être néfaste par « effet cocktail ». Par exemple, il a été établi que le mélange de plastifiants et de pesticides peut impacter le développement neurologique de l'enfant. L'objectif des recherches déployées autour de l'exposome est de proposer de nouvelles pistes de prévention de maladies chroniques ou, éventuellement, de nouveaux traitements.

Comment l'exposome est-il évalué ?

R. B. - L'étude de l'exposome est permise grâce à l'évolution des technologies de mesure des pollutions (imagerie satellitaire, détecteurs environnementaux, capteurs individuels, dosages dans le sang et les urines grâce à de nouvelles méthodes analytiques, etc.). Elle s'appuie aussi sur des modélisations mathématiques du lien entre imprégnation humaine par des substances à la suite de différentes expositions et impacts biologiques associés. Les résultats des recherches épidémiologiques sont également très utiles. Des suivis sur un temps long de grands groupes de personnes appelés « cohortes », comme les études ELFE, EDEN ou PELAGIE [40] ou des enquêtes approfondies d'un panel large d'individus comme les études ESTEBAN [41], Alimentation totale ou PestiRiv conduites en France, révèlent ainsi des présomptions fortes de liens entre expositions et certaines pathologies. C'est par exemple le cas de l'exposition professionnelle à certains pesticides et la survenue du cancer de la prostate ou de la maladie de Parkinson. En complément, des suivis d'imprégnation des personnes par les polluants sont réalisés. Cette biosurveillance se fait par dosage de biomarqueurs dans le sang, l'urine, les cheveux ou encore le lait maternel. L'initiative européenne HBM4EU, lancée en 2017, suivie du programme PARC [42], a permis de structurer la vaste quantité de données produites dans les pays membres sur des substances prioritaires, telles que les phtalates, les bisphénols, les PFAS, des pesticides, ou encore l'arsenic et le cadmium. ●●●

Ces données, comme celles de l'enquête ESTEBAN en France, permettront de suivre l'exposition interne à ces substances chimiques et les progrès qui auront été faits pour les réduire.

On parle aussi du concept « One Health ». Existe-t-il un lien avec le concept d'exposome et comment les deux s'articulent-ils ?

R. B - La transmission de maladies infectieuses de l'animal à l'homme a conduit les scientifiques à considérer les liens entre les santés humaine et animale. Cette approche nommée « One Health » a par la suite évolué pour intégrer la santé des écosystèmes, perturbée par l'activité humaine. En parallèle, le concept d'exposome s'est élargi pour analyser les interactions entre les écosystèmes et la santé humaine. Les deux concepts tendent donc à se rejoindre, bien qu'ils restent animés par des communautés et préoccupations scientifiques partiellement distinctes. Au-delà des concepts, c'est bien la prise de conscience de l'interdépendance de l'homme et de l'environnement qui anime les acteurs de la recherche, de l'expertise et de la décision publique.

Que peut-on attendre de la recherche sur l'exposome dans les années à venir ?

R. B - L'analyse des interactions entre facteurs environnementaux (ex : déséquilibres nutritionnels et contaminants, ou stress psychosociaux et polluants) permettra à terme de mieux cibler les politiques de prévention en santé publique :

- détermination de valeurs seuil de protection de la santé tenant compte d'« effet cocktail » ;
- prise en compte de l'ensemble des bénéfices/risques étudiés dans les actions de promotion de la santé et communication : fruits et légumes et pesticides ; poisson et mercure ; allaitement et polluants persistants, etc. Mise en avant des co-bénéfices confirmés scientifiquement : baisse des transports, climat et pollution de l'air ; baisse de la consommation de viande, climat et avantages sanitaires ;
- intégration des notions inhérentes à l'exposome, telles que la vulnérabilité de certaines populations ou les effets à long terme des expositions d'une vie et durant plusieurs générations ;

Ces améliorations sont envisageables par la mise en place d'un programme ambitieux de recherche sur l'exposome, à l'image de celui sur le génome humain. ■

Résidus médicamenteux : une contamination avérée des rivières et nappes phréatiques

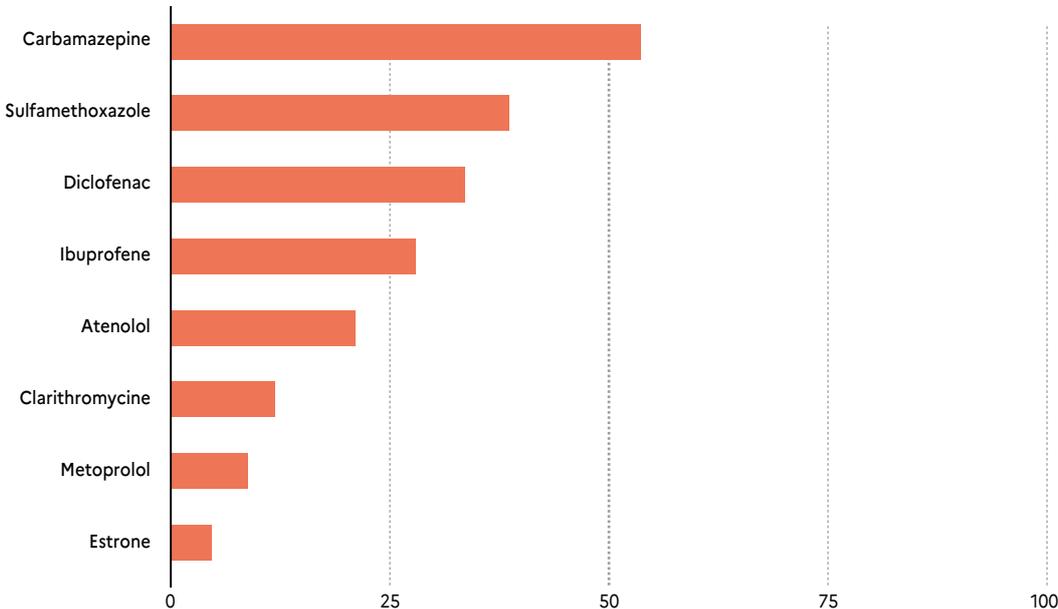
Bien que le volume de la consommation médicamenteuse française recule depuis plusieurs années, certaines catégories sont encore très employées, telles que les antidépresseurs et les antibiotiques. Pour ces derniers, la France est au 4^e rang des plus gros consommateurs en Europe, derrière la Grèce, la Roumanie et la Bulgarie. Or, une fois utilisés par les patients, à la maison ou dans les établissements de soins, des résidus médicamenteux se retrouvent dans les eaux usées et finalement dans les eaux de surface. En effet, la grande majorité des stations d'épuration urbaines n'ont pas été conçues pour les éliminer. Elles en captent certains, mais l'eau qu'elles rejettent dans l'environnement en contient encore beaucoup. L'industrie pharmaceutique peut aussi être une source ponctuelle de contamination des milieux aquatiques, soit en raison d'accidents de fabrication, soit de manière plus régulière lorsque les techniques d'épuration ne sont pas optimales.

De 2019 à 2021, huit médicaments surveillés à grande échelle ont été détectés dans les cours d'eau et plans d'eau de tous les bassins de métropole. Les quatre premiers ont été quantifiés dans plus de 25 % des analyses : l'antidépresseur-antiépileptique carbamazépine, l'antibiotique sulfaméthoxazole et les anti-inflammatoires diclofénac et ibuprofène. Viennent ensuite des anti-inflammatoires, antibiotiques et un estrogène utilisé comme contraceptif. Dans les eaux souterraines sur la même période, 15 résidus ont été quantifiés de façon moins fréquente. Les deux premiers, quantifiés dans plus de 10 % des analyses, sont la carbamazépine et la caféine, ce dernier étant sans doute un marqueur de consommation humaine.

Bien que présents à faibles concentrations, de l'ordre du nanogramme par litre, ces résidus très actifs biologiquement et capables de s'accumuler dans les organismes induisent des troubles de la reproduction des poissons, oiseaux et mammifères marins ou modifient leurs comportements. La diminution drastique de populations de vautours serait associée à l'accumulation dans leur organisme de résidus de l'anti-inflammatoire diclofénac. Les atteintes à l'homme, via son alimentation et l'eau potable qu'il consomme, sont encore mal connues. La sélection de bactéries antibiorésistantes, favorisée notamment par le rejet d'antibiotiques dans l'environnement [43], est une préoccupation mondiale de santé publique.

Médicaments quantifiés dans les cours d'eau et plans d'eau de 2019 à 2021

Analyses quantifiées en %



Note : le classement concerne les substances surveillées de 1 à 3 ans dans les 6 bassins hydrographiques de la France métropolitaine. Une substance est dite « quantifiée » quand la méthode analytique donne une valeur de la quantité (concentration) avec une faible incertitude.
Champ : cours d'eau et plans d'eau.
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2024

Comment les polluants sont-ils surveillés en France ?



Depuis plus de 30 ans, la France s'appuie sur un réseau de surveillance pour suivre l'état des milieux naturels et mettre en œuvre des politiques environnementales. Ce réseau englobe des sites et stations répartis partout à travers le pays, dans des zones cultivées, forêts, prairies, villes et parcs urbains. Ce dispositif s'améliore régulièrement en matière de répartition géographique des sites de mesures, de liste de polluants suivis et de précision des mesures.

Sol : pour mesurer la qualité des sols, la France dispose depuis 2000 d'un réseau de suivi constitué d'environ 2 200 sites répartis de manière régulière sur le territoire métropolitain et les cinq départements et régions d'outre-mer selon une grille systématique de 16 km de côté. Chacun de ces sites est échantillonné et analysé tous les 15 ans.

Eau : environ 11 600 masses d'eau de surface (plans d'eau, rivières, eaux de transition et littorales) et 690 masses d'eau souterraines sont régulièrement surveillées au titre du Code de l'environnement, produisant plus de 21 millions d'analyses par an, dont les trois quarts ciblent les pesticides. Les réseaux de distribution d'eau destinée à la consommation humaine sont suivis au titre du Code de la santé publique. En 2022, plus de 18 millions d'analyses ont été effectuées.

Air extérieur : en 2022, près de 600 stations ont mesuré les concentrations des polluants réglementés au niveau européen, ainsi que certains polluants d'intérêt national, comme le carbone suie ou certains pesticides. D'autres substances sont également suivies dans des zones d'activités spécifiques, telles que le traitement des déchets. Depuis 2008, près de 20 stations de mesures surveillent la composition chimique des particules en milieu urbain sur tout le territoire.

Air intérieur : depuis 2001, la pollution de l'air intérieur et ses origines sont étudiées, notamment dans le cadre de campagnes nationales de mesures, par l'Observatoire de la qualité des environnements intérieurs.

Stations de traitement des eaux usées, sites industriels ou agricoles : les installations rejetant des polluants dans les eaux ou dans l'air sont soumises à une surveillance de leurs émissions. Ainsi, plus de 22 600 stations d'épuration suivent la qualité des eaux traitées qu'elles rejettent et plus de 15 200 sites industriels ou agricoles renseignent un registre des émissions polluantes. Une base de données documente plus de 9 500 sites et sols pollués, enrichissant les connaissances sur les polluants présents.

L'ACTION PUBLIQUE CONTRE LA POLLUTION

En France, de nombreux dispositifs sont mis en œuvre pour lutter contre la pollution des milieux et limiter les risques pour la santé. Des évaluations de politiques publiques estiment toutefois que ces mesures demeurent insuffisantes dans certains domaines au regard des enjeux de santé-environnement et du coût global de la pollution supporté par la société.

Plans d'action et réglementations : des ambitions à renforcer pour répondre aux enjeux

Selon la Cour des comptes, les politiques publiques de lutte contre la pollution de l'air devraient être renforcées et mieux déclinées localement. Son rapport de 2020 à la commission des finances du Sénat [44] indique que « le plan de réduction des émissions de polluants atmosphériques ne paraît pas suffisant pour atteindre les objectifs de baisse d'émissions à l'horizon 2030 ». En effet, si les mesures réglementaires et fiscales pour limiter les émissions à la source ou encadrer les activités polluantes sont bien développées dans le secteur de l'industrie et des transports, elles sont plus rares pour le secteur résidentiel-tertiaire ou agricole. La Cour recommande « d'agir avec plus de détermination et plus d'ambition » sur ces secteurs dans lesquels les efforts ont été les plus modestes jusqu'à présent.

Le collège d'experts indépendants de l'Autorité environnementale s'est exprimé en 2021 sur le plan stratégique national (PSN) de la politique agricole commune 2023-2027, ainsi que sur une modification du plan d'action national nitrates. D'après son rapport d'activité [45], ces plans « qui devraient conduire tous les acteurs à intégrer les engagements européens et nationaux à respecter les enjeux liés à la dégradation de l'environnement ne se donnent pas les moyens d'infléchir ces tendances lourdes ». L'Autorité environnementale estime que « l'ambition environnementale du PSN s'avère en deçà des enjeux, tant en matière de changement climatique que de qualité des eaux et de reconquête de la biodiversité ». À propos des

onze schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) pour la période 2022-2027, l'Autorité environnementale estime que « les ambitions restent modestes et les progrès prévus par rapport aux précédents Sdage sont limités au regard de l'objectif général fixé par la [directive-cadre sur l'eau] ».

Le Haut Conseil de la santé publique a réalisé en 2022 une évaluation des trois plans nationaux santé-environnement (PNSE) mis en œuvre entre 2004 et 2019 [46]. Il constate que ces plans ont favorisé des progrès dans la connaissance de certaines expositions aux polluants, mais ont insuffisamment traité le sujet des mélanges de polluants, des contaminants alimentaires ou des radiations ionisantes. Il estime que « le PNSE sous sa forme actuelle ne se situe pas à un niveau stratégique suffisant et ne couvre pas tous les domaines de la santé-environnement ».

Les financements, en hausse depuis 2000, ne reflètent pas le coût global pour la société

Les trois quarts des fonds alloués à la protection de l'environnement en France sont destinés à prévenir ou réduire les pollutions, ainsi qu'à assainir les milieux quand cela est possible. En 2021, le montant consacré à ces actions s'élevait à 46 milliards d'euros (Md€), couvrant la gestion des déchets, l'assainissement des eaux usées, la protection de la qualité de l'air, la protection des sols et des eaux, ainsi que la lutte contre le bruit et les vibrations. À titre de comparaison, en 2000, ce montant était de 21,5 Md€. Entre 2000 et 2021, les dépenses de lutte contre la pollution ont connu une hausse continue, avec une croissance annuelle moyenne de 3,7 %, surpassant l'augmentation du PIB, qui est de 2,5 %. Ces coûts sont financés par les ménages, les entreprises, les administrations publiques et l'UE.

Les dépenses engagées pour protéger la qualité de l'air extérieur s'élèvent à près de 8 Md€ par an [47], principalement à travers l'acquisition de véhicules électriques ou hybrides (hors dépenses de recherche et développement des entreprises automobiles). Environ 2 Md€ par an sont consacrés à la

lutte contre les nuisances sonores, principalement pour améliorer l'isolation acoustique des bâtiments.

Bien que conséquents, ces montants sont inférieurs au coût global des impacts de la pollution supporté par la société incluant notamment l'augmentation des dépenses de santé, la perte de biodiversité, la baisse de rendements agricoles, la dégradation des bâtiments, etc.

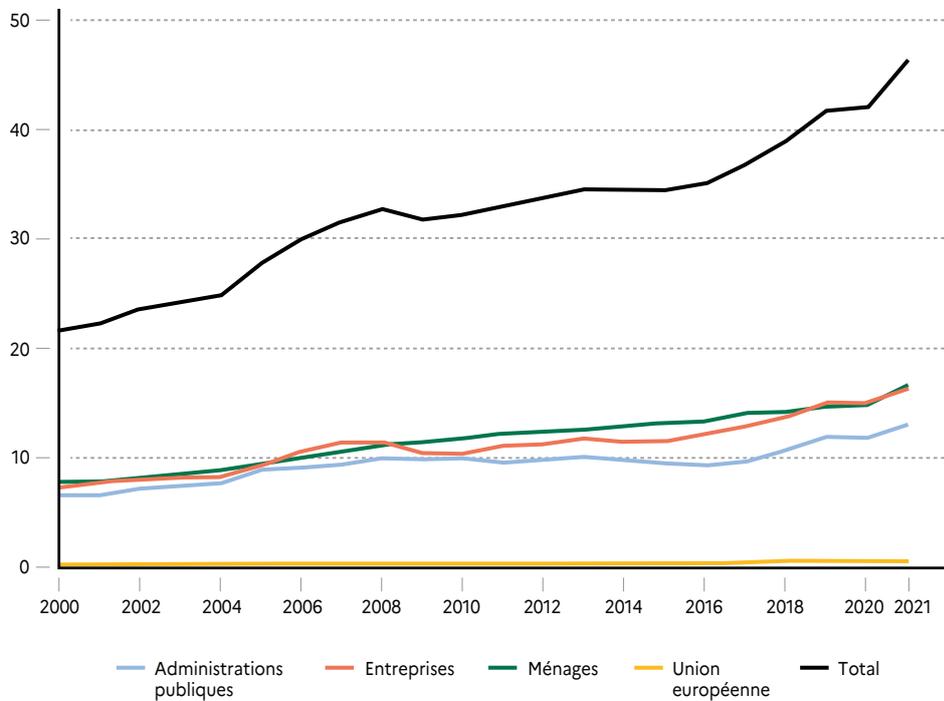
Les dépenses de santé liées à la pollution de l'air sont estimées à 3 Md€ par an, couvrant les hospitalisations, les soins de ville, ainsi que les indemnités journalières et les pensions d'invalidité versées par l'assurance maladie. Au-delà de ce montant, la société supporte également des coûts socio-économiques liés à la mortalité prématurée, à la morbidité et à la perte de bien-être. Ces coûts supplémentaires, non pris en compte dans le système économique actuel, portent le coût global de la pollution, tant

sanitaire que non sanitaire, entre 70 et 100 Md€ par an, selon un rapport du Sénat de 2015 [48].

Le coût social du bruit serait même plus élevé : il est estimé par l'Agence de la transition écologique (Ademe) à 147 Md€ par an [49], les deux tiers étant attribuables aux nuisances liées aux transports.

Les mesures identifiées dans les comptes de dépenses contre la pollution ont vocation à atténuer des sources potentielles de pollutions (traitement de déchets, gestion des eaux usées) ou des pollutions déjà existantes (dépollution des eaux et sols). Ces mesures sont parfois insuffisantes pour traiter certains polluants (résidus médicamenteux et autres micropolluants, etc.). Les exemples de la pollution de l'air et du bruit soulignent l'importance de renforcer les moyens alloués aux actions préventives. Ils rappellent le besoin d'actions efficaces pour éviter et réduire les rejets polluants à la source.

Contribution des agents économiques à la lutte contre la pollution en France de 2000 à 2021
En milliards d'euros courants



Source : SDES, compte satellite de l'environnement. Traitements : SDES, 2023

Fédérer les acteurs territoriaux pour réduire les pollutions : le cas du Plan Eau en outre-mer

Si en France métropolitaine, le niveau de traitement des eaux usées est globalement satisfaisant du fait de la mobilisation des collectivités locales en charge de la compétence assainissement et de leur capacité à financer l'investissement et la maintenance des équipements nécessaires, la situation est beaucoup plus problématique dans les cinq départements et régions d'outre-mer (DROM). Cela a des conséquences importantes en matière d'environnement et de santé publique. Fédérer les acteurs autour de projets locaux apparaît comme un levier d'action.

Dispositifs de traitement des eaux usées : des situations contrastées selon les territoires

L'assainissement des eaux usées domestiques peut se faire soit avec des systèmes gérés par les collectivités locales (réseau de collecte des eaux usées, stations de traitement), soit avec des systèmes non collectifs gérés par des particuliers ou des groupes de particuliers. Les eaux traitées et rejetées atteignent ensuite les rivières, les lacs, les mers et océans, les sols et les nappes phréatiques. La santé des écosystèmes dépend donc en partie de la performance et de l'efficacité des dispositifs de traitement des eaux usées et du respect des dispositions réglementaires (conformité des équipements, adéquations de la capacité de traitement avec la quantité d'eaux usées collectées, etc.).

La part de la population non raccordée à une station d'épuration dépasse fréquemment 50 % dans les DROM. Le faible niveau de vie des résidents rend très souvent difficile l'investissement dans un assainissement non collectif, voire la maintenance des équipements existants. Ainsi, la quasi-totalité des équipements d'assainissement individuels, quand ils existent, sont défectueux. L'état des dispositifs d'assainissement collectif n'est pas satisfaisant non plus. À l'exception de La Réunion où le taux de confor-

mité de l'épuration des eaux usées est proche de celui de la France métropolitaine, pour les quatre autres DROM, plus de la moitié des installations ne sont pas conformes à la réglementation en vigueur.

Cette situation générale favorise des rejets de polluants aux multiples impacts : dégradation des écosystèmes, nuisances olfactives et visuelles, difficultés à produire suffisamment d'eau destinée à la consommation humaine à un prix raisonnable, effet défavorable sur le tourisme, etc. Au-delà des lacunes observées dans la gouvernance des services publics en charge de l'assainissement (difficultés à recouvrer les factures d'eau et d'assainissement, absence d'entretien et d'investissement pour suivre l'augmentation de la population), certaines spécificités de ces territoires (atmosphère riche en sel, émanations de la décomposition des sargasses, etc.) favorisent la corrosion des équipements en place.

Le Plan Eau DOM a donc été mis en place en 2016 afin de mobiliser les acteurs de ces territoires pour relever les défis de la gestion quantitative et qualitative de l'eau.

Ce plan vise notamment à allouer des moyens pour gérer durablement l'assainissement et à renforcer la capacité des acteurs à travailler ensemble sur des actions transformatrices. Il présente quatre axes : renforcer la gouvernance des collectivités ; développer leurs capacités techniques et financières ; améliorer

Conformité des dispositifs d'assainissement des territoires ultramarins

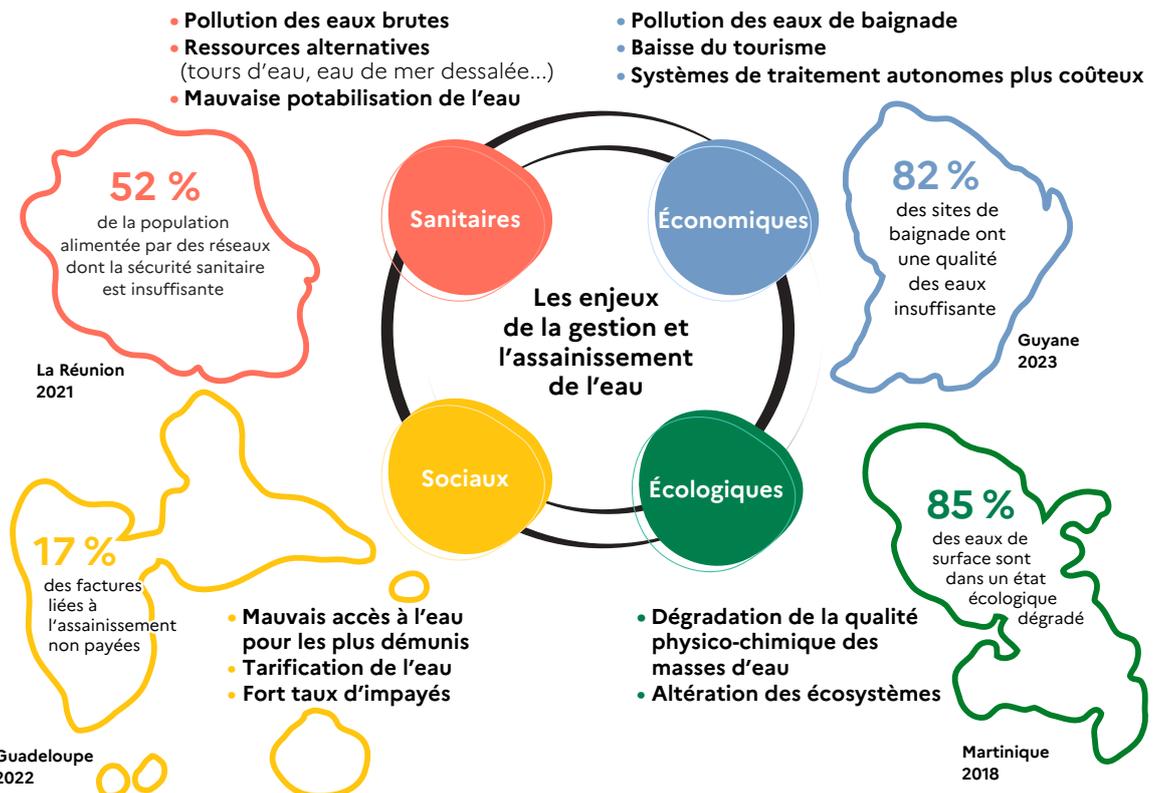
	Nombre de stations d'épuration	Nombre de stations d'épuration non conformes en performance	Part des ménages raccordés à un assainissement collectif en %	Part des dispositifs d'assainissement non collectifs non conformes en %
Guyane	26 (15)*	15 (3)*	45***	NR
La Réunion	16 (16)*	0 (0)*	52***	48**
Guadeloupe	124 (19)*	77 (8)*	39***	80***
Martinique	122 (30)*	91 (18)*	49***	90***
Mayotte	16 (3)*	13 (2)*	19***	NR
France	22 704 (4 085)*	6 144 (732)*	82**	38**

NR = non renseigné.
 Note : l'information entre parenthèses correspond aux stations d'épuration des eaux usées >= 2 000 équivalents habitant (norme européenne).
 Sources : * Tableau de suivi des indicateurs sur l'assainissement communal en France (2022) ; ** SISPEA, portail de l'observatoire des données sur les services publics d'eau et d'assainissement ; *** Le traitement des eaux usées domestiques dans les départements d'outre-mer (2021).

les services de l'entretien et de la maintenance ; intégrer les politiques de l'eau dans l'aménagement du territoire. Il engage les pouvoirs publics sur le long terme en accompagnant les collectivités par des moyens financiers, d'ingénierie, de formations, d'études et d'expertises. Des conférences territoriales mobilisant les parties prenantes doivent renforcer la

planification au sein de chaque territoire. Des conférences régionales des acteurs de l'eau, coprésidées par le préfet et le président du Conseil régional, déclinent le plan au niveau territorial avec des acteurs clés (élus, administrations, établissements publics, assemblées politiques de concertation, institutions financières publiques).

L'eau sous pression en outre-mer



Source : CGDD, d'après Plan eau DOM ; rapports Assemblée nationale et Sénat ; ONSEA ; ONB

Un contrat de progrès pour renforcer les capacités de traitement des eaux usées à Mayotte



19 %

des foyers mahorais sont raccordés à un assainissement collectif (contre 81 % en France métropolitaine) en 2021.

Le déficit de dispositifs de traitement des eaux usées domestiques avant leur rejet dans les milieux naturels (rivières, océans, sols, lagons) ou la vétusté des équipements existants (stations d'épuration, réseau de collecte des eaux usées, etc.) participent à la dégradation des écosystèmes et constituent une source de pollution pouvant être responsable d'importants problèmes sanitaires.

Cinq ans pour améliorer l'accès à l'eau

La capacité actuelle de traitement des eaux usées à Mayotte est estimée à 34 % de la population, révélant un déficit notable dans le traitement des rejets de l'île. Le contrat de progrès 2022-2026 [50], prolongé en 2024 jusqu'en 2027, ambitionne d'améliorer significativement la qualité des eaux et de restaurer leur bon état écologique. Son objectif est multiple : augmenter la capacité épuratoire des stations, réhabiliter les ouvrages existants non conformes et équiper prioritairement les 6 agglomérations de plus de 10 000 EH en nouvelles stations.

67 %

des stations d'épuration de plus de 2 000 équivalents habitant (EH) ne sont pas conformes en performance à la réglementation en vigueur sur l'île en 2022.

Une nouvelle station pour traiter les eaux usées du quart des Mahorais

À Koungou, deuxième commune la plus peuplée de Mayotte, une nouvelle station d'épuration devrait être mise en service en 2025. Ce projet permettra de traiter dans un premier temps, les eaux usées de 30 000 habitants puis, à terme, de près de 60 000 habitants, soit environ le quart de la population mahoraise. Financé par l'État à hauteur de 21 M€ et porté par le syndicat Les eaux de Mayotte, il intègrera une solution technique adaptée à la géographie et aux évolutions climatiques de la région (notamment un système de filtration écologique utilisant des végétaux pour réduire le volume des boues d'épuration et réduire le coût d'exploitation en énergie et entretien). D'autres initiatives, comme les nouvelles stations d'épuration de Mamoudzou Sud et du Centre, sont également planifiées. En réponse aux effets dévastateurs du cyclone Chido qui a frappé l'île le 14 décembre 2024, le plan « Mayotte Debout » adopté fin 2024 s'est, par ailleurs, fixé comme objectif la mise à niveau du réseau de distribution d'eau sur tout le territoire d'ici la fin 2025, en amplifiant les moyens alloués par le Plan Eau DOM.

Les contrats de progrès : des documents structurants au niveau local

Des appels à candidatures auprès des collectivités pour proposer de nouveaux modes de contractualisation sont régulièrement lancés pour répondre notamment aux problématiques locales d'assainissement des eaux usées. Ces démarches aboutissent à des « contrats de progrès » associant l'État, les collectivités et les porteurs de projet permettant d'établir un diagnostic, de fixer des orientations stratégiques de services, de flécher les financements et d'établir une trajectoire pour une période de cinq ans.

Depuis 2016, 29 contrats de progrès ont été signés par les acteurs locaux et nationaux. En 2023, compte tenu d'un besoin d'investissement de 1,7 Md€ pour perfectionner les services d'eau et d'assainissement des Outre-mer, un nouveau plan national d'action est venu renforcer les initiatives de ce plan. Il prévoit

6 actions pour la gestion des milieux aquatiques et la valorisation des eaux non conventionnelles, et attribue 35 M€ supplémentaires pour la solidarité inter-bassins.

Des outils efficaces pour l'amélioration des services de gestion de l'eau

Depuis la mise en place du Plan Eau DOM, plus de 700 M€ ont été mis à disposition des collectivités par l'État et ses partenaires (Banque des territoires, Agence française de développement). L'UE y contribue avec le Fonds européen de développement régional. Malgré des freins structurels et des avancées inégales, ce plan a permis de relancer de nombreux travaux à l'arrêt, de renforcer la coordination locale entre bailleurs et financeurs et d'initier de nouveaux chantiers (raccordement des réseaux d'assainissement autonomes, réparation des réseaux de collecte des eaux usées, etc.).

- [1] *Organisation et méthodes des inventaires nationaux des émissions atmosphériques en France*, Citepa, 2023
- [2] *Guide méthodologique pour l'élaboration des inventaires territoriaux des émissions atmosphériques*, LC5QA, 2018
- [3] *Bilan de la qualité de l'air extérieur en France en 2023*, CGDD, Datalab, 2024, 70 p.
- [4] *Arsenic et mercure dans les sols : les zones exposées en France*, CGDD, Datalab essentiel, 2021, 4 p.
- [5] *Plans de surveillance et plans de contrôle sanitaire des denrées animales et végétales et des aliments pour animaux - Bilan 2021*, Masa, 2024
- [6] *Les études de l'Alimentation totale (EAT)*, Anses, 2019
- [7] *Étude nationale Esteban*, Santé publique France, 2021
- [8] Hulin M, Bidondo ML, Delezire P, Wagner V, Dassonville C, et al. *Évaluation quantitative d'impact sur la santé (ÉQIS) de la qualité de l'air dans et autour des établissements scolaires*. Pertinence, faisabilité et première étude nationale. Santé publique France, 2024
- [9] Mandin et al. *Renouvellement de l'air insuffisant dans les écoles : un constat établi de longue date*. BEH 19-20, 11 octobre 2022
- [10] Sivanantham S., Dassonville C., Ramalho O., Mandin C. *Caractérisation de la multipollution dans les salles de classe en France*. Environnement, Risques et Santé, 2021/4 (Vol. 20), p. 361-367
- [11] *Sols et environnement - Chiffres clés*, CGDD, Repères, 2015, 108 p.
- [12] *La pollution chimique des cours d'eau et des plans d'eau en France de 2000 à 2020*, CGDD, Datalab, 2023, 92 p.
- [13] *Chiffres clés de la mer et du littoral*, CGDD, Datalab, 2024, 148 p.
- [14] *Analyse des résultats de mesures d'exposition du public aux ondes électromagnétiques réalisées en 2021 dans le cadre du dispositif national de surveillance*, ANFR, 2022
- [15] *Déploiement de la 5G en France et dans le monde : aspects techniques et sanitaires*, IGAS, 2020
- [16] *Une nouvelle stratégie nationale en construction sur les produits phytopharmaceutiques*, Masa, estimation provisoire, 2023
- [17] Froger C., Jolivet C., Budzinski H. et al. *Étude du Réseau de Mesures de la Qualité des Sols (47 sols échantillonnés). Pesticide Residues in French Soils : Occurrence, Risks, and Persistence*. Environmental Science & Technology, 2023, 57, 20, 7818-7827, DOI: 10.1021/acs.est.2c09591
- [18] *Conséquences des excès de cuivre dans les sols et les végétaux*, Auréa, 2017
- [19] Froger C., Jolivet C., et al. *Pesticide Residues in French Soils: Occurrence, Risks, and Persistence*. Environmental Science & Technology 2023 57 (20), 7818-7827. DOI: 10.1021/acs.est.2c09591.
- [20] *Bilan de la qualité de l'eau au robinet du consommateur vis-à-vis des pesticides en France en 2021*, Ministère de la santé, 2022
- [21] *Règlement UE 2024/20* du 12 décembre 2023
- [22] *État des lieux des ventes et des achats de produits phytosanitaires en France en 2022*, CGDD, Datalab essentiel, 2024, 4 p.
- [23] *Vers un suivi national des résidus de pesticides dans l'air extérieur - Principaux résultats de la campagne nationale exploratoire*, CGDD, Théma essentiel, 2021, 4 p.
- [24] *Plastics Europe. Plastics - The fast Facts 2023*
- [25] *Plastics Europe. Plastics - The fast Facts 2022*
- [26] *Plastics Europe. The Circular Economy for Plastics - A European Analysis 2024*
- [27] *Global Plastics Outlook, Economic Drivers, Environmental Impacts and Policy Options*. OCDE, 2022
- [28] Allen S., Allen D., Baladima F. et al. *Evidence of free tropospheric and long-range transport of microplastic at Pic du Midi Observatory*. Nat Commun 12, 7242 (2021). doi.org/10.1038/s41467-021-27454-7
- [29] Wilco Urgert, 2015. *Microplastics in the rivers Meuse and Rhine. Developing guidance for a possible future monitoring program*. Master's thesis for Master of Science Environmental Sciences. Department of Science, Faculty of Management, Science & Technology, Open University of the Netherlands, Heerlen
- [30] *C3Peaux - Contamination en microplastiques et polluants organiques persistants associés dans les eaux superficielles et souterraines*, Inéris, 2023
- [31] *Rapport scientifique pour l'évaluation cycle 3 au titre de la DCSMM. Descripteur 10 « Déchets marins » en France métropolitaine*. Ifremer, Cedre 2023
- [32] *Plan d'action Zéro Pollution* adopté en mai 2021
- [33] *Convention de Bâle*, modification du 1^{er} janvier 2021
- [34] *Loi n° 2020-105* du 10 février 2020 relative à la lutte contre le gaspillage et à l'économie circulaire
- [35] *Scientific Opinion on the Risk to human health related to the presence of perfluoroalkyl substances in food*. EFSA Journal 2020 ; 18(9):6223, doi. org/10.2903/j.efsa.2020.6223
- [36] *Impregnation de la population française par les composés perfluorés. Programme national de biosurveillance, Esteban 2014-2016*. Santé publique France, 2019
- [37] *European Human Biomonitoring Initiative (HBM4EU)*
- [38] *La pollution chimique des cours d'eau et des plans d'eau en France de 2000 à 2020*, CGDD, Datalab, 2023, 92 p.
- [39] *Plan d'action interministériel sur les PFAS*, 2024
- [40] *Étude de cohortes*
- [41] *Étude de santé sur l'environnement, la biosurveillance, l'activité physique et la nutrition (Esteban)*
- [42] *Partenariat européen pour l'évaluation des risques liés aux substances chimiques (PARC)*
- [43] *Lutte contre l'antibiorésistance : cas d'école pour l'approche « Une seule santé »*, CGDD, Théma essentiel, 2023, 4 p.
- [44] *Les politiques de lutte contre la pollution de l'air*. Cour des comptes, 2020
- [45] *Rapport annuel 2021 de l'Autorité environnementale*
- [46] *Évaluation globale des Plans nationaux santé environnement (2004-2019)*. Haut Conseil de la santé publique, 2022
- [47] *Bilan environnemental de la France - Édition 2023*, CGDD, Datalab, 2024, partie 1 sur les dépenses de protection, p. 10
- [48] *Pollution de l'air : le coût de l'inaction - Rapport du Sénat n° 610 (2014-2015)*, tome I, déposé le 8 juillet 2015
- [49] *Coût social du bruit en France - Estimation du coût social du bruit en France et analyse de mesures d'évitement simultané du coût social du bruit et de la pollution de l'air*. Ademe, 2021
- [50] *Contrat de progrès du service public de l'eau potable et de l'assainissement de Mayotte 2022-2026*

Changement climatique

Des effets de plus en plus perceptibles



LES ENJEUX

● La décennie 2010-2020 a été marquée par une accélération des bouleversements dus au changement climatique. 2023 a été l'année la plus chaude dans le monde depuis que les températures sont relevées : + 1,48 °C par rapport à l'ère préindustrielle. Le réchauffement des mers et océans est également sensible, les glaciers et glaces aux pôles fondent, et le niveau des mers s'élève. Les catastrophes naturelles s'accumulent : incendies incontrôlables, pluies intenses, ouragans et cyclones, sécheresses, canicules, chaleurs hivernales, etc. Avec la hausse des températures, ces événements climatiques extrêmes pourront s'intensifier et devenir plus fréquents.

Hormis les années de récession économique exceptionnelle, les émissions mondiales de GES n'ont pas cessé d'augmenter : + 62 % entre 1990 et 2023. La

concentration de CO₂ dans l'atmosphère est désormais 50 % plus élevée que celle de l'époque préindustrielle. Ainsi, l'effet de serre se renforce.

Si les enjeux climatiques sont de plus en plus présents dans le débat public et font l'objet d'engagements internationaux, les actions individuelles et collectives nécessitent d'être renforcées pour freiner le réchauffement climatique et s'adapter à ses bouleversements. Le niveau actuel des émissions de GES et l'empreinte carbone de la France sont incompatibles avec l'Accord de Paris (+ 1,5 °C d'ici 2100). Si la Stratégie nationale bas-carbone vise à atteindre la neutralité carbone en 2050, le plan national d'adaptation au changement climatique anticipe un réchauffement de + 4 °C en France d'ici 2100, ce qui correspond à un réchauffement planétaire de + 3 °C.

À RETENIR

Des conséquences du changement climatique de plus en plus perceptibles en France : hausse des températures, sécheresses, inondations, feux de forêt, tempêtes, érosion côtière, etc.

Une augmentation de la fréquence et de l'intensité des événements climatiques extrêmes en raison de la hausse mondiale de la concentration des émissions de GES dans l'atmosphère.

La santé humaine et l'habitabilité de nos territoires de plus en plus menacés par ces bouleversements.

Une responsabilité de la France dans le réchauffement, notamment via sa consommation d'énergies fossiles, principale cause du changement climatique.

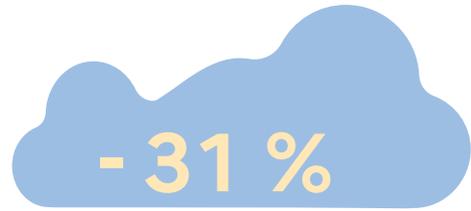
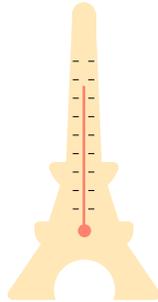
Une prise en compte des enjeux climatiques de plus en plus forte, mais les actions pour réduire les émissions de GES et s'adapter doivent encore s'amplifier.

CHIFFRES CLÉS

TEMPÉRATURES

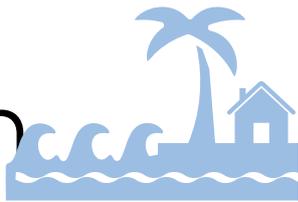
+ 1,9 °C

Hausse de la température moyenne 2013-2022 en France par rapport à la période 1900-1930.



Baisse des émissions territoriales de gaz à effet de serre de la France entre 1990 et 2023.

+ 21 cm



Hausse moyenne du niveau des mers et des océans entre 1990 et 2023.



Niveau de réchauffement en France métropolitaine à l'horizon 2100 pris en compte par la trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique en France (TRACC) pour élaborer les politiques nationales d'adaptation.

EMPREINTE CARBONE



9,4 TONNES DE CO₂ ÉQ

émises en moyenne en 2023 par Français

(supérieure de plus de 50 % à la moyenne mondiale).

Part des émissions importées dans l'empreinte carbone de la France en 2023.

56 %



Montant annuel consacré à la lutte contre le changement climatique en France, par les ménages, les entreprises et les administrations publiques en 2022.

100 Md€

ZÉRO



Neutralité carbone à l'horizon 2050

La masse de gaz à effet de serre émise par les activités humaines devra être égale à celle absorbée par les forêts, les terres ou par des solutions technologiques de capture et séquestration.

Le changement climatique désigne les variations du climat sur le long terme, à l'échelle planétaire, induites par l'augmentation de la concentration de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Si l'on parle parfois de réchauffement climatique, cela n'est vrai que de façon globale et tendancielle. Localement, les températures, précipitations et vents évoluent de façon très différente entre pays ou régions et selon les saisons. C'est donc bien un bouleversement climatique auquel l'humanité fait face.

QUELS IMPACTS CONCRETS ?

Les rapports du Giec constituent le socle de la connaissance scientifique, internationalement reconnue, sur l'évolution du climat et ses conséquences [1]. Au niveau français, l'état du climat et ses impacts sur le territoire sont également bien documentés²³.

Des impacts déjà perceptibles dans de nombreux domaines

De multiples indicateurs attestent du réchauffement :

- La **hausse des températures**, en France métropolitaine et dans les départements français d'Amérique, est particulièrement marquée depuis les années 1980. Sur la période 1959-2009, la tendance observée est d'environ + 0,3 °C par décennie. En 2022, la température annuelle moyenne sur le pays a atteint 14,5 °C ce qui en fait l'année la plus chaude sur la période 1900-2023 devant 2023 (14,4 °C), 2020 (14,1 °C), 2018 (13,9 °C) et 2014 (13,8 °C). Le nombre de journées estivales (dont la température dépasse 25 °C) a nettement augmenté, tandis que les jours de gel ont diminué (à Agen, par exemple, on observait 43 jours de gel dans l'année sur la période 1960-1970 contre 30 sur la période 2010-2020). Les pluies extrêmes dans le sud-est méditerranéen de la France sont de plus en plus intenses.

- En montagne, les principaux **glaciers métropolitains** suivis ont perdu 31,4 mètres équivalents eau en 21 ans. Par ailleurs, les **manteaux neigeux** diminuent. Au Col de Porte (Chartreuse), la hauteur de neige des hivers des périodes 1990-1991 et 2019-2020 est de 38 cm inférieure à celle des

périodes 1960-1961 et 1989-1990.

- Le changement climatique a également des impacts sur **l'eau** et **la biodiversité**, comme en témoignent divers indicateurs : avancée des dates de migration de certains oiseaux, expansion de la chenille processionnaire du pin, élévation de la température du lac Léman avec un impact important sur la reproduction des poissons, augmentation des surfaces touchées par les sécheresses annuelles en France métropolitaine, etc.

- En matière d'**agriculture**, les dates des vendanges, marqueurs de la réaction de la végétation au changement climatique, ont lieu 18 jours plus tôt en moyenne qu'il y a 40 ans. Les cultures du maïs et du blé s'adaptent également à l'évolution des conditions environnementales et climatiques avec une avancée générale de la date de semis.

Des impacts du changement climatique mesurables sur la santé

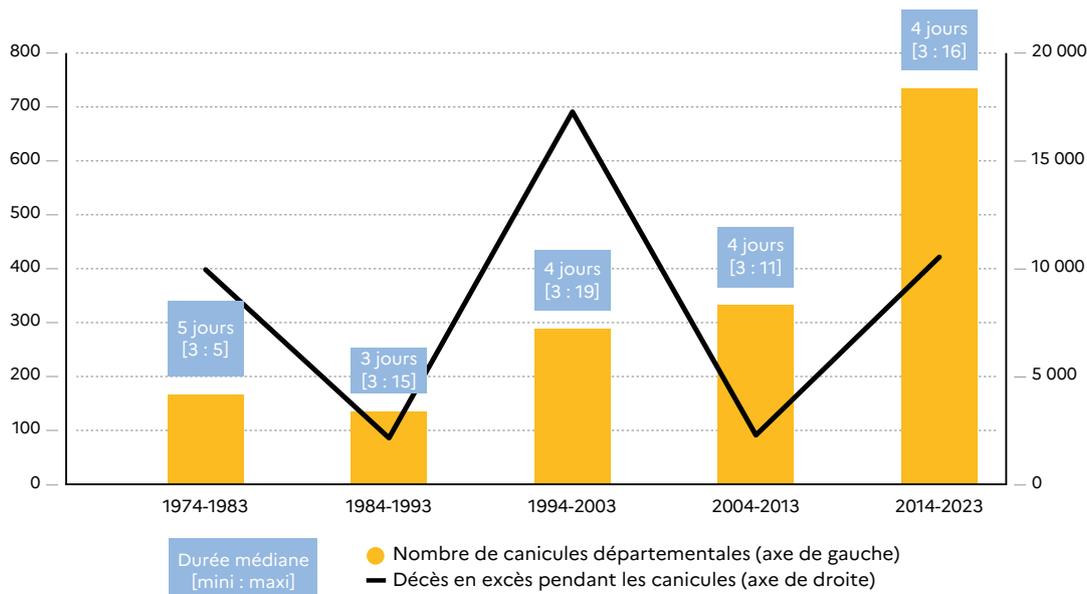
Décès et maladies associés aux phénomènes météorologiques extrêmes (tempêtes, inondations, etc.), apparition et prolifération d'espèces à l'origine de maladies infectieuses zoonotiques, survenue ou exacerbation d'allergies, augmentation possible des concentrations de polluants dans l'air à impact sur la santé, perturbation des systèmes alimentaires, problèmes de santé mentale, etc., les impacts du changement climatique sur la santé sont déjà nombreux, qu'ils soient directs ou indirects.

23. [Espace documentaire du Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique.](#)

La première cause est l'**intensification des vagues de chaleur** ces dernières années (en ce qui concerne la récurrence et le niveau des températures). Depuis 1974, 44 % des canicules se sont produites au cours des dix dernières années : 734 entre 2014 et 2023, soit deux fois plus que le nombre observé entre 2004 et 2013. Leur durée médiane est de 4 jours, la plus longue canicule ayant duré 19 jours. Hormis 2003, les 3 autres étés les plus chauds en France depuis 1900 ont été enregistrés entre 2018 et 2022. Les canicules génèrent une augmentation des recours aux soins, des hospitalisations et une **surmortalité accentuée**.

Au cours de la dernière décennie, l'Auvergne-Rhône-Alpes et l'Île-de-France réunissent plus d'un tiers de la surmortalité nationale liée aux canicules en France métropolitaine. Les températures chaudes, même en deçà des seuils d'alerte canicule, présentent aussi un impact remarquable : en période de surveillance estivale (du 1^{er} juin au 15 septembre), plus de 37 800 décès liés aux fortes chaleurs ont été estimés entre 2014 et 2023. Ce chiffre est plus de trois fois supérieur aux 10 541 décès attribuables à la chaleur observés pendant les périodes de canicule officielles.

Des canicules plus fréquentes en France



Lecture : sur la période 2014-2023, le cumul de canicules par département s'élève à 734.

10 541 décès en excès ont eu lieu pendant ces périodes de canicules qui ont duré entre 3 et 16 jours selon les cas.

Notes : la canicule départementale est une période durant laquelle les moyennes glissantes sur trois jours des températures minimales et maximales atteignent les seuils d'alerte départementaux. Les canicules correspondent à un niveau de vigilance météorologique orange ou rouge (instruction canicule). Le pic de décès en excès sur la période 1994-2003 est en relation avec la canicule de 2003 pour laquelle la France n'était pas préparée. Depuis, Santé publique France a mis en place le système d'alerte canicule et santé.

Source : Santé publique France

Le changement climatique peut aussi favoriser et accentuer les **réactions allergiques liées aux pollens**, en raison notamment de l'allongement des saisons polliniques. La hausse des concentrations de CO₂ entraîne, en effet, une photosynthèse plus importante et donc une production de grains de pollen accrue. Ces derniers contiennent aussi plus d'allergènes avec l'augmentation de la température. L'expansion géographique de certaines espèces végétales allergisantes intervient également.

Sensible aux événements climatiques à long terme, le bouleau est un bon indicateur du changement climatique. Avec un potentiel allergisant très élevé dans toute l'Europe, il pollinise en mars-avril et libère de grandes quantités de pollens dans l'air. Depuis la fin des années 1980, la **quantité annuelle de pollens de bouleau a augmenté de près de 20 %** parallèlement à la hausse de la température moyenne pour 6 villes de France métropolitaine présentant des climats différents.

Des événements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents

La France est exposée à de nombreux risques climatiques : inondations, tempêtes, grêle, sécheresse, feux, etc. [2]. En 2019, près de 18,5 millions de Français résidaient dans un territoire susceptible d'être confronté à des inondations par débordement de cours d'eau ou par submersion marine. Environ 10 millions de maisons individuelles étaient situées dans des zones d'exposition moyenne ou forte de retrait gonflement des argiles. Près de 7 000 communes étaient déclarées à risque « feux de forêt ».

Depuis 1982, année de mise en place du régime de catastrophe naturelle [3], une quinzaine d'inondations catastrophiques sont survenues en France, parmi lesquelles celle consécutive à la tempête Xynthia en 2010 ou celles qui ont affecté le département du Pas-de-Calais fin 2023-début 2024. Sur la même période, une vingtaine de phénomènes atmosphériques extrêmes ont également touché la France, dont les tempêtes Lothar et Martin, Klaus, Xynthia, Alex, Ciaran en France métropolitaine et les ouragans/ cyclones Dina, Dean, Irma, Maria dans les DROM.

La France métropolitaine est également confrontée à des épisodes de sécheresse importants et de plus en plus fréquents. Ces événements sont régulièrement reconnus comme étant à l'origine de désordres sur certaines constructions localisées dans les zones d'exposition moyenne ou forte au retrait gonflement des argiles. Ils induisent également de fortes tensions sur la ressource en eau potable,

comme en 2022 et 2023. Enfin, ils peuvent favoriser les feux de forêts et de végétation, comme en 2022, année durant laquelle plus de 70 000 ha ont brûlé.

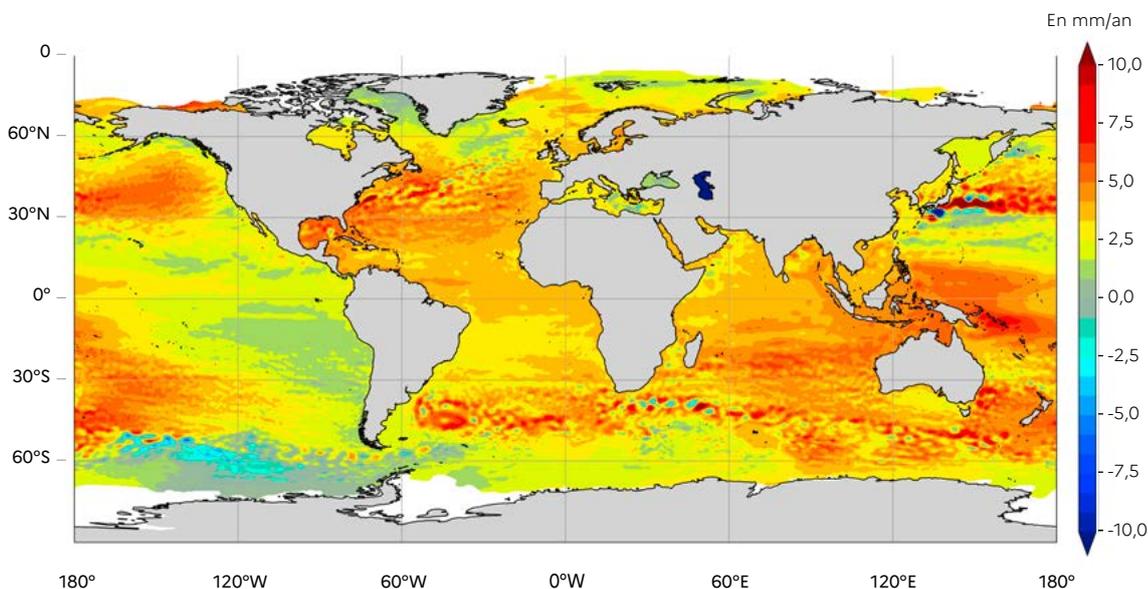
Ainsi, chaque année, près de 6 000 communes font l'objet d'une reconnaissance de l'état de catastrophe naturelle à la suite d'un événement qui a affecté leur territoire. Sur la période 1982-2022, 50 Md€ d'indemnisations ont été versées par les assurances au titre du régime des catastrophes naturelles. Depuis 2017, les indemnisations liées au retrait-gonflement des argiles consécutif à des sécheresses sont prépondérantes.

En 2022, la charge des sinistres couverts par le régime des catastrophes naturelles (inondations, sécheresses, risques géotechniques, tempêtes) a été supérieure à la moyenne 1982-2023, notamment en raison des épisodes de sécheresse géotechniques qui représentent 90 % de la sinistralité (3,5 Md€, soit la sinistralité la plus importante jamais connue par le régime d'indemnisation des catastrophes naturelles depuis 1982 [4]). Sur la période 1990-2020, près de 30 Md€ d'indemnisations ont été versées au titre des garanties Tempête-Grêle-Neige incluses dans les contrats multirisques habitation.

La montée du niveau des mers et des océans

Conséquence directe du réchauffement de la planète, le niveau des mers et des océans augmente. Depuis 1900, le niveau moyen des océans a augmenté d'environ 21 cm. Si l'on s'intéresse plus particulièrement à la période 1993-2022, la hausse moyenne

Tendances régionales d'évolution du niveau moyen de la mer de 1993 à 2023



Source : E.U Copernicus Marine Service Information [Global Ocean Mean Sea Level trend map from Observations Reprocessing | CMEMS \(copernicus.eu\)](#)

des océans est estimée à environ 11 cm, soit 3,3 mm par an [5]. Entre 30 et 50 % de l'élévation du niveau des mers et océans observée à ce jour est due à la dilatation causée par l'augmentation de la température de leurs eaux. Le reste est attribué à la fonte des glaciers de l'Antarctique, du Groenland, des glaciers continentaux et des modifications du cycle hydrologique.

Si la tendance globale est à l'élévation du niveau moyen des océans, il existe cependant une grande variabilité géographique de la hausse du niveau moyen des océans, entre -10 et 10 mm/an selon les régions. Cette variabilité s'explique par la hausse de la température des océans, les grands courants marins, mais également par les différences de salinité des masses d'eau.

En France métropolitaine, sur la période 1993-2019, le niveau de la mer s'élève à un rythme de 3 mm/an en Méditerranée, de 1,4 à 2,5 mm/an en Atlantique et de 1,6 à 2,6 mm/an en Manche-Mer du Nord [6]. Dans les territoires d'outre-mer²⁴, l'augmentation du niveau de la mer est de l'ordre de 3 mm/an au niveau des Antilles, en Nouvelle-Calédonie et en Polynésie française. Elle varie de 4 à 5 mm/an à Saint-Pierre-et-Miquelon, autour de 6 mm/an à La Réunion, entre 3 à 5 mm/an à Mayotte et de 0 et 4 mm/an pour les Terres australes et antarctiques françaises (TAAF).

Le littoral de la France est menacé par trois types de phénomènes naturels : le risque de submersion marine (1,5 million d'habitants), le risque de tsunamis et le recul du trait de côte. Dans ce contexte, la question de l'aménagement des littoraux se pose avec toujours plus d'acuité. Outre les coûts des ouvrages de protection ou des approches de recomposition spatiale, l'acceptabilité sociale et le risque de mettre en œuvre des mesures de mal-adaptation sont de réels freins.

Le recul du trait de côte, résultant en partie de la montée des eaux, concerne près de 25 % des littoraux français. Si l'on y ajoute les 1 500 km d'ouvrages qui se substituent au trait de côte, c'est un tiers du littoral qui est menacé en France. Les implantations humaines en zones basses du littoral sont directement menacées. Ainsi à l'horizon 2100, ce sont près de 450 000 bâtiments, selon le Centre d'études et d'expertise sur les risques la mobilité et l'aménagement (Cerema) [7], qui seraient menacés par l'érosion et l'enneigement des zones basses littorales sous

Hausse du niveau des mers : un modèle d'adaptation dans la basse vallée de la Saône



À Quiberville-sur-Mer en Seine-Maritime, le camping municipal de bord de mer, menacé par l'érosion et la montée des eaux, a été relocalisé à 700 m du rivage. Les travaux, conduits entre 2022 et 2023, ont représenté un coût total de 8,6 M€, dont 69 % financés par des fonds européens et 31 % par des fonds régionaux, départementaux et communaux. La relocalisation du camping a été la première étape d'un grand projet territorial de renaturation de la basse vallée de la Saône (projet Basse Saône 2050), qui permettra à terme de recréer de la biodiversité et de réduire les risques d'inondation sur le territoire. Au niveau métropolitain, ce projet est désormais l'un des plus ambitieux en matière d'adaptation au changement climatique et de recomposition spatiale d'un territoire littoral. Il illustre la complexité de tels projets. En outre-mer, le village de Miquelon engage une démarche de recomposition sans précédent impliquant l'avenir de 600 habitants.

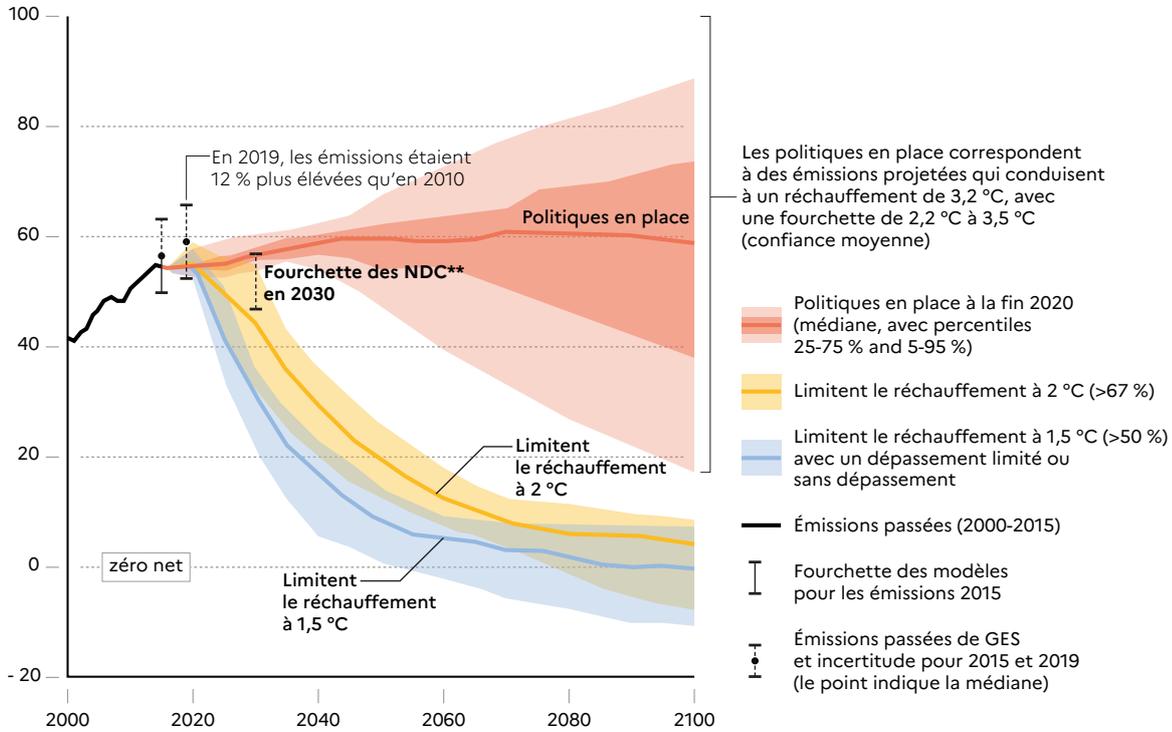
l'hypothèse d'une élévation du niveau moyen des mers de 1 mètre. Près de 50 000 logements seraient menacés par la seule érosion côtière.

Compte tenu de l'inertie thermique des océans, une élévation du niveau de la mer de 2 m semble inévitable à long terme. Selon les travaux de G. Le Cozannet (BRGM) et G. Durand (CNRC) [8], ce seuil serait dépassé au plus tôt dans un siècle et au plus tard dans deux millénaires en fonction du niveau mondial des émissions à venir et de ses effets sur les calottes de glace polaires.

En France, des projets d'aménagements (relocalisation, ouvrages de protection du littoral, etc.) sont mis en œuvre pour permettre aux territoires exposés de faire face à l'augmentation du niveau des mers. Ces projets d'aménagements ont vocation à s'intensifier, notamment dans le cadre du 3e plan national d'adaptation au changement climatique en cours de discussion [9].

24. Ces valeurs doivent être prises avec précaution compte tenu des limites de précision des données cartographiques utilisées : cartographie des tendances régionales du niveau de la mer observées par altimétrie satellitaire, d'après les données diffusées par la NASA.

Projections du réchauffement climatique selon l'évolution des émissions de GES*
En gigatonnes CO₂ éq/an



* Gaz à effet de serre.
** Contributions déterminées au niveau national. Ambitions de réductions des émissions de GES déterminées par chaque État en vue de contribuer aux objectifs de l'Accord de Paris.
Source : MTECT, TRAAC, d'après la figure 5 du résumé pour décideurs du Rapport de synthèse du Giec (IPCC, 2023)

Des perspectives inquiétantes

Le climat futur est déterminé par les émissions de gaz à effet de serre (GES) d'ores et déjà émises dans l'atmosphère et celles qui le seront dans les années à venir. La modélisation du réchauffement climatique est fondée sur des scénarios de développement économique des sociétés humaines plus ou moins émettrices en GES. Ces scénarios conduisent à des augmentations de températures comprises entre + 1,4 °C et + 4,4 °C à la fin du siècle par rapport à l'ère préindustrielle.

Respecter le scénario de l'Accord de Paris (+ 1,5 °C en 2100) impose à l'humanité de ne plus émettre de CO₂ d'ici environ 30 ans et de réduire considérablement les autres GES. Si les politiques climatiques de chaque État restent à leur niveau actuel, le réchauffement planétaire devrait atteindre environ + 3 °C à la fin du siècle. Du fait de l'inertie des systèmes, certains impacts sont, par ailleurs, considérés comme irréversibles. C'est le cas de la montée du niveau des mers qui se poursuivra pendant plusieurs siècles et de la fonte des glaces aux pôles.

Les projections diffusées par le Giec présentent une augmentation des événements climatiques excep-

tionnels (sécheresses, canicules, fortes précipitations, cyclones) en matière de fréquence et/ou d'intensité. Au niveau mondial, un épisode de sécheresse qui se produisait en moyenne une fois tous les dix ans en 1900 pourrait se produire quatre fois plus souvent en 2100, avec un réchauffement mondial de + 4 °C, et un épisode de précipitations exceptionnel sur un jour deux à trois fois plus souvent [10].

Un réchauffement de + 3 °C à l'échelle mondiale correspondra pour la France métropolitaine à un réchauffement d'environ + 4 °C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle. La hausse des températures sera plus intense en été, avec une augmentation des canicules, notamment sur l'arc méditerranéen, le couloir rhodanien et la vallée de la Garonne. Il est attendu une augmentation des pluies extrêmes dans le nord de la France. Les projections pluviométriques sont plus incertaines pour le sud de la France, sans pour autant que la limite entre le Nord et le Sud soit clairement identifiée. Alors que les cours d'eau connaîtront des niveaux très bas en été, les situations de pénurie d'eau risquent de se multiplier.

Un réchauffement trop important provoquera des dommages irréversibles : montée des océans,

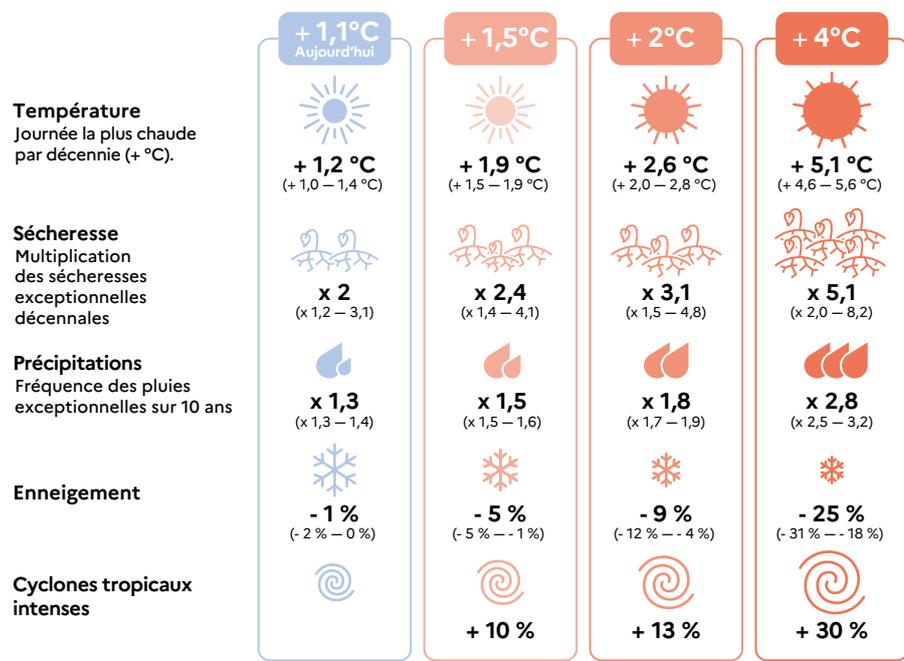
perte de biodiversité, etc. Par exemple, à + 2 °C de réchauffement, les coraux disparaîtront alors qu'ils abritent 30 % de la biodiversité marine.

En parallèle, au-delà d'un seuil critique, le réchauffement pourrait produire des événements en cascade aux conséquences catastrophiques : l'effondrement des calottes glaciaires provoquerait une hausse de plusieurs mètres du niveau des mers, la perturbation des courants marins océaniques engendrerait des changements climatiques profonds, le dégel du permafrost libérerait le méthane séquestré et

augmenterait considérablement l'effet de serre, etc.

Des impacts à l'étranger pourront également avoir des répercussions nationales. Ainsi, avec un système économique mondialisé, des pertes de récoltes à l'étranger, induites par le réchauffement climatique, auront des effets sur l'agriculture et l'alimentation des Français. L'habitabilité de certaines zones de la planète, remise en cause en raison de la hausse des températures et de l'humidité, l'érosion côtière et les risques météorologiques, contraindront des populations à migrer.

Des risques climatiques qui augmentent avec l'élévation des températures



Notes : phénomènes observés et projetés en moyenne sur le globe selon quatre scénarios de réchauffement mondial par rapport à l'ère préindustrielle ; le scénario +1,5 °C au niveau mondial correspond à +2 °C en France. Celui à +3 °C au niveau mondial correspond au scénario +4 °C en France. Le scénario à +4 °C au niveau mondial va bien au-delà du scénario +4 °C en France.
Source : CGDD, d'après Météo-France et les scénarios du Giec

UNE DIMINUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE

Les produits pétroliers (61 %) et le gaz naturel (25 %) sont principalement à l'origine du CO₂ d'origine énergétique émis en France. À l'échelle de la planète, le charbon est le premier contributeur aux émissions de CO₂ énergétique (44 %), devant le pétrole (33 %) et le gaz (21 %) – (valeur 2022). Cette différence structurelle s'explique par la production d'électricité, majoritairement issue du charbon dans le monde, alors que la production d'électricité française est aux trois quarts d'origine nucléaire.

En 2023, les émissions de GES en France sont estimées à 373 millions de tonnes CO₂ équivalent (Mt CO₂ éq), en baisse de 31 % depuis 1990.

La composition des GES et leur provenance

Les GES sont composés de :

- **dioxyde de carbone - CO₂** (76 % des émissions nationales de GES) issu de la combustion d'énergie fossile (pétrole, gaz, charbon) et des procédés industriels, tels que la production de ciment ;
- **méthane - CH₄** (15 % des émissions) provenant de l'élevage et du traitement des déchets ;
- **protoxyde d'azote - N₂O** (7 % des émissions) issu des pratiques culturales ;
- **gaz fluorés** (3 % des émissions) utilisés notamment pour la climatisation et la réfrigération.

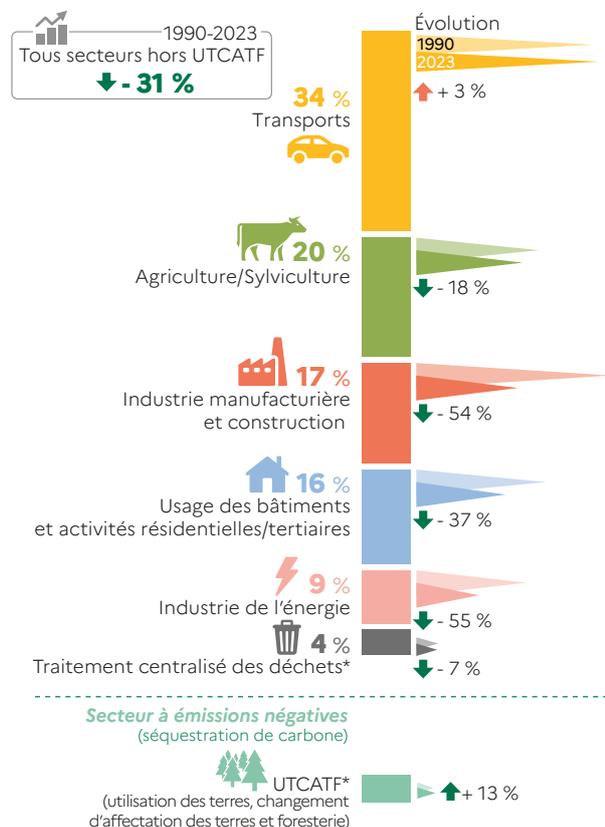
Le poids de l'agriculture dans les émissions de GES

L'agriculture émet 20 % des émissions nationales de GES. Elle est, par ailleurs, le principal contributeur aux émissions nationales de N₂O (86 %) et de CH₄ (71 %). Les rejets de N₂O sont dus aux épandages d'engrais (minéraux ou organiques) sur les sols pour leur fertilisation et aux déjections des animaux (valeur 2023). Ceux de CH₄ proviennent de l'élevage (59 % des émissions agricoles), principalement bovins.

L'industrie a contribué pour moitié à la baisse des émissions françaises depuis 1990

L'industrie manufacturière et la construction, notamment les secteurs de la chimie, des minéraux non métalliques, de la métallurgie, de l'industrie agroalimentaire, sont responsables de 17 % des émissions nationales. Les émissions de ce secteur ont diminué de 54 % entre 1990 et 2023, contribuant pour 45 % à la baisse des émissions françaises sur cette période. La majeure partie des réductions d'émissions provient de l'amélioration des procédés et de gains d'efficacité énergétique. Entre 1990 et

Quels sont les secteurs les plus émetteurs de GES en France ?



* Les valeurs 2022 sont utilisées pour 2023.
Source : SDES, d'après Citepa, format Secten, juin 2024

Les transports, un tiers des émissions nationales de GES

Le secteur des transports est le premier contributeur aux émissions nationales de GES (34 % en 2023). Les voitures particulières représentent environ la moitié des émissions des transports, les poids lourds environ un quart et les véhicules utilitaires légers 15 %.

En France, les émissions des transports ont augmenté depuis 1990

C'est le seul secteur dont les émissions sont en hausse depuis 1990 (+ 3 %). Les émissions de CO₂ par km parcouru ont pourtant diminué (- 24 % entre 1990 et 2023) en raison de l'amélioration de l'efficacité énergétique des moteurs thermiques et de l'émergence des véhicules hybrides et électriques. Cependant, ces améliorations technologiques sont contrebalancées par la hausse de la circulation routière (y compris par habitant), l'alourdissement des véhicules, le vieillissement du parc automobile et l'augmentation des motorisations essence, plus émissives que les diesels pour le CO₂.

Le transport de marchandises par poids lourds représente 7 % des émissions nationales de GES. Les véhicules utilitaires légers (VUL), qui transportent des voyageurs ou des marchandises, sont à l'origine de 5 % des émissions nationales. La suppression totale du transport intérieur de marchandises réduirait donc, au mieux, les émissions intérieures de 12 %.

Par convention internationale, les émissions de GES des transports internationaux aériens, maritimes et fluviaux ne sont pas comptabilisées dans les inventaires nationaux. Seules sont prises en compte les émissions des déplacements effectués entre deux ports ou aéroports localisés en France. En 2023, le transport aérien intérieur a émis 4,5 Mt CO₂ éq, tandis que les émissions du transport international aérien représentent

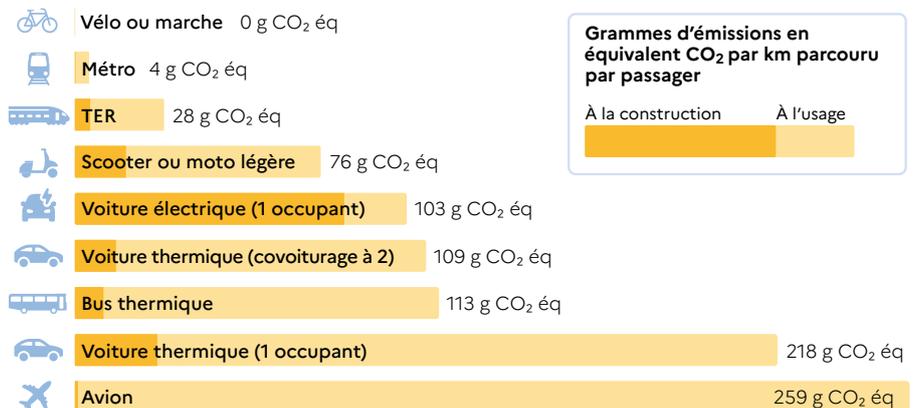
16,3 Mt CO₂ éq. En tenant compte des transports internationaux, le transport aérien est responsable de 5,3 % des émissions de la France. Cette estimation ne tient pas compte des émissions associées aux traînées de condensation des aéronefs.

Des modes de transport plus ou moins émetteurs de GES

Les émissions de GES des déplacements dépendent largement du mode de transport utilisé. Les émissions par kilomètre parcouru des différents modes de déplacement présentées ci-dessous tiennent compte des émissions liées à la construction des véhicules lorsque la donnée est disponible et à la consommation de carburant ou production d'électricité, quel que soit le lieu d'émissions des GES.

- **La marche ou le vélo** : ces modes de transport n'émettent pas de GES.
- **Le train** : entre 3 et 30 g de CO₂ éq/km et par passager selon l'électrification ou non de la ligne.
- **Les autocars et les bus** : les émissions par kilomètre et par passager s'élèvent à 29 g de CO₂ éq pour un car contre 113 g pour le bus urbain thermique.
- **La voiture** : une voiture thermique émet en moyenne 218 g de CO₂ éq/km contre 103 g pour une voiture électrique en incluant la phase de fabrication des véhicules. Les émissions par personne sont à rapporter au nombre de passagers.
- **L'avion** : les émissions par passager en avion varient fortement selon : la taille et les caractéristiques de l'aéronef, la qualité du service (classe éco vs classe affaires) et la durée du vol (les émissions sont plus intensives en phase de décollage/atterrissage). Un passager dans un avion émet en moyenne 259 g CO₂ éq/km. ■

Quels modes de transports émettent le plus de GES ?



Source : CGDD, d'après Ademe (base Empreinte)

Le méthane, un gaz à effet de serre puissant



Les émissions mondiales de méthane (CH₄), qui représentent 20 % des GES, ont augmenté de 32 % entre 1990 et 2022. Elles proviennent principalement de fuites liées à l'extraction de combustibles fossiles (31 %) et de la fermentation entérique (c'est-à-dire produite par les intestins) des animaux d'élevage (29 %), bovins en particulier.

Le « potentiel de réchauffement global » (PRG) mesure le pouvoir de réchauffement d'une masse de molécule par rapport à la même masse de CO₂ sur une période donnée. La durée de vie de chaque GES étant différente, le potentiel de

réchauffement d'un GES dépend de l'horizon temporel retenu.

Le PRG du CH₄ à l'horizon de 100 ans est de 28. Cela signifie que 1 kg de CH₄ contribuera 28 fois plus au réchauffement d'ici 100 ans, que 1 kg de CO₂. À l'horizon de 20 ans, le PRG du CH₄ est de 81. Avec cette échelle temporelle, le CH₄ représente non plus 20 % des émissions de GES mais 42 %. **Le poids de la fermentation entérique dans les émissions totales de GES passerait ainsi de 6 % à 12 % à l'horizon de 20 ans, amplifiant les enjeux climatiques liés à l'alimentation carnée au niveau mondial.**

2023, l'intensité d'émissions de GES de l'industrie manufacturière et de la construction a ainsi baissé de 63 %.

Les émissions de GES des bâtiments (16 % des émissions nationales, dont les deux tiers issus des logements) proviennent essentiellement des équipements de chauffage et de production d'eau chaude. Elles décroissent depuis 1990 (- 37 %) grâce à la rénovation thermique des logements et à la décarbonation du bouquet énergétique. L'évolution de ces émissions est sensible aux fluctuations des prix de l'énergie et aux conditions climatiques hivernales.

L'industrie de l'énergie comprend la production d'électricité (41 % des émissions du secteur), la production de chaleur et le raffinage des combustibles fossiles (30 % des émissions). Les émissions de ce secteur ont fortement diminué depuis 1990 (- 55 %) du fait de la progression de la production d'électricité d'origine nucléaire et de l'amélioration technologique des grandes installations de combustion.

Le traitement des déchets (stockage, incinération, compostage, traitement des eaux usées) s'accompagne d'émissions, en particulier de méthane liées à la décomposition des matières organiques. Il contribue, quant à lui, à 4 % des émissions nationales.

Les sols et les forêts, un puits de carbone majeur

Par convention internationale, seules les émissions de GES d'origine anthropique (c'est-à-dire liées aux activités humaines) sont estimées. Les émissions

naturelles sont exclues (volcanismes, zones humides naturelles, animaux sauvages). Les flux de GES vers l'atmosphère provenant des sols et de la biomasse, en particulier les forêts, sont considérés comme anthropiques, car localisés sur des espaces gérés par l'homme. Ces émissions sont rapportées dans les inventaires de GES dans le secteur dit de « l'utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie » (UTCATF) et sont distinctes des émissions associées aux pratiques culturelles rapportées dans le secteur « Agriculture ».

En France, le secteur de l'UTCATF est un puits de carbone : cela signifie que les absorptions par les terres et les forêts sont supérieures à leurs émissions. En 2023, l'UTCATF permet de compenser 6 % des émissions des autres secteurs. Le carbone stocké par la croissance des arbres est supérieur aux émissions dues à leur prélèvement, ainsi qu'à celui issu des usages et changements d'affectation des sols, notamment l'artificialisation.

En 2023, les absorptions du secteur de l'UTCATF, diminuées de ses émissions, étaient estimées à 21 Mt CO₂ éq. Ce flux absorbé est significativement moins important que celui observé en moyenne annuelle sur la période 1995-2015 (40 Mt CO₂ éq). La diminution du puits s'explique par la moindre capacité des forêts à stocker du carbone, en raison de la dégradation sanitaire des arbres (sécheresse, maladies), de la hausse des prélèvements et d'une baisse de la croissance des peuplements.

De façon générale, le réchauffement climatique induit une moindre capacité de stockage de GES dans l'UTCATF et les océans.

L'empreinte carbone des Français

L'empreinte carbone moyenne d'un Français est estimée à 9,4 t CO₂ éq par personne en 2023. Cet indicateur permet de mesurer l'impact de la consommation des habitants d'un pays sur le climat.

Empreinte carbone : de quoi parle-t-on ?

L'empreinte carbone d'un pays représente la quantité de gaz à effet de serre (GES) induite par la demande finale (consommation finale des ménages, des administrations et des organismes à but non lucratif, ainsi que les investissements), que les biens ou les services soient produits sur le territoire national ou importés. En tenant compte du contenu en GES des importations, l'empreinte carbone permet d'apprécier les pressions sur le climat de la demande intérieure française quelle que soit l'origine géographique des produits consommés. Par construction,

l'empreinte carbone attribue toutes les émissions au consommateur final. Pour autant, la responsabilité des émissions et leur diminution restent à partager entre les différents acteurs (consommateurs, acteurs économiques, puissance publique).

L'empreinte carbone est égale aux émissions intérieures augmentées des émissions étrangères associées aux importations et diminué des émissions associées aux exportations. **L'empreinte carbone d'un bien ou d'un service** a vocation, quant à elle, à inclure la totalité des GES nécessaires à la production de ce bien ou service (extraction de matière,

production des matières premières ou intermédiaires, procédés industriels, transports, services, commercialisation).

L'empreinte carbone est plus élevée que les émissions intérieures

En 2023, selon des estimations provisoires, l'empreinte carbone de la France est de 644 millions de tonnes équivalent CO₂ (Mt CO₂ éq) soit 9,4 t CO₂ éq par personne. C'est 60 % de plus que les GES nationaux (403 Mt CO₂ éq.). En effet, la France est un importateur net de GES, c'est-à-dire que les émissions importées sont supérieures à celles exportées.



Le poids des déplacements, de l'habitat, de l'alimentation et des services en 2021

L'alimentation (2,3 t CO₂ éq/pers), l'habitat (2,2 t CO₂ éq/pers) et les déplacements (2,1 t CO₂ éq/pers) représentent 68 % de l'empreinte carbone des Français. 2t CO₂ éq sont associés aux services publics et marchands et 1,1 t CO₂ éq au poste équipement.

En progression entre 1990 et 2008, le niveau de l'empreinte carbone amorçe depuis une décroissance. Elle est inférieure de 13 % en 2023 à son niveau de 1990. Compte tenu de l'augmentation de la population sur la période, l'empreinte carbone moyenne par habitant est quant à elle inférieure de 26 % par rapport à 1990. Cette baisse est toutefois insuffisante

pour respecter l'Accord de Paris : l'empreinte carbone moyenne actuelle par individu devrait être divisée environ d'un facteur 5 d'ici 2050-2070.

L'empreinte carbone par habitant de la France est inférieure à celle de l'UE et de la Chine et deux fois moins élevée que celle des États-Unis ou de l'Arabie saoudite. En revanche, elle est

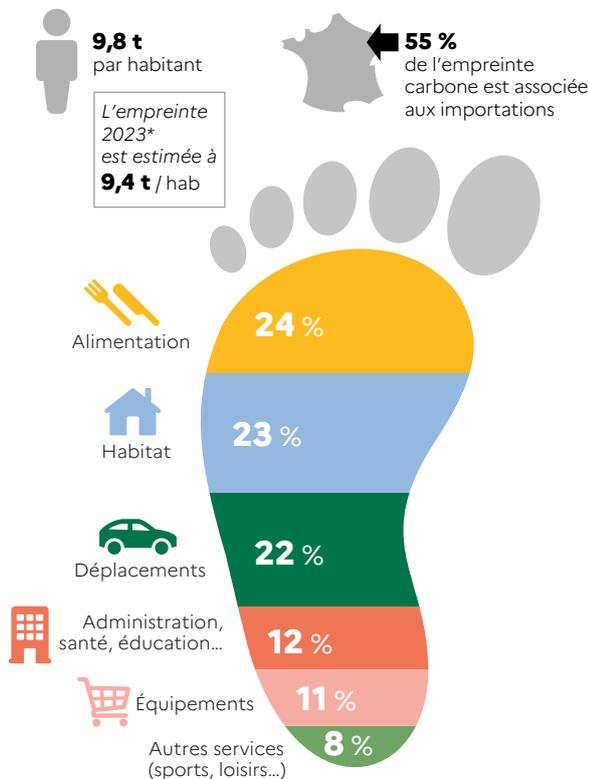
très supérieure à la moyenne mondiale (+ 50 % environ).

Plus de la moitié des émissions sont émises à l'étranger

Les émissions associées aux importations représentent un peu plus de la moitié de l'empreinte carbone. Elles ont progressé entre 2000 et 2008 avant de se stabiliser puis progresser à nouveau depuis 2021.

Les émissions étrangères sont issues de différentes activités économiques : extraction et fabrication des combustibles fossiles, production d'électricité, agriculture, métallurgie, fabrication de minéraux non métalliques, transports et industrie chimique. Ces activités étrangères interviennent dans la chaîne de production de biens et services consommés par les Français (carburants, produits agroalimentaires, biens manufacturés, construction, services de transport, services marchands et publics). Certains produits ont près de 90 % de leurs émissions importées. C'est notamment le cas des produits de l'industrie textile, des produits pharmaceutiques, des produits informatiques et électroniques, des produits en caoutchouc et plastique, des produits métallurgiques, du matériel de transport, des machines et équipements, des produits de la cokéfaction et du raffinage.

De quoi se compose l'empreinte carbone d'un Français en 2021?



* Les données provisoires 2023 ne permettent pas une décomposition par poste de consommation.

Note : la méthodologie de calcul des émissions par poste a évolué en 2024, impliquant une modification de la répartition par poste.

Source : SDES. Calculs SDES-Insee 2024

Les émissions directes des ménages et leurs évolutions

En 2023, les émissions directes des ménages représentent 25 % des émissions nationales. 32 % des émissions sont dues au logement et 65 % aux déplacements. Ces émissions ont diminué de 20 % depuis 1990. Cette tendance résulte de la baisse des émissions liées au logement (- 47%), celles issues des transports sont restées stables.

Les émissions des logements sont principalement dues aux équipements de chauffage au gaz ou au fioul (celles associées aux consommations d'électricité sont allouées aux industries de l'énergie). La réduction des émissions des logements résulte de l'amélioration de l'efficacité énergétique des bâtiments (réglementation thermique des bâtiments neufs et

renovation énergétique) et de la décarbonation de l'énergie utilisée pour le chauffage (en réduisant par exemple le parc de chaudière au fioul). La baisse aurait été plus forte si les surfaces à chauffer ne s'étaient pas accrues, sous l'effet de l'augmentation de la population et de l'accroissement de la surface moyenne des logements par personne.

Les émissions des déplacements émis par les ménages proviennent des carburants des équipements de transport individuels (voitures, deux-roues). Malgré l'amélioration de la performance des véhicules et la décarbonation des carburants, les émissions ne reculent pas. Ceci résulte notamment de l'accroissement du trafic, lié à l'augmentation de la population, mais aussi à celle des distances parcourues par personne. D'autres facteurs concourent au maintien des émissions, tels que l'augmentation du

ÉCLAIRAGE

Les Français et le climat : entre signaux encourageants et incertitudes

Depuis le début du siècle, le changement climatique s'est progressivement imposé dans l'opinion publique comme un enjeu majeur. Entre 2000 et 2023, la part des Français déclarant qu'il s'agit de leur principale préoccupation environnementale est passée de 6 % à 36 %. Depuis une dizaine d'années, ce sujet est en tête des inquiétudes en matière d'environnement et devance largement les autres problèmes depuis cinq ans.

Une prise de conscience globalement partagée

Les diverses études menées sur le sujet s'accordent à identifier de nombreux signaux encourageants. En effet, une large majorité de la population estime désormais que le changement climatique est une certitude scientifique. Pour deux personnes sur trois, le lien entre les activités humaines et le changement climatique ne fait ainsi pas de doute.

Au cours des dix dernières années, la part des Français déclarant que « personne ne peut dire avec certitude les vraies raisons des désordres du climat » a été divisée par deux. Durant cette même période, les conséquences du changement climatique sont effectivement devenues beaucoup plus tangibles pour la population. Dès à présent, 42 % des Français

ressentent les effets du changement climatique dans leur vie quotidienne. Ils redoutent notamment les vagues de chaleur, les sécheresses et les catastrophes naturelles, ainsi que les conséquences de ces événements sur leur bien-être et leur qualité de vie.

Cette meilleure prise de conscience fait écho à l'accroissement du traitement médiatique sur la question climatique : 62 % des Français se sentent bien informés sur le sujet. De même, une grande majorité de la population estime qu'il est de son devoir personnel d'essayer de lutter contre le changement climatique. Plus de quatre Français sur cinq croient par ailleurs que des mesures efficaces peuvent être mises en œuvre pour faire face au changement climatique. Enfin, trois quarts des Français jugent que l'avis des scientifiques doit être suivi par les pouvoirs publics, même si l'opinion publique exprime des réticences.

Quelques zones d'ombre persistent

Ces résultats encourageants ne sauraient toutefois occulter la persistance de signaux préoccupants dans l'opinion publique. En effet, des doutes existent encore : près d'une personne sur trois considère par exemple que le changement climatique reste « une hypothèse sur laquelle les scientifiques ne sont pas tous d'accord », même si moins de 1 % des Français ne pense pas qu'il y ait de changement climatique et seuls 5 % considèrent que ces bouleversements sont essentiellement d'origine naturelle. Par ailleurs, plus d'un tiers

pois moyen des véhicules et la hausse des ventes de voitures neuves aux motorisations essence au détriment des motorisations diesel.

La contribution de la France au changement climatique

En 2022, les émissions de GES de la France, hors UTCATF, représentent 0,8 % des émissions mondiales très loin derrière les pays les plus émetteurs comme la Chine (premier émetteur mondial avec 29 % des émissions), les États-Unis (11 %) ou l'Inde (7 %). La contribution annuelle de la France à l'effet de serre est à mettre en perspective avec le poids démographique (0,84 %) et économique (2,74 %) de la France dans le monde. Rapportée à sa population, la masse de CO₂ (hors autres GES) émise sur le territoire français

est similaire à la moyenne des émissions annuelles mondiales (4,5 t CO₂ par personne).

Toutefois, en intégrant les émissions historiques et/ou les émissions associées aux importations, la contribution de la France devient supérieure à celle de la moyenne mondiale.

Entre 1850 et 2022, la France a émis 2,2 % des émissions mondiales cumulées de CO₂ (hors UTCATF), soit un peu plus que le Canada (2 %) et un peu moins que l'Inde (3 %), le Japon (4 %) ou le Royaume-Uni (4 %) et très loin derrière la Chine (15 %) ou les États-Unis (24 %).

En tenant compte des émissions importées, l'empreinte carbone des Français représente 1,25 % des émissions mondiales en 2022. Les émissions de GES associées à la consommation d'un Français représentent environ 50 % de l'empreinte carbone moyenne d'un habitant de la planète.

des Français se sentent encore insuffisamment informés sur le sujet. Près d'un tiers des enquêtés se montre pessimiste et pense qu'il n'y a pas grand-chose à faire face au changement climatique et qu'il va falloir le subir. Dans le même temps, 28 % des Français pensent que le changement climatique n'aura pas de conséquences sur leur vie quotidienne à l'avenir. Enfin, une majeure partie de la population estime que la solution réside d'abord dans l'action des pouvoirs publics et des entreprises, et non pas tant dans l'action des citoyens. Ces fortes attentes en direction des pouvoirs publics font écho à l'insatisfaction exprimée par 4 Français sur 5 à l'égard des mesures prises en matière d'atténuation des émissions de gaz à effet de serre et d'adaptation au changement climatique.

Comment se projeter vers l'avenir ?

Si la réalité du changement climatique ne suscite plus vraiment de débat, des incertitudes perdurent quant aux façons d'agir pour lutter contre le changement climatique. Tandis que 72 % des Français considèrent que la priorité reste la réduction des émissions de gaz à effet de serre, 25 % jugent qu'il vaut mieux désormais chercher à s'adapter aux conséquences du changement climatique. Peu convaincus par le techno-solutionnisme (c'est-à-dire la confiance en la technique pour apporter une réponse), 61 % des Français ne pensent pas que le progrès scientifique et technique résoudra les problèmes climatiques. Par ailleurs, trois personnes sur cinq

jugent probable que les mesures prises pour lutter contre le changement climatique auront un impact négatif sur leur pouvoir d'achat. Près d'un tiers de la population redoute également que cela ait des impacts négatifs sur nos modes de vie et notre économie. À l'avenir, 68 % des Français estiment que les conditions de vie vont devenir extrêmement pénibles à cause des dérèglements climatiques. 28 % pensent à l'inverse qu'il sera possible de s'adapter sans trop de mal face aux modifications du climat, et 4 % considèrent que ces changements auront des effets positifs.

Depuis quelques années, la notion d'éco-anxiété est fréquemment utilisée dans le débat public. En pratique, 14 % des Français (et 24 % des moins de 25 ans) se déclarent extrêmement préoccupés par le changement climatique. Cela ne veut pas dire qu'ils font preuve de défaitisme, car si 16 % des moins de 25 ans se montrent fatalistes face à la capacité de notre société à faire face à un changement climatique perçu comme inéluctable, c'est cependant cinq points de moins que le reste de la population. D'ailleurs, 20 % des moins de 25 ans déclarent avoir déjà manifesté pour le climat, soit deux fois plus que le reste de la population.

Source : enquêtes menées par [Sciences Po et le SDES](#), par [l'Ademe](#) et par [Eurobaromètre](#).

LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE

La France mène depuis le début des années 2000 une politique énergétique et climatique pour réduire ses émissions. Elle s'est notamment fixé l'objectif d'atteindre la « neutralité carbone » dès 2050, ce qui suppose une division par au moins six de ses émissions brutes de GES par rapport à 1990.

Quelle feuille de route pour atteindre la neutralité carbone ?

La Stratégie française sur l'énergie et le climat est la feuille de route nationale pour parvenir à l'objectif de neutralité carbone à l'horizon 2050, tout en assurant l'adaptation de la société aux impacts du changement climatique. Elle sera régulièrement actualisée et s'appuiera sur :

- la 3^e édition de la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC3) ;
- la 3^e édition du plan national d'adaptation au changement climatique (PNACC3) ;
- la 3^e édition de la programmation pluriannuelle de l'énergie (PPE3).

En vue de la neutralité carbone, la SNBC définit pour le territoire français des objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre pour les 15 prochaines années : les budgets carbone. Ce sont des plafonds d'émissions à ne pas dépasser, exprimés

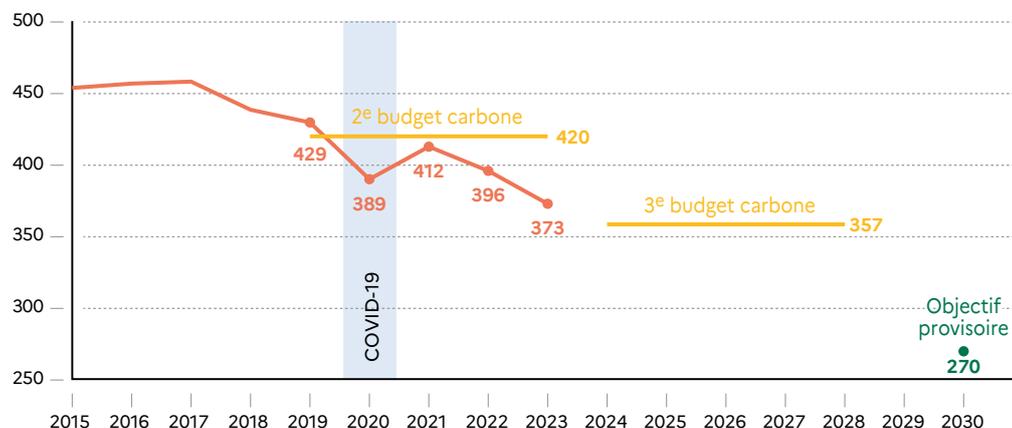
en moyenne annuelle par période de cinq ans en Mt CO₂ éq. Ils sont déclinés par secteurs d'activité et par gaz à effet de serre.

Au terme de la période 2015-2018, la France a dépassé le premier budget carbone (442 Mt CO₂ éq) qu'elle s'était assignée (les émissions étaient en moyenne de 453 Mt CO₂ éq/an sur la période). Les émissions de GES moyennes annuelles de la période 2019 à 2023, hors UTCATF (400 Mt CO₂ éq), sont quant à elles en deçà du budget carbone annuel moyen indicatif pour la période 2019-2023 (422 Mt CO₂ éq).

Les émissions estimées pour 2023 représentent une baisse de 31 % des émissions par rapport à 1990. En lien avec l'objectif européen « Fit for 55 » de réduction des émissions nettes de GES (y compris UTCATF) d'au moins 55 % d'ici à 2030 par rapport à leur niveau de 1990, la France s'est fixé un objectif de réduction de 50% des émissions hors UTCATF à l'horizon 2030. Pour tenir cet objectif, il faudrait observer en sept ans une baisse de 4,5 % par an, soit un rythme inférieur à celui observé en 2023 par rapport à 2022 (- 5,8 %), mais un doublement du rythme annuel de baisse des émissions constaté depuis 2010.

Pour atteindre la neutralité carbone à l'horizon 2050, les émissions de GES en 2050 devront être

Émissions de GES de la France et objectifs climatiques politiques
En Mt CO₂ éq



Notes : émissions de GES hors utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie ; l'objectif provisoire à l'horizon 2030 correspond à un alignement de la France avec le nouvel objectif européen de réduction d'émissions de - 55 % entre 1990 et 2030, d'après le Conseil national de la transition écologique du 22 mai 2023.

Source : Citepa, rapport Secten, édition 2024, Émissions de gaz à effet de serre et de polluants atmosphériques en France

compensées par les absorptions de GES par les forêts et les terres ainsi que le stockage / captage technologique (technique encore expérimentale). La SNBC prévoit un stockage d'environ 67 Mt CO₂ éq en 2050 par le secteur de l'UTACTF, ce qui au vu des données actuelles semble difficile à atteindre.

En 2022, une démarche de planification écologique a été lancée à l'échelle nationale. Celle-ci vise à coordonner les acteurs pour relever les défis de la transition écologique concernant le climat et également la préservation de la biodiversité et des ressources et la réduction des pollutions.

Quelques exemples de leviers de lutte contre le changement climatique

Des politiques climatiques se déploient dans tous les secteurs : aides publiques à la rénovation énergétique ou à l'achat de véhicules moins émissifs en CO₂, réglementations thermiques dans les bâtiments, systèmes d'échanges de quotas dans l'industrie, etc.

Trois exemples de politiques publiques de lutte contre le changement climatique concernant l'agriculture, la nature et les incitations fiscales et réglementaires sont présentés ci-après.

1^{er} exemple : le 4 pour 1 000

La couche superficielle des sols français renferment 3 580 Mt de carbone organique, répartis entre les forêts (38 %), les prairies permanentes (22 %) et les grandes cultures (22 %). Cela en fait le second puits de carbone derrière les océans [11].

Les scientifiques s'accordent sur le fait qu'une augmentation annuelle de 0,4 % de la teneur en carbone dans les 30 premiers centimètres des sols permettrait de stopper l'augmentation de la concentration de CO₂ dans l'atmosphère. C'est dans ce contexte qu'a émergé l'initiative « 4 pour 1 000 » sur les sols pour la sécurité alimentaire et le climat » lors de la COP21 sur le climat en 2015. Accroître la couverture des sols ou les enrichir de matières organiques permet d'augmenter leur teneur en carbone. Ainsi, l'extension des cultures intermédiaires (c'est-à-dire entre la culture principale et le semis de la culture suivante) peut augmenter de 35 % le potentiel total de stockage additionnel des sols, l'agroforesterie intra-parcellaire (c'est-à-dire l'intégration d'arbres dans les parcelles) de 19 % et l'insertion et l'allongement du temps de présence de prairies temporaires de 13 %. L'efficacité de ces mesures suppose en parallèle une réduction de l'artificialisation des sols, processus à l'origine de rejet de carbone dans l'atmosphère.

En 2019, sans changement d'usage des sols et sans modifier les pratiques agricoles et forestières,

Les plans d'adaptation au changement climatique des bassins

Le changement climatique a de fortes répercussions sur le cycle de l'eau : entre autres, baisse de la ressource en eau, accroissement de la sécheresse des sols, augmentation des dégâts liés aux phénomènes extrêmes (inondations, sécheresses, etc.). Les travaux scientifiques récents [12] confirment les perturbations prévisibles du cycle de l'eau en France métropolitaine à moyen et long terme.

En France, la gestion de l'eau se fait principalement à travers les schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux (Sdage) et leurs programmes de mesures, déclinaisons nationales de la directive-cadre européenne sur

l'eau²⁵. Pour vivre avec moins d'eau disponible et accroître la résilience des bassins au changement climatique, les agences de l'eau de France métropolitaine, par le biais de leur comité de bassin, ont élaboré des plans d'adaptation au changement climatique. L'objectif de ces plans est d'inciter à l'action tous les acteurs du territoire. Établis en co-construction, ces plans décrivent le plus précisément possible les effets prévisibles du changement climatique, pour les anticiper dans les documents et démarches de planification et d'aménagement, portant directement ou indirectement sur l'eau. À partir des objectifs fixés par bassin, les plans proposent des solutions et donnent des exemples de réalisation. Ils insistent en particulier sur la sobriété en eau pour tous les usages, en cohérence avec le plan eau de 2023, et la mise en œuvre de solutions d'adaptation fondées sur la nature.

ÉCLAIRAGE

25. La directive-cadre sur l'eau (DCE) du 23 octobre 2000 établit un cadre général pour une politique globale communautaire dans le domaine de l'eau. L'objectif fixé est d'atteindre le bon état de l'ensemble des cours d'eau, nappes d'eau souterraine et eaux littorales, du point de vue chimique, biologique et quantitatif.

L'Institut national pour la recherche agronomique (Inrae) estime l'évolution des stocks de carbone dans les sols français à + 2,3 % par an.

2° exemple : les solutions d'adaptation fondées sur la nature

Le concept de « Solutions d'adaptation fondées sur la Nature » (SafN) est relativement récent, même s'il correspond parfois à des pratiques déjà anciennes, voire ancestrales. Selon l'UICN, il s'agit de protéger et de restaurer des écosystèmes naturels, afin de s'appuyer sur leur fonctionnement pour s'adapter au changement climatique, tout en présentant des bénéfices pour la biodiversité. Par exemple, une rivière qui retrouve ses méandres naturels et des berges végétales peut déborder de son lit et ainsi absorber les crues en amont, tout en favorisant les frayères pour les poissons (lieux propices à leur reproduction). Le rapport coût/bénéfice à long terme des SafN est généralement plus intéressant que l'aménagement d'infrastructures artificielles, qui sont aussi plus facilement sujettes aux « mal-adaptations » (inefficacité ou aggravation du risque). Les bénéfices économiques de la restauration de la nature ont ainsi été estimés huit fois supérieurs à leurs coûts [13].

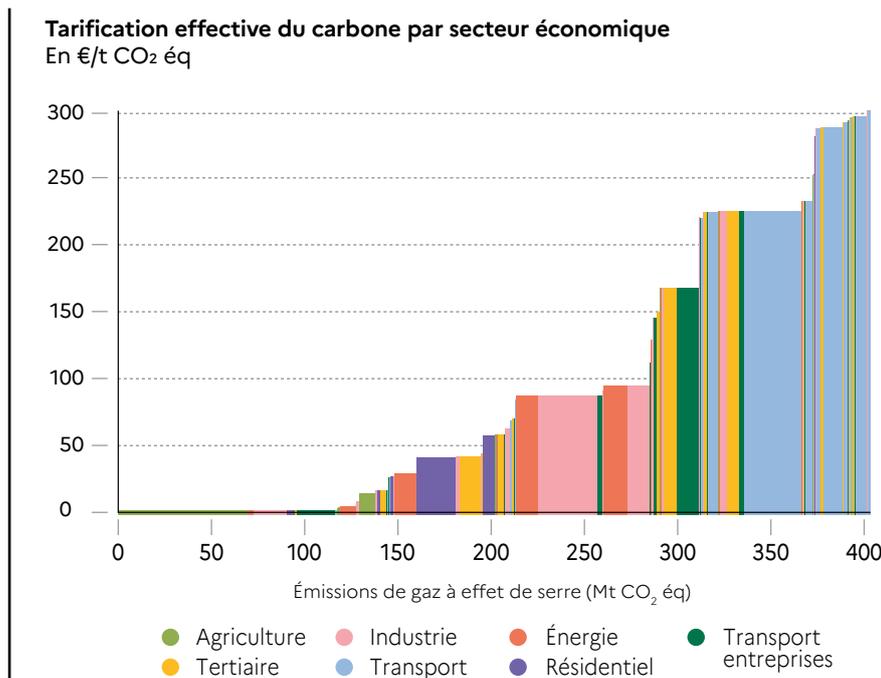
Par ailleurs, les écosystèmes naturels participent activement à l'absorption et au stockage du CO₂ généré par l'homme. Leur maintien ou leur restauration est donc également bénéfique en matière d'atténuation du dérèglement climatique.

L'intégration et la généralisation des SafN dans les stratégies de lutte contre le dérèglement climatique représentent donc un enjeu majeur.

3° exemple : la tarification effective du carbone

Les émissions de gaz à effet de serre peuvent être réduites par différents types de politiques publiques, qui sont usuellement utilisées de manière combinée. En France, la fiscalité des énergies et des déchets, ainsi que les quotas d'émissions européens, créent une incitation à la réduction de ces émissions, mais aussi d'autres externalités (pollution de l'air, bruit, usure des infrastructures, accidents de la route, etc.), selon les usages concernés. Au sens de l'OCDE, ces politiques constituent la « tarification effective du carbone ». Ce concept permet une représentation du niveau d'incitation à la réduction des émissions induit par ces politiques. Plus la tarification effective du carbone est élevée, plus l'incitation à la réduction des émissions est importante.

En France, en 2023, les émissions de gaz à effet de serre sont sujettes à une tarification effective du carbone de 91 €/t CO₂ éq en moyenne, dont 75 €/t CO₂ éq de taxes d'accise (c'est-à-dire d'impôts indirects) sur l'énergie et les déchets et 16 €/t CO₂ éq de quotas d'émissions européens. Ce niveau moyen masque cependant une forte hétérogénéité selon les secteurs et les acteurs [14].



Lecture : 285 millions de tonnes d'équivalents CO₂ sont tarifées à un niveau inférieur ou égal à 100 €/t CO₂, soit 71 % du total des émissions sur le territoire français. 117 millions de tonnes d'équivalent CO₂ ne sont pas tarifées, soit 29 % du total des émissions sur le territoire français.
 Note : les niveaux de tarification et les niveaux d'émissions sont ceux de 2023.
 Champ : ensemble des émissions de gaz à effet de serre, France entière.
 Source : CGDD, modèle Elfe version 3, septembre 2024

Le financement de l'atténuation du changement climatique

L'institut de l'économie pour le climat (I4CE), dans son *Panorama des financements climat*, évalue le montant investi en France pour atténuer le changement climatique (hors dépenses d'adaptation). En 2022, ces investissements, provenant des ménages, des entreprises et des administrations publiques, sont estimés à 100 Md€, soit 3,8 % du PIB. Ils portent sur les infrastructures, équipements et véhicules de transport bas-carbone (33,9 Md€), la performance énergétique dans les bâtiments neufs (23,7 Md€), la rénovation énergétique des bâtiments (22,1 Md€) et la production d'énergie décarbonée (20,1 Md€).

Cependant, les besoins d'investissements climat estimés sur la base de la stratégie nationale bas-carbone et de la programmation pluriannuelle de l'énergie, s'élèvent à environ 160 Md€ en moyenne pour chacune des années de la période 2024-2030.

Faire sa part : les acteurs d'une société bas-carbone

Le dérèglement climatique et ses conséquences se sont affirmés ces dernières années comme une préoccupation sociétale majeure et croissante. Les engagements internationaux, tout comme les politiques nationales qui en découlent, se font plus ambitieux, en réponse notamment aux rapports d'évaluation réguliers du Giec et au fil des COP successives. Cependant, la mise en œuvre concrète des transformations nécessaires et des actions de réduction des GES est parfois entravée par la recherche du niveau d'action le plus efficient, s'appuyant sur la recherche des « responsabilités » de chaque entité dans les émissions. Il est ainsi fréquent de voir alternativement pointés les consommateurs, les entreprises, les collectivités ou encore l'État en tant que principaux responsables de l'(in)action climatique.

Or, s'il est avéré que l'impact de l'action individuelle n'est pas du tout négligeable, il est estimé que l'engagement des individus et des ménages vers une décarbonation des modes de vie serait insuffisant à lui seul pour atteindre les objectifs de réduction nationaux. En effet, selon une étude de Carbone 4 [15], une part importante (de l'ordre des trois quarts) de la baisse nécessaire de l'empreinte carbone individuelle des Français dépend du système sociotechnique du ressort de l'État et des entreprises. La réduction des émissions liées à la mobilité et au logement renvoie ainsi à des actions aux échelles aussi bien individuelles que collectives (offre de transports en commun, aménagement du territoire, aides à la rénovation thermique, etc.). Si chaque geste compte, la nécessaire action à l'échelle individuelle doit pouvoir s'articuler avec des évolutions collectives plus profondes et indispensables vers une société bas-carbone.

Atténuation ou adaptation ?



L'atténuation est définie par le Giec comme « l'intervention humaine pour réduire les sources ou augmenter les puits de gaz à effet de serre » ; elle correspond donc aux actions sur les causes du changement climatique.

L'adaptation est « une démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences » ; elle vise donc à gérer les effets du changement climatique et ses impacts.

Ces deux approches peuvent être en synergie, lorsque l'adaptation accélère les politiques d'atténuation (par ex. stockage de carbone dans les haies replantées) et lorsque les efforts d'atténuation conditionnent les capacités d'adaptation (il est plus facile de s'adapter à un climat qui se dérègle moins).

Elles peuvent parfois avoir des effets antagonistes (par exemple l'adaptation aux fortes chaleurs par la climatisation augmente la chaleur extérieure et les consommations d'énergie), on parle alors de « **maladaptation** ». Il est donc primordial de construire une stratégie systémique cohérente articulant ces deux approches, en anticipant leurs interactions.

Préparer le monde professionnel aux enjeux environnementaux par la formation

Sans la prise en compte des enjeux environnementaux dans l'ensemble du système de formation, la mise en œuvre de la transition écologique est vaine. Décarboner l'industrie en adoptant des alternatives de production plus écologiques suppose d'intégrer des connaissances et des compétences favorables à l'environnement dans l'ensemble des métiers. Ceci concernera aussi bien les postes d'encadrement et d'exécution, que les métiers « leviers », en lien avec l'amont (achats responsables) et l'aval (recyclage). La montée en compétences passe notamment par la formation professionnelle continue des personnes déjà en emploi, mais également par la formation initiale. Plus de 200 diplômes, en formation initiale, sont actuellement proposés dans le domaine de l'environnement.

Le défi de l'adaptation

INTERVIEW GONÉRI LE COZANNET,

chercheur au BRGM, co-auteur du volet II du 6^e rapport du Giec, membre du Haut Conseil pour le Climat

Qu'est-ce que l'adaptation au changement climatique ?

G. LC - Les mesures d'adaptation consistent à réduire les risques induits par le changement climatique. Cette adaptation peut être réactive, répondant à un événement qui s'est produit, ou pro-active en anticipant les risques à venir. L'adaptation doit concerner les systèmes humains, mais également les systèmes naturels. L'adaptation de la nature peut être facilitée par l'homme, en instaurant par exemple des zones protégées.

Il faut s'adapter au changement climatique, car ses conséquences sont déjà tangibles. Ces événements vont s'intensifier avec le réchauffement et d'autres risques vont survenir. La mise en œuvre de l'adaptation peut être très longue, par exemple pour relocaliser des implantations humaines menacées par le recul du trait de côte. Il faut donc anticiper dès à présent ces phénomènes et les mesures pour s'en prémunir.

Dans quels secteurs prioritairement doit se faire l'adaptation aux changements climatiques, et comment ?

G. LC - Tous les secteurs sont concernés et interconnectés, mais certains semblent plus cruciaux en raison des enjeux stratégiques fondamentaux qui leur sont associés. Les principaux risques identifiés en Europe sont : les vagues de chaleur qui affectent directement la santé humaine, les pertes de rendements agricoles qui présentent des risques pour la sécurité alimentaire, les pénuries d'eau qui auront des conséquences pour tous les secteurs économiques et les inondations côtières et continentales qui menacent la vie et les installations humaines. Le Giec observe que la plupart des démarches d'adaptation mises en œuvre dans le monde sont incrémentales, c'est-à-dire orientées sur les conditions de maintien

d'activités ou d'infrastructure spécifiques ou préexistantes. Or, il est indispensable de mettre en œuvre des adaptations transformationnelles, c'est-à-dire beaucoup plus systémiques en impliquant les acteurs économiques, les responsables politiques et les citoyens. En agriculture par exemple, l'adaptation incrémentale ajustera les dates de semis, alors que l'adaptation transformationnelle s'intéressera aux intrants, au choix des cultures, à l'alimentation et aux pratiques agroécologiques.

Faut-il faire un choix entre atténuation et adaptation ?

G. LC - Les possibilités d'adaptation sont conditionnées à une atténuation rapide des émissions de GES. Plus le climat se réchauffe et moins il sera possible de s'adapter. Il faut donc agir rapidement sur ces deux leviers.

Il n'est pas forcément pertinent de découpler les politiques d'atténuation, d'adaptation et de préservation de la biodiversité. Les actions à l'échelle locale répondent souvent concomitamment à ces trois enjeux. Cela peut être le cas dans l'urbanisme, par exemple dans les politiques de promotion et d'accompagnement des déplacements cyclables, qui permettent d'améliorer la santé et de réduire les émissions de CO₂. Il est utile d'analyser les co-bénéfices des actions de lutte contre le changement climatique. Ils sont généralement nombreux, y compris sur le plan économique. Les rapports du Giec présentent les bénéfices pour l'atteinte des objectifs de développement durable (ODD) des différentes mesures de lutte contre le changement climatique.

Comment s'adapter ?

G. LC - L'adaptation nécessite de définir des priorités, de faire des choix, portés par les responsables politiques. Tous les échelons territoriaux et les acteurs économiques sont concernés. S'appuyer sur les connaissances scientifiques, notamment pour identifier les risques et la vulnérabilité ou évaluer les options d'adaptation, permet d'éviter des écueils. Les moyens financiers et humains sont indispensables pour répondre à ces enjeux.

Le Giec montre que les modes de gouvernance les plus efficaces sont inclusifs et impliquent

la participation directe des parties prenantes. Le changement climatique est injuste. Il touche en priorité les populations les plus vulnérables. La concertation est propice à l'émergence de solutions équitables et acceptées. Enfin, le Giec montre qu'agir sur la demande peut limiter les conflits liés à l'accès aux ressources.

La France a-t-elle commencé à s'adapter ?

G. LC - Oui. On observe des avancées et des progrès. À l'échelle nationale, on peut citer l'établissement des plans nationaux d'adaptation au changement climatique ou le déploiement d'actions dans les métropoles et les villes. On constate toutefois un déficit de mise en œuvre de l'adaptation, ainsi qu'une adaptation trop lente face à la rapidité du changement climatique. Certaines mesures peuvent être satisfaisantes à court terme et localement mais se révèlent inappropriées sur le long terme. On parle alors de réponses « maladaptatives ». Malgré l'instauration de dispositifs d'adaptation, les impacts du changement climatique sont de plus en plus évidents.

Existe-t-il des limites à l'adaptation ?

G. LC - Pour anticiper le futur, la France propose de retenir une trajectoire de réchauffement de + 4 °C à l'horizon 2100, ce qui correspond à un réchauffement de + 3 °C à l'échelle de la planète. C'est très bien, car cela donne une consigne aux acteurs publics et économiques. Tous les territoires sont concernés.

Toutefois, à + 4 °C, l'adaptation ne sera pas possible pour tous les secteurs. Les stations de ski sont par exemple très vulnérables. On identifie des limites à l'adaptation dites « douce » liée au contexte social ou économique. L'adaptation de l'agriculture est, quant à elle, limitée par le contexte socio-économique des agriculteurs. Les limites dites « dures » sont celles liées à des contraintes physiques. Si la sécheresse est trop intense ou trop longue, l'agriculture ne peut plus s'adapter ; l'adaptation aux inondations en ville peut être contrainte par la capacité des réseaux à évacuer les eaux ; au-delà d'un réchauffement de + 2 °C, on estime que 99 % des coraux tropicaux mourront. Cette limite dure est particulièrement inquiétante, car les coraux abritent plus de 30 % de la biodiversité marine.

Des risques moins prévisibles doivent aussi être anticipés : en raison de la globalisation du monde, les risques climatiques peuvent se propager entre régions ; des conflits, notamment sociaux liés à l'accès aux ressources en eau émergent ; des maladies vectorielles nouvelles peuvent déstabiliser les systèmes de santé, etc. Un monde à + 3 °C (4 °C en France métropolitaine) est un monde dangereux.

Un dernier argument pour encourager l'adaptation ?

G. LC - L'immense majorité des mesures d'adaptation (et d'atténuation) présentées dans le rapport du Giec sont bénéfiques pour la santé. ■

Quand la France s'adapte : vivre à + 4 °C

La France s'est dotée d'une trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique [16], qui doit servir de référence à toutes les actions d'adaptation, en tenant compte de l'évolution future du climat. Dans le scénario retenu, le réchauffement mondial se poursuit et se stabilise à + 3 °C en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle, soit environ + 4 °C en moyenne sur la France métropolitaine. Ce scénario prend en compte les politiques mondiales d'atténuation en place et les engagements supplémentaires des États tels qu'exprimés dans leurs contributions nationales demandées par l'Accord de Paris. Cette démarche doit permettre de :

- mettre à jour les normes et réglementations sectorielles qui doivent prendre en compte les effets du changement climatique ;
- accompagner l'adaptation des collectivités territoriales ;
- accompagner l'adaptation sectorielle de l'activité économique.

Manger moins de protéines animales : une transition alimentaire bénéfique pour le climat

En France, les protéines animales²⁶ sont historiquement très présentes dans le régime des Français. Pourtant, la viande bovine est un aliment dont le contenu en GES est très élevé. La réduction de sa consommation représente donc un levier d'action efficace pour limiter le dérèglement climatique.

Pourquoi manger moins de viande ?

Notre alimentation contribue pour 21 % à l'empreinte carbone de la consommation totale des Français [17] : rejet de méthane (CH₄) issu de la digestion des ruminants, de protoxyde d'azote provenant des engrais utilisés pour les cultures agricoles, de dioxyde de carbone issu de la consommation d'énergie par les industries agroalimentaires, les services de restauration, le transport, le matériel agricole. La nature de l'aliment consommé constitue une part importante des émissions, comparativement à son transport et son conditionnement. Contrairement aux végétaux, la viande a un contenu en GES très élevé. L'élevage représente 59 % des émissions françaises de GES de l'agriculture, et 10 % des émissions totales de GES d'origine humaine en France [18].

La production de 100 grammes de protéines de viande bovine émet en moyenne 50 kg de GES (en équivalent CO₂) dans l'atmosphère, tandis que celle de la même quantité de protéines de céréales n'en rejette que 3 kg. L'impact sur le climat de l'alimentation carnée est variable selon les types de productions animales : la préparation d'un plat à base de boeuf émet 7 fois plus de GES que celle

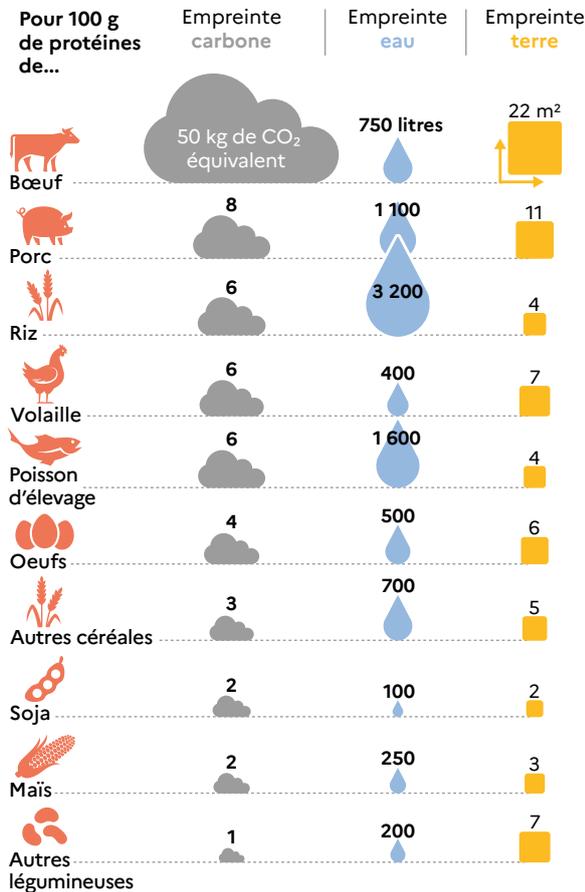
d'un plat à base de volaille. De plus, la production de viande est très gourmande en eau (une vache consomme 50 à 100 litres d'eau par jour), et en surface terrestre (production de céréale et fourrage, et infrastructure pour le bétail). Le méthane est principalement émis lors de l'épandage des engrais, par la décomposition du fumier, et les flatulences des bovins, ovins et caprins : les émissions générées par le bétail représentent 32 % des émissions de méthane d'origine humaine [19].

Vers une transition des modes de consommation et de production ?

La consommation individuelle de viande en France a augmenté depuis l'après-guerre. Le pic a été atteint en 1998 avec 93,6 kilogrammes équivalents carcasse de viandes consommées par habitant (kgec/hab) [20] contre 75,8 kgec/hab en 1970. Après avoir baissé lentement jusqu'en 2013, cette consommation tend à augmenter de nouveau, + 3 % entre 2013 et 2022 [21]. Pourtant, un changement dans les esprits est en cours, avec une hausse des Français qui se disent « flexitariens ». Ce contraste entre ce qui est déclaré et ce qui est mesuré viendrait notamment de la « consommation cachée » de viande, dont une part importante se trouve dans les produits transformés, les plats préparés ou encore dans la consommation hors domicile. Un report de

26. Le terme « protéine animale » comprend la viande (dont le poisson), le lait et produits dérivés, et les œufs.

Quelle empreinte pour produire 100 g de protéines sur le climat, la ressource en eau et la consommation d'espace ?



Lecture : pour produire 100 g de protéines de viande de boeuf, on émet 50 kg de CO₂ équivalent, on utilise 750 litres d'eau et cela représente 22 m² de surface.
 Source : CGDD, d'après Poore J. & Nemecek (2018)

Elle induit notamment une évolution de la production vers un modèle moins intensif, plus diversifié et local. La réorientation de terres cultivées vers l'alimentation humaine, ainsi que des élevages davantage nourris à l'herbe et par des sous-produits de filières végétales (tourteaux de lin, de tournesol, de colza, etc.) favoriseront le maintien d'écosystèmes caractéristiques tels que les prairies permanentes riches en biodiversité, qui filtrent l'eau et stockent du carbone.

Le territoire, moteur des transitions vers plus de protéines végétales

L'offre alimentaire en France peine encore à offrir des alternatives végétales. Sur 150 supermarchés étudiés en France, 92 % des références contiennent de la viande ou du poisson [23]. Les trois quarts des végétariens, pescétariens et végétaliens déclarent ainsi rencontrer des difficultés pour suivre leur régime alimentaire, que ce soit en raison de l'accès à l'offre dans les magasins ou restaurants, ou des critiques de l'entourage [24]. La viande est considérée comme un aliment central dans nos assiettes, alors que les végétaux sont un aliment périphérique, un accompagnement. Manger moins de viande implique donc de modifier cette représentation sociale associée aux protéines, très ancrée en France. Plus prosaïquement, un manque de connaissance des recettes végétariennes peut représenter un véritable obstacle à manger moins de viande.

Première impulsion notable, le programme national pour l'alimentation 2019-2023, issu des lois dites « EGAlim » et « Climat et résilience »²⁷, prévoit la promotion des protéines végétales en restauration collective. Il encourage également les acteurs à développer des filières de protéines végétales en

la consommation de viande bovine vers celle de volaille est également constaté. Avec 85 kgec/hab consommée en 2022, la viande reste très présente dans l'alimentation française.

Les profils des personnes qui changent leur alimentation sont variés. Ainsi, le végétarisme est précoce (25-29 ans) chez les employés et chômeurs et adopté plus tard parmi les catégories supérieures (40 ans) [22]. Le changement de régime alimentaire est motivé par des raisons environnementales, mais aussi sanitaires, ou par conviction pour le bien-être animal. Le prix trop élevé de la viande limite aussi la consommation des classes défavorisées.

La réponse aux enjeux environnementaux, économiques et de santé de l'alimentation implique un accompagnement politique de tous les acteurs.

27. La loi du 30 octobre 2018 portant sur l'agriculture et l'alimentation, dite loi « EGAlim », complétée par la loi du 22 août 2021 portant sur le climat, dite loi « Climat et résilience », prévoit un ensemble de mesures concernant la restauration collective publique et privée.

vue de l'autonomie protéique (notion qui renvoie à la capacité des exploitations à couvrir les besoins en protéines de leurs troupeaux). Cela se traduit notamment par l'introduction d'une option végétarienne quotidienne obligatoire dans la restauration collective publique et par un menu végétarien au moins une fois par semaine dans la restauration collective scolaire. Ces objectifs rejoignent ceux du plan protéines végétales et les recommandations nutritionnelles du plan national nutrition santé 2019-2023 : réduire la consommation de viande à maximum 500 g et 150 g de charcuterie par semaine, augmenter les légumes secs (au moins deux fois par semaine) et les fruits et légumes (au moins cinq par jour).

Des actions dans les territoires ont ainsi vu le jour ces dernières années pour soutenir les changements

de pratiques à la fois alimentaires et agricoles, en particulier dans le cadre des projets alimentaires territoriaux [25]. Ceux-ci visent à fédérer autour d'une alimentation saine et durable les acteurs des différents échelons (production, transformation, distribution, restauration, consommation) : aide à la création de filière locale de valorisation des légumineuses, formations des professionnels de la restauration pour savoir cuisiner les protéines végétales et composer des menus végétariens, éducation des jeunes à l'alimentation durable, etc.

Signe que les habitudes alimentaires évoluent progressivement : de plus en plus de restaurants végétariens et végétaliens voient le jour, pour faire découvrir la diversité et l'intérêt gustatif de cette cuisine faite de protéines végétales.

Pour une alimentation plus végétale : les PAT s'engagent

Dans le cadre de son projet alimentaire territorial (PAT) Plaine aux Plateaux, le territoire francilien regroupant la plaine de Versailles et le plateau de Saclay a encouragé la mise en place d'une filière de production de légumineuses. La démarche était destinée dans un premier temps à des collèges des Yvelines, en lien avec les obligations relatives aux menus végétariens et accompagnée d'actions d'éducation à l'alimentation. Elle a parallèlement été l'occasion de valoriser la production locale et la consommation de légumineuses.

Même dynamique dans le Sud-Est toulousain, qui a misé sur la structuration d'une filière de valorisation locale des légumineuses et de céréales spéciales. Celle-ci permet

aux agriculteurs de diversifier leur production et d'approvisionner leur territoire en nouvelles productions locales : pain complet biologique, pâtes, farines complètes, légumineuses.

Pour d'autres communes, comme Mouans-Sartoux (Alpes-Maritimes) ou Manduel (Gard), la réduction de la part de la viande en restauration scolaire, avec l'introduction chaque semaine d'un ou plusieurs repas végétariens au coût moindre, a contribué au dégagement d'une marge budgétaire pour proposer des repas totalement issus de l'agriculture biologique. En parallèle, des actions de sensibilisation et d'éducation sont menées auprès de divers publics avec la mise en place d'animations. L'objectif : les accompagner et faciliter une évolution de leurs pratiques alimentaires, sans impact sur leur budget.



RÉFÉRENCES

- [1] *AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023*. IPCC, 2023
- [2] *Chiffres clés des risques naturels - Édition 2023*, CGDD, Datalab, 2024, 156 p.
- [3] *Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2023*, CCR, 2024
- [4] *Les catastrophes naturelles en France - Bilan 1982-2023*, CCR, 2024
- [5] E.U. Copernicus Marine Service Information - *Séries chronologiques du niveau moyen des océans*
- [6] Cartographie des tendances régionales du niveau de la mer observées par altimétrie satellitaire, d'après les données diffusées par la NASA
- [7] Hedou F., Herman A., De Luca H. *Projection du trait de côte et analyse des enjeux au niveau national - Horizons 2050 et 2100*, Étude et rapport. Cerema, 2024
- [8] Le Cozannet G., Durand G., Nicholls R. *À quelle échéance, l'élévation du niveau de la mer dépassera-t-elle 2 mètres ? Comment s'y adapter ?* Université Grenoble Alpes, 2022
- [9] *Financement des conséquences du recul du trait de côte - Comment accompagner la transition des zones littorales menacées ?* IGEDD, 2024
- [10] *Changement climatique 2021, les bases scientifiques physiques, résumé à l'intention des décideurs*, Giec, 2021
- [11] *Stocker du carbone dans les sols français : quel potentiel au regard de l'objectif 4 pour 1000 et à quel coût ?* Inrae, 2020
- [12] *Meandre, projet national Explore2, résultats des projections hydrologiques sur la France*. Inrae, 2024
- [13] Commission Staff Working Document Impact Assessment. *Accompanying the proposal for a Regulation of the European Parliament and of the Council on nature restoration*, 2022, p. 97
- [14] *La tarification effective des gaz à effet de serre en 2023*, CGDD, Théma essentiel, 2024
- [15] *Faire sa part ?*, Carbone4, 2019
- [16] *La trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique (TRACC)*. MTECT
- [17] *Chiffres clés du climat - France, Europe et Monde - Édition 2023*, CGDD, Datalab, 2023, 92 p.
- [18] *Accélérer la transition climatique avec un système alimentaire bas carbone, résilient et juste*, Haut Conseil pour le Climat, 2024
- [19] *Global Methane Assessment*. Climate and Clean Air Coalition, UNEP, 2021
- [20] *Les marchés des produits laitiers, carnés et avicoles*. FranceAgriMer, 2023
- [21] *Les marchés des produits laitiers, carnés et avicoles - Bilan 2022 - Perspectives 2023*, FranceAgriMer, 2023
- [22] Ouédraogo Arouna P. *Les végétariens en France : esquisse d'un profil*, Sesame, 2020/1 (N° 7), p. 58-59
- [23] *Alimentation et climat : la mauvaise note des supermarchés*. Réseau Action Climat, 2023
- [24] *Végétariens et flexitariens en France en 2020*. FranceAgriMer, 2021
- [25] *Tout savoir sur les projets alimentaires territoriaux (PAT)*. Masa

Déclin de la biodiversité

Une nature sous pression



LES ENJEUX



La biodiversité, ou diversité du vivant, rend compte de la variabilité des organismes vivants à trois niveaux : diversité génétique au sein des espèces, diversité entre espèces et diversité des écosystèmes. Chacun de ces niveaux contribue à l'équilibre et à la résilience des habitats naturels, mais reste profondément vulnérable face aux perturbations.

Depuis l'apparition de la vie sur Terre il y a 3,8 milliards d'années, notre planète a subi cinq grandes extinctions, avec des conséquences dramatiques sur la biomasse et la diversité des espèces. Les bouleversements induits par les activités humaines ces derniers siècles conduisent à la sixième extinction massive.

La France héberge une richesse écologique exceptionnelle, ce qui lui confère une responsabilité internationale dans la préservation de la biodiversité. Elle abrite 10 % des récifs coralliens mondiaux et 20 % des atolls et est présente dans 5 des 36 points chauds mondiaux de la biodiversité.

En cohérence avec ses engagements internationaux en matière de préservation du vivant, la France a adopté fin 2023 la 3^e stratégie nationale de la biodiversité afin de réduire les pressions sur la biodiversité et de protéger et restaurer ses écosystèmes. Aujourd'hui, malgré quelques signaux positifs, la perte de biodiversité en France se poursuit.

À RETENIR

Une connaissance des espèces et des habitats en constante amélioration, pour mieux agir.

Une poursuite de l'érosion de la biodiversité en France, malgré des initiatives de protection à l'échelle nationale et internationale et des réussites ponctuelles.

Une absence de diminution significative des cinq grandes pressions responsables de la perte de biodiversité, avec une intensification pour certaines.

Une couverture du tiers du territoire français par au moins un dispositif de protection des espaces naturels.

Des enjeux liés à la biodiversité de mieux en mieux pris en compte à tous les niveaux, du politique au citoyen.

CHIFFRES CLÉS



20 %

des écosystèmes remarquables
sont dans un état de conservation favorable en 2019.

PLUS DE

70 %



des espèces cultivées pour l'alimentation humaine en France dépendent d'une pollinisation animale, et en particulier des insectes.

FAUNE ET FLORE



10 %

des espèces décrites dans le monde sont présentes en France, soit 104 172 espèces sur le territoire métropolitain et 96 629 en outre-mer.

7 269

espèces protégées sont présentes sur le territoire français.



68 %

des espèces introduites volontairement ou non par l'homme dans de nouveaux habitats se trouvent dans **les territoires d'outre-mer**.

11 %

des espèces présentes en France sont endémiques, soit 22 775 espèces (dont 83 % en outre-mer).



4,2 %

du territoire national, terrestre et marin, est couvert par un dispositif de protection forte en 2024, contre 1,8 % en 2021.



3,3 Md€

mobilisés en faveur de la biodiversité en 2021, notamment pour la restauration des milieux naturels, la réintroduction d'espèces menacées ou la gestion d'espaces protégés, soit 0,13 % du PIB.

Le concept de biodiversité désigne l'ensemble des êtres vivants ainsi que les écosystèmes dans lesquels ils vivent. Il comprend aussi les relations et les interactions entre les divers organismes vivants, ainsi qu'entre les organismes et leurs écosystèmes respectifs. L'ensemble forme un équilibre complexe et fragile. Il est notamment mis à mal par les activités humaines. Les services rendus par les écosystèmes, dont bénéficie l'Homme, s'en trouvent affectés.

DES SIGNAUX INQUIÉTANTS

L'état et l'évolution de la biodiversité ont toujours été étroitement liés aux changements que la Terre a subis depuis l'apparition de la vie. Depuis plusieurs décennies, les activités humaines sont à l'origine de changements environnementaux majeurs qui conduisent au déclin de la biodiversité.

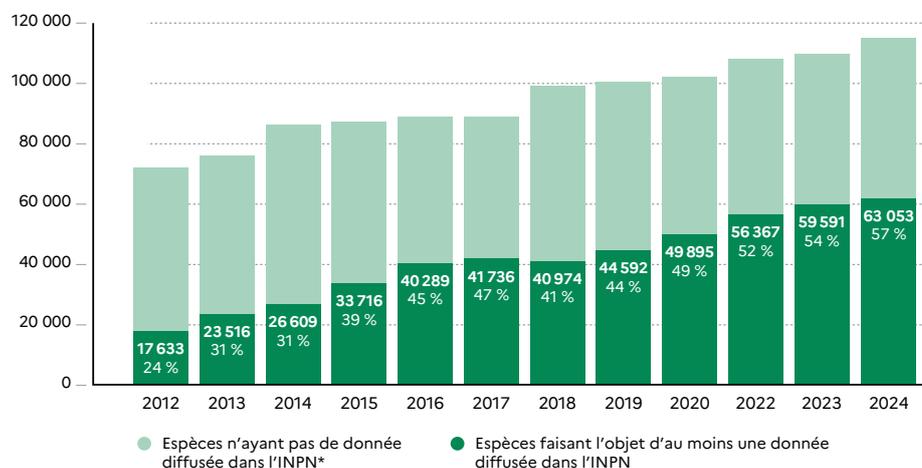
État de la biodiversité : des outils d'inventaire mais une connaissance à affiner

La mise en place de stratégies de gestion et de conservation de la biodiversité, au niveau national et local, suppose de disposer d'une bonne connaissance des espèces. L'étude de leur répartition, la définition de leurs habitats, de leur écologie et le suivi de leur abondance permettent d'évaluer le caractère patrimonial des espèces sur un territoire et d'en déterminer le

niveau de menace. Cette connaissance est le fruit d'un long travail de prospection sur le terrain, de collecte d'échantillons, d'identification et de remontée d'informations. Les programmes de recherche scientifique, de sciences participatives (Vigie-Nature, OPEN, etc.) ou encore les inventaires d'espèces permettent d'acquérir cette connaissance indispensable.

14,5 millions d'observations sont acquises et partagées chaque année dans l'inventaire national du patrimoine naturel (INPN) – (moyenne 2021-2023) [1] qui compte désormais plus de 103,6 millions d'observations. Les données collectées dans ce système d'information biodiversité sont en constante progression (+ 26 % entre 2023 et 2024) [2]. Elles sont désormais localisées et datées de façon plus précise, ce qui enrichit les études sur le cycle de vie (phénologie) des espèces et aide à identifier les impacts du changement climatique. Cependant, la moitié des espèces dont les données sont diffusées dans l'INPN,

Évolution du nombre d'espèces inventoriées en France métropolitaine
En nombre d'espèces



* Inventaire national du patrimoine naturel.

Note : ce graphique représente la proportion d'espèces de France métropolitaine et de Corse listées dans TAXREF et faisant l'objet d'au moins une donnée d'occurrence dans l'INPN (janvier 2024).

Source : INPN/SINP, PatriNat (OFB-MNHN)

souffrent encore d'un manque d'information pour évaluer leur état et leur dynamique. Ainsi, en 2023, le risque de disparition des espèces menacées n'a pu être évalué que pour 18 % d'entre elles.

En France métropolitaine, 58 % des groupes d'espèces ont encore aujourd'hui une répartition mal connue qui empêche de définir de façon précise leur secteur géographique. Par ailleurs, pour de nombreux invertébrés, champignons et espèces marines, la connaissance actuelle est encore très lacunaire.

Les acteurs de la biodiversité peuvent également s'appuyer sur les inventaires zones naturelles d'intérêts écologique, faunistique et floristique (Znieff). Cet inventaire, lancé en 1982, recense des espaces terrestres et marins reconnus pour leur intérêt écologique, abritant des espèces et des milieux naturels remarquables rares et menacés. En 2023, le territoire français comptait 19 847 Znieff terrestres (soit 30,2 % de la couverture terrestre) et 308 Znieff marines (soit 0,3 % de l'espace maritime français)²⁸. Près de 70 % des communes françaises abritent aujourd'hui au moins une Znieff. Elles sont également présentes en outre-mer, comme à Saint-Pierre-et-Miquelon où l'intégralité du territoire est couverte par une Znieff. Historiquement, l'inventaire des Znieff a aidé à établir le réseau Natura 2000. Il continue de jouer un rôle crucial dans la sélection des habitats à préserver.

Fin 2025, le programme CarHab fournira une cartographie nationale détaillée, à l'échelle du 1:25 000^e, couvrant 11 types d'habitats naturels et semi-naturels pour les écosystèmes terrestres de France métropolitaine et d'outre-mer.

Un déclin continu de la biodiversité

La France concentre un patrimoine naturel d'une exceptionnelle diversité, ce qui lui confère une responsabilité particulière dans leur protection. Elle abrite 22 775 espèces endémiques (qu'on ne retrouve nulle part ailleurs dans le monde), représentant 11 % de sa biodiversité. Ces espèces endémiques, souvent plus vulnérables en raison de leur aire de répartition limitée, sont majoritairement situées dans les territoires d'outre-mer (83 %), contre 17 % dans l'Hexagone.

La pression d'inventaires permet, chaque année, de découvrir sur le territoire français, de nouvelles espèces, comme l'aiguillat commun de La Réunion (requin) ou encore le chat sauvage de Corse. En 2023, 633 nouvelles espèces ont ainsi été recensées, dont 78 % en outre-mer. Les efforts d'inventaire doivent encore être renforcés, notamment dans les fonds marins.

L'évaluation du statut de conservation des espèces définit le degré de menace des espèces et leur risque d'extinction. Selon l'UICN, sur les 157 190 espèces

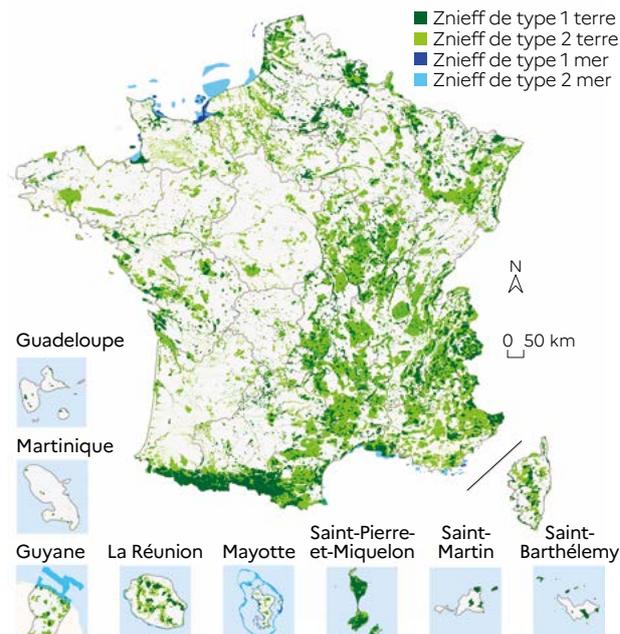
L'ONB, outil de connaissance sur la biodiversité en France



Créé en 2012 à l'issue de la loi Grenelle, l'Observatoire national de la biodiversité (ONB) est un dispositif partenarial qui vise à rendre compte de l'état et de l'évolution de la biodiversité, ainsi que des pressions qui l'affectent et des mesures mises en place par les pouvoirs publics, la société civile et le citoyen pour la préserver.

L'ONB rassemble des experts issus de la sphère publique, du monde de la recherche, des associations et des professionnels de la biodiversité. Il s'inscrit dans une démarche scientifique rigoureuse et transparente et veille à garantir la neutralité et la fiabilité de ses productions (rapports, indicateurs, etc.). En 2024, plus de 120 indicateurs sont consultables sur le site naturefrance.fr.

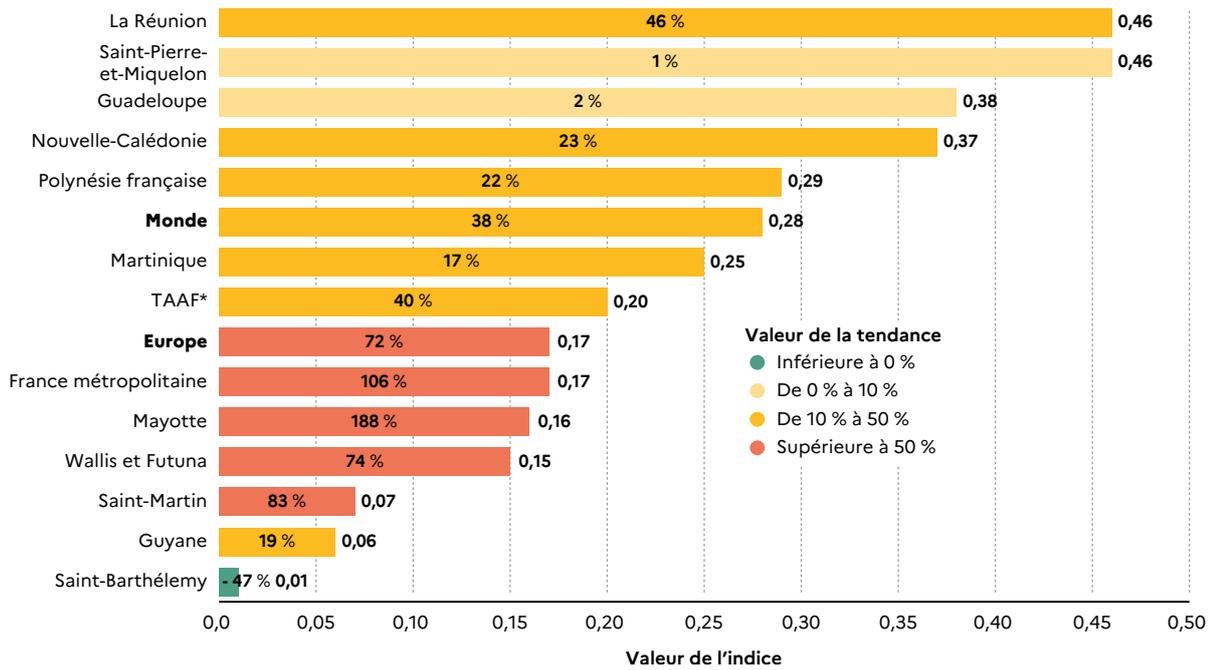
Les Znieff* en France en 2023



* Zones naturelles d'intérêts écologique, faunistique et floristique.
Source : INPN, inventaire des Znieff, octobre 2023. Traitements : SDES, 2024

28. *Inventaire des Znieff* - Le territoire de référence pris en compte est le territoire national sans les territoires du Pacifique Sud d'où le taux de 30,2 % (il n'y a pas d'inventaires Znieff en Pacifique Sud).

Indice de risque d'extinction des espèces en 2023 et évolution entre 2000 et 2023



* Terres australes et antarctiques françaises.
 Notes : l'indice risque d'extinction des espèces varie de 0 à 1 (valeur hors des barres). Plus sa valeur est proche de 1 plus les populations évaluées sont dans une situation susceptible de conduire à leur disparition ; à l'inverse, plus l'indice est proche de 0, plus les espèces concernées sont catégorisées dans un statut de préoccupation mineure (pas de disparition prévue dans un avenir proche). La valeur de la tendance traduit l'évolution de l'indice du risque d'extinction entre 2000 et 2023.
 Source : UICN Red List Index/BirdLife International, plateforme de la *Global SDG Indicators Database*, extraction au 12 février 2024.
 Traitements : SDES, février 2024

étudiées, 44 016 sont menacées d'extinction au niveau mondial. Sur les 200 801 espèces inventoriées en France, 2 268 sont des espèces figurant parmi les espèces menacées d'extinction, hissant la France au 10^e rang des pays hébergeant le plus grand nombre d'espèces menacées. Certains groupes d'espèces sont particulièrement concernés par un risque d'extinction au niveau mondial : 41 % des amphibiens, 36 % des coraux constructeurs de récifs et 34 % des conifères.

Face aux multiples pressions d'origine humaine, les populations animales et végétales ne pouvant faire preuve de résilience tendent à diminuer. À titre d'exemple, 66 % des espèces de papillons de jour n'ont pas été revues depuis 20 ans dans au moins un département français qu'elles occupaient. Pour les espèces dites menacées, l'UICN évalue leur tendance en observant les changements de catégorie de menaces entre deux évaluations. En 2023, 38 % des espèces françaises menacées au niveau mondial ont une dynamique défavorable ce qui signifie qu'une menace plus forte pèse sur ces espèces (seulement 5 % des espèces menacées ont une dynamique favorable).

L'indice de risque d'extinction des espèces²⁹ mesure la proportion d'espèces risquant de disparaître à court terme sans mesures de conservation efficaces. En 2023, cet indice s'élève à 0,17 en France métropolitaine [3], ce qui signifie que, sans intervention,

17 % des espèces pourraient disparaître à moyen terme. En outre-mer, cet indice varie fortement d'un territoire à l'autre : il est excellent pour les espèces locales à Saint-Barthélemy (presque nul), en Guyane et à Saint-Martin mais s'élève à 0,46 à La Réunion et Saint-Pierre-et-Miquelon, signalant un risque d'extinction beaucoup plus élevé. Au fil des ans, l'évolution de cet indice met en lumière l'accélération de l'érosion de la biodiversité. Dans l'Hexagone et en Corse, l'indice a doublé en 20 ans, passant de 0,08 à 0,17. Dans les territoires ultramarins, la situation est également préoccupante avec une augmentation de 74 % à Wallis-et-Futuna et de 188 % à Mayotte, reflétant une détérioration significative de la biodiversité dans ces régions.

En 2019, sur le territoire métropolitain, seulement un habitat d'intérêt communautaire sur cinq présentait un état de conservation favorable, avec des variations importantes selon les régions biogéographiques. La région alpine, comprenant les Alpes et les Pyrénées, présente de meilleurs états de conservation, avec un habitat sur trois en état de conservation favorable. En revanche, la région méditerranéenne présente un état plus préoccupant, avec seulement un habitat sur six en bon état de conservation. Concernant les milieux agropastoraux, plus de la moitié des prairies et pelouses d'intérêt communautaire sont dans un état défavorable ou mauvais. Les landes et fourrés sont globalement mieux conservés que les formations herbeuses.

29. Pour les groupes dont les évaluations sont complètes (mammifères, oiseaux, amphibiens, coraux et cycadales).

Comment les activités humaines affectent les écosystèmes ultramarins

Caractérisés par une richesse écologique remarquable, les écosystèmes ultramarins sont à la fois uniques et fragiles du fait de leur isolement géographique. Face à l'intensité croissante des activités anthropiques, leurs équilibres écologiques sont remis en cause.

Récifs coralliens : une menace inégale selon les territoires

Formés naturellement par des animaux vivant en colonie qui produisent un squelette calcaire, les récifs coralliens sont des réservoirs de biodiversité parmi les plus riches des écosystèmes marins. Ils abritent 25 % de la vie marine [4]. Cependant, l'équilibre de ces écosystèmes est vulnérable à diverses menaces. Localement, ils peuvent être affectés par l'agriculture, l'exploitation minière, l'urbanisation, les aménagements côtiers, la plaisance, le transport maritime, etc. À l'échelle régionale ou globale, ils subissent les impacts des cyclones, de l'augmentation de la température et de l'acidification des océans, ainsi que de la diminution des herbivores limitant le développement algal sur les coraux, et de la prolifération de prédateurs de coraux comme l'escargot drupella et les sargasses. Abritant la plus grande formation récifale des petites Antilles (29 km de long), le Parc national de Guadeloupe a connu en octobre 2023 un épisode de blanchissement massif de ses coraux en raison d'une forte et longue canicule marine. Bien que certains coraux blanchis puissent guérir, d'autres ont été décimés (cas de trois espèces

d'Acropores). En 2020, l'état de conservation des récifs coralliens variait de façon importante d'un territoire à l'autre : 70 % des récifs étaient en bon état dans les îles du Pacifique (Nouvelle-Calédonie, Wallis et Futuna, Polynésie française et Clipperton) et les îles Éparses de l'océan Indien, plus vastes et plus isolées. En revanche, 62 % [5] étaient dans un état dégradé aux Antilles françaises et dans l'océan Indien (Mayotte, La Réunion).

Mangroves : entre destruction et expansion

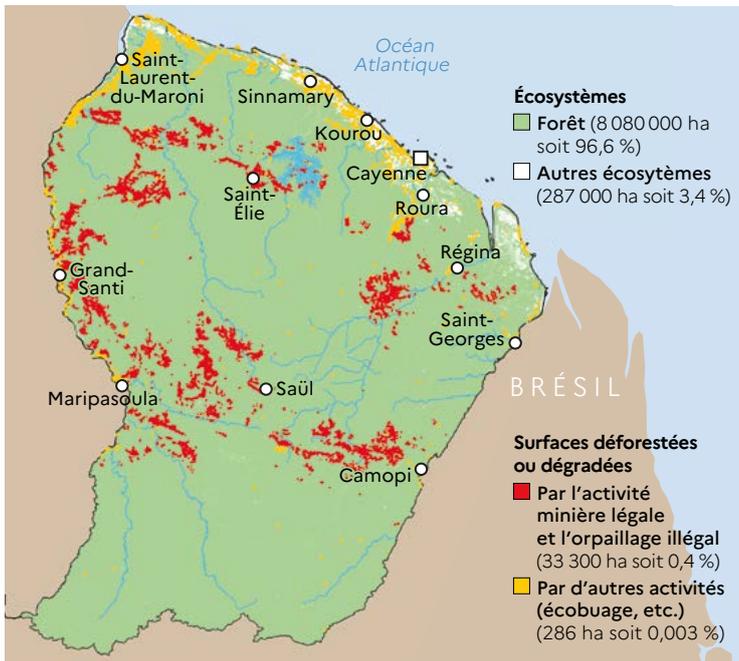
Écosystèmes à l'interface entre le milieu terrestre et marin, les mangroves sont constituées principalement de palétuviers. Ces arbres forment un habitat crucial pour de nombreuses espèces comme le raton crabier, la mangouste, le petit crabe nageur. En plus d'être des aires de reproduction et d'alevinage, les mangroves protègent les côtes des cyclones et tsunamis, réduisent l'érosion marine, filtrent les métaux lourds et pesticides et ont un rôle majeur dans la séquestration du carbone. L'urbanisation croissante du littoral, l'aménagement du territoire (canalisations, artificialisation des sols en amont

de la mangrove, déviation de cours d'eau) et la pollution issue des bassins-versants ou de la mer représentent les principales causes de leur fragmentation et de leur dégradation. La situation est contrastée dans les territoires ultramarins. Alors que respectivement 40 % et 65 % de la superficie des mangroves de Saint-Martin et Saint-Barthélemy ont été perdues, celle de Guadeloupe a connu une augmentation de 19 % depuis 1950 [6].

Herbiers marins : une accélération de leur disparition

Biologiquement riches et très productifs, les herbiers marins constituent l'habitat de nombreuses espèces telles que le dugon ou la tortue verte. Leur rôle dans l'équilibre des écosystèmes est multiple : garde-manger de nombreuses espèces halieutiques, purification de l'eau côtière, puits de carbone (10 % du carbone océanique mondial), protection de l'érosion des côtes. La dégradation de la qualité de l'eau (hausse des nutriments, pollutions, turbidité, envasement), les effets des aménagements réalisés sur le littoral (remblais, dragage), la pêche, la navigation non réglementée et le changement climatique

Écosystèmes et déforestation en Guyane



Source : DAAF Guyane, OAM/ONF Guyane, 2024. Traitements : SDES, 2024

représentent les principales menaces. On estime que près de 30 % des herbiers du globe [7] ont disparu depuis le XIX^e siècle et que la tendance s'est accélérée depuis 1990 avec une pression croissante des activités humaines. En France, ce déclin s'observe dans les Caraïbes et l'océan Indien (particulièrement à Mayotte) et s'illustre par la présence, aujourd'hui, de deux espèces classées « vulnérables » dans la Liste rouge des espèces menacées d'extinction de l'UICN.

Forêt tropicale humide de Guyane : un déclin de la biodiversité dû à la déforestation

Essentiellement publique, la forêt guyanaise, bien que relativement préservée des activités humaines, connaît ces dernières années une pression grandissante. L'accroissement démographique ainsi que le développement de l'activité minière légale et illégale, se traduisent localement par une disparition de la forêt primaire

au bénéfice de zones minières, agricoles et urbanisées. L'impact de ces pressions est multiple : perte d'habitat d'espèces, baisse de diversité et quantité de poissons, privation d'accès à l'eau potable, maladies des populations amérindiennes dépendant directement ou indirectement du fleuve, etc. Entre 1990 et 2020, la superficie forestière a baissé de 1,5 %. Or, la destruction de la forêt peut avoir des effets en cascade sur les espèces. Une récente étude menée sur le plateau des Guyanes montre qu'un faible taux de déforestation cause un déclin important de la biodiversité : la perte de moins de 11 % de la surface forestière conduirait à un déclin de plus du quart des espèces de poissons et mammifères du territoire [8]. Ce déclin touche principalement les espèces considérées en danger d'extinction par l'UICN. L'impact de l'homme sur la forêt guyanaise se manifeste par des feux, des coupes de bois et l'introduction d'espèces exotiques

envahissantes. Ces actions peuvent affecter la biodiversité, ainsi que les stocks de carbone. Enfin, une étude menée sur la forêt atlantique située sur la côte est de l'Amérique du Sud révèle que la déforestation a déjà provoqué des pertes de 23 à 42 % de la biodiversité et des stocks de carbone [9].

Savanes guyanaises : recul et menaces sur un écosystème crucial

Formations herbacées typiques du paysage littoral guyanais, les savanes ne représentent que 1 % de la superficie de Guyane. L'héritage agricole amérindien avec ses champs surélevés a façonné les savanes guyanaises créant un écosystème d'une grande richesse écologique. Celui-ci abrite de nombreuses espèces menacées, incluant 81 % des oiseaux, 80 % des reptiles, et l'ensemble des amphibiens de la région. Pourtant, de multiples pressions liées à l'activité humaine ont largement réduit ces milieux d'importance. Les activités de labour ou la construction d'étangs à poissons ont nivelé le milieu et altéré les modes de drainage. Malgré l'interdiction du brûlage, des feux illégaux persistent créant des conflits d'usage entre les différents acteurs du territoire. De plus, l'introduction, volontaire ou accidentelle, de plantes exotiques envahissantes, comme le Mangium ou le Nialoui, perturbe les écosystèmes en se répandant rapidement, impactant ainsi d'autres habitats tels que les mangroves, les marais et les forêts. Avec la croissance démographique, la Guyane connaît une expansion de l'urbanisation dont les conséquences sont irréversibles pour les zones humides et les savanes. Depuis 1950, on estime que les savanes guyanaises ont perdu 44 % de leur surface et que 41 % des surfaces restantes sont menacées [10].

Cinq pressions responsables du déclin de la biodiversité

En 2019, l'IPBES a publié un rapport évaluant l'état de la biodiversité et des services écosystémiques mondiaux sur les cinquante dernières années. Ce bilan a révélé cinq principales pressions anthropiques qui impactent gravement la nature à l'échelle mondiale : la destruction des habitats, la surexploitation des ressources, la pollution, le changement climatique et l'introduction d'espèces exotiques envahissantes. Ces facteurs agissent simultanément, et parfois en synergie, amplifiant les pressions subies par les espèces.

Des milieux naturels artificialisés et fragmentés

L'augmentation de la population et le développement des activités économiques conduisent la société à transformer son environnement, entraînant la destruction, la fragmentation et la perturbation des écosystèmes. L'urbanisation et le tourisme sont les principales causes de destruction des habitats marins et côtiers. L'artificialisation des sols et la destruction d'éléments du paysage (haies, bosquets) conduisent à fragmenter les milieux naturels terrestres. Ce phénomène affecte également les milieux aquatiques : en 2023, on comptait 102 742 obstacles à l'écoulement en France métropolitaine, soit un obstacle tous les 4,16 km de cours d'eau. Ces obstacles affectent la

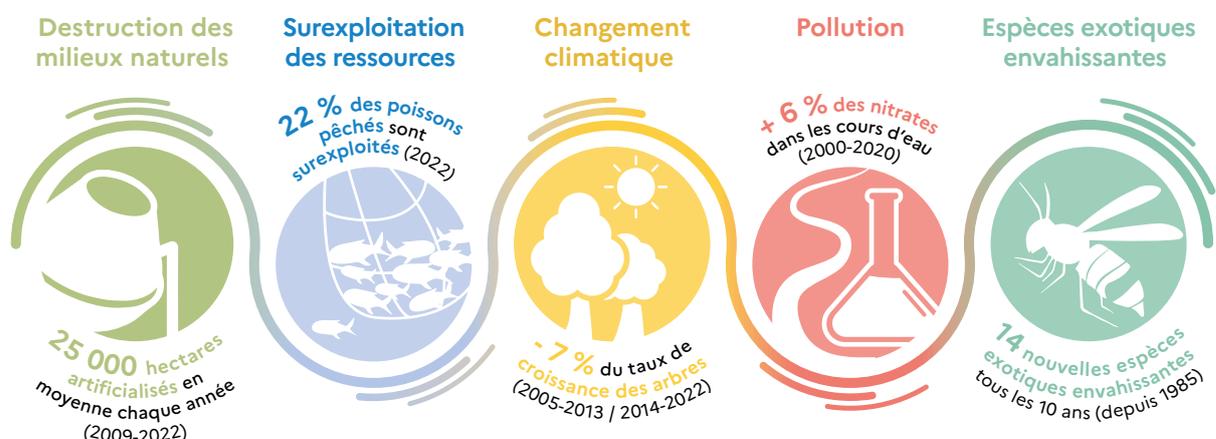
qualité, la disponibilité et l'accessibilité des habitats aquatiques. Ils créent une rupture dans la continuité écologique nécessaire à la survie des espèces et contribuent significativement à l'érosion de la biodiversité.

Une surexploitation des ressources naturelles

Au-delà de la diminution de l'abondance des espèces sauvages, l'exploitation de ressources à des taux supérieurs à la régénération naturelle constitue une pression majeure dans les écosystèmes. La surexploitation halieutique entraîne ainsi un changement profond des écosystèmes océaniques.

En France métropolitaine, plus de 300 espèces de poissons, crustacés et mollusques sont exploitées commercialement. En 2022, 20 % des 347 000 tonnes débarquées provenaient de populations en surpêche et/ou dégradées [11]. C'est le cas par exemple du maquereau dans l'Atlantique et de la sardine du golfe de Gascogne ou de la sole de Manche Ouest. De plus, 2 % des débarquements proviennent de populations effondrées, comme le lieu jaune des mers du Nord et celtique, et le merlu de Méditerranée. Toutefois, une évolution positive de l'état des ressources et de leur exploitation est observée depuis vingt ans. Ainsi, la part dans les débarquements français des populations issue de stocks biologiquement viables a augmenté, passant de 18 % en 2000 à 56 % en 2022. Au-delà de la surexploitation des ressources

Cinq exemples d'atteinte à la biodiversité en France métropolitaine



Source : CGDD, d'après OFB, données ONB

vivantes, la pêche industrielle conduit à la capture d'espèces menacées et protégées (sur la période 2016 et 2020, l'estimation moyenne des captures accidentelles est de près de 6 600 dauphins communs et 220 marsouins communs dans la région marine Manche-Atlantique [12]) et à la modification et destruction d'habitats et de fonds marins.

Des pollutions qui affectent tous les milieux

L'activité humaine crée ou modifie certaines substances qui les rendent naturellement non ou peu dégradables. C'est le cas par exemple de la pollution plastique qui affecte tous les organismes qui peuplent les eaux marines, jusqu'à des milliers de mètres de profondeur. Cette pollution touche au moins 267 espèces dans le monde, dont 86 % des tortues marines, 44 % des oiseaux marins et 43 % des mammifères marins [13].

Une autre grande catégorie de pollution est la pollution chimique, qui comprend les métaux lourds, les produits phytopharmaceutiques et d'autres substances nocives qu'on retrouve dans l'air, les sols et dans l'eau. Ces polluants ont de multiples effets néfastes sur la biodiversité, même si certains restent à ce jour peu (re)connus. Ils peuvent causer la mort de certaines espèces, provoquer des maladies par intoxication, affecter leur reproduction (féminisation des poissons, fragilisation des œufs, etc.) ou altérer leur comportement. En 2022, un comité d'experts de l'Inrae et de l'Ifremer a confirmé que l'ensemble des milieux terrestres, aquatiques et marins, en particulier les zones côtières, est contaminé par les produits phytopharmaceutiques. Les effets directs et indirects de ces substances sont également avérés sur les écosystèmes et les populations d'organismes terrestres, aquatiques et marins [14]. C'est la raison pour laquelle de nombreuses substances sont interdites au niveau européen pour certains ou tout usage.

D'autres sources de pollutions affectant la biodiversité ont été identifiées, comme les pollutions sonores, lumineuses, olfactives, magnétiques ou radioactives. Outre les échouages et la désorientation des grands cétacés, comme l'a illustré la présence d'un béluga et d'une orque dans la Seine en 2022, la pollution sonore affecte également un large éventail d'espèces marines. Le bio acousticien Michel André [15] a ainsi montré que la pollution sonore

La pollution lumineuse : un impact croissant sur la biodiversité



L'éclairage nocturne engendre une perte d'habitats naturels pour les espèces nocturnes et crée une fragmentation des milieux. 85 % du territoire métropolitain est exposé à un niveau élevé de pollution lumineuse, qui constitue une menace pour de nombreuses espèces animales et végétales.

Les chauves-souris, par exemple, fuient la pollution lumineuse et voient leur habitat naturel se réduire. Entre 2006 et 2021, leur population a décliné de 43 %. Par ailleurs, les insectes nocturnes affectés par la lumière artificielle ne jouent plus leur rôle de pollinisateurs avec un impact sur la flore.

impactait la répartition des herbiers de posidonies, qui utilisent des vibrations pour trouver le fond marin et s'enraciner.

Parmi les polluants de l'air, l'ozone qui se forme par réaction entre des polluants d'origine humaine et naturelle déjà présents dans l'atmosphère sous l'influence du rayonnement solaire, a un impact avéré sur la croissance des plantes. L'absorption de l'ozone peut endommager les cellules végétales et provoquer une baisse quantitative et qualitative des rendements agricoles et une diminution de la croissance des forêts.

Des modifications biologiques induites par le changement climatique

En affectant l'équilibre naturel des écosystèmes et leurs chaînes alimentaires, le changement climatique impacte de façon significative les interactions qui lient la faune et la flore. Ces perturbations sur le vivant sont multiples : déplacement de l'aire de répartition des espèces, accélération des cycles saisonniers, extinction de populations locales, etc. Ces bouleversements biologiques sont provoqués

notamment par la hausse des températures, l'acidification et l'élévation du niveau des océans, les inondations, etc. Ainsi, les habitats situés à l'interface terre-mer des littoraux se trouvent particulièrement impactés. Côté « terre », les estuaires, les marais littoraux, les estrans ou encore les dunes, les côtes rocheuses ou sableuses, qui offrent des conditions de vie (salinité, vent, marée, etc.) spécifiques mais favorables à de nombreuses espèces endémiques, sont aujourd'hui menacés de disparition [16].

L'élévation des températures sur terre comme en mer pousse certaines espèces à adapter leur comportement. C'est le cas des espèces migratrices qui font évoluer leur stratégie de migration au cours du temps pour gagner des territoires aux conditions climatiques plus favorables. Certaines espèces, comme les migrants partiels ont la capacité de s'adapter en retardant leurs dates de passage (diminution des distances de migration) alors que d'autres les avancent, provoquant un décalage dans la période de reproduction. Ainsi, en 2023, les oiseaux migrants transsahariens, sont arrivés à la Pointe de Grave (extrémité nord du Médoc) en moyenne 3,9 jours plus tôt par rapport à 1986. De même, on observe que pendant la période postnuptiale, les espèces migratrices partent plus tôt vers les zones d'hivernage à l'automne avec un départ anticipé de 2,4 jours en 2023 par rapport à 1986 pour neuf espèces de migrants transsahariens au col d'Organbidexka au Pays basque. Par ailleurs, les variations de température en milieu marin ont des répercussions sur le développement de nombreux poissons. Une hausse des températures entraîne un développement embryonnaire plus rapide chez de nombreuses espèces, ce qui augmente le risque de malformations à la naissance et les rend plus vulnérables aux prédateurs [17].

Des espèces exotiques envahissantes plus nombreuses et conquérantes

Par son positionnement géographique et la diversité de ses climats et habitats naturels, la France est fortement exposée à l'implantation de nouvelles espèces. Les flux de marchandises et de personnes en constante progression facilitent leur accès sur

le territoire. En 2023, on recensait 2 502 espèces continentales et marines considérées comme introduites dans l'Hexagone, représentant 2 % des espèces connues sur le territoire. Certaines de ces espèces peuvent devenir envahissantes et nuire à la biodiversité locale. Qu'elle soit volontaire ou non, l'introduction d'espèces envahissantes peut avoir de graves répercussions sur la santé des végétaux cultivés, des animaux d'élevage, des milieux naturels ou encore celle de l'homme. Elle peut générer d'importants coûts économiques et des impacts sur les activités humaines : navigation fluviale, tourisme, productions agricoles. Pour cette raison, 94 espèces animales et végétales sont aujourd'hui considérées comme espèces exotiques envahissantes (EEE) et font l'objet d'une réglementation spécifique en France métropolitaine.

De multiples invasions illustrent ce phénomène comme celles de l'écrevisse américaine, de la fourmi de feu, de la jussie ou du miconia, et du frelon asiatique.

Arrivé en 2004 en Lot-et-Garonne, ce dernier occupait de façon certaine en 2023, l'ensemble des départements métropolitains à l'exception de ceux de la Corse [18]. Cette espèce envahissante introduite par le commerce international provoque de graves perturbations écologiques. Le frelon menace les insectes locaux, et notamment les abeilles domestiques et sauvages ainsi que les autres pollinisateurs, et cause des dégâts importants sur les vergers et la production apicole. Il représente également un risque de santé publique et fait aujourd'hui partie des 49 EEE préoccupantes pour l'UE. Les projections [19] montrent que le front d'expansion de ses populations progresse en moyenne de 78 km/an.

En mer, le trafic maritime et la conchyliculture sont parmi les principales causes d'introduction des EEE. Depuis 1983, plus de 28 de ces espèces ont été recensées dans l'ensemble des départements littoraux de France métropolitaine. Ces espèces tendent à perturber l'équilibre naturel de leurs écosystèmes d'adoption.

Les territoires insulaires d'outre-mer, aux écosystèmes spécifiques, sont également particulièrement sensibles à l'implantation de ces nouvelles espèces.

DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES FRAGILISÉS

La réduction progressive de la biodiversité affecte non seulement l'environnement, mais aussi la société et l'économie, qui profitent inconsciemment de nombreux avantages fournis par les écosystèmes. La détérioration ou la diminution de ces ressources pourrait avoir des conséquences notables.

Les arbres en milieux urbains : essentiels mais trop peu présents

Zones hostiles à la biodiversité du fait de la concentration de perturbations humaines, les milieux urbains disposent néanmoins d'espaces de nature (bois, mares, jardins, squares, etc.). Avec une augmentation de 1 % de l'urbanisation entre 2012 et 2018, il devient de plus en plus complexe de trouver un équilibre entre la densité urbaine et le maintien de la nature en ville, surtout avec une population française croissante.

Pour préserver la santé mentale des citoyens, l'OMS recommande une moyenne de 15 m² d'espaces verts par habitant. Ce chiffre a été tout juste atteint en région parisienne en 2022, en incluant les bois de Vincennes et de Boulogne. Cependant, à Paris

intra-muros, la situation est bien différente, avec seulement 5,8 m² d'espaces verts par habitant [20].

Pour satisfaire le besoin de nature en milieu urbain, de nombreuses municipalités s'engagent à densifier leurs espaces verts en plantant des arbres. Cette approche minimaliste permet d'apporter de nombreux bénéfices écosystémiques dont le stockage du carbone et l'apport de fraîcheur dans les îlots de chaleur.

Selon l'OMS, la présence d'arbres dans un milieu urbanisé concourt également à diminuer la température de l'air de l'ordre de 1 à 2 °C dans un rayon de 50 m. L'arbre urbain contribue également à l'amélioration de la qualité de l'air en interceptant et/ou absorbant certains polluants et particules atmosphériques. Selon le Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE), un arbre de plus de 3 m en milieu urbain peut retenir jusqu'à 5,4 tonnes de CO₂ par an et 20 kg de poussières. Une étude réalisée en 2016 par i-Tree à Strasbourg a révélé que les arbres de la ville stockaient 128 000 t de carbone chaque année, soit l'équivalent des rejets annuels moyens de 35 000 Strasbourgeois [21].

À l'exception de quelques villes, les grands milieux urbains français ne sont pas assez pourvus d'arbres. En 2023, la région Île-de-France a recensé

Efese, une plateforme au carrefour entre science, décision et société



Initiée en 2012 par le ministère chargé de l'Environnement, l'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques (Efese) vise à mieux connaître et faire connaître l'état de la biodiversité et ses multiples valeurs, afin d'en renforcer la prise en compte dans les politiques publiques et les décisions privées en France.

L'Efese réalise des synthèses sur les enjeux associés à différents services rendus par les écosystèmes au niveau national ou territorial. Elle propose des valeurs de référence et identifie les principaux besoins de connaissances supplémentaires. À ce jour, six évaluations nationales et sept évaluations thématiques ont été réalisées.

26 millions d'arbres sur une superficie de 12 000 km², soit deux arbres par habitant. À Paris intra-muros, ce chiffre tombe à seulement 0,2 arbre par habitant, contre une moyenne nationale de 182 arbres. En dépit d'efforts pour planter davantage d'arbres en milieu urbain, beaucoup sont encore abattus (3 000 par an en moyenne à Paris [22]), soit pour des raisons sanitaires ou le plus souvent pour des raisons d'aménagements urbains ou de sécurité routière.

Enfin, l'arbre offre un service de soutien essentiel à la biodiversité en ville, en offrant un refuge pour la faune et en contribuant au maintien des corridors écologiques. Actuellement, la diminution du nombre d'arbres en milieu urbain, allée aux pollutions chimique, atmosphérique et sonore, est responsable d'une baisse de 44 % de la population d'oiseaux en milieux bâtis en France, observée entre 1989 et 2023.

Milieus agricoles : une biodiversité à restaurer pour garantir l'approvisionnement

L'effet combiné de la déprise agricole, de la mécanisation des pratiques agricoles et de l'artificialisation des sols a fortement transformé le paysage agricole. Au sein de ces milieux, deux écosystèmes ont particulièrement été impactés : les haies et les bocages. Depuis 1950, la surface de prairies en France est passée de 13,2 Mha en 1950 à 9,6 Mha en 2020 [24], soit une baisse de 27 %. La perte de haies est encore plus marquée, avec une réduction estimée à 70 % depuis 1950. Entre 2017 et 2021, malgré la replantation annuelle d'environ 7 000 km de haies, plus de 23 500 km de haies ont été arrachées chaque année [25]. En 2023, le linéaire total de haies est estimé à 750 000 km. Un réseau dense de haies combiné à des prairies mellifères peut héberger jusqu'à une centaine d'espèces d'insectes différentes, dont des papillons, des abeilles, des mouches et des coléoptères.

Au-delà du rôle d'habitat pour diverses espèces, comme les pollinisateurs, les oiseaux et les petits mammifères, les haies jouent un rôle dans la régulation environnementale. Leur système racinaire aide à ralentir le ruissellement et à favoriser l'infiltration de l'eau. De plus, elles offrent une protection contre les intempéries violentes ou les fortes chaleurs, ce qui se traduit par des bénéfices directs sur les rendements agricoles. Le programme de recherche Resp'Haies estime qu'une parcelle agricole de 4 ha entourée de haies en bon état peut avoir un rendement supérieur de 12 % à celui d'une parcelle sans haie [26].

Les insectes pollinisateurs sont essentiels pour la préservation de la biodiversité en milieu agricole et pour la production vivrière. Des études internationales ont montré que la biomasse des insectes avait diminué de 2,5 % en moyenne par an depuis 30 ans [27] à cause notamment de l'utilisation de produits phy-

tosanitaires, mais cette baisse est plus difficile à estimer à une échelle locale. En France, la contribution des insectes pollinisateurs à la production végétale destinée à l'alimentation humaine est estimée à une valeur économique comprise entre 2,3 à 5,3 Md€ [28]. En effet, plus de 70 % des espèces cultivées pour l'alimentation en France dépendent plus ou moins fortement de l'action des pollinisateurs.

En 2019, le Muséum national d'histoire naturelle (MNHN) et l'Inrae ont élaboré une carte de l'efficacité de la pollinisation en France, à partir de données sur les rendements de différentes cultures agricoles. L'étude a examiné des cultures dépendantes de la pollinisation, telles que le melon et la courge, ainsi que des cultures autofécondantes, comme le blé et le maïs. Les résultats montrent d'importantes disparités entre le nord et le sud de la France métropolitaine, avec une pollinisation plus efficace dans les régions méditerranéennes qu'à l'extrême nord du pays. Cette différence pourrait s'expliquer par deux facteurs : certaines espèces de pollinisateurs, comme les hyménoptères, préfèrent le climat chaud méditerranéen au climat tempéré des régions septentrionales ; d'autres espèces, comme les lépidoptères, trouvent dans le sud de la France des habitats plus propices à leur développement larvaire, tels que les pelouses sèches des milieux alpins et les garrigues près du littoral.

Indispensables à la production agricole, les sols hébergent une biodiversité insoupçonnée. Ils abritent, par exemple, plusieurs tonnes de vers de terre par hectare, jusqu'à un milliard de bactéries par gramme de sol et plusieurs dizaines de millions de champignons. On dénombre jusqu'à 10 000 espèces d'organismes par m² pour la faune de la taille d'un micromètre à 20 mm et 260 vers de terre par m² en moyenne. Ces animaux, champignons, bactéries, virus et algues sont absolument nécessaires aux écosystèmes. La faune et le microbiote améliorent la fertilité du sol en recyclant le carbone et en fournissant des éléments

Les terres agricoles en France



44 %

de la superficie du pays (DROM compris) est occupée par des terres agricoles [23] composées à :

62 %

de terres arables

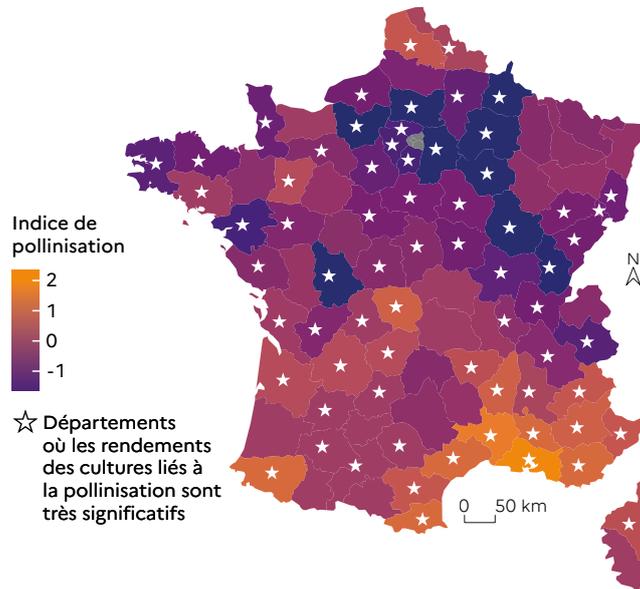
33 %

de surfaces toujours en herbe

5 %

de cultures pérennes (vignes et vergers)

Indice de pollinisation dans les départements de France métropolitaine



Lecture : l'indice potentiel de pollinisation mesure la capacité des écosystèmes à favoriser la pollinisation des cultures par les abeilles sauvages. Il combine des données de littérature sur l'écologie des espèces d'abeilles sauvages, avec des informations spatiales sur la disponibilité des ressources pour ces pollinisateurs (c'est-à-dire la nourriture et les sites de nidification). Le potentiel relatif de pollinisation diminue avec la distance par rapport aux habitats semi-naturels (un indicateur du taux de visite des abeilles) et augmente avec la température annuelle (un indicateur de l'activité des abeilles sauvages). Les valeurs les plus positives (en orange) indiquent les départements où la pollinisation est la moins problématique alors que les valeurs les plus négatives (en bleu) sont associées à des départements où le service de pollinisation est moins bon.

Source : Indicateurs écologiques, Volume 101, 2019 (Martin *et al.*, INRA-MNHN), d'après étude européenne Zulian *et al.* (2013) [29]. Traitements : SDES, 2024

nutritifs aux plantes. Ils dégradent des contaminants et limitent l'érosion ou le tassement, en améliorant la structure du sol, ainsi que la circulation, le stockage et la filtration de l'eau. Ainsi, une perte de 30 % de la biodiversité microbienne diminue d'environ 40 % la minéralisation de la matière organique (et donc le recyclage des éléments minéraux), baisse de 50 % la dénitrification du sol et la productivité générale, et réduit de 40 % la stabilité structurale [30].

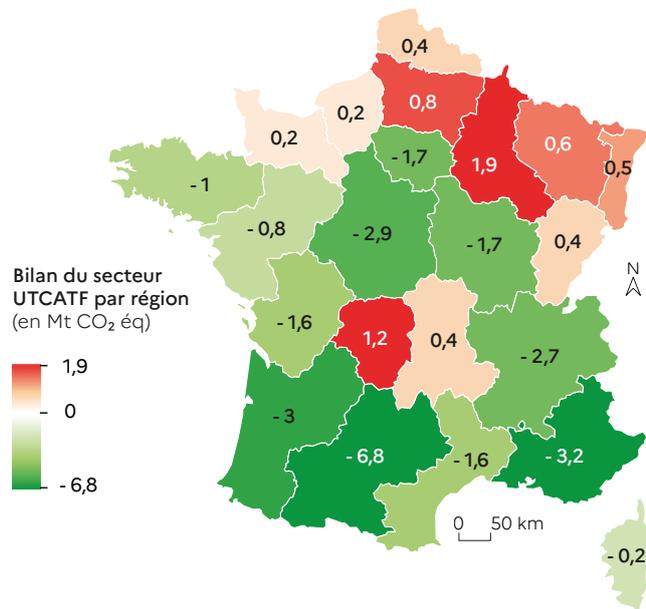
Une forêt aux valeurs mésestimées

Le milieu forestier se compose principalement d'arbres, d'arbustes et arbrisseaux, ainsi que de l'ensemble des espèces qui lui sont associées, comme les champignons et les insectes, toutes interdépendantes. Dans ces milieux, les forêts primaires, qui ont évolué sans intervention humaine, cohabitent avec les forêts secondaires, façonnées par les sociétés humaines. Bien que les forêts soient menacées à l'échelle mondiale, avec la disparition annuelle moyenne de 6 Mha entre 1990 et 2021, principalement au Brésil et en Indonésie [31], la surface de la forêt métropolitaine s'accroît continûment depuis la fin de la Révolution française. Celle-ci est passée de 14,4 Mha en 1990 à 17,5 Mha en 2024 [32].

Le milieu forestier, en plus de s'étendre, affiche également un état de conservation supérieur par rapport à d'autres habitats. Selon la dernière évaluation de l'état de conservation des régions biogéographiques réalisées dans le cadre de la directive européenne Habitats, Faune, Flore (DHFF), 35 % des évaluations forestières sont favorables, contre une moyenne de 23 % pour les autres milieux [33]. De plus, la diversité en espèces communes et indigènes d'arbres a augmenté de 18,9 % dans les forêts métropolitaines en dix ans. Ces signaux positifs restent toutefois menacés par des effets liés au réchauffement climatique. Sur la décennie 2013-2023, environ 9 000 ha de forêts ont été incendiés en moyenne chaque année [34]. Sur la même période, la chenille processionnaire du pin a progressé vers le nord de la France à un rythme moyen de 4 km/an [35].

Au-delà de la valeur marchande du bois, les forêts offrent d'autres biens et services précieux, tels que des espaces de détente, la protection des écosystèmes et de la biodiversité, ainsi qu'une contribution essentielle à la lutte contre le réchauffement climatique. Selon une estimation du Citepa, en 2022, les forêts ont capté 27,6 Mt CO₂ [36].

Bilan net des gaz à effet de serre des terres agricoles et forestières par ancienne région en 2021



Lecture : les terres agricoles et forestières de Midi-Pyrénées ont capté 6,8 Mt CO₂ éq en 2021. Inversement, celles de Champagne-Ardennes ont émis 1,9 Mt CO₂ éq en 2021.

Note : la carte correspond à toute utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie (UTCATF) et pas seulement à la forêt (même si la forêt représente la majorité d'UTCATF).

Source : Inventaire Citepa en 2024, d'après les données 2021. Traitements : SDES, 2024

En 2021, les ménages français sont allés en moyenne neuf fois en forêt, soit une fréquentation totale annuelle estimée à 700 millions de visiteurs [37]. Selon une enquête réalisée en 2018 sur les usages récréatifs de la forêt, les ménages français se rendent dans les forêts pour observer la nature, faire du sport et de la cueillette. La collecte moyenne est estimée à 1 kg de champignons, 0,4 kg de baies et 0,9 kg de châtaignes par visiteur et par an. Sur la base d'une analyse des coûts de déplacement et les préférences des visiteurs, l'Efese estime la valeur économique des loisirs forestiers en France entre 13 et 45 Md€ par an [38]. Cette estimation dépasse largement les 3 Md€ générés chaque année par la vente de bois.

Des milieux humides et aquatiques régulateurs des effets du changement climatique

À l'interface entre le milieu terrestre et aquatique, les milieux humides (marais, tourbières, prairies humides, lagunes, mangroves, etc.) sont caractérisés par la présence de façon permanente ou temporaire d'eau douce, salée ou saumâtre, et par une végétation hygrophile. Ces

milieux se retrouvent fréquemment en contact avec les milieux d'eau douce. Courantes (rivières, fleuves, cours d'eau, chenaux d'écoulement des eaux, etc.) ou stagnantes (plans d'eau), les eaux de surface maillent l'ensemble du territoire et interagissent avec les eaux souterraines. Dans l'Hexagone, on estime à près de 13 Mha la surface potentielle de zones humides, à plus de 350 000 ha la surface totale en plans d'eau [39] et à 270 000 km le réseau hydrographique.

À l'instar des surfaces d'eau stagnante, les zones humides jouent un rôle dans le stockage et la régulation de la qualité des eaux de surface. Elles permettent chaque année d'économiser à la société l'équivalent de 2 000 €/ha sur le traitement de l'eau potable [40]. Les végétaux présents dans ces écosystèmes interviennent dans ce cycle via l'évapotranspiration ou via l'infiltration grâce à leurs racines. Les eaux courantes jouent aussi un rôle dans le cycle des éléments nutritifs comme le carbone ou l'azote. Alors que les crues saisonnières que subissent les milieux aquatiques sont nécessaires à leur bon fonctionnement (interactions entre milieux terrestres et aquatiques, recharge en sédiments, modelage du lit des cours d'eau), les zones humides contribuent à en diminuer l'intensité.

Considérées comme des amortisseurs de premier ordre aux effets du changement climatique, les zones humides alimentent les nappes souterraines et les cours d'eau, retardant les effets des sécheresses et préservant la ressource en eau. Par ailleurs, chaque année, en France, la valeur des services rendus par les milieux humides et aquatiques continentaux dans la rétention de l'azote est estimée à plus de 2 Md€. Considérées comme les principaux puits de carbone, les tourbières, qui ne couvrent pourtant que 0,2 % de la surface métropolitaine [41], stockent chaque année 0,5 t CO₂/ha. Leur perturbation ou leur dégradation libérerait dans l'Hexagone un stock de référence estimé à 3 214 t CO₂/ha détruit [42].

Les milieux humides et aquatiques continentaux, lieux de repos, de nourriture et de reproduction, constituent des réservoirs de biodiversité d'une grande richesse. On estime que plus du tiers des espèces recensées sur l'hexagone profiterait de ces habitats. Parmi elles, 80 espèces de poissons présentes dans les rivières françaises et plus de 90 espèces d'oiseaux nicheurs en dépendent. Les prélèvements d'espèces sauvages réalisés dans les milieux humides et aquatiques continentaux (principalement des poissons) représentent une valeur commerciale annuelle de

l'ordre de 240 M€ [43]. La pêche professionnelle en eau douce est une activité aujourd'hui pratiquée par près de 400 professionnels en France et dégagait un chiffre d'affaires de l'ordre de 27,7 M€ en 2020 [44].

Ces milieux offrent également de multiples services récréatifs, comme la baignade, la pêche de loisir, les sports nautiques. En 2022, plus de 1,4 million de cartes de pêche ont été délivrées en France [45]. Associé à ces milieux, un tourisme vert privilégiant la mobilité douce est aujourd'hui en plein essor. La Loire à Vélo offre, par exemple, une possibilité d'itinérance douce propice à la découverte du patrimoine naturel sur 900 km de pistes cyclables. Cette destination a ainsi attiré 1,8 million de cyclistes en 2022 et généré 54,5 M€ de retombées directes sur les territoires traversés [46].

Selon la dernière évaluation nationale des sites humides emblématiques 2010-2020, 86 % des sites évalués fournissaient en 2020 des services de régulation, d'approvisionnement et culturels. Cependant, leur dégradation pourrait compromettre les services que ces milieux offrent à la société. Cette évaluation révèle que dans les zones côtières, où les pressions environnementales sont les plus intenses, 59 % des milieux des sites de l'Atlantique, Manche et mer du Nord, ainsi que 50 % de ceux de la Méditerranée, présentaient des services altérés du fait de leur dégradation.

Des milieux marins essentiels au bien-être humain

Avec près de 11 millions de km² (dont 97 % en outre-mer) et une présence dans tous les océans du globe (sauf l'Arctique), la France dispose du deuxième domaine maritime mondial. Ces espaces sont essentiels pour diverses activités économiques, avec 341 Mt de marchandises transportées par voie maritime en 2022 et 28 millions de pratiquants de sports nautiques et subaquatiques. Ils contribuent également à la régulation du climat, en absorbant près d'un tiers du CO₂ d'origine humaine émis chaque année dans l'atmosphère, participent à maintenir la qualité des eaux côtières, etc. Toutefois, les multiples pressions engendrées par les nombreux usages de ces milieux, associées au changement climatique, perturbent et modifient de plus en plus la santé et le fonctionnement des écosystèmes marins et côtiers. En 2019, seulement 2 habitats des 29 évalués dans le cadre de la directive Habitats, Faune, Flore étaient en état de conservation favorable. Par ailleurs, en 2022, seulement 47 % des 295 masses d'eau littorales atteignent un bon état écologique au sens de la directive-cadre sur l'eau [47].

Pourtant, cet écosystème assure différentes fonctions écologiques : représentant 95 % des volumes en eau mondiaux, les zones marines sont une composante essentielle du cycle de l'eau, même si l'eau contenue salée n'est pas directement consommable. Le phytoplancton, vivant dans les océans, constitue un

organisme essentiel à l'équilibre du vivant sur Terre : il est ainsi le plus grand fournisseur d'oxygène de notre planète, produisant entre un tiers et la moitié de l'oxygène, via le processus de photosynthèse. Par ailleurs, avec les macro-algues, il transforme les éléments nutritifs en une biomasse accessible aux autres espèces animales et végétales. Enfin, de par leur diversité, les milieux marins français abritent une biodiversité riche et diversifiée.

L'écosystème marin est une source de nombreux produits alimentaires, comme les poissons, les crustacés, les mollusques, les algues, etc. Les produits de la mer constituent au moins 20 % de l'apport quotidien en protéines animales pour plus de 3,3 milliards de personnes dans le monde [48]. En France, la consommation moyenne annuelle par Français est de 33,5 kg [49].

D'autres productions marines peuvent être utilisées dans divers secteurs économiques. Avec 70 000 à 90 000 t d'algues fraîches récoltées chaque année en France, l'algoculture offre par exemple une alternative d'engrais naturel mais aussi une source d'iode de plus en plus prisée. En Polynésie française, la perliculture constitue la 2^e ressource économique de l'archipel. En 2022, sur 7 646 ha d'exploitations produisant près de 9 t de perles, l'activité a généré plus de 50 M€ de recettes [50].

Avec plus de 10 % de la population métropolitaine vivant sur le littoral et 41 % des nuitées touristiques estivales en 2023 [51], les zones marines et côtières sont des lieux de quiétude privilégiés pour leurs valeurs sociales et culturelles. Ainsi, les Français peuvent découvrir les paysages remarquables du littoral à travers les 5 800 km de sentiers de randonnée en France (dont 450 dans les Outre-mer) [52]. Le tourisme stimule également d'autres activités qui valorisent la biodiversité marine et littorale, comme la plongée sous-marine qui a attiré 340 000 pratiquants en 2022, dont près de la moitié était des plongeurs licenciés. Enfin, durant la période estivale, le nombre de pratiquants de la pêche en mer de loisir (à pied ou à canne) en France métropolitaine est estimé à 2,7 millions de personnes. Cependant, l'attrait touristique et culturel des écosystèmes marins les menace. Entre 2009 et 2022, 34 500 ha ont été urbanisés au sein des communes littorales de France (25 021 ha pour les communes littorales de France métropolitaine et 9 436 ha pour les communes littorales des DROM, hors Mayotte)³⁰. De plus, les milieux littoraux, même ceux protégés, sont de plus en plus fréquentés. Ainsi, le parc national des Calanques a enregistré près de 3 millions de visites durant la période estivale en 2023, contre 800 000 avant la création du parc en 2012.

30. Données de la consommation d'espaces naturels, agricoles et forestiers du 1^{er} janvier 2009 au 1^{er} janvier 2023, calculées à partir des fichiers fonciers mis à jour le 17 octobre 2024.

LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ ET LA SOCIÉTÉ

La France mobilise des politiques publiques et renforce les mesures de conservation pour lutter contre l'érosion de la biodiversité et répondre à une préoccupation citoyenne grandissante. Dans un contexte de développement et d'aménagement du territoire, ces actions reflètent une volonté de concilier impératifs environnementaux et enjeux socio-économiques.

Des engagements pris dans les politiques publiques

Face au déclin de la biodiversité et malgré la mise en place de politiques de préservation, l'IPBES recommande un « changement transformateur » pour améliorer notre relation avec la nature. Cette approche inclut quatre actions nécessaires pour préserver la biodiversité :

- la protection et la restauration des espaces naturels ;
- la réduction des pressions sur la biodiversité ;

- la réorganisation de l'économie et des systèmes de production ;
- la transition vers des styles de vie et des villes durables.

En France, dès 1923, un collège de naturalistes réunis à Paris lors du 1^{er} Congrès international de la nature alertait sur une dégradation importante de la nature³¹ à l'échelle internationale marquée par des extinctions d'espèces, comme le dodo, ainsi que l'artificialisation des paysages. Ce n'est toutefois qu'au début des années 1960 que sont créés en France la première réserve naturelle nationale (Luitel en 1961) et le premier parc national (Vanoise en 1963). Dès lors, le réseau d'aires protégées n'a cessé de s'enrichir jusqu'en 2018 avec la création des arrêtés de protection d'habitats naturels.

Tout au long de ces années, plusieurs critères permettent de délimiter les espaces protégés : l'abondance du vivant, de la biomasse et des fonctions écologiques, la richesse en espèces menacées, les

La Stratégie nationale biodiversité 2030



En novembre 2023, le gouvernement français a adopté la Stratégie nationale biodiversité (SNB) 2030. Elle concrétise l'engagement de la France à stopper puis inverser la trajectoire d'effondrement de la biodiversité en accord avec le cadre mondial de la biodiversité, adopté en décembre 2022 à Montréal lors de la 15^e Conférence des Parties (COP15) à la convention sur la diversité biologique.

Des engagements forts ont ainsi été pris par la France à l'horizon 2030, en lien avec l'UE, pour :

- réduire de moitié le risque global lié aux pesticides ;
- restaurer 30 % des écosystèmes terrestres et maritimes dégradés ;

- protéger 30 % du territoire national, terrestre et marin, dont 10 % en protection forte ;
- réduire de 50 % l'établissement des espèces exotiques envahissantes ;
- stopper l'extinction des espèces due aux activités anthropiques d'ici 2050.

La SNB se décline en 4 axes (40 mesures et plus de 200 actions) :

- réduire les pressions qui s'exercent sur la biodiversité ;
- restaurer la biodiversité dégradée partout où c'est possible ;
- mobiliser tous les acteurs ;
- garantir les moyens d'atteindre ces ambitions.

31. À cette époque le terme biodiversité n'était pas encore apparu.

sites de migration ou de reproduction (processus biotiques), l'originalité des communautés animales, végétales et micro-organiques, les rôles de corridor entre espaces préservés, ou encore la faible modification du milieu naturel par les humains.

En parallèle de cette dynamique de création d'outils de protection diversifiés et complémentaires, diverses stratégies nationales de protection sont mises en place, dont la stratégie nationale pour les aires protégées (SNAP). Adoptée en 2021, cette stratégie prévoit de protéger 30 % du territoire national, terrestre et marin, d'ici 2030 et d'avoir 10 % de son territoire couvert par un dispositif de protection forte [53]. En 2024, la France a dépassé son objectif de protection du territoire : 33 % du territoire national, maritime et terrestre, est couvert par une aire protégée, soit 363 Mha sur 1 Mdha. 4,2 % (soit 46 Mha) est sous protection forte en 2024, contre 1,8 % en 2021.

Afin de maintenir l'équilibre des écosystèmes et assurer la durabilité des ressources naturelles, notamment au sein de ces espaces protégés, les espèces animales et végétales font l'objet de nombreuses mesures de protection. En ratifiant des conventions internationales (convention de Berne et de Bonn, AEWA, convention sur la diversité biologique, convention CITES, etc.), la France s'est engagée à assurer le maintien voire la restauration dans un état de conservation favorable des espèces menacées d'extinction sur la liste rouge mondiale et à contrôler le commerce des espèces sauvages. Ces mesures incluent l'interdiction de la chasse, la pêche, la cueillette, la destruction ou le déplacement de ces espèces, afin d'assurer leur pérennité.

En 2023, 4 % de l'ensemble des espèces sont protégés dans au moins une partie du territoire français. Outil stratégique opérationnel [56], le plan national d'action en faveur des espèces menacées (PNA) est mobilisé lorsque les autres politiques publiques environnementales (mise en place d'espaces protégés, etc.) ont été jugées insuffisantes pour conserver ou rétablir une espèce sauvage menacée ou d'intérêt particulier. Il répond ainsi aux exigences des directives européennes « Oiseaux » et « Habitats, Faune, Flore » de maintien et/ou restauration

Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction (CITES)



La CITES encadre le commerce international de plus de 40 000 espèces animales et végétales (6 610 espèces animales et 34 310 espèces végétales). Cette convention vise à garantir que le commerce international des animaux et des plantes inscrits dans ses annexes, vivants ou morts, ainsi que de leurs parties et de leurs produits dérivés ne nuise pas à la conservation de la biodiversité et repose sur une utilisation durable des espèces sauvages. Cet accord compte actuellement 183 Parties dont la France (1978).

Entre 2008 et 2017, les contrôles réalisés ont donné lieu à 3 342 saisies animales (chardonnerets, pythons, servals, perroquets, mygales, etc.). Ces espèces qui font l'objet de trafics d'opportunité servent principalement à autofinancer des élevages d'animaux par des passionnés. Ce type de trafic constitue la principale menace pour les espèces considérées. Le volume de saisies susmentionné inclut aussi de l'ivoire d'éléphant, entre autres. Entre 2022 et 2023, l'opération conjointe LAKE, coordonnée par Europol, a permis de démanteler un réseau international de trafic illégal d'une espèce protégée, la civelle d'Europe (*Anguilla anguilla*). La collaboration de plus de 30 pays a permis l'arrestation de 256 personnes responsables d'un trafic d'environ 25 t de civelles vivantes d'une valeur équivalente à 13 M€ à destination du marché chinois [54].

Par ailleurs, par son positionnement géographique, la France représente une zone de transit et un pays de destination pour le marché noir d'espèces végétales rares et menacées. Entre 2019 et 2020, des contrôles ciblés ont ainsi permis de mettre à jour un réseau de commerce de crèmes pour la peau utilisant une orchidée rare *Vanilla imperialis* inscrite à l'annexe II de la CITES (près de 17 000 articles ont été saisis) [55].

Protéger des espaces naturels tout en associant la population

INTERVIEW BRUNO MOUNIER, directeur de la Fédération des conservatoires d'espaces naturels et PIERRE MOSSANT, directeur du Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne

Quelles actions sont menées au sein des Conservatoires des espaces naturels ?

B. M – P. M - Depuis 45 ans, les conservatoires d'espaces naturels (CEN) préservent et mettent en valeur le patrimoine naturel et paysager autour de projets de territoires avec une méthode basée sur la concertation citoyenne, professionnelle et publique. S'appuyant sur un réseau de près de 4500 sites en France couvrant plus de 300 000 ha, les CEN développent des actions autour de cinq axes que sont la connaissance, la protection, la gestion, la valorisation et l'accompagnement des politiques publiques.

À travers un exemple, pouvez-vous montrer comment la préservation d'un site peut devenir un projet collectif ?

B. M – P. M - Le marais du Cassan-Pretegarde, situé à l'ouest d'Aurillac, fait l'objet d'actions de protection, restauration et valorisation portées par le CEN d'Auvergne depuis 25 ans. Ce marais et le bassin-versant de la rivière Auze abritent des milieux naturels, une faune et une flore rares et protégées. Ces espèces sont majoritairement présentes au sein de parcelles agricoles, utilisées par des éleveurs via un pâturage. L'ensemble du bassin-versant comprend un réseau de zones humides dont le rôle est majeur au regard de la ressource en eau dans le territoire. Par ailleurs, le marais offre des paysages variés appréciés par la population locale. Souhaitant engager des actions pérennes en faveur du marais, les élus locaux ont créé le syndicat intercommunal à vocation unique (SIVU) Auze Ouest Cantal pour mettre en œuvre différentes démarches de sauvegarde du marais. C'est à ce titre qu'ils ont mobilisé le CEN Auvergne.

Quelles actions ont été mises en place ?

B. M – P. M - Au-delà de l'inscription de la protection du site dans les politiques publiques, le CEN s'est appuyé sur des outils de maîtrise foncière. Ainsi près de 400 ha ont été classés en « espaces naturels sensibles » par le Conseil départemental avant de rejoindre le réseau Natura 2000 en 2004. À cette occasion, le CEN a par ailleurs participé à la rédaction du document d'objectifs de ce site et en est l'animateur. Le CEN a également acquis 16 ha de landes par des moyens privés issus de mesures compensatoires liées à un aménagement voisin. 36 ha ont été aussi préservés dans le cadre d'une convention avec la commune Lacapelle-Viescamp et l'Office national des forêts. Enfin, plusieurs conventions ont été signées avec différents propriétaires (principalement agricoles) pour la réalisation de travaux de restauration du site.

Comment sont impliqués les différents acteurs locaux ?

B. M – P. M - L'ensemble des travaux menés par le CEN s'appuie sur une démarche multi-partenaire ayant pour objectif commun la préservation du patrimoine naturel du territoire et le maintien d'une agriculture durable. Sur le plan technique, le SIVU Auze Ouest Cantal, la Fédération de pêche du Cantal, le Centre permanent d'initiatives pour l'environnement de Haute-Auvergne et le groupe Odonat'Auvergne sont parties prenantes. Sur le volet financier, le CEN Auvergne s'est appuyé sur des financements de l'État, de l'UE, de l'Agence de l'eau Adour-Garonne, de la Région, du Conseil départemental, de l'Office français de la biodiversité, de la Fondation du Patrimoine et de la Fédération de pêche.

Au-delà de la conservation du site, quels autres bénéfices voyez-vous au projet ?

B. M – P. M - Avec l'aménagement d'un sentier de découverte pédagogique et d'un sentier tour du marais, et l'organisation de nombreuses manifestations pour les citoyens (chantiers participatifs, accueil d'étudiants, opération « mon été au marais », etc.), le marais du Cassan-Pretegarde prouve que la préservation d'un site porté par des élus peut trouver écho auprès de la population locale.

des espèces communautaires. En 2024, la France comptait 74 PNA en vigueur (55 en métropole et 19 en outre-mer) [57] à différents stades allant du projet à la mise en œuvre et l'évaluation.

Depuis 2007, 18 expériences de réintroduction d'espèces animales ou végétales ont été mises en œuvre au sein des parcs nationaux [58]. Parmi elles, la réintroduction du gypaète barbu, un vautour disparu au début du siècle dernier en France, fait figure de réussite : l'opération de réintroduction menée conjointement avec la LPO Grands Causses a permis son retour dans les massifs alpins où sont dénombrés en moyenne 15 à 19 naissances par an depuis 2015 (24 naissances sur le seul Parc national de la Vanoise entre 2015 et 2023 et une première naissance recensée depuis 100 ans dans le Parc national des Écrins en 2024) [59].

Autrefois omniprésents dans les cours d'eau français, le castor d'Europe (*Castor fiber*) et la loutre d'Europe (*Lutra lutra*) ont vu leur population considérablement régresser au cours des siècles passés dû à leur destruction directe, la perte de leurs habitats et la pollution. À la fin du XX^e siècle, seules quelques dizaines de castors et moins de 1 000 loutres étaient recensés. Leur statut de protection récent au niveau national (1968 pour le castor et 1981 pour la loutre) a permis de les revoir progressivement dans les milieux humides de l'Hexagone. En 2020, 62 % du territoire métropolitain (hors Corse) était occupé par le castor d'Europe, la loutre d'Europe ou les deux espèces [60].

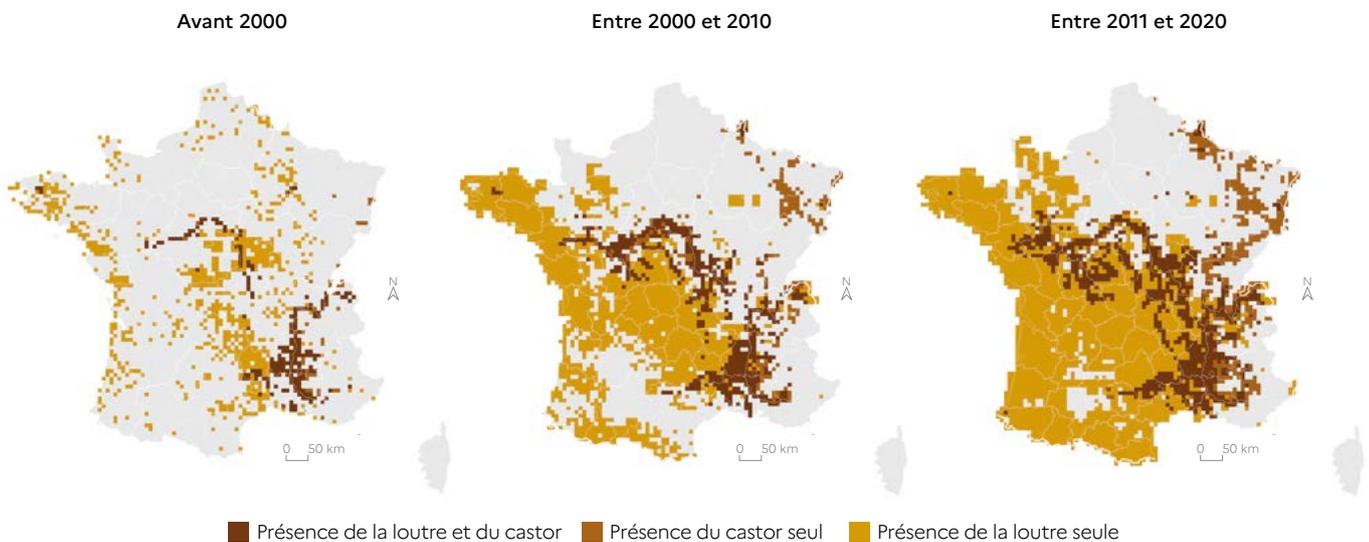
Un autre succès concerne la flore, avec la réintroduction de *Phyllca arborea* sur l'île Amsterdam, dans la réserve naturelle nationale des Terres australes françaises. Alors que la plante couvrait 1 500 ha sur l'île au XVII^e siècle, elle avait presque disparu en 1988 ne couvrant plus que 10 ha environ. Depuis 2010, le programme de réintroduction de cette plante a permis de tripler la présence de l'espèce sur l'île, avec 5 622 plantations réalisées entre 2010 et 2018 [61]. Certaines réintroductions ne rencontrent pas le même succès : en 2016, la réintroduction d'un couple de lamantins dans le parc national de Guadeloupe s'est soldé par un échec.

La biodiversité mieux prise en compte dans les projets d'aménagement

Depuis l'adoption de la loi pour la reconquête de la biodiversité, de la nature et des paysages en 2016, tout projet d'aménagement a l'obligation de mettre en œuvre le principe « éviter, réduire et compenser ». Ainsi, tout aménageur doit chercher en premier à éviter les atteintes à la biodiversité.

Les impacts qui n'auront pas pu être évités devront être réduits grâce à la conception appropriée du projet. Parmi les mesures de réductions, se trouvent les passages à faune. Ils permettent de reconnecter des habitats fragmentés par des infrastructures comme les routes, les voies ferrées ou les barrages, réduisant ainsi

Dynamique de présence de la loutre et du castor d'Europe



Trame verte et bleue : intégrer la biodiversité dans l'aménagement du territoire

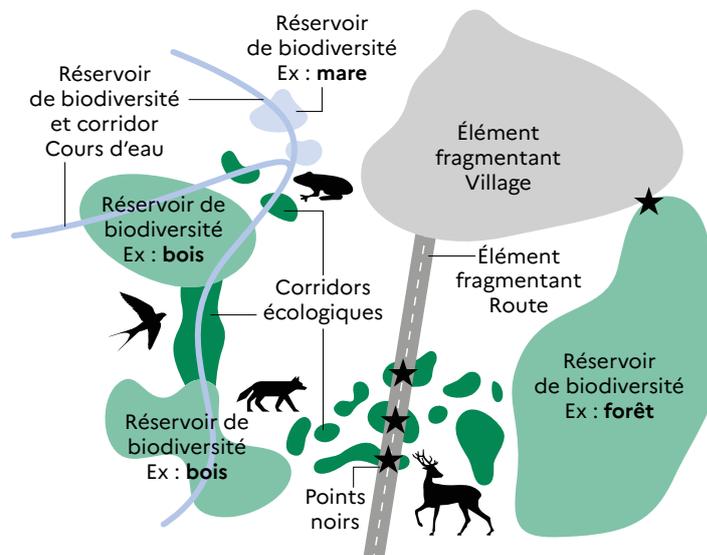
La fragmentation des habitats naturels est une cause majeure d'érosion de la biodiversité. Celle-ci entrave les déplacements de la faune, affecte le déroulement du cycle de vie des espèces et provoque une mortalité directe par collisions. Pour réduire cette pression, des réseaux écologiques sont déployés.

En France, le ministère chargé de la Transition écologique porte une politique publique visant à développer un réseau de continuités écologiques terrestres et aquatiques afin de mieux prendre en compte la biodiversité dans l'aménagement du territoire : la trame verte et bleue (TVB). Cette politique est mise en œuvre dans les territoires à tous les échelons par les collectivités territoriales (conseils régionaux, EPCI, communes, etc.). Ce réseau intègre les réservoirs de biodiversité mais aussi les corridors écologiques, espaces de vie et de déplacement des espèces. La « trame verte » concerne les milieux naturels et semi-naturels terrestres, tandis que la « trame bleue » se rapporte aux milieux aquatiques et humides.

D'autres trames ont fait l'objet d'attention et se sont largement développées ces dernières années. C'est le cas de la trame noire qui vise à réduire l'impact de la pollution lumineuse sur la biodiversité. De plus en plus de territoires se dotent d'une trame noire et prévoient des actions de préservation de la biodiversité nocturne en limitant et révisant leur éclairage artificiel. Il faut noter que depuis la loi Climat et résilience, les orientations d'aménagement et de programmation spécifiques à la TVB sont devenues obligatoires dans les plans locaux d'urbanisme intercommunaux, où les continuités écologiques doivent être prises en compte.

Dès 2017, un premier réseau de TVB a été cartographié, via les schémas régionaux de cohérence écologique désormais partie intégrante des schémas régionaux d'aménagement (SRADDET, etc.). Ces schémas identifient 29 % du territoire continental français comme des réservoirs de biodiversité, ce qui représente 15,7 Mha. 50 717 km de corridors ont été catalogués en trame verte ainsi que 271 180 km de cours d'eau (soit 54 % de la longueur totale des cours d'eaux recensés dans la base BD Carthage). Les documents d'urbanisme doivent s'appuyer sur les schémas régionaux d'aménagement pour décliner à l'échelle locale et intégrer, le cas échéant, les enjeux de continuités écologiques propres au territoire concerné.

Exemple schématique des continuités écologiques et de leurs éléments impactants



Source : Cerema, 2023

le risque de collisions avec les véhicules et peuvent prendre plusieurs formes, telles que des ponts végétalisés, des tunnels, etc. En 2022, le réseau Vinci dénombrait plus de 1 800 passages à faune sur son réseau de 9 200 km d'autoroutes. En 2023, le Cerema, les parcs nationaux des Écrins et des Cévennes et le ministère chargé de l'Environnement ont développé un système d'information sur les passages à faune comprenant des informations relatives à leur état et à leur fonctionnalité (opérationnel depuis début 2024).

Enfin, en dernier ressort, la perte nette de biodiversité qui n'aura pas pu être évitée ou réduite doit être compensée. Ces mesures de compensation se concrétisent par des actions de réhabilitation, de restauration ou de création de milieux et doivent être complétées par des mesures de gestion conservatoire. Entre 2016 et 2023, 6 564 mesures de ce type ont été prescrites en France, dont 41 dans les Outre-mer [62].

Une préoccupation citoyenne croissante

Chaque année, la protection de la biodiversité bénéficie de moyens financiers dédiés. En 2021, 3,3 Md€ (soit 0,13 % du PIB) ont été affectés à différentes opérations telles que la restauration de milieux naturels, la réintroduction d'espèces menacées ou la gestion d'espaces protégés. L'État et les collectivités locales contribuent à près des deux tiers (62 %), suivis par les entreprises (18 %) et les ménages et associations (14 %). L'Europe participe également à hauteur de 6 %, via des fonds européens, tels que le Fonds européen agricole pour le développement rural [63]. En élargissant le périmètre à d'autres politiques (adoption de pratiques agricoles favorables, lutte contre l'artificialisation des sols, politique du grand cycle de l'eau), l'effort financier des pouvoirs public en faveur de la biodiversité est estimé pour la même année à 4,7 Md€ [64]. Et, sur la base du passage en revue de l'ensemble des dépenses de l'État à l'aune de leur possible effet favorable à la biodiversité, le montant s'élève à plus de 12 Md€ [65].

La prise de conscience et la mobilisation de la société progressent également. 52 % des Français estiment que l'état de la nature s'est dégradé près

de chez eux au cours des dernières années [66]. 39 % font par ailleurs état d'un haut niveau de préoccupation à l'égard de la disparition de la biodiversité. De même, 41 % des personnes interrogées jugent qu'il « est déjà trop tard pour espérer préserver la nature » [67]. Ce fatalisme n'est pas pour autant un frein à l'action. Ainsi, le nombre de citoyens s'engageant dans des programmes de sciences participatives sur la biodiversité a fortement augmenté, passant de 20 000 participants actifs en 2011 à plus de 132 000 en 2023 [68]. L'objectif de ces programmes est notamment d'obtenir des données sur la nature et la biodiversité, de produire des outils de sensibilisation et d'éducation à la nature, et de former une communauté pour mobiliser les citoyens autour d'enjeux liés à la biodiversité.

Les différents acteurs de la société peuvent être également sensibilisés à travers des actions plus mobilisatrices. Parmi elles, les atlas de biodiversité communale (ABC), basés sur un inventaire des milieux et des espèces présents sur un territoire donné. Impliquant l'ensemble des acteurs (élus, citoyens, associations, entreprises, etc.), ces outils d'information et d'aide à la décision facilitent l'intégration des enjeux de la biodiversité dans les démarches d'aménagement et de gestion. Depuis 2010, 954 projets d'ABC ont vu le jour couvrant 3 997 communes réparties sur toute la France [69].

Mises en place en 2012, la France compte 983 aires éducatives terrestres et marines en 2024. Restreintes à de petits territoires, ces aires sont gérées de manière participative par des élèves d'un établissement scolaire. Encadrés par leurs enseignants et une structure de l'éducation à l'environnement, les élèves se réunissent sous la forme d'un conseil qui prend toutes les décisions concernant leur aire éducative.

Enfin, chaque citoyen peut dorénavant s'approprier les enjeux liés à la préservation de la biodiversité à travers différents cours en ligne ouverts et massifs (MOOC) développés par le MNHN ou l'OFB, par des associations (WWF, Ligue de protection des oiseaux, etc.) ou encore par des entreprises spécialisées dans la formation professionnelle.

Repenser la façon de se loger pour limiter l'impact sur la biodiversité

L'étalement urbain à l'œuvre depuis un demi-siècle a engendré une très importante artificialisation des sols. Face aux impacts de ce phénomène, la France s'est fixée des objectifs. Mais limiter l'artificialisation a des conséquences sur nos modes de vie. Les collectivités locales, chargées de la planification et de l'urbanisme, sont en première ligne pour engager les transformations nécessaires.

Pourquoi limiter l'étalement urbain ?

Entre 2009 et 2022, près de 25 000 ha (soit l'équivalent de 35 000 terrains de football) ont été « consommés » en moyenne chaque année, c'est-à-dire sont passés d'une destination agricole, forestière ou naturelle à une destination autre (habitation, infrastructure, etc.) [70]. Même si une partie des parcelles consommées ne sont pas imperméabilisées (espaces verts, jardins), celles-ci ne peuvent plus fournir tous les services écosystémiques initiaux : production alimentaire, notamment pour les anciennes ceintures maraîchères et plaines alluviales ; « puits de carbone » pour les sols des prairies permanentes, des milieux naturels et des forêts ; capacité des sols à filtrer l'eau ; recharge des nappes phréatiques et stockage naturel de l'eau, etc.

L'artificialisation a également un impact sur la biodiversité : les zones urbaines, et les infrastructures de transport qui leur sont associées, détruisent directement les habitats de nombreuses espèces animales et végétales. De même que les clôtures de jardin, elles constituent aussi des obstacles à la libre circulation de certaines espèces animales qui ne peuvent plus se reproduire et se nourrir correctement.

Un difficile abandon du modèle de construction pavillonnaire

Sur la période 2009-2022, la consommation d'espaces est en premier lieu destinée à l'habitation (63 %). Viennent ensuite les activités économiques (logistiques, commerces, industrie, mais aussi bâtiments agricoles) – (23 %) puis les infrastructures routières (6 %) et ferroviaires (1 %). Avec la hausse de la population (+ 4,2 % entre 2009 et 2019) et la baisse de la taille moyenne des ménages (2,17 personnes par ménage en 2020, contre 2,28 en 2009), l'augmentation du parc des résidences principales (+ 8,8 % entre 2009 et 2019) explique deux tiers de la consommation d'espaces liée à l'habitat [71]. Celle-ci s'explique aussi par l'augmentation du nombre de résidences secondaires (3,1 millions en 2021) et des logements vacants (3,7 millions en 2021). Selon les dernières projections de l'Insee, l'augmentation du nombre de ménages en France devrait se poursuivre de manière moins marquée pour atteindre 32 à 36 millions de ménages en 2050, contre 30 millions en 2018 [72]. L'évolution des comportements de cohabitation deviendrait le principal moteur de cette augmentation (forte progression du pourcentage d'adultes vivant seuls), du fait du ralentissement de la croissance de la population.

L'extension des zones urbaines sur le modèle de la zone pavillonnaire, avec maison individuelle et jardin, a démarré dans les années 1970 et s'est longtemps poursuivie. Ainsi, sur la période 2009-2020, 51 % des surfaces consommées en vue de la construction de logements ont été utilisées pour des projets résidentiels de moins de 8 logements par hectare, ces projets ne représentant toutefois que 18 % du total des logements construits. Ces petites opérations, de faible densité et souvent limitées à une ou deux maisons se situent principalement dans des communes rurales [73].

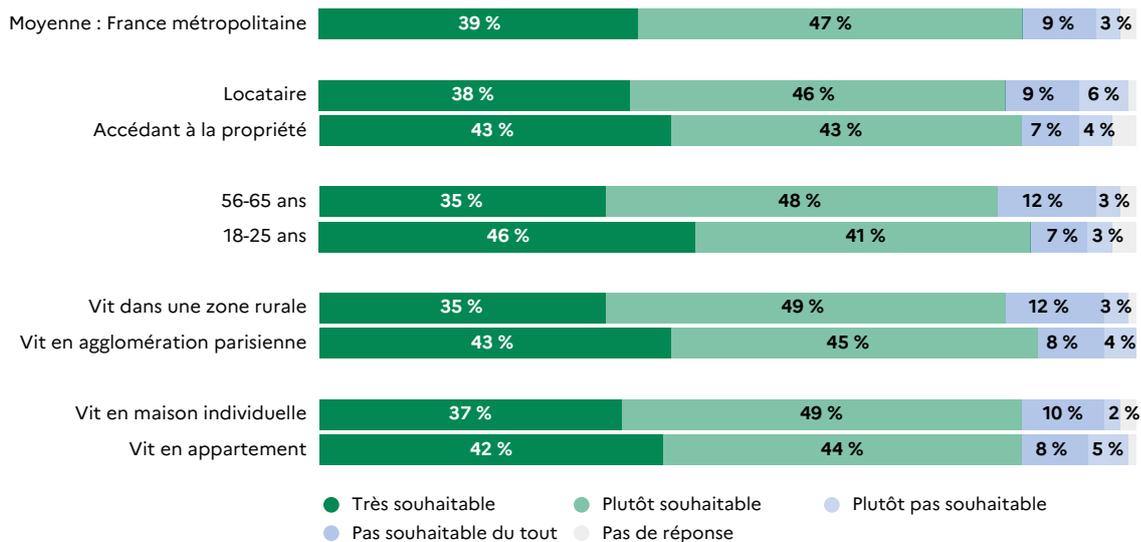
La maison individuelle reste fortement plébiscitée : les trois quarts des locataires désirant devenir propriétaire souhaiteraient acquérir une maison individuelle, et un quart envisagent même de la faire construire [74]. S'ils devaient déménager dans un nouveau logement à l'avenir, 44 % des Français jugent « tout à fait prioritaire » que celui-ci dispose d'un jardin. Néanmoins, la proximité des services (commerces, services publics, transports collectifs),

qui caractérise les tissus urbains plus denses, est également un critère de choix, notamment (mais pas seulement) pour les personnes âgées ou modestes. Dans les faits, la situation évolue : en 2019, les maisons ne représentaient plus que 43 % des 374 000 logements neufs contre 61 % des 371 000 logements neufs en 2000 [75]. Par ailleurs, la société française semble plutôt bien disposée à l'égard des mesures visant à lutter contre l'artificialisation des sols.

Penser autrement l'aménagement urbain

L'objectif de zéro artificialisation nette, inscrit dans la loi Climat et résilience de 2021, donne un cadre clair et une portée mesurable et contrôlable à une volonté déjà ancienne de mieux gérer le foncier et de limiter la consommation d'espaces naturels agricoles et forestiers. Les documents de planification et d'urbanisme doivent intégrer des objectifs de sobriété foncière adaptés aux contextes locaux.

Est-il souhaitable de réguler la construction de nouveaux bâtiments pour lutter contre l'artificialisation des sols ?



Note : réponse à une enquête faite auprès d'un panel représentatif de 2 010 Français.
 Source : Sciences Po, SDES, Baromètre Elipss Environnement, décembre 2023

Pour limiter la consommation d'espaces en extension urbaine, trois leviers peuvent être activés :

- augmenter le taux de renouvellement urbain : revitalisation des centres urbains, réduction de la vacance, réhabilitation du bâti ancien, construction dans des dents creuses notamment dans les communes rurales, transformation d'immeubles de bureaux en logements, le cas échéant utilisation d'anciennes friches industrielles ou commerciales etc. ;
- augmenter la densité des opérations nouvelles en proposant des habitats individuels groupés ou des habitats collectifs ;
- accroître le taux d'occupation des logements (sous-occupation des trois quarts des logements

selon le plan bâtiment durable), limiter le nombre de résidences secondaires, etc.

Divers programmes existent pour accompagner les collectivités en fonction de leur situation (Action cœur de ville, programme Petites villes de demain, nouveau programme national de renouvellement urbain, programme national de requalification des quartiers anciens dégradés, fonds friche, etc.). Par ailleurs, plusieurs organismes peuvent apporter leurs compétences et financements (Cerema, FNAU, CAUE, ANCT, Ademe, établissements publics fonciers, établissements publics d'aménagement et autres aménageurs publics, etc.) [76]. De nombreuses ressources sont mises à disposition sur le [portail de l'artificialisation des sols](#).

Rennes : imaginer l'urbanisation de demain grâce à la concertation



Les collectivités sont tiraillées entre plusieurs enjeux : répondre à la demande en logements, renforcer l'attractivité du territoire, favoriser la mixité sociale et fonctionnelle, améliorer le cadre de vie et préserver les sols. L'élaboration de documents d'urbanisme, comme le SCoT, le PLU(i), la carte communale, ou d'un programme local de l'habitat (PLH), offre l'opportunité de trouver un équilibre entre densification, préservation et renaturation des espaces.

Les expériences montrent qu'en mobilisant les habitants, les acteurs, les experts et les élus, des solutions peuvent être inventées pour répondre aux impasses constatées en matière de logement et de sobriété foncière.

Ainsi sur Rennes [77], la concertation organisée en 2022 dans le cadre de la préparation du PLH a donné la parole à des locataires, étudiants, jeunes ouvriers, couples d'actifs comme à des personnes forcées de dormir chez des amis ou dans leur voiture ou encore à des petits propriétaires bailleurs. Les débats ont fait bouger en direct les lignes de partage, donnant à la fois plus d'audace et plus de marges de manœuvre aux décideurs. Si les réticences sont fortes concernant certaines formes de densification, celle-ci peut être bien vécue si elle amène une intensité de fonctions et services. L'objectif est de compenser la densification par des bénéfices tangibles : création d'espaces de nature, services supplémentaires pour les habitants, logements avec un extérieur, auto-partage, jardins partagés, espaces publics et voiries végétalisés, etc.

RÉFÉRENCES

- [1] *Livret INPN Espèces*, INPN, 2023
- [2] *Évolution du volume de données disponibles sur la biodiversité*, Naturefrance, 2023
- [3] *SDG Indicators Database 15.5.1*, Nations unies, dernières données disponibles
- [4] *L'IRD célèbre l'année internationale pour les récifs coralliens*. IRD, 2018
- [5] *Bilan de l'état de santé des récifs coralliens*, Ifremer, 2021, p. 13-14
- [6] *Les mangroves à travers le temps*. Pôle Relais zones humides tropicales, 2022
- [7] *Les herbiers marins d'outre-mer : des écosystèmes diversifiés à préserver*. SOS Corail, 2021
- [8] Cantera I. et al., 2022. *Low level of anthropization linked to harsh vertebrate biodiversity declines in Amazonia*
- [9] A.F. de Lima R. et al., 2020. *The erosion of biodiversity and biomass in the Atlantic Forest biodiversity hotspot*
- [10] *Environnement : 41 % des savanes menacées*. France-Guyane, 2023
- [11] Vermard Y., Ulrich C., 2024. *Bilan 2023 du statut des ressources halieutiques débarquées par la pêche française hexagonale en 2022*, Ifremer
- [12] Observatoire PÉLAGIS, 2022. *Évaluation du descripteur 1 « mammifères marins » pour le cycle 3 au titre de la DCSMM* (fiche indicateur Taux de mortalité par captures accidentelles des petits cétacés – Région marine Manche-Atlantique, non disponible à ce jour)
- [13] *Pollution et biodiversité*. FRB, 2022
- [14] *Impacts des produits phytopharmaceutiques sur la biodiversité et les services écosystémiques : résultats de l'expertise scientifique collective* Inrae-Ifremer. Inrae, 2022
- [15] *La dévastatrice pollution sonore dans les océans*, Le Monde, 8 septembre 2022, et Sole M. et Andre M., Marine, 2023, *Plants and Sound*, dans *The Effects of Noise on Aquatic Life* (pp. 1-20)
- [16] *Rapport final d'adaptation au changement climatique*, La Fabrique écologique, p. 18-19
- [17] *Le changement climatique influe sur la survie des œufs et des larves des poissons*, Ifremer, 2024
- [18] *Le frelon asiatique s'est installé dans le Haut-Rhin*, INPN, 2023
- [19] Rome Q. et al. 2015. *Caste differentiation and seasonal changes in Vespa velutina (Hym.: Vespidae) colonies in its introduced range*. Journal of applied entomology ; Robinet C. et al., 2017. *Rapid spread of the invasive yellow-legged hornet in France: the role of human-mediated dispersal and the effects of control measures*. Journal of applied ecology
- [20] Mode d'occupation du sol, inventaire numérique de l'occupation du sol de l'Île-de-France, Institut Paris Région
- [21] *Eurométropole Strasbourg. Rapport de développement durable 2021*, p. 24
- [22] *Tout savoir sur l'arbre à Paris*, Paris, 2024
- [23] *L'occupation du territoire en 2022. Enquêtes Teruti 2021-2022-2023*, Agreste, Chiffres et données n° 2024-15, 2024
- [24] *Transformations de l'agriculture et des consommations alimentaires*, Insee Référence, 2024
- [25] *La haie, levier de la planification écologique*, Rapport du CGAER n° 22114, 2023
- [26] *Resp'Haies*, 2022
- [27] Sánchez-Bayoa F., Wyckhuys A.G. K., 2019, *Worldwide decline of the entomofauna: A review of its drivers*. Biological conservation
- [28] *Plan national en faveur des insectes pollinisateurs et de la pollinisation*, 2021
- [29] Zulian G. et al., 2013, *Linking land cover data and crop yields for mapping and assessment of pollinisation services in Europe*, Land 2 (3), 472-492
- [30] Ranjard L., 2021. *La biodiversité des sols, un patrimoine à préserver*, La Recherche n° 565, p. 61-67
- [31] *Utilisation des terres*, FAOSTAT
- [32] *Inventaire forestier national, memento édition 2024*, IGN, 2024
- [33] *L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques*, 2023
- [34] *Les incendies de forêt et de végétation*. IGN, Observatoire des forêts françaises
- [35] *Le front d'expansion de la chenille processionnaire du pin progresse toujours*. Masa, 2018
- [36] *Nos forêts absorbent de moins en moins de CO₂ et pourraient devenir un obstacle à la neutralité carbone*. Citepa, 2023
- [37] Enquête ONF / Université de Caen réalisée en 2004, 2010, 2015 et 2021.
- [38] *Les usages récréatifs des forêts métropolitaines*, Efese, CGDD, 2020
- [39] *Les lacs, étangs et autres plans d'eau*. Eaufrance
- [40] *Quels services nous apportent les zones humides ?* notre-environnement, 2023
- [41] *Zones humides et humains, des vies entrelacées*. Journée mondiale des zones humides, 2 février 2024, p. 14.
- [42] *La séquestration de carbone par les écosystèmes en France*, Efese, CGDD, 2019, p. 92
- [43] *Les milieux humides et aquatiques continentaux*, Efese, CGDD, 2018
- [44] Conapped (organisation de la pêche professionnelle), 2022
- [45] *Fédération nationale de la pêche en France*
- [46] Enquête sur le cyclotourisme réalisée conjointement par les régions Centre-Val de Loire et Pays de la Loire en 2022
- [47] *Chiffres clés de la mer et du littoral - Édition 2024*. CGDD, Datalab, 2024, 148 p.
- [48] *Pêche durable et sécurité alimentaire : quels défis pour demain ?* Marine Stewardship Council, 2021, p. 3
- [49] *Chiffres clés des filières pêche et aquaculture en France en 2021*. FranceAgriMer, 2021, p. 26
- [50] *Statistique 2022 : la perliculture*. Direction des ressources marines
- [51] *Saison touristique d'été 2023*. Insee
- [52] *Le sentier du littoral sur les côtes françaises en 2019*. notre-environnement
- [53] Décret n° 2022-527 du 12 avril 2022

- [54] *Réussite d'une opération de lutte contre le commerce illégal de l'anguille d'Europe*. Cites, 2023
- [55] *État de la menace liée à la criminalité environnementale*, Gendarmerie nationale (OCLAESP), 2022
- [56] *Plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées (PNA)*, MTE
- [57] *Plans nationaux d'actions en faveur des espèces menacées (PNA) – Tableau de suivi*
- [58] *Les Parcs nationaux de France, chiffres clés*, édition 2021, CGDD, Datalab, 2021, pp. 52-53
- [59] *Le gypaète barbu se réinstalle dans le Vercors*, WWF, 2023
- [60] *Indicateurs ONB sur castor et loutre*
- [61] *Réserve naturelle terres australes françaises : indicateurs 2018*, p. 38
- [62] *Les mesures compensatoires des atteintes à la biodiversité*. Géoportail
- [63] *Bilan environnemental de la France - Édition 2023*, CGDD, Datalab, 2024
- [64] *Le financement de la stratégie nationale pour la biodiversité (SNB) pour 2030*, IGF, IGDD, 2022
- [65] *Rapport sur l'impact environnemental du budget de l'État*, CGDD, 2022
- [66] *Opinions des Français sur l'environnement en 2023*. CGDD, 2024
- [67] *Baromètre Elipss Environnement*, Sciences Po – SDES, décembre 2023
- [68] *Évolution de l'implication des citoyens dans les sciences participatives liées à la biodiversité*. Naturefrance
- [69] *Recensement des atlas de la biodiversité communale de France métropolitaine et d'outre-mer*. Naturefrance
- [70] Données fiscales retraitées par le Cerema, dites « fichiers fonciers » et mises à disposition par l'État en tant que données nationales de référence de suivi de la consommation d'espaces
- [71] *Le besoin en résidences principales, premier facteur de transformation des espaces naturels, agricoles et forestiers pour l'habitat*, Insee Première, n° 1976, décembre 2023
- [72] *De 2 à 6 millions de ménages supplémentaires en France entre 2018 et 2050*, Insee Focus n° 317, 2024
- Projections du nombre de ménages à horizon 2030 et 2050 : analyse des modes de cohabitation et de leurs évolutions*, CGDD, Document de travail, 2023
- [73] *La densité de logement dans les opérations d'aménagement en extension urbaine*, Cerema, 2022, 36 p.
- [74] *Baromètre Habitat – Édition 2023*, Enquête réalisée par Harris Interactive pour Procivis et la Fondation Jean Jaurès
- [75] *Chiffres clés du logement - Édition 2022*, CGDD, Datalab, 2022, p. 56
- [76] *Zéro artificialisation nette - Fascicule 4 : accompagner la sobriété foncière et le recyclage urbain*, MTECT, 2023
- [77] *Morice J., 2024. Reprendre en main logement et foncier dans les métropoles : retour sur une expérience rennaise*, Métropolitiques

POSTFACE



ENTRETIEN

Épuisement des ressources naturelles, pollution des milieux, changement climatique, déclin de la biodiversité : ces quatre défis écologiques majeurs appellent des réponses fortes, tant à l'échelle mondiale qu'à l'échelle locale. Pour contribuer à la résolution de ces problèmes environnementaux, l'ensemble de la société française est amené à s'engager.

BRICE HUET

Commissaire général au développement durable

En quoi la protection de l'environnement est-elle vraiment l'affaire de tous ?

B. H - Les attentes des citoyens en direction des pouvoirs publics pour la protection de l'environnement sont très importantes. Interrogés pour savoir qui devrait agir en priorité pour la protection de l'environnement, 52 % des Français citaient ainsi en 2023 les pouvoirs publics, 29 % les entreprises et 15 % seulement les ménages (SDES, 2023). Pour autant, les pouvoirs publics ne peuvent pas agir seuls sur ce sujet. Les citoyens et l'ensemble des organisations qui structurent la société française ont vocation à être associés et à agir chacun à leurs échelles. De fait, 69 % des personnes interrogées dans la même enquête s'accordent à considérer que « chacun doit s'investir le plus possible ».

Pour autant, les logiques de disculpation et d'imputation sont souvent des freins majeurs à l'engagement des acteurs dans des dynamiques d'action favorables à l'environnement. Elles font également écho aux sentiments d'inutilité et d'impuissance exprimés à l'échelle micro-sociale face à des enjeux planétaires qui impliquent une réaction macro-sociale. Pour cette raison, il est essentiel de mettre en lumière et de valoriser les initiatives variées qui œuvrent à la transition écologique.

Quels sont les points de blocage qui freinent une mobilisation sociale élargie ?

B. H - Le poids des habitudes de consommation et de production, l'attachement au progrès, les réticences à l'égard de la remise en question des acquis de la modernité, l'ancrage libéral des sociétés démocratiques, la volonté de préserver ses propres intérêts ou la peur de se distinguer des modèles dominants sont autant de motifs légitimes de distanciation à l'égard des changements préconisés au nom de la transition écologique. Ces différents freins se retrouvent tout autant chez les citoyens/consommateurs que chez les acteurs politiques ou économiques.

Si un large consensus existe au sein de la société quant à la nécessité de transformer nos modes de fonctionnement et si des pionniers innovent d'ores et déjà en matière de protection de l'environnement, la diffusion élargie de ces nouvelles façons d'agir reste toutefois assujettie à un lent processus d'acculturation, de normalisation et d'appropriation.

Qu'en est-il de la mobilisation des entreprises ?

B. H - De plus en plus conscients des risques auxquels ils sont exposés du fait des problèmes environnementaux, les acteurs économiques se mobilisent de plus en plus pour adapter leurs modes de fonctionnement. Les arbitrages entre intérêts économiques et écologiques restent bien sûr complexes, mais ceux-ci ne privilégient plus systématiquement les dimensions financières. Soucieux d'articuler leurs aspirations environnementales et leur parcours professionnel, de nombreux salariés contribuent également de l'intérieur à la transition écologique de leur employeur. En 2023, l'ONG Carbon Disclosure Project (CDP)³² a évalué l'engagement environnemental de 425 grandes entreprises françaises au regard de leur impact sur le climat, les forêts ou la ressource en eau. 29 d'entre elles ont obtenu la note maximale en matière de changement climatique et 4 ont également été notées A pour les deux autres aspects. L'industrie du luxe française est apparue très présente en haut de ce classement, ainsi que certaines banques françaises comme La Banque Postale.

Dans un registre complémentaire, 272 entreprises ont rejoint le programme « Entreprises engagées pour la nature » développé par l'OFB. Cette initiative se décline en trois étapes : l'adhésion aux principes, l'engagement autour d'un plan d'action et l'obtention de la reconnaissance à l'issue d'un bilan. Dans les années à venir, ce dispositif permettra de mieux identifier et de valoriser les acteurs économiques qui s'emploient réellement à agir en faveur de la biodiversité.

Comment accompagner les changements nécessaires ?

B. H - Contribuer à mettre en œuvre un nouveau modèle de société implique de défendre ce projet collectif et son bien-fondé. Une telle ambition passe notamment par le dialogue. Mais cette façon d'agir est souvent plus compliquée qu'il n'y paraît dans une société fragmentée où la profusion d'informations contradictoires suscite de la confusion et du doute. Convaincre, c'est donc d'abord lutter contre les fausses informations, les malentendus, les présupposés, l'éco-blanchiment (*greenwashing*), le scepticisme et toutes les formes de fatalisme et de résignation.

Tantôt perçu comme déstabilisant, contraignant ou coûteux, le changement social nécessite un accompagnement, tant sur le plan explicatif qu'incitatif. Dans bien des cas, l'évaluation sociale des transformations en matière environnementale fait apparaître un décalage entre le coût de la mobilisation (important et immédiat) et les bénéfices attendus (incertains et différés).

Valoriser un nouveau modèle induit inévitablement de prendre des distances avec celui qui prévalait auparavant. Il en va ainsi de la sobriété. Prôner des modes de vie plus sobres, c'est reconnaître par antonymie l'ébriété consumériste qui prévaut depuis l'avènement de la société de consommation. On peut ainsi adhérer à l'idée de sobriété, sans forcément parvenir à assumer son propre rapport addictif aux bienfaits du progrès (simplicité, confort, etc.).

Pour accompagner les transitions, l'enjeu est moins de contourner les problèmes d'acceptabilité sociale que de susciter une adhésion à l'égard de choix qui peuvent avoir des conséquences parfois difficiles pour les citoyens, les entreprises ou le monde agricole. Il est pour cela essentiel de convaincre la société que l'intérêt général écologique à long terme doit primer sur les intérêts particuliers à court terme. Ce n'est pas simple pour autant. Les débats autour de l'instauration de zones de faibles émissions, par exemple, rappellent que l'intérêt d'un dispositif du point de vue environnemental et/ou sanitaire ne suffit pas pour obtenir l'assentiment général. La transformation du fonctionnement habituel de notre société crée de l'incertitude et des appréhensions, légitimement plus marquées pour les citoyens en situation de précarité, les entreprises en difficulté ou les territoires les plus vulnérables. Il est donc essentiel d'accompagner ces transformations, en veillant à une péréquation globale des droits (moyens accordés) et des devoirs (exigences attendues).

Plus généralement, l'adhésion sociale aux changements proposés pose la question de la désirabilité des transitions, des alternatives suggérées, du modèle de société vers lequel on se dirige, etc. En matière de consommation, cela implique par exemple de redonner du sens à l'acte d'achat, en interrogeant son opportunité et le rapport au monde qu'il véhicule.

Quel rôle peut jouer l'information environnementale ?

B. H - La diffusion des connaissances et des savoirs est cruciale à cet égard. Au-delà des travaux scientifiques bien évidemment nécessaires, il est important de permettre une bonne appropriation des sujets environnementaux par l'ensemble de la population. Pour cela, l'enjeu est de parvenir à communiquer sur des sujets complexes, sans les simplifier à l'extrême mais en évitant un vocabulaire trop technique. Cela implique notamment de clarifier les rapports de causalité (entre une activité humaine et une pression environnementale, par exemple), de hiérarchiser les enjeux et de proposer des solutions simples et adaptées à la multiplicité des vécus individuels et organisationnels. Je souhaite que cette 8^e édition du rapport sur l'état de l'environnement en France participe à cette démarche, au même titre que d'autres ressources de référence (profils environnementaux régionaux, bilan environnemental annuel, portail d'information notre-environnement, etc.), de travaux de prospective (Transitions 2050 de l'Ademe) ou de formes d'expertise citoyenne qui alimentent le débat public en suggérant des perspectives de transition. ■

32. CDP & Oliver Wyman (2024), *Get the money moving. Meeting the European corporate transition challenge*, CDP Europe Report 2023, March 2024, 32 p.

LEENA YLA-MONONEN

Directrice de l'Agence européenne pour l'environnement

Comment le rapport sur l'état de l'environnement de la France ainsi que celui de l'Agence européenne pour l'environnement (AEE) peuvent-ils contribuer à éclairer les décisions à prendre ?

L. YM - Le rapport sur l'état de l'environnement en France s'inscrit dans une série d'autres publications internationales sur l'état de l'environnement en Europe ou dans le monde. En septembre 2025, l'AEE publiera ainsi la nouvelle édition de *L'environnement européen - État et perspectives*. Cette même année, l'OCDE publiera pour sa part un rapport sur les *Perspectives de l'environnement de l'OCDE*, dans lequel elle rendra compte de la triple crise planétaire du changement climatique, de la biodiversité et de la pollution, ainsi que de l'ampleur des défis qui restent à relever. Les Nations unies finaliseront, quant à elles, la 7^e édition du *Global Environment Outlook (GEO7)* début 2026.

Ces rapports visent tous à donner un aperçu de l'état actuel, des tendances et des perspectives de l'environnement à différentes échelles géographiques. Ils soulignent l'ampleur et l'étendue des défis auxquels nous sommes confrontés et jouent un rôle crucial dans l'évaluation de la durabilité environnementale, dans chaque pays. En fournissant une base de connaissances fiable et pertinente pour agir, ils permettent de prendre des décisions fondées sur des données probantes pour résoudre des problèmes environnementaux urgents.

Publiés de façon périodique, ils permettent un suivi des progrès réalisés et mettent en évidence les domaines dans lesquels des actions complémentaires sont nécessaires. Ils contribuent également à sensibiliser et à responsabiliser les gouvernements, les institutions et les citoyens et éclairent l'élaboration des politiques, orientant les politiques ainsi que leur mise en œuvre.

Quels constats retenir ?

L. YM - Les constats faits au niveau de la France sont très proches de ceux faits au niveau européen. L'Europe est confrontée à de nombreux défis environnementaux, avec de multiples impacts sur le bien-être des citoyens et de la planète.

La hausse des températures, la survenue d'événements météorologiques extrêmes et l'élévation du niveau de la mer conduisent à des risques pour les écosystèmes, la santé humaine et les infrastructures.

La pollution, les produits chimiques dangereux et les problèmes de qualité de l'air nuisent à la santé des citoyens. Plus de 10 % des décès humains prématurés annuels dans l'UE sont liés à la pollution. Malgré les efforts de réduction de la pollution, seules 40 % des eaux de surface de l'UE avaient atteint un bon état écologique en 2015. Des niveaux excessifs d'azote continuent de provoquer l'eutrophisation des milieux naturels.

Malgré les efforts mis en œuvre pour protéger l'environnement, le déclin de la biodiversité et la dégradation des écosystèmes persistent et de nombreux habitats et espèces sont toujours menacés. La consommation des ressources reste plus élevée en Europe que dans les autres régions du monde, contribuant également à la dégradation de l'environnement.

Ces constats soulignent la nécessité pour les décideurs politiques européens et nationaux d'agir ensemble pour réaliser la transformation verte dont l'Europe a besoin. L'UE a pris des mesures significatives au cours des quatre dernières décennies et plus récemment dans le cadre du Pacte vert européen et les efforts en ce sens doivent se poursuivre et s'amplifier.

Pour faire face aux défis environnementaux, l'Europe a proposé une « transition juste ». Que recouvre cette notion ?

L. YM - L'UE s'est donné des objectifs ambitieux en matière de transition énergétique et climatique, à savoir devenir un continent climatiquement neutre d'ici 2050, rétablir la biodiversité de l'Europe d'ici à 2030, soutenir une croissance économique dissociée de l'utilisation des ressources, et atteindre le zéro pollution. Atteindre ces objectifs nécessite des changements radicaux dans nos modes de production et de consommation.

Au cours de la dernière décennie, une grande partie de la société européenne a pris conscience que nos modes de vie et nos priorités sont en contradiction avec la nécessité d'une planète saine pour les générations futures. Mais la transition vers un modèle de société plus respectueux de l'environnement ne sera pas sans conséquence sur certains secteurs d'activité (production automobile, élevage bovin, filière aéronautique, plasturgie, etc.), pour les salariés qui y travaillent et pour les territoires où ils sont implantés. Il s'avère donc important d'écouter leurs inquiétudes, de travailler avec eux sur les transformations possibles, d'accompagner ces changements et de soutenir les dynamiques innovantes qui permettront de réduire les impacts environnementaux de ces activités tout en maintenant de l'emploi et du dynamisme économique.

Pour être socialement acceptable, la transformation verte, en Europe et en France, devra être équitable et éviter l'apparition ou l'aggravation d'inégalités entre les personnes et la nature. Cela passera par une grande variété d'outils et de mécanismes, tels que la participation du public, le soutien financier et la reconversion professionnelle pour accompagner le changement.

Alors que certaines forces politiques, économiques et sociétales s'emploient à ralentir, voire à inverser la transformation verte de l'Europe, espérons que ce rapport comme celui de l'AEE à venir rappellera à chacun l'urgence à agir pour pouvoir continuer à habiter une planète vivable, saine et résiliente. ■

ANNEXES

- POUR ALLER PLUS LOIN
- GLOSSAIRE
- SIGLES ET ABRÉVIATIONS
- SYMBOLES CHIMIQUES ET UNITÉS DE MESURE

POUR ALLER PLUS LOIN

DOCUMENTS DE RÉFÉRENCE

- [Bilan environnemental de la France – Édition 2023](#), CGDD, Datalab, mars 2024, 122 p.
- [Bilan énergétique de la France en 2022](#), CGDD, Datalab, mai 2024, 184 p.
- [Chiffres clés du climat France, Europe et Monde - Édition 2024](#), CGDD, Datalab, novembre 2024, 96 p.
- [La France face aux neuf limites planétaires](#), CGDD, Théma, octobre 2023, 86 p.
- [État des lieux de la France au regard des Objectifs de développement durable](#), CGDD, 2021
- [L'évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques \(Efese\)](#), CGDD

SITES THÉMATIQUES

- Air : [Atmo France](#) et [LCSQA](#)
- Biodiversité : [naturefrance](#)
- Eau : [eaufrance](#)
- Milieu marin : [milieumarinfrance](#)
- Émissions de gaz à effet de serre : [Citepa](#)
- Changement climatique : [hautconseilclimat.fr/](#)
- Adaptation au changement climatique : [Centre de ressources pour l'adaptation au changement climatique](#)
- Projections climatiques : [Drias, les futurs du climat](#)
- Ressources minérales : [mineralinfo.fr/fr](#)
- Risques sur le territoire : [géorisques](#)
- Environnement et développement durable : [notre-environnement](#)

DONNÉES ET INDICATEURS

- Premier ministre. [Tableau de bord de la planification écologique](#)
- Agenda 2030 en France. [Datavisualisations des indicateurs de suivi des ODD](#)
- Agence européenne pour l'environnement. [Indicateurs](#)
- Commission européenne. [Tableau de bord de la stratégie de l'Union européenne pour la biodiversité](#)
- Eurostat. [Base de données, données détaillées Environnement et énergie](#)
- Eurostat. [Statistiques pour le Pacte vert européen](#)
- Eurostat. [Statistiques sur l'économie circulaire](#)
- INPN. [Données de synthèse sur le patrimoine naturel](#)
- FMI. [Indicateurs du changement climatique](#)
- OCDE. [Programme international pour l'action sur le climat](#)
- OCDE. [Indicateurs environnementaux par thème](#)
- SDES. [Données et études statistiques pour le changement climatique, l'énergie, l'environnement, le logement, et les transports](#)

GLOSSAIRE

- A** **Aire protégée** : espace géographique clairement défini, reconnu, consacré et géré, par tout moyen efficace juridique ou autre, afin d'assurer à long terme la conservation de la nature, ainsi que les services écosystémiques et les valeurs culturelles qui lui sont associés.
- Année hydrologique** : année débutant à la date de fin de la période de faibles écoulements, date prise par convention au 1^{er} septembre.
- Anthropique** : relatif aux activités humaines.
- Arsenic bioaccessible** : arsenic pouvant être absorbé par le corps humain. Sa bioaccessibilité dépend du type d'arsenic et de la composition de la terre.
- Artificialisation** : transformation d'un sol à caractère naturel, agricole ou forestier par des actions d'aménagement, pouvant entraîner son imperméabilisation totale ou partielle.
- B** **Bande de fréquence** : partie continue du spectre radioélectrique limitée par deux valeurs exprimées en Hertz (Hz).
- Bassin-versant** : aire d'alimentation d'un cours d'eau ou d'un lac, délimitée par des lignes de partage des eaux. Les résultats sont présentés ici à l'échelle des sous-bassins hydrographiques définis pour répondre à la directive européenne (2000/60/CE) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite « directive-cadre sur l'eau » (DCE).
- Biomasse** : matières organiques, non fossiles, d'origine biologique, pouvant être utilisées comme matières premières biogènes dans l'approvisionnement alimentaire ou dans d'autres produits, ou encore, servir de combustibles pour produire de la chaleur ou de l'électricité.
- Bois-énergie** : ensemble comprenant le bois bûche (commercialisé ou autoconsommé), ainsi que tous les coproduits du bois, destinés à produire de l'énergie : liqueur noire, écorce, sciure, plaquettes forestières et plaquettes d'industrie, briquettes reconstituées et granulés, broyats de déchets industriels banals, bois en fin de vie, etc.
- Bruit dans l'environnement** : défini par la directive 2002/49/CE comme le son extérieur non désiré ou nuisible résultant d'activités humaines, y compris le bruit émis par les moyens de transport, le trafic routier, ferroviaire ou aérien et provenant de sites d'activité industrielle.
- Budget carbone** : le terme « budget carbone » est employé dans deux contextes :
- Selon le Giec : le budget carbone désigne la quantité de GES qu'il est possible à l'humanité d'émettre, d'ici la fin du siècle, pour respecter un niveau maximal de réchauffement (par exemple, pour limiter à 2 °C l'augmentation moyenne des températures en 2100 par rapport à l'ère préindustrielle, avec une probabilité de 67 %, le budget carbone restant à partir de 2021 est de 1 075 gigatonnes (Gt) de CO₂, et de seulement 325 Gt CO₂ pour limiter l'augmentation à 1,5 °C). Le budget carbone est repris dans cette acception dans le défi « Ressources » de ce rapport.
 - Selon la Stratégie nationale bas-carbone (SNBC) : le budget carbone désigne les objectifs quantitatifs d'émissions de GES à ne pas dépasser dans les années futures pour respecter la trajectoire de réduction des émissions nationales fixée par le gouvernement français. Les « budgets carbone » de la SNBC sont déclinés par type de molécules et par secteur. Ils sont établis pour des pas de temps de cinq années. Le budget carbone est repris dans cette acception dans le défi « Climat » de ce rapport.
- C** **Chaleur commerciale** : quantité de chaleur vendue par un acteur qui met en œuvre une combustion pour en utiliser lui-même la chaleur.
- CO₂ équivalent (CO₂ éq)** : méthode de mesure des émissions de gaz à effet de serre qui prend en compte le potentiel de réchauffement de chaque gaz relativement à celui du CO₂.
- Composé organochloré** : composé organique de synthèse, comportant au moins un atome de chlore et utilisé comme solvant, pesticide... ou comme molécules intermédiaires en chimie et pharmacie.
- Composés organiques volatils (COV)** : ensemble regroupant une multitude de substances, qui peuvent être d'origine biogénique (naturelle) ou anthropique (humaine). Les COV les plus connus sont le butane, le toluène, l'éthanol (alcool à 90°), l'acétone et le benzène que l'on retrouve dans l'industrie, le plus souvent sous la forme de solvants organiques (par exemple, dans les peintures ou les encres).

Conservatoire d'espaces naturels (CEN) : structure associative créée au milieu des années 1970 pour contribuer à la préservation d'espaces naturels ou semi-naturels par des actions de connaissance, de maîtrise foncière et d'usage, de gestion et de valorisation du patrimoine naturel sur le territoire régional.

Consommation finale brute d'énergie : concept introduit par la directive 2009/28/CE. Il inclut la consommation finale énergétique (c'est-à-dire la consommation des produits énergétiques fournis à des fins énergétiques à l'industrie, aux transports, aux ménages, aux services et à l'agriculture-sylviculture-pêche) mais aussi la consommation d'électricité et de chaleur par la branche énergie, les pertes sur les réseaux pour la production et le transport d'électricité et de chaleur, la consommation des hauts-fourneaux ainsi que la consommation du transport aérien international.

Consommation intérieure de matières : ensemble des matières consommées physiquement sur le territoire national par les entreprises (consommation intermédiaire) et par les ménages et administrations (consommation finale). Elle agrège les ressources nationales et extérieures, déduites des flux vers l'étranger : production + importations – exportations.

Contamination diffuse : accroissement notable de la concentration d'éléments minéraux, organiques ou pathogènes dans un sol au-delà des valeurs normales, sans préjuger de la modification de sa qualité. Ces contaminations résultant d'apports par voie aérienne issus de rejets (industriels, transports, épandages agricoles) peuvent toucher une grande partie du territoire.

Continuité écologique : association de réserves de biodiversité ou corridors écologiques permettant la libre circulation des organismes vivants et leur accès aux zones de reproduction, de croissance, d'alimentation ou d'abri.

COP : conférence des Parties des conventions internationales, telles que celle sur le climat (convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques – CCNUCC) ou la biodiversité (convention sur la diversité biologique – CDB).

Corridor écologique : connexion entre des réserves de biodiversité, offrant aux espèces des conditions favorables à leur déplacement et à l'accomplissement de leur cycle de vie.

D Décarbonation : mesures et techniques permettant de réduire les émissions de gaz à effet de serre.

Déchet : toute substance ou tout objet ou plus généralement tout bien meuble dont le détenteur se défait ou dont il a l'intention de se défaire (article L. 541-1-1 du Code de l'environnement).

Déchet dangereux : déchet contenant, en quantité variable, des éléments toxiques ou dangereux qui présentent des risques pour la santé humaine et l'environnement. Un déchet est classé dangereux s'il présente une ou plusieurs des 15 propriétés de danger énumérées dans le Code de l'environnement (article R541-8, annexe 1). Il peut être de nature organique (solvants, hydrocarbures, etc.), minérale (acides, boues d'hydroxydes métalliques, etc.) ou gazeuse.

Déchets minéraux ou inertes : déchets qui ne se décomposent pas, ne brûlent pas et ne produisent aucune autre réaction physique ou chimique avec l'environnement. Ils ne sont pas biodégradables et ne se décomposent pas au contact d'autres matières. Les définitions européennes qualifient ces déchets de déchets minéraux, dont ils proviennent en quasi-totalité.

Déchets radioactifs : substances radioactives pour lesquelles aucune utilisation ultérieure n'est prévue ou envisagée ou qui ont été requalifiées comme tel par l'autorité administrative. Les déchets radioactifs sont classés selon deux caractéristiques : le niveau d'activité et la durée de demi-vie. Le niveau d'activité donne une indication sur le niveau de l'intensité du rayonnement radioactif à un moment donné et donc sur la dangerosité potentielle. La durée de demi-vie permet de déduire la durée de dangerosité potentielle du déchet.

Dent creuse : en urbanisme, espace non construit entouré de parcelles bâties. Elle peut résulter d'une ancienne zone agricole où une unique parcelle restée vierge de constructions, de la démolition d'un édifice, ou encore d'un terrain vague ou à l'abandon.

Dépassement des normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé :

non-respect des normes réglementaires de qualité de l'air pour la protection de la santé définies au niveau européen concernant plusieurs polluants, dont le NO₂, les PM₁₀ et l'O₃.

Dépense de protection de l'environnement :

effort financier consacré par les différents agents économiques à la prévention, la réduction ou la suppression des dégradations de l'environnement.

Déprise agricole : abandon de l'activité agricole (culture ou élevage) dans un territoire, ayant très souvent pour conséquence l'embroussaillage (friches, fourrés) puis, à terme, le boisement des terrains ainsi abandonnés.

Directive-cadre sur l'eau : directive du 23 octobre 2000 visant à définir un cadre cohérent en matière de gestion et de protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen avec une perspective de développement durable.

Directive « Habitats, Faune, Flore » : directive européenne du 21 mai 1992 destinée à la protection des milieux et des espèces « remarquables », servant de base juridique au réseau Natura 2000 en prévoyant notamment la désignation de zones spéciales sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Directive « Oiseaux » : directive européenne du 2 avril 1979 concernant la protection des oiseaux sauvages, servant de base juridique au réseau Natura 2000 en prévoyant notamment la désignation de zones de protection spéciale sur l'ensemble du territoire métropolitain.

Document d'objectifs : document-cadre validé par le préfet, définissant, pour chaque site Natura 2000, un état des lieux, des objectifs de gestion et les modalités de leur mise en œuvre.

E Eaux usées : eaux altérées par l'ensemble des activités humaines. On distingue les eaux usées industrielles, les eaux usées domestiques (hygiène, lavage, cuisine) et issues d'établissements publics (écoles, hôpitaux, etc.) et privés (entreprises) où l'usage de l'eau est similaire à celui des ménages, et les eaux pluviales chargées en matières polluantes au cours de leur ruissellement sur les toitures et la voirie.

Économie circulaire : modèle de production et de consommation qui vise à réduire la consommation de matières premières en passant du modèle linéaire, consistant à extraire, fabriquer, consommer et jeter, à un modèle circulaire. Ce modèle repose sur sept piliers : l'extraction/exploitation et les achats durables, l'écoconception, l'écologie industrielle et territoriale, l'économie de la fonctionnalité, la consommation responsable, l'allongement de la durée d'usage et le recyclage des déchets.

Écosystème : unité écologique fonctionnelle regroupant un ensemble de populations animales et végétales en interaction constante au sein d'un ou plusieurs habitats naturels ou semi-naturels.

Émissions nettes de CO₂ : différence entre les émissions anthropiques (issues des activités humaines) et les absorptions anthropiques par les puits de carbone, c'est-à-dire les milieux naturels gérés par l'homme (forêts, prairies, sols agricoles, zones humides, etc.) et certains procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone).

Empreinte carbone : indicateur estimant la quantité de gaz à effet de serre émise pour satisfaire la consommation au sens large d'une population (biens, services, utilisation d'infrastructures), en tenant compte des émissions liées aux importations et aux exportations. L'empreinte carbone de la France permet d'apprécier les pressions globales sur le climat de la demande intérieure française quelle que soit l'origine géographique des émissions.

Empreinte matières : appelée aussi *Raw Material Consumption* dans la littérature spécialisée, indicateur rendant compte de l'ensemble des matières premières mobilisées pour satisfaire des besoins de la population d'un pays : alimentation, habitation, habillement, transport et autres biens et services. Cette empreinte comptabilise les matières extraites tant du territoire national que hors de nos frontières, mais destinées à satisfaire les besoins de la population résidant en France.

Énergie primaire : énergie non transformée, *i.e.* tirée de la nature (soleil, fleuves ou vent) ou contenue dans les produits énergétiques tirés de la nature (comme les combustibles fossiles ou le bois). Par convention, l'énergie primaire d'origine nucléaire, hydraulique, éolienne, marémotrice et solaire photovoltaïque est comptabilisée à hauteur de la production d'électricité correspondante.

Énergies renouvelables : énergies dérivées de processus naturels en perpétuel renouvellement. Il existe plusieurs formes d'énergies renouvelables, notamment l'énergie générée par le soleil (photovoltaïque ou thermique), le vent (éolienne), l'eau des rivières et des océans (hydraulique, marémotrice, etc.), la biomasse, qu'elle soit solide (bois et déchets d'origine biologique), liquide (biocarburants) ou gazeuse (biogaz), ainsi que la chaleur de la terre (géothermie).

Épisode de pollution : il est caractérisé par le dépassement du seuil d'information et de recommandation ou du seuil d'alerte (protection de la santé à court terme) pour un ou plusieurs polluants. Il est considéré d'ampleur nationale lorsque la superficie des territoires concernés s'étend sur trois régions administratives ou plus et qu'il concerne une période de deux jours consécutifs ou plus.

Espèce autochtone : espèce originaire d'une zone déterminée.

Espèce d'intérêt communautaire : espèce en danger, vulnérable, rare ou endémique pour laquelle des mesures de protection doivent être mises en place par les États membres de l'Union européenne. La désignation des sites Natura 2000 s'appuie sur leur présence.

Espèce endémique d'un territoire : espèce dont l'ensemble des populations ne se trouve que dans ce territoire. La notion d'endémisme est donc indissociable d'une zone géographique donnée.

Espèce exotique envahissante (EEE) : espèce introduite dans une aire distincte de son aire d'origine par les êtres humains, de façon volontaire ou accidentelle, proliférant dans son aire d'implantation et perturbant le fonctionnement des écosystèmes ou nuisant aux espèces autochtones par compétition, prédation ou transmission de maladies.

Espèce introduite : espèce dont un ou des individus ont été déplacés par l'homme de manière volontaire ou involontaire sur un territoire donné à un moment donné.

État chimique : appréciation de la qualité d'une eau sur la base de concentrations en polluants, le bon état étant atteint lorsqu'elles ne dépassent pas des normes de qualité fixées au préalable.

État de conservation d'un habitat naturel : somme des états des paramètres qui le constituent. La démarche d'évaluation prend en compte l'état des entités (gènes, individus, populations, paysages) et des fonctions (flux de régénération, production, etc.).

État de dégradation d'un habitat naturel : état montrant une perte de biodiversité, de son intégrité et/ou une simplification ou une rupture dans sa structure, son fonctionnement et/ou sa composition en raison d'activités ou de perturbations qui sont trop fréquentes ou trop importantes pour permettre une régénération ou une récupération naturelle.

État écologique d'une masse d'eau : appréciation de la structure et du fonctionnement des écosystèmes aquatiques associés aux eaux superficielles, à travers des critères biologiques, hydromorphologiques ou physico-chimiques.

Eutrophisation : enrichissement excessif des cours d'eau et des plans d'eau en éléments nutritifs comme le phosphore et l'azote, lesquels agissent comme engrais pour les plantes aquatiques. L'eutrophisation se manifeste par la prolifération de végétaux aquatiques et par une diminution notable de la teneur en oxygène de l'eau. Il s'en suit, entre autres, une diversité animale et végétale amoindrie et des usages perturbés.

Évapotranspiration : processus biophysique de transfert d'une quantité d'eau vers l'atmosphère, par l'évaporation à partir du sol, des cours d'eau et des plans d'eau à laquelle s'ajoute la transpiration des plantes, eau perdue par la végétation sous forme de vapeur d'eau.

Exposome : concept, initialement développé par Christopher Wild en 2005, ayant pour objet l'étude de l'ensemble des expositions à des facteurs environnementaux subis par l'être humain de sa conception à sa fin de vie.

F Flexitarisme : pratique alimentaire qui consiste à ne manger de la viande qu'occasionnellement

Fragmentation des milieux naturels :

transformation d'une surface importante d'habitats en un nombre plus ou moins important de fragments de taille variable, dont la surface totale est inférieure à celle de l'habitat original et qui sont plus ou moins isolés les uns des autres par une matrice environnante différente de l'originale (route, habitations, etc.). La fragmentation des milieux naturels peut être défavorable à de nombreuses espèces, d'une part à cause de la faiblesse des surfaces accessibles, et d'autre part par l'isolement, le cloisonnement des différents espaces naturels.

Frontière locale : au sens du concept des limites planétaires, la frontière locale délimite le début de la zone d'incertitude dans laquelle entre un processus biophysique du fait des activités humaines. La limite locale correspond à la borne supérieure de la zone. Pour l'eau douce renouvelable ou « eau bleue », la zone d'incertitude est définie à l'échelle d'un bassin-versant, en fonction de ses écoulements naturels et de la saison.

G Gaz à effet de serre : gaz d'origine naturelle (vapeur d'eau) ou anthropique (liée aux activités humaines) absorbant et réémettant une partie des rayons solaires (rayons infrarouge), phénomènes à l'origine de l'effet de serre.

Groupe taxonomique : ensemble d'espèces partageant des caractéristiques communes et un ancêtre commun.

Habitat d'intérêt communautaire : habitat identifié par la Commission européenne comme susceptible de disparaître sur le territoire européen et dont les États membres doivent en assurer la conservation. La désignation des sites Natura 2000 s'appuie sur leur présence.

Habitat naturel ou semi-naturel : ensemble homogène non dissociable constitué, d'une part, d'un biotope (climat local, nature et propriétés physico-chimiques du sol, nature géologique du sous-sol) et, d'autre part, d'une biocénose (communauté d'organismes vivants). Les habitats constituent les milieux de vie des espèces. Un

habitat est généralement qualifié comme semi-naturel lorsqu'il concerne un espace plus ou moins façonné par les êtres humains qui réunit les conditions physiques et biologiques nécessaires à l'existence d'une espèce ou d'un groupe d'espèces.

H Herbicide : préparation phytotoxique utilisée pour lutter contre les adventices, ou mauvaises herbes. Communément appelé désherbant, il fait partie de la famille des pesticides ou phytosanitaires ou phytopharmaceutiques.

Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) :

polluants organiques persistants dangereux pour l'homme et pour l'environnement, modérément et lentement biodégradables. Ils sont produits par les activités humaines, lorsqu'il y a combustion incomplète de matières organiques : incinération de déchets, combustion de carburants automobiles, de pétrole, de charbon ou de bois, production industrielle (aciéries, alumineries, etc.). Les combustions naturelles (feux de forêts) produisent également des HAP.

I Indice des pressions toxiques cumulées (IPTC) :

estimateur du risque de toxicité d'un mélange de substances dangereuses pour les organismes aquatiques. Cet indice varie, en théorie, de zéro à l'infini. Il est « fort » ou « élevé » quand il dépasse 1, la survenue d'effets néfastes sur l'environnement étant soit hautement probable soit possible mais à confirmer par une expertise complète.

Intensité en émissions de gaz à effet de serre (GES) : indicateur qui rapporte la quantité de GES émise par une activité à une unité de valeur ajoutée de cette activité.

Intensité énergétique : ratio entre la consommation d'énergie et un indicateur d'activité, habituellement le produit intérieur brut (PIB), au niveau macroéconomique. Elle permet de mesurer l'efficacité énergétique de l'économie et, à ce titre, est un indicateur pouvant mettre en évidence le découplage entre croissance économique et consommation d'énergie.

L Limite locale : voir frontière locale.

Liste rouge : liste d'espèces classées selon le degré de menaces pesant sur elles, régulièrement révisée, établie à partir d'une méthodologie définie par l'UICN. En France, la réalisation de la Liste rouge nationale est coordonnée par PatriNat (OFB-CNRS-MNHN) et le comité français de l'UICN.

M Macropolluant : ensemble comprenant les matières en suspension, les matières organiques et les nutriments, comme l'azote et le phosphore. Les macropolluants peuvent être présents naturellement dans l'eau, mais les activités humaines en accroissent les concentrations (rejets d'eaux usées, industrielles ou domestiques, ou pratiques agricoles).

Masse d'eau : selon la directive-cadre sur l'eau, une masse d'eau de surface est une partie distincte et significative des eaux de surface (lac, réservoir, rivière, fleuve ou canal, partie de rivière, de fleuve ou de canal, eau de transition ou portion d'eaux côtières). Une masse d'eau souterraine est un volume distinct d'eau souterraine à l'intérieur d'un ou de plusieurs aquifères.

Matière première de recyclage (ou matière première secondaire) : déchet valorisé en vue d'obtenir un produit utilisable dans les procédés de fabrication pour remplacer la matière première initiale.

Métabolite : molécule issue de la dégradation d'une substance mère, par réactions chimiques ou biologiques. Un métabolite possède des propriétés distinctes de sa substance mère (solubilité, durée de vie, écotoxicité, etc.). Il peut être plus toxique ou plus persistant que la molécule d'origine.

Métalloïde : élément chimique dont les propriétés sont intermédiaires entre celles d'un métal et d'un non-métal. Par exemple, les métalloïdes se comportent comme des semi-conducteurs.

Métaux critiques : une substance est dite « critique » dès lors qu'elle conjugue deux variables : côté offre, elle est exposée à des risques d'approvisionnement (prix, accès au marché, tensions géopolitiques, etc.). Du côté demande, elle est considérée comme

particulièrement importante pour l'économie nationale. Le croisement de ces deux variables permet de classer les substances selon leur degré de criticité. Les indices de criticité ainsi estimés s'appliquent aux États et aux entreprises.

Méthanisation : processus biologique permettant de transformer des matières organiques en énergie renouvelable.

Micropolluant : ensemble de substances minérales ou organiques qui, même à de très faibles concentrations, de l'ordre du µg/l ou du ng/l, peuvent être toxiques pour l'homme et/ou les écosystèmes. Ils sont généralement classés en familles : métaux métalloïdes, hydrocarbures, HAP, PCB, polybromodiphényléther (PBDE), composés organiques volatiles (COV), composés organo-halogénés volatils (COHV), composés phénoliques, dioxines et furanes, phtalates, etc.

Minerais métalliques : agrégats minéraux contenant des métaux. La plupart étant polymétalliques, les différents métaux sont séparés lors du processus de production. Les minerais métalliques se subdivisent en minerais ferreux et non ferreux.

Minéraux non métalliques : matériaux de construction principalement (sables, graviers, pierres ornementales) et roches et minéraux industriels (silice, gypse, kaolin, argile, talc, sel, potasse, barytine, feldspath, etc.).

N Nappe libre : nappe d'eau souterraine se trouvant dans une formation géologique perméable, et qui n'est pas isolée de la surface du sol par une strate imperméable. Elle est généralement peu profonde. La phase de recharge de ces nappes est généralement liée aux précipitations annuelles.

Neutralité carbone : équilibre entre les émissions de gaz à effet de serre et l'absorption de carbone par les écosystèmes gérés par l'homme (forêts, sols agricoles, etc.) et les procédés industriels (capture et stockage ou réutilisation du carbone) à l'échelle du territoire national, sans recours à la compensation par des crédits internationaux (Stratégie nationale bas-carbone, 2020).

Nitrates : une des formes de l'azote, principalement d'origine agricole en raison du recours aux engrais azotés.

O Ozone : polluant qui se forme lors de réactions complexes entre des polluants déjà présents dans l'atmosphère, principalement les oxydes d'azote et les composés organiques volatils, sous l'action des rayonnements ultraviolets du soleil.

P Pelouses sèches : formations végétales rases, situées en pente, qui sont peu colonisées par les arbres et les arbustes. Elles forment un tapis plus ou moins dense qui se développe sur un sol, parfois peu épais, qui est pauvre en éléments nutritifs et constitué, en grande majorité, de calcaire.

Pescétarien : pratique alimentaire qui consiste à supprimer la viande mais à autoriser le poisson et les fruits de mer.

Phénologie : étude de l'apparition d'événements périodiques (annuels le plus souvent) dans le monde vivant, déterminée par les variations saisonnières du climat.

Phytoplancton : ensemble des végétaux de taille très petite ou microscopique vivant en suspension dans l'eau. Le phytoplancton est à la base de la chaîne alimentaire aquatique.

Plancton : ensemble d'organismes vivants incluant le phytoplancton et le zooplancton. Le phytoplancton est constitué de l'ensemble des algues microscopiques unicellulaires qui flottent dans les eaux. Le zooplancton est constitué de l'ensemble des organismes animaux de très petite taille, qui vivent en suspension dans l'eau et ne possèdent ni cellulose, ni chlorophylle.

Points chauds de biodiversité : terme générique désignant une zone possédant une grande richesse de biodiversité particulièrement menacée par l'activité humaine.

Pollinisateur : animal (principalement des insectes) butineur, transportant le pollen d'une fleur à une autre, en assurant ainsi la pollinisation

Pollution : situation constatée montrant la présence de polluants dans un milieu, à la suite de l'introduction, directe ou indirecte par l'activité humaine, de substances susceptibles de contribuer ou de causer un danger pour la santé de l'homme, des détériorations aux écosystèmes ou aux biens matériels, ou une entrave à un usage légitime de l'environnement. La pollution peut être historique ou nouvelle, résultant d'une

activité humaine passée ou récente, ou encore résiduelle, subsistant dans un milieu déterminé après réhabilitation. La pollution est dite « ponctuelle » quand l'origine peut être localisée géographiquement de façon précise. Elle est « diffuse » quand elle est due à de multiples rejets de polluants dans le temps et l'espace, dont les origines peuvent être difficiles à identifier.

Potentiel de réchauffement global : rapport entre l'énergie renvoyée vers le sol en cent ans par 1 kg de gaz et celle que renverrait 1 kg de CO₂. Il dépend du gaz considéré et de sa durée de vie dans l'atmosphère. Conventionnellement, il se limite pour le moment aux GES directs et plus particulièrement à ceux visés par le Protocole de Kyoto (le CO₂, le CH₄, le N₂O, les HFC, les PFC, le SF₆ et le NF₃). Il est utilisé pour exprimer les GES en équivalent CO₂ (noté CO₂ éq).

Prairies mellifères : prairie présentant un mélange pérenne de graminées, fleurs et herbes aromatiques spécialement sélectionnées pour la production de nectar et de pollen pour les insectes utiles.

Pression d'inventaires : effort de prospection et d'inventaire, s'appuyant entre autres sur la fréquence des relevés. Plus cet effort est important, meilleur est le niveau de connaissance naturaliste d'un territoire donné.

Productivité matières : rapport entre le PIB (exprimé en volume, *i.e.* hors évolution des prix) et la consommation intérieure apparente de matières de l'économie ; cet indicateur exprime le PIB généré en moyenne pour chaque unité de matières consommée (voir *consommation intérieure apparente de matières*).

Produits de biocontrôle : agents et produits utilisant des mécanismes naturels dans le cadre de la lutte intégrée contre les ennemis des cultures (article L. 253-6 du Code rural et de la pêche maritime). Ils comprennent en particulier :

- des macro-organismes, essentiellement des invertébrés, notamment des acariens, insectes et nématodes, utilisés pour protéger les plantes des bioagresseurs via la lutte biologique ;
- des produits phytosanitaires composés de micro-organismes, de médiateurs chimiques tels que les phéromones et les kairomones, ou de substances naturelles d'origine végétale, animale ou minérale.

Protection forte : espaces naturels dans lesquels les pressions engendrées par les activités humaines susceptibles de compromettre la conservation des enjeux écologiques de ces espaces sont supprimées ou significativement limitées de manière pérenne, grâce à la mise en œuvre d'une protection foncière ou d'une réglementation adaptée, associée à un contrôle effectif des activités concernées.

Puits de carbone : réservoir qui capte et stocke le carbone atmosphérique. Le principal puits est le puits océanique, il absorbe entre deux et trois milliards de tonnes de carbone, soit 7 à 10 milliards de tonnes de CO₂ représentant un quart environ des émissions résultant des activités humaines. Les autres puits sont les forêts et les tourbières.

Pyréthroïdes : insecticides de synthèse, analogues des pyréthrinés naturellement présentes dans certains chrysanthèmes.

R Rayonnement non ionisant : champ électromagnétique insuffisamment énergétique pour provoquer des modifications des molécules de la matière vivante par ionisation, à l'inverse des rayonnements ionisants.

Récif corallien : structure naturelle sous-marine construite par les coraux, animaux marins invertébrés qui fabriquent leur squelette calcaire dur à partir de carbonates et de calcium présents dans l'eau de mer. Les récifs coralliens forment des écosystèmes marins parmi les plus riches en biodiversité.

Recyclage : toute opération de valorisation par laquelle les déchets, y compris les déchets organiques, sont retraités en substances, matières ou produits aux fins de leur fonction initiale ou à d'autres fins. En sont exclues les opérations de valorisation énergétique des déchets, de conversion des déchets en combustible et les opérations de remblaiement (article L.541-1-1 du Code de l'environnement).

Réserve naturelle : espace protégeant un patrimoine naturel remarquable (faune, flore, milieu naturel) de toute intervention artificielle susceptible de le dégrader. On distingue les réserves naturelles nationales, les réserves

naturelles de la collectivité territoriale de Corse et les réserves naturelles régionales. La gestion de ces espaces est cadrée par un plan de gestion que mettent en œuvre une ou plusieurs structures gestionnaires (association, établissement public, collectivité).

Réservoir de biodiversité : terme utilisé dans la description d'une trame verte et bleue pour définir les espaces dans lesquels la biodiversité est la plus riche ou la mieux représentée, où les espèces peuvent effectuer tout ou partie de leur cycle de vie (alimentation, reproduction, repos) et où les habitats naturels peuvent assurer leur fonctionnement, en ayant notamment une taille suffisante.

Retrait-gonflement des argiles : mouvements de terrain naturels lents à l'origine d'une déformation progressive du sol ou du sous-sol riches en argiles dites « gonflantes ». Ces argiles se rétractent lors des périodes de sécheresse et gonflent par réhydratation après de très fortes pluies. Ce phénomène d'alternance de retrait et de gonflement du sol peut provoquer des désordres dans les bâtiments, principalement dans les maisons individuelles aux structures légères particulièrement vulnérables en raison de fondations généralement superficielles.

Risques climatiques : risques naturels influés par le climat : vagues de chaleur, inondations côtières, submersions marines, sécheresse, etc.

RLI (Red List Index – Indice liste rouge) : indice mesurant le risque d'extinction des espèces en relevant les diminutions plus ou moins rapides d'effectifs. Il est construit à l'aide du nombre d'espèces au sein de chaque catégorie de menace de l'UICN et du nombre d'espèces ayant changé de catégorie.

S Scénarios RCP (Representative Concentration Pathway) : ensemble des quatre scénarios utilisés par le Giec pour estimer les variations du climat futur sur la base d'hypothèses sur les émissions de gaz à effet de serre.

Schéma de cohérence territoriale : document de planification et d'urbanisme définissant les grandes orientations d'aménagement d'un territoire.

Schéma directeur d'aménagement des eaux (SDAGE) : document de planification de la gestion de l'eau établi pour chaque bassin ou groupement de bassins, qui fixe les orientations fondamentales permettant de satisfaire à une gestion équilibrée et durable de la ressource en eau. Les SDAGE incluent depuis 2009 les plans de gestion prévus par la directive-cadre européenne sur l'eau (DCE) – (2000/60/CE).

Sciences participatives : programme de collecte d'informations impliquant une participation du public dans le cadre d'une démarche scientifique.

Services écosystémiques : avantages socio-économiques directs et indirects que les écosystèmes procurent aux populations humaines. Ces services comprennent les services d'approvisionnement, par exemple, en nourriture, en eau, en bois et en fibres, les services de régulation, par exemple, du climat, des inondations, des maladies, des déchets et de la qualité de l'eau, les services culturels, qui sont source de loisirs et de satisfactions esthétiques et spirituelles et les services de soutien comme la pédogenèse, la photosynthèse et le cycle des éléments nutritifs.

Sites et sols pollués : sites ou milieux qui, du fait d'infiltrations de substances polluantes ou de la présence d'anciens dépôts de déchets, présentent une pollution susceptible de provoquer une nuisance ou un risque pour la santé ou l'environnement. Ces sites sont recensés dans la base Basol des sites et sols pollués ou potentiellement pollués, qui appellent une action de l'administration à titre préventif ou curatif.

Sous-bassin hydrographique : sous-unité hydrographique définie par la directive européenne (2000/60/CE) établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau, dite directive-cadre sur l'eau. Le territoire de la France métropolitaine est découpé en 33 sous-bassins. Chacun des départements d'outre-mer comporte un seul sous-bassin.

Stratégie nationale pour les aires protégées (SNAP) : adoptée le 12 janvier 2021, la SNAP 2020-2030 vise, dans les domaines terrestre et marin, à renforcer le réseau actuel d'aires protégées et à en créer de nouvelles pour couvrir 30 % du territoire français en espaces protégés, dont un tiers en protection forte, d'ici à 2022.

Superficie forestière : superficie des forêts de production, des autres forêts et des bosquets, hors peupleraies (définition de la forêt en vigueur en 1980).

Surface agricole utile (SAU) : concept statistique destiné à évaluer le territoire consacré à la production agricole. La SAU est composée de terres arables (grandes cultures, cultures maraîchères, prairies artificielles, etc.), surfaces toujours en herbe (prairies permanentes, alpages), cultures pérennes (vignes, vergers, etc.). Elle n'inclut pas les bois et forêts. Elle comprend en revanche les surfaces en jachère (comprises dans les terres arables).

Surface toujours en herbe : surface en herbe, naturelle ou semée depuis au moins 5 ans.

T Taux de boisement : rapport entre la superficie boisée et la superficie du territoire.

Technologies bas-carbone : technologies qui émettent significativement moins de gaz à effet de serre par rapport aux autres solutions techniques disponibles.

Térawattheure (TWh) : unité énergétique équivalent à 1 000 milliards (10 puissance 12) de watts par heure (Wh). Un TWh correspond à 86 millions de tonnes équivalent pétrole (Mtep).

Territoire artificialisé : territoire qui recouvre les zones urbanisées, industrielles et commerciales, les réseaux de transport, les mines, carrières, décharges et chantiers, ainsi que les espaces verts artificialisés, par opposition aux espaces agricoles, aux forêts ou milieux naturels, zones humides ou surfaces en eau.

Tonne équivalent pétrole : quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41,868 giga-joules. Cette unité est utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Selon les conventions internationales, une tonne d'équivalent pétrole équivaut par exemple à 1 616 kg de houille, 1 069 m³ de gaz d'Algérie ou 954 kg d'essence moteur. Pour l'électricité, 1 tep vaut 11,6 MWh.

Transition bas-carbone : ensemble des politiques et mesures qui visent la transformation de la société actuelle vers une société sobre en consommation d'énergies fossiles et faiblement émettrices de gaz à effet de serre.

U Ubiquiste : se dit d'une substance presque omniprésente dans l'environnement, susceptible d'être transportée sur de longues distances.

V Vague de chaleur : temps inhabituellement chaud et sec ou chaud et humide, qui dure au moins deux à trois jours, et produit le plus souvent un impact sensible sur la santé humaine et les systèmes naturels.

Valeur limite : niveau de concentration d'une substance chimique, fixé sur la base des connaissances scientifiques, à ne pas dépasser afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble.

Vecteur : être vivant capable d'assurer la transmission biologique d'un agent infectieux (virus, bactérie, parasite), d'un vertébré à un autre vertébré, tout en étant lui-même infecté.

Végétarisme : pratique alimentaire qui consiste à supprimer toute chair d'origine animale (viande, poisson).

Végétalisme : pratique alimentaire qui consiste à supprimer toute chair d'origine animale (viande, poisson) et tout produit d'origine animale (œufs, lait, beurre, miel, etc.)

Z Zone basse du littoral : zone située à moins d'un kilomètre de la mer et dans des territoires dont l'altimétrie est inférieure au niveau de la mer lors de conditions extrêmes.

Zone naturelle d'intérêts écologique, faunistique et floristique (Znieff) : secteurs de grand intérêt biologique ou écologique. Les Znieff de type II sont des grands ensembles naturels riches et peu modifiés, offrant des potentialités biologiques importantes.

Zone vulnérable : partie du territoire où la pollution des eaux par le rejet direct ou indirect de nitrates d'origine agricole et d'autres composés azotés susceptibles de se transformer en nitrates menace à court terme la qualité des milieux aquatiques, et plus particulièrement l'alimentation en eau potable.

SIGLES ET ABRÉVIATIONS

ABC	Atlas de biodiversité communale	Efese	Évaluation française des écosystèmes et des services écosystémiques
Ademe	Agence de la transition écologique	EPCI	Établissements publics de coopération intercommunale
Agec	Loi anti-gaspillage pour une économie circulaire	ETM	Élément trace métallique
AIE	Agence internationale de l'énergie	Eurostat	Office statistique de l'Union européenne
ANCT	Agence nationale de la cohésion des territoires	FAO	Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture
Anses	Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail	FNAU	Fédération nationale des agences d'urbanisme
Basol	Base de données sur les sites et sols pollués ou potentiellement pollués appelant une action des pouvoirs publics, à titre préventif ou curatif	GES	Gaz à effet de serre
BNV-D	Banque nationale des ventes des distributeurs	Giec	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
BRGM	Bureau de recherches géologiques et minières	GIER	Groupe internationale d'experts sur les ressources
BTP	Bâtiment et travaux publics	GIS Sol	Groupement d'intérêt scientifique sur les sols (système d'information sur les sols de France)
CarHab	Cartographie nationale des habitats naturels et semi-naturels	I4CE	<i>Institute for Climate Economics</i>
CAUE	Conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement	Ifremer	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
CEN	Conservatoire des espaces naturels	IGN	Institut national de l'information géographique et forestière
Cerema	Centre d'études et d'expertise sur les risques, l'environnement, la mobilité et l'aménagement	Inéris	Institut national de l'environnement industriel et des risques
CGDD	Commissariat général au développement durable	INPN	Inventaire national du patrimoine naturel
Citepa	Centre interprofessionnel technique d'études de la pollution atmosphérique	Inrae	Institut national de la recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (ex INRA - Institut national de la recherche agronomique)
CITES	Convention sur le commerce international des espèces de faune et de flore sauvages menacées d'extinction	Insee	Institut national de la statistique et des études économiques
COP	Conférence des Parties	IPBES	<i>Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services</i> - Plateforme intergouvernementale scientifique et politique sur la biodiversité et les services écosystémiques
COP15	Conférence de Montréal de 2022 sur la biodiversité	IPTC	Indice des pressions toxiques cumulées
DAAF	Direction de l'alimentation, de l'agriculture et de la forêt	IRSN	Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire
DCE	Directive-cadre sur l'eau	LCSQA	Laboratoire central de surveillance de la qualité de l'air
DHFF	Directive « Habitats, Faune, Flore »	LFP	Batteries lithium-fer-phosphate
DO	Directive « Oiseaux »	LPO	Ligue pour la protection des oiseaux
DOCOB	Document d'objectifs d'un site Natura 2000	MNHN	Muséum national d'histoire naturelle
DROM	Départements et régions d'outre-mer	MPR	Matière première de recyclage
EEE	Espèce exotique envahissante		

MTECT	Ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires	SDAGE	Schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux
Natura 2000	Réseau d'espaces naturels désignés par les États membres en application des directives communautaires « Oiseaux » et « Habitats »	SDES	Service des données et études statistiques
NMC	Batteries nickel-manganèse-cadmium	SFEPM	Société française pour l'étude et la protection des mammifères
OCDE	Organisation de coopération et de développement économique	SNAP	Stratégie nationale pour les aires protégées
ODD	Objectif de développement durable	SNB	Stratégie nationale de biodiversité
OFB	Office français de la biodiversité	SNBC2	2 ^e version de la SNBC publiée en 2018
Ofremi	Observatoire français des ressources minérales pour les filières industrielles	SRADDET	Schéma régional d'aménagement, de développement durable et d'égalité des territoires
OMS	Organisation mondiale de la santé	STEU	Station de traitement des eaux usées
ONB	Observatoire national de la biodiversité	STH	Surface toujours en herbe
ONU	Organisation des Nations unies	TAAF	Terres australes et antarctiques françaises
PAT	Projet alimentaire territorial	TAX-REF	Référentiel taxonomique
Patrinat	Centre d'expertise et de données sur le patrimoine naturel	Teruti	Enquête annuelle sur l'utilisation du territoire (<i>Land Use Change Analysis System</i>)
PIB	Produit intérieur brut	TRACC	Trajectoire de réchauffement de référence pour l'adaptation au changement climatique
PLH	Programme local de l'habitat	TVB	Trame verte et bleue
PLU(i)	Plan local d'urbanisme (intercommunal)	UE	Union européenne
PNA	Plan national d'action	UICN	Union internationale pour la conservation de la nature
PNUE	Programme des Nations unies pour l'environnement	UNEP	<i>United Nations Environment Programme</i> - Programme des Nations unies pour l'environnement
PPE	Programmation pluriannuelle de l'énergie	UTCATF	Utilisation des terres, changement d'affectation des terres et foresterie
R&D	Recherche et développement	Znieff	Zone naturelle d'intérêts écologique, faunistique et floristique
SaFN	Solutions d'adaptation fondées sur la nature		
SAU	Surface agricole utilisée		
SCoT	Schéma de cohérence territorial		

SYMBOLES CHIMIQUES

CH₄	Méthane	PCB	Polychlorobiphényles
CO₂	Dioxyde de carbone	PFAS	Poly et perfluoroalkylés
COHV	Composés organiques halogénés volatils	PFC	Perfluocarbure
COV	Composés organiques volatils	PFH_xA	Acide perfluorohexanoïque
COVNM	Composés organiques volatils non méthaniques	PFOA	Acide perfluoro-octanoïque
HAP	Hydrocarbures aromatiques polycycliques	PFOS	Acide perfluoro-octane sulfonique
HFC	Hydrofluocarbure	PM₁₀	Particules de diamètre inférieur ou égal à 10 micromètres (µm)
N₂O	Protoxyde d'azote	PM_{2,5}	Particules de diamètre inférieur ou égal à 2,5 micromètres (µm)
NF₃	Trifluorure d'azote	SF₆	Hexafluorure de soufre
NH₃	Ammoniac	SO₂	Dioxyde de soufre
NO₂	Dioxyde d'azote	TFA	Acide trifluoroacétique
NO_x	Oxydes d'azote		
O₃	Ozone		

UNITÉS DE MESURE

dB	Décibel
EH	Équivalent habitant
Gt CO₂	Gigatonne de CO ₂ (milliard de tonnes)
ha	Hectare
Md€	Milliard d'euros
Mm³	Million de mètres cube
Mt	Million de tonnes
Mt CO₂ éq	Million de tonnes de CO ₂ équivalent
MW	Mégawatt
NODU	Nombre de doses unités
ng	Nanogramme (0,000 000 001 g)
Tep	Tonne équivalent pétrole
TWh	Térawattheure
µg	Microgramme (0,000 001 g)
µm	Micromètre
V/m	Volt par mètre

TABLER DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS	p. 4
FACE AUX DÉFIS : HISTOIRE D'UNE PRISE DE CONSCIENCE	p. 10
RESSOURCES NATURELLES : ENTRE DÉPENDANCE AUX IMPORTATIONS ET RARÉFACTION	p. 16
Les enjeux	p. 17
L'état des lieux	p. 19
LES RESSOURCES ÉNERGÉTIQUES	p. 19
Une présence encore importante des énergies fossiles	p. 19
La limite climatique l'emporte sur celle de l'épuisement	p. 20
Décarboner et réduire la consommation d'énergie	p. 21
Produire de l'énergie à partir de sources décarbonées	p. 22
Réduire la consommation d'énergie	p. 22
• ÉCLAIRAGE - Les empreintes environnementales de la consommation : de quoi parle-t-on ?	p. 23
LES RESSOURCES MINÉRALES MÉTALLIQUES	p. 24
Un besoin accru de métaux au fil du temps	p. 24
Les métaux des technologies bas-carbone : un défi pour l'approvisionnement	p. 25
Les métaux de la transition bas-carbone : la dépendance de la France et de l'Europe	p. 26
Besoins en métaux : quelques éléments prospectifs	p. 27
• ÉCLAIRAGE – Vers une économie circulaire : recyclage et sobriété	p. 28
LES MINÉRAUX NON MÉTALLIQUES	p. 29
Les besoins en minéraux non métalliques principalement couverts par l'extraction domestique	p. 29
Les granulats marins et les granulats de recyclage : des alternatives face aux besoins croissants	p. 30
• FOCUS – La ressource en eau sous tension en été sur une partie du territoire	p. 31
LA BIOMASSE	p. 35
Des ressources renouvelables variées utilisées principalement pour l'alimentation	p. 35
• ÉCLAIRAGE – Pêche et aquaculture : le point sur les ressources	p. 35
Des ressources renouvelables, mais leur production peut exercer des pressions sur l'environnement	p. 36
• ÉCLAIRAGE – Interview Gilles BILLEN « Les engrais azotés de synthèse : quelles perspectives pour l'agriculture ? »	p. 36
La ressource en bois : encore en croissance, mais ralentie par la fragilisation des forêts françaises	p. 38
• MOBILISER LA SOCIÉTÉ – Réinventer la mobilité : un enjeu fort pour la préservation des ressources naturelles	p. 39
• RÉFÉRENCES	p. 42

POLLUTION DES MILIEUX NATURELS : UNE MENACE POUR L'ENVIRONNEMENT ET LA SANTÉ	p. 44	CHANGEMENT CLIMATIQUE : DES EFFETS DE PLUS EN PLUS PERCEPTIBLES	p. 70
Les enjeux	p. 45	Les enjeux	p. 71
L'état des lieux	p. 47	L'état des lieux	p. 73
LES POLLUANTS SUIVIS DE LONGUE DATE	p. 47	QUELS IMPACTS CONCRETS ?	p. 73
Les métaux et métalloïdes : une tendance à la baisse des émissions	p. 47	Des impacts déjà perceptibles dans de nombreux domaines	p. 73
Particules et oxydes d'azote dans l'air extérieur : des progrès insuffisants pour protéger pleinement la santé	p. 50	Des impacts du changement climatique déjà mesurables sur la santé	p. 73
• ÉCLAIRAGE - Comment les polluants affectent-ils notre alimentation ?	p. 50	Des événements climatiques extrêmes de plus en plus fréquents	p. 75
Les HAP : une pollution persistante qui touche l'ensemble de la biosphère	p. 52	La montée du niveau des mers et des océans	p. 75
• ÉCLAIRAGE – Les écoliers exposés à la multipollution dans leur salle de classe	p. 52	Des perspectives inquiétantes	p. 77
Bruit dans l'environnement : le trafic routier, source principale d'exposition en milieu urbain	p. 54	UNE DIMINUTION DES ÉMISSIONS DE GAZ À EFFET DE SERRE	p. 79
Les radiofréquences : des rayonnements du quotidien aux impacts toujours incertains	p. 54	La composition des GES et leur provenance	p. 79
• ÉCLAIRAGE – Les polluants azotés et phosphorés, responsables de la prolifération des algues vertes, toujours en excès	p. 54	Le poids de l'agriculture dans les émissions de GES	p. 79
• FOCUS – Produits phytosanitaires : un bilan mitigé	p. 56	L'industrie a contribué pour moitié à la baisse des émissions françaises depuis 1990	p. 79
DES CONTAMINANTS ENCORE PEU SUIVIS ET POURTANT TRÈS PRÉSENTS	p. 59	• ÉCLAIRAGE - Le transport, un tiers des émissions nationales de GES	p. 80
Déchets plastiques : de multiples signaux inquiétants pour les écosystèmes et la santé	p. 59	Les sols et les forêts, un puits de carbone majeur	p. 81
Les polluants perfluorés : une inquiétude grandissante	p. 60	• FOCUS – L'empreinte carbone des Français	p. 82
• ÉCLAIRAGE – Interview de Robert BAROUKI « L'exposome, l'empreinte des expositions d'une vie sur la santé »	p. 61	Les émissions directes des ménages et leurs évolutions	p. 84
Résidus médicamenteux : une contamination avérée des rivières et nappes phréatiques	p. 62	• ÉCLAIRAGE – Les Français et le climat : entre signaux encourageants et incertitudes	p. 84
L'ACTION PUBLIQUE CONTRE LA POLLUTION	p. 64	La contribution de la France au changement climatique	p. 85
Plans d'action et réglementations : des ambitions à renforcer pour répondre aux enjeux	p. 64	LA LUTTE CONTRE LE CHANGEMENT CLIMATIQUE	p. 86
Les financements, en hausse depuis 2000, ne reflètent pas le coût global pour la société	p. 64	Quelle feuille de route pour atteindre la neutralité carbone ?	p. 86
• MOBILISER LA SOCIÉTÉ – Fédérer les acteurs territoriaux pour réduire les pollutions : le cas du Plan Eau en outre-mer	p. 66	Quelques exemples de leviers de lutte contre le changement climatique	p. 87
• RÉFÉRENCES	p. 69	• ÉCLAIRAGE – Les plans d'adaptation au changement climatique des bassins	p. 87
		Le financement de l'atténuation du changement climatique	p. 89
		Faire sa part : les acteurs de la société bas-carbone	p. 89
		Préparer le monde professionnel aux enjeux environnementaux par la formation	p. 89
		• ÉCLAIRAGE - Interview de Gonéri Le Cozannet « Le défi de l'adaptation »	p. 90
		• MOBILISER LA SOCIÉTÉ – Manger moins de protéines animales : une transition alimentaire bénéfique pour le climat	p. 92
		• RÉFÉRENCES	p. 95

DÉCLIN DE LA BIODIVERSITÉ : UNE NATURE SOUS PRESSION	p. 96	LES ENJEUX DE BIODIVERSITÉ ET LA SOCIÉTÉ	p. 112
Les enjeux	p. 97	Des engagements pris dans les politiques publiques	p. 112
L'état des lieux	p. 99	• ÉCLAIRAGE – Interview de Bruno Mounier et de Pierre Mossant « Protéger des espaces naturels tout en associant la population »	p. 114
DES SIGNAUX INQUIÉTANTS	p. 99	La biodiversité mieux prise en compte dans les projets d'aménagement	p. 115
État de la biodiversité : des outils d'inventaire mais une connaissance à affiner	p. 99	• ÉCLAIRAGE – Trame verte et bleue : intégrer la biodiversité dans l'aménagement du territoire	p. 116
Un déclin continu de la biodiversité	p. 100	Une préoccupation citoyenne croissante	p. 117
• FOCUS – Comment les activités humaines affectent les écosystèmes ultramarins ?	p. 102	• MOBILISER LA SOCIÉTÉ - Repenser la façon de se loger pour limiter l'impact sur la biodiversité	p. 118
Cinq pressions responsables du déclin de la biodiversité	p. 104	• RÉFÉRENCES	p. 121
Des milieux naturels artificialisés et fragmentés	p. 104		
Une surexploitation des ressources naturelles	p. 104	POSTFACE	p. 123
Des pollutions qui affectent tous les milieux	p. 105	POUR ALLER PLUS LOIN	p. 126
Des modifications biologiques induites par le changement climatique	p. 105	GLOSSAIRE	p. 127
Des espèces exotiques envahissantes plus nombreuses et conquérantes	p. 106	SIGLES ET ABRÉVIATIONS	p. 137
DES SERVICES ÉCOSYSTÉMIQUES FRAGILISÉS	p. 107		
Les arbres en milieux urbains : essentiels mais trop peu présents	p. 107		
Milieux agricoles : une biodiversité à restaurer pour garantir l'approvisionnement	p. 108		
Une forêt aux valeurs mésestimées	p. 109		
Des milieux humides aquatiques régulateurs des effets du changement climatique	p. 110		
Des milieux marins essentiels au bien-être humain	p. 111		

REMERCIEMENTS

Le CGDD remercie les personnes suivantes pour avoir accepté d'apporter leur éclairage :

- Robert Barouki, professeur à l'Université Paris Cité, Directeur de l'institut thématique santé publique de l'Inserm
- Gilles Billen, directeur de recherche émérite au CNRS, biogéochimie territoriale, Sorbonne-Université
- Gonéri Le Cozannet, chercheur au Bureau de recherches géologiques et minières, co-auteur du volet II du 6^e rapport du Giec, membre du Haut Conseil pour le Climat
- Pierre Mossant, directeur du Conservatoire d'espaces naturels d'Auvergne
- Bruno Mounier, directeur de la Fédération des Conservatoires d'espaces naturels

Le CGDD remercie également les services du ministère chargé de la Transition écologique, ainsi que les personnes suivantes, pour leur relecture attentive du rapport :

- Jeanine Eguienta (SDES), Marine Favre (SEVS), Hélène Gaubert (SEVS), Olivier Simon (SEVS)
- **L'Inspection générale de l'environnement et du développement durable :**
Karine Brulé, Bruno Depresle, Bertrand Galtier, Patrick Lavarde, Marianne Leblanc Laugier, Boris Leclerc, Mario Pain, Laurent Roy, Alby Schmitt, Marc Strauss, Jean-Philippe Torterotot
- **Les Directions générales du ministère chargées de la Transition écologique :**
Aménagement, logement et nature :
Juliette Buffetrille, François Delaquaize, Constantin De Pontbriand, Pierre-Edouard Guillain, Mathilde Loury, Fabien Perouze, Rossella Pintus, Hugo Thierry, Simon Trauet, Anne-Laure Wittman
Énergie et climat : Vincent Bourcier, Caroline Mahé-Deckers

Prévention des risques : Lionel Berthet, Elizabeth Blaton, Clarisse Durand, Céline Fanguet, Guillaume Gay, Olivier, Gras, Émilie Hillion, Agnès Lefranc, Antoine Lhermite

- Stéphane Bourg, directeur de l'**Ofremi**
- Aurélie Darpeix-Van Tongeren, **ministère de l'Agriculture et de la Souveraineté alimentaire**
- Aurélien Gay, **délégué interministériel adjoint aux approvisionnements en minerais et métaux stratégiques**, ministère chargé de l'Économie et des Finances
- Gaëtan Lefebvre, ingénieur géologue, expert en intelligence minérale, **BRGM**



L'ÉDITION 2024 DU RAPPORT SUR L'ÉTAT DE L'ENVIRONNEMENT EN FRANCE

visée à faciliter la lecture et l'appropriation des principaux constats face aux défis climatiques et environnementaux actuels. Un état des lieux synthétique de la situation environnementale française est proposé et structuré autour de quatre parties qui abordent, chacune,

un défi environnemental : l'épuisement des ressources naturelles, la pollution des milieux naturels, le changement climatique, le déclin de la biodiversité. Bien que traitées séparément, ces quatre problématiques sont bien sûr très imbriquées : l'extraction de ressources naturelles constitue une source de pollution des milieux naturels, qui elle-même contribue au changement climatique, ce dernier étant l'un des facteurs aggravant du déclin de la biodiversité.

Le premier défi consacré aux ressources naturelles traite successivement des ressources énergétiques, des ressources minérales métalliques et non métalliques, de l'eau et de la biomasse, et fait le point sur la consommation française de ces ressources, la dépendance de la France aux importations et les impacts de leurs utilisations sur les milieux.

Le second défi, portant sur la pollution des milieux naturels, s'intéresse aux polluants suivis de longue date (pesticides, métaux, particules fines, hydrocarbures aromatiques polycycliques, etc.), ainsi qu'à ceux qui sont encore peu suivis mais pourtant présents dans l'environnement (déchets plastiques, polluants perfluorés, résidus médicamenteux, etc.).

Le troisième défi met en avant les principaux enjeux et impacts du changement climatique en France, ainsi que les politiques publiques mises en œuvre pour atténuer les émissions de gaz à effet de serre et s'adapter aux effets du changement climatique.

Le quatrième défi présente l'état de la biodiversité, les facteurs responsables de son érosion, ainsi que les impacts de la perte de biodiversité sur les différents écosystèmes, et les solutions apportées.

Plusieurs focus, éclairages, paroles d'experts et encadrés viennent enrichir les contenus.



**MINISTÈRE
DE LA TRANSITION
ÉCOLOGIQUE,
DE LA BIODIVERSITÉ,
DE LA FORÊT, DE LA MER
ET DE LA PÊCHE**

*Liberté
Égalité
Fraternité*