



MINISTÈRE  
DE LA TRANSITION  
ÉCOLOGIQUE  
ET DE LA COHÉSION  
DES TERRITOIRES

*Liberté  
Égalité  
Fraternité*

D

A



T

A

L

A

B

# La pollution chimique des cours d'eau et des plans d'eau en France de 2000 à 2020

JUIN 2023



## sommaire

# La pollution chimique des cours d'eau et des plans d'eau en France de 2000 à 2020

## 4 - Avant-propos

## 5 - Données clés

## 9 - Origines et enjeux de la pollution chimique de l'eau

Cette partie présente la nature et les origines des pollutions chimiques de l'eau et précise le type de menaces qu'elles font peser sur l'environnement et la santé.

## 13 - La surveillance des pollutions chimiques de l'eau

Cette partie décrit l'organisation des réseaux de surveillance des eaux de surface en France, ainsi que les principales évolutions depuis 2000.

## 25 - Excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

Cette partie étudie l'évolution des concentrations et des rejets annuels à la mer de l'azote ammoniacal, des nitrates et du phosphore total.

## 35 - Pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

Un bilan des principaux pesticides quantifiés dans l'eau est établi et analyse les cumuls de pressions toxiques qu'ils exercent par territoire et catégorie de masse d'eau.

## 57 - Autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

Un bilan des principales substances non-pesticides quantifiées dans l'eau est réalisé et analyse les cumuls de pressions toxiques qu'elles exercent par territoire et catégorie de masse d'eau.

## 71 - Annexes

Document édité par :  
**Le service des données  
et études statistiques (SDES)**

contributeur



**Remerciements** : les agences de l'eau, l'Agence nationale de sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail, l'Office français de la biodiversité, ainsi que la Direction de l'eau et de la biodiversité du ministère de la Transition écologique et de la Cohésion des territoires.

## avant-propos



La lutte contre les pollutions chimiques est un enjeu majeur pour préserver l'accès à une eau saine en France. Les moyens déployés pour toujours mieux surveiller les eaux de surface l'attestent, tout comme les nombreuses politiques conduites depuis des décennies en faveur de leur qualité chimique : programmes nationaux de surveillance, schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux, plans d'action gouvernementaux contre les pesticides, les PCB, les nitrates, les micropolluants, les résidus de médicaments, etc.

Cette publication vise à donner une vue d'ensemble de l'état des cours d'eau et plans d'eau, vis-à-vis des pollutions chimiques, à partir des données de surveillance acquises sur la période 2000-2020. Elle présente les principales sources de pollutions chimiques mesurées dans les eaux et indique pourquoi ces polluants constituent une menace pour la production d'eau potable, pour la santé humaine et la biodiversité. Elle examine les forces et les faiblesses des réseaux de surveillance en place.

Une analyse plus précise est ensuite conduite sur les principaux groupes de polluants : composés d'azote et de phosphore impliqués dans les phénomènes d'asphyxie des cours d'eau, pesticides et autres substances dangereuses pour l'environnement. Les cumuls de pressions toxiques à l'échelle des mélanges de polluants (mélanges de pesticides ou d'autres substances dangereuses) sont notamment analysés. Enfin, les substances les plus impliquées dans les potentielles nuisances aux milieux aquatiques de métropole et d'outre-mer sont identifiées.

— **Béatrice Sédillot**

CHEFFE DU SERVICE DES DONNÉES ET ÉTUDES STATISTIQUES (SDES)

# Synthèse et données clés



Les polluants chimiques constituent une menace pour la production d'eau potable, la santé humaine et la biodiversité. La majorité de ceux présents dans les cours d'eau et plans d'eau provient des secteurs de l'industrie et de l'agriculture, ainsi que des activités domestiques. Dans une moindre mesure, ils sont apportés par les eaux pluviales qui circulent dans la ville.

Sur plus de 11 millions d'analyses de polluants réalisées chaque année, environ 74 % concernent des pesticides, 25 % d'autres substances dangereuses hors pesticides et 1 % des composés d'azote et de phosphore.

Au cours de la période 2000-2020, tous réseaux de surveillance confondus, le nombre de stations présentes sur 1 000 km de cours d'eau a doublé. Pour une majorité de stations, le nombre d'années cumulées de surveillance ne dépasse pas 5 ans. Les stations du réseau directive-cadre sur l'eau (DCE) – (*voir glossaire*) présentent des durées de surveillance plus longue : une majorité d'entre elles a une durée de surveillance cumulée de plus de 11 ans sur la période 2008-2020.

Les analyses sur longue période portent sur 3 858 stations de surveillance, offrant une large couverture du territoire et présentant, pour les trois quarts, des chroniques de surveillance d'au moins 11 ans par station.

Entre 2000 et 2020, de nettes améliorations s'observent sur les composés d'azote et de phosphore impliqués dans les phénomènes d'asphyxie des cours d'eau. Les concentrations d'azote ammoniacal dans l'eau et les quantités rejetées en mer ont baissé de 60 % environ ; celles du phosphore ont été réduites de plus de 50 %. Ces améliorations résultent de progrès réalisés en matière d'assainissement des eaux usées et de gestion d'effluents d'élevage. À l'inverse, dans le

cas des nitrates, une augmentation de plus de 5 % est observée sur la même période.

Les pesticides utilisés en milieu agricole et non agricole contaminent la quasi-totalité des eaux de surfaces en France. Depuis 2008, en métropole, les herbicides et leurs métabolites (*voir glossaire*) sont majoritaires parmi les 15 premiers pesticides quantifiés. En outre-mer, on quantifie globalement moins de pesticides, en particulier moins de métabolites du chlordécone. Considérés en mélange, les pesticides continuent d'exercer de fortes pressions toxiques cumulées sur environ la moitié des stations de surveillance et sur toutes les catégories de cours d'eau. De 2018 à 2020 en métropole, 5 herbicides d'usages agricoles contribuent majoritairement à ces pressions sur l'ensemble des bassins. En outre-mer, les contributeurs majeurs comportent trois herbicides et un insecticide, dont certains ont été interdits d'usage avant 2018.

Les autres substances dangereuses pour l'environnement les plus fréquemment quantifiées entre 2018 et 2020 sont les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP) – (*voir glossaire*) et les médicaments. Les HAP retrouvés proviennent des fumées des véhicules et des chaudières, ainsi que des produits pétroliers utilisés dans les revêtements des routes. Les quatre médicaments quantifiés sont des antidépresseurs, des antibiotiques ou des anti-inflammatoires. Depuis 2008, en métropole, environ 70 % de stations subissent de forts cumuls de pressions toxiques par des substances dangereuses non pesticides. Les situations sont plus dégradées au Nord qu'au Sud. De 2018 à 2020, en métropole, cinq HAP sont des contributeurs majeurs à ces cumuls. Plusieurs de ces substances sont persistantes, bioaccumulables, toxiques et présentent un caractère ubiquiste.

données clés

**Un nouvel indice pour mesurer la toxicité des mélanges de polluants dans l'eau**

**IPTC = 1**

FAIBLE ——— FORT

L'IPTC mesure l'intensité des pressions toxiques cumulées qu'un cocktail de substances exerce sur les organismes aquatiques. L'IPTC est « FORT » quand il dépasse 1.

Dans ce cas, des effets néfastes sur l'environnement sont possibles ou hautement probables.

**Évolution des concentrations de polluants dans l'eau (2000-2020)**

Polluants	Principales sources	Tendances
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b> Azote ammoniacal		-61%
<b>NO<sub>3</sub><sup>-</sup></b> Nitrate		+6%
<b>P</b> Phosphore		-53%

**L'IPTC est FORT sur...**

**50%** des stations de surveillance pour les pesticides\*

**70%** pour les autres substances dangereuses\* (HAP, COV...)

**Évolution du nombre de stations dont l'IPTC est FORT (2008-2020)**

<b>Pesticides*</b>		-10%
<b>Autres substances dangereuses*</b>		Stable

**Des situations plus dégradées au Nord qu'au Sud depuis 2008**

**Pesticides\***

**Autres substances dangereuses\***

2008-2010

2018-2020

Part des stations dont l'IPTC > 1

- 80 - 100 %
- 60 - 80 %
- 40 - 60 %
- 20 - 40 %
- 0 - 20 %
- Indéterminé

par sous-bassin hydrographique

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

\* IPTC calculé sur 64 pesticides et 15 autres substances dangereuses.





partie 1

# Origines et enjeux de la pollution chimique de l'eau

— De nombreuses activités industrielles, agricoles et domestiques rejettent des substances chimiques dans les milieux aquatiques, susceptibles de dégrader la qualité des eaux. De telles substances sont retrouvées dans les cours d'eau, les plans d'eau, les nappes d'eau souterraines, les eaux littorales et marines. Les progrès réalisés dans l'analyse chimique de l'eau mettent en évidence qu'elles sont souvent présentes en mélanges complexes d'hydrocarbures, de résidus de médicaments, de pesticides, de métaux lourds, de matières plastiques, etc. Ces polluants constituent une menace pour la production d'eau potable, la santé humaine et la biodiversité. Par ailleurs, les effets « cocktail », liés à leur présence simultanée en grand nombre, sont encore peu connus.



## DES SOURCES DE POLLUTION SUR L'ENSEMBLE DU TERRITOIRE, EN VILLE COMME À LA CAMPAGNE

Les secteurs de l'industrie et de l'agriculture, ainsi que les activités domestiques, génèrent la majorité des pollutions chimiques de l'eau (voir encadré 1). Dans une moindre mesure, les eaux pluviales qui circulent dans la ville y contribuent aussi.

Les industries produisent des eaux usées durant les processus de fabrication et de nettoyage des installations qu'elles mettent en œuvre. Selon l'activité industrielle en cause, ces eaux peuvent être contaminées par des substances comme des solvants, des hydrocarbures, des métaux lourds, des plastifiants, etc. Les industries doivent alors traiter ces eaux résiduaires dans leur propre station d'épuration ou dans des stations d'épuration collectives. Mais ces traitements n'éliminent qu'une partie des charges polluantes et l'eau qui est rejetée dans le milieu naturel contient encore des contaminants chimiques. Les secteurs industriels qui rejettent les plus fortes charges polluantes sont les industries chimiques, pharmaceutiques, pétrolières, métallurgiques, agroalimentaires, nucléaires et textiles.

L'agriculture utilise des pesticides et des engrais dont une partie rejoint les cours d'eau et les eaux souterraines par les infiltrations ou le ruissellement. Certains pesticides atteignent les cours d'eau également par voie aérienne. Les effluents d'élevage constituent aussi une source de pollution chimique lorsqu'ils apportent de l'azote et du phosphore en excès et provoquent des phénomènes de toxicité ou d'asphyxie des milieux aquatiques. Enfin, des substances à usage vétérinaire peuvent se retrouver dans les sols via l'urine des animaux et rejoindre ensuite les cours d'eau.

Les activités domestiques génèrent des eaux usées provenant des salles de bains, des cuisines et des toilettes. Elles sont essentiellement chargées de déchets organiques mais peuvent également contenir des résidus de produits d'entretien, de cosmétiques, de médicaments, ou des microplastiques issus des lavages de textiles synthétiques. Elles rejoignent le milieu naturel après élimination d'une partie de leur charge polluante en station d'épuration.

Enfin, les eaux de pluies qui ruissellent sur les surfaces urbanisées, en particulier les rues, peuvent se charger de métaux lourds, de peintures, d'hydrocarbures ou de pesticides avant d'atteindre leur exutoire naturel. Dans le cas où elles sont collectées dans des réseaux dits unitaires, où eaux pluviales et eaux usées sont mélangées et où leurs charges polluantes se cumulent, les capacités d'épuration des stations peuvent vite être dépassées. Par temps de pluie, ces réseaux sont saturés et déversent directement des mélanges d'eaux polluées dans le milieu récepteur.

## LA POLLUTION CHIMIQUE : UN ENJEU SANITAIRE ET ENVIRONNEMENTAL

### Une menace pour la disponibilité en eau potable

Environ un tiers de l'eau potable distribuée en France provient des eaux de surface, le reste est issu des eaux souterraines. Pour produire une eau de ce niveau de qualité, des traitements d'élimination de polluants (métaux lourds, pesticides, etc.) sont nécessaires. Ils sont souvent onéreux, croissants avec la charge polluante et répercutés sur le prix de l'eau. À cette tension sur le coût de la dépollution peut s'ajouter une tension sur les volumes disponibles. En effet, les limites technologiques des traitements font qu'il n'est plus possible de rendre une eau potable à un coût raisonnable au-delà de charges polluantes critiques. Cela oblige à trouver d'autres ressources en eau propre, quand elles existent. Enfin, des pollutions chimiques mal maîtrisées sur les cours d'eau ou plans d'eau peuvent atteindre les eaux souterraines et aggraver les tensions sur la disponibilité en eau potable.

### Une cause de dégradation des milieux et de perte de biodiversité

Dans des cas extrêmes, les pollutions chimiques accidentelles induisent des mortalités massives dans les cours d'eau, lesquels mettent des années à retrouver leur état initial. Ainsi, le déversement de produits agrochimiques par une industrie en Suisse en 1986 avait entraîné des mortalités piscicoles dans

## Encadré 1 : qu'est-ce qu'une eau polluée ?

Une eau est dite polluée lorsque sa qualité est dégradée notamment par la présence de déchets solides, de substances chimiques ou de micro-organismes pathogènes. Une pollution chimique apparaît quand les quantités de substances chimiques dépassent les capacités d'assimilation ou d'autoépuration du milieu aquatique et perturbent ses équilibres naturels. Lorsque les mécanismes naturels, qui éliminent normalement les substances biodégradables, ne suffisent plus à maintenir la qualité de l'eau, les polluants s'accumulent progressivement et peuvent alors rendre le milieu dangereux pour les personnes, les animaux ou les plantes en contact avec l'eau.

## partie 1 : origines et enjeux de la pollution chimique de l'eau

le Rhin sur une distance de 400 km, suivies de 20 ans d'efforts pour rétablir l'équilibre écologique.

Même sans accident de cette ampleur, des pertes de biodiversité sont mesurées dans les cours d'eau ou plans d'eau du fait de la pollution des eaux. Ainsi, une étude de 2013 a conclu que les pesticides étaient à l'origine d'une baisse de plus de 40 % du nombre d'espèces d'invertébrés, dans les cours d'eau en France, en Allemagne et en Australie [9]. Une autre, réalisée de 2000 à 2007 au Canada, estime que des médicaments contraceptifs à faibles doses ont entraîné en quelques années la quasi-extinction du poisson sauvage *Pimephales promelas* dans les lacs [24].

Moins visibles, des polluants non biodégradables comme les PCB ou le méthyl-mercure peuvent se concentrer dans les organismes, s'accumuler tout au long de la chaîne alimentaire et atteindre des concentrations toxiques pour les consommateurs ultimes, dont l'homme.

D'autres, comme le phosphore ou l'azote présents en excès, sont à l'origine de fortes proliférations d'algues et de l'asphyxie des milieux aquatiques. Dans certains cas, ces déséquilibres favorisent le développement de cyanobactéries émettrices de toxines pouvant justifier des restrictions d'activités nautiques ou des mesures d'interdiction de baignade par exemple.

Enfin, les mélanges de polluants chimiques ont des effets néfastes sur la santé humaine ou la biodiversité, même si chaque substance n'est présente qu'à l'état de trace. Cet effet « cocktail » implique que l'objectif de réduction des charges polluantes doit cibler une très large gamme de substances, de nature et d'origine différentes, sans se limiter à celles dont les concentrations sont les plus élevées (*voir encadré 2*).

### Encadré 2 : de dangereux cocktails de substances chimiques

Les progrès réalisés en toxicologie montrent qu'il n'y a pas que la dose d'exposition à une substance chimique qui en détermine la nocivité. Lorsqu'elles sont en mélange, même à faible dose, certaines molécules voient leurs effets nocifs se renforcer, s'amplifier. Ces substances peuvent être des résidus médicamenteux, des pesticides, des cosmétiques, des détergents ou encore les produits de dégradation de toutes ces substances. Certains mélanges produisent ainsi des effets inattendus. À titre d'exemple, l'éthinylestradiol présent dans certaines pilules contraceptives et le pesticide organochloré TNC peuvent se fixer simultanément sur un même récepteur situé dans le noyau des cellules animales et l'activer [15]. Lorsqu'ils sont présents seuls, ces deux composés se lient au récepteur uniquement si leur concentration est élevée, puis l'activent faiblement. Mais lorsqu'ils sont présents en mélange, ils forment une combinaison qui augmente la quantité totale de produit fixé. Au final, un effet toxique peut apparaître à des concentrations auxquelles chaque composé est inactif individuellement.

Un autre exemple éclairant est celui de souris exposées pendant un an à un cocktail de six pesticides, dont chaque substance est présente à faible concentration. Ces souris présentent des troubles métaboliques importants : chez les mâles, diabète, accumulation de graisses dans le foie et surpoids significatif, et chez les femelles, des perturbations hépatiques et une modification de l'activité du microbiote intestinal. Les doses choisies étaient pourtant équivalentes à la dose journalière admissible pour l'homme, ramenée à la taille de l'animal [23, 26].



partie 2

# La surveillance des pollutions chimiques de l'eau

— Toutes les régions hydrographiques de métropole et d'outre-mer sont couvertes par des réseaux de surveillance physico-chimiques des cours d'eau et des plans d'eau, dont la densité a sensiblement augmenté depuis les années 2000. Ces réseaux, gérés par plusieurs centaines d'intervenants aux objectifs variés, produisent des millions d'analyses physico-chimiques mises à disposition dans une base de données publique. Les résultats d'analyses couvrent une large gamme de polluants, où les pesticides sont majoritaires. Les performances analytiques des laboratoires se sont améliorées mais demeurent dispersées. Parfois, le faible nombre d'années de suivi d'un même point de surveillance limite les possibilités d'étude de tendance à long terme.



## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

### DES RÉSEAUX DE SURVEILLANCE DENSES, GÉRÉS PAR BASSIN HYDROGRAPHIQUE

Un réseau de stations de surveillance de la qualité des eaux regroupe des sites localisés le long de cours d'eau ou de plans d'eau où sont réalisés des prélèvements d'échantillons d'eau en vue d'analyses physico-chimiques. En métropole, les réseaux se sont développés à partir des années 1970, en application de la loi sur l'eau de 1964 qui organise la gestion de l'eau par bassin hydrographique (*voir glossaire*) et crée des agences de l'eau (*voir glossaire*) dans chacun d'eux. Dans les zones ultramarines, ils se sont essentiellement développés à partir de 2003, à la suite de la création des offices de l'eau par la loi d'orientation pour l'outre-mer du 13 décembre 2000 (*carte 1*).

Les réseaux de surveillance gérés par les agences et les offices de l'eau ont permis d'établir les premiers bilans des contaminations de l'eau, ainsi que les plans de lutte contre la pollution qui en ont découlé. À partir de 2007, un réseau de surveillance de la qualité des cours d'eau a été créé dans chaque grand bassin hydrographique en application de la directive-cadre sur l'eau (DCE) d'octobre 2000 pour évaluer l'état qualitatif des masses d'eau et détecter d'éventuels changements dans le temps. Certaines stations de surveillance (*voir glossaire*) qui le composent proviennent de réseaux déjà en place au moment de sa création. D'autres ont été ajoutées afin d'améliorer le niveau de couverture du territoire. Ce réseau

de surveillance national est appelé « réseau DCE » dans la suite de la publication.

L'évaluation de la DCE se fonde sur un programme national de surveillance actualisé tous les six ans, décliné sur chaque bassin hydrographique, dont la mise en œuvre est confiée aux agences de l'eau en métropole et aux offices de l'eau en outre-mer. Toutefois, ces programmes ne permettent pas de couvrir l'ensemble des besoins d'informations sur la qualité des eaux. C'est pourquoi, des stations de suivi ponctuel et des réseaux complémentaires sont mis en place à l'échelle locale dans le cadre, par exemple, d'études d'impact ou de programmes de recherche scientifique. Il en résulte que plusieurs centaines d'intervenants produisent des données de surveillance sur l'eau : des collectivités territoriales, des syndicats de rivière, des fédérations de protection des milieux aquatiques, des organismes de recherche scientifique, etc.

Les résultats d'analyse produits par les agences et les offices de l'eau sont centralisés dans la base de données publique *Naiades* administrée par l'Office français de la biodiversité. Cette dernière comporte également les résultats produits par les autres commanditaires lorsqu'ils sont financés par des fonds publics.

Cette publication se concentre sur les stations faisant l'objet d'une surveillance effective, caractérisée ici par la présence d'au moins 4 prélèvements d'échantillons par an en métropole et 2 par an en outre-mer. Selon la base *Naiades*, sur la période 2000-2020, 13 300 stations font l'objet d'une surveillance effective en métropole et 370 en outre-mer. Entre 2008 et 2020, elles s'élèvent à 12 400 en métropole et 357 en outre-mer. Les agences et offices de l'eau en gèrent la plus grande part (*tableau 1*).

**Carte 1 : bassins et sous-bassins hydrographiques\***



\*Voir glossaire.

Source : Eaufrance, base de données Sandre. Traitements : SDES, 2022

**Tableau 1 : part des stations de surveillance par gestionnaire de réseau**

En %

Gestionnaires	Part sur période 2000-2020	Part sur période 2008-2020
Agences et offices de l'eau <i>Dont réseau DCE</i>	48 -	52 23
Services de l'État	2	1
Collectivités territoriales <i>Dont réseau DCE</i>	33 -	30 1
Syndicats de rivières, fédérations	10	11
Autres	7	6

Note : le gestionnaire de réseau désigne la personne morale ayant commandité la production d'une donnée de surveillance. Il peut être distinct des intervenants qui réalisent à proprement parler le prélèvement d'eau et la mesure physico-chimique. Si plusieurs commanditaires, dont une agence de l'eau, sont liés à une station, on considère que le gestionnaire du réseau de surveillance correspondant est l'agence de l'eau.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective (au moins 4 prélèvements d'échantillons par an en métropole et 2 par an en outre-mer).  
Source : Eaufrance, base de données *Naiades*. Traitements : SDES, 2022

## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

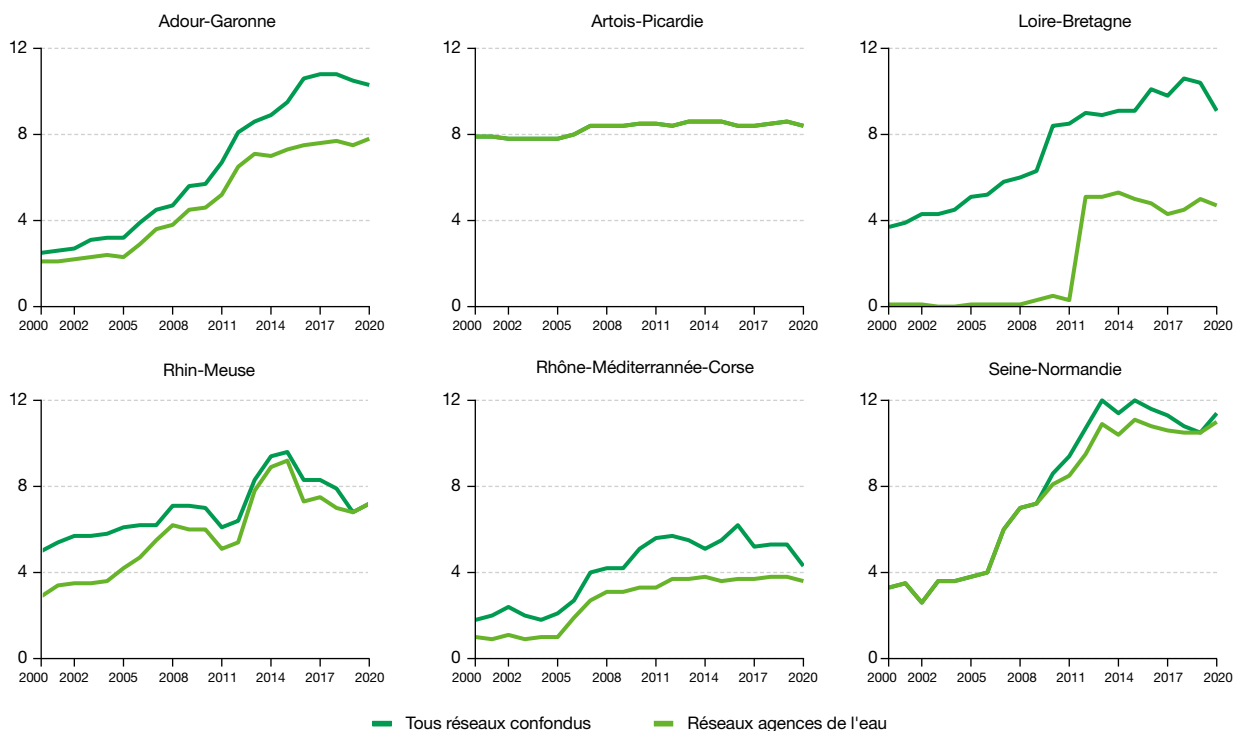
Entre 2000 et 2020, tous réseaux confondus, le nombre de stations présentes sur 1 000 km de cours d'eau a doublé, les plus fortes progressions étant observées en Adour-Garonne, Seine-Normandie et Loire-Bretagne.

Le réseau géré par les agences de l'eau est devenu plus dense en application de la DCE d'octobre 2000, transposée dans la loi n° 2006-1172 du 30 décembre 2006 sur l'eau et les milieux aquatiques. L'évaluation de l'état des masses d'eau devant satisfaire les règles de la DCE, chaque agence a dû

veiller à atteindre des densités minimales de réseau par bassin afin de tendre vers une meilleure représentativité des résultats. Ainsi, à l'exception du bassin d'Artois-Picardie dont les réseaux sont gérés exclusivement par l'agence de l'eau et dont la densité de station est historiquement élevée et stable, le nombre de stations gérées directement par l'agence de l'eau pour 1 000 km de cours d'eau a augmenté dans tous les bassins, et de façon très nette en 2012 dans le bassin Loire-Bretagne où elles étaient très peu présentes auparavant (*graphique 1*).

### Graphique 1 : évolution de la densité des réseaux de stations de surveillance en métropole

En nombre de stations pour 1 000 km



Note : nombre de stations de surveillance rapporté à la longueur cumulée des cours d'eau du bassin hydrographique.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

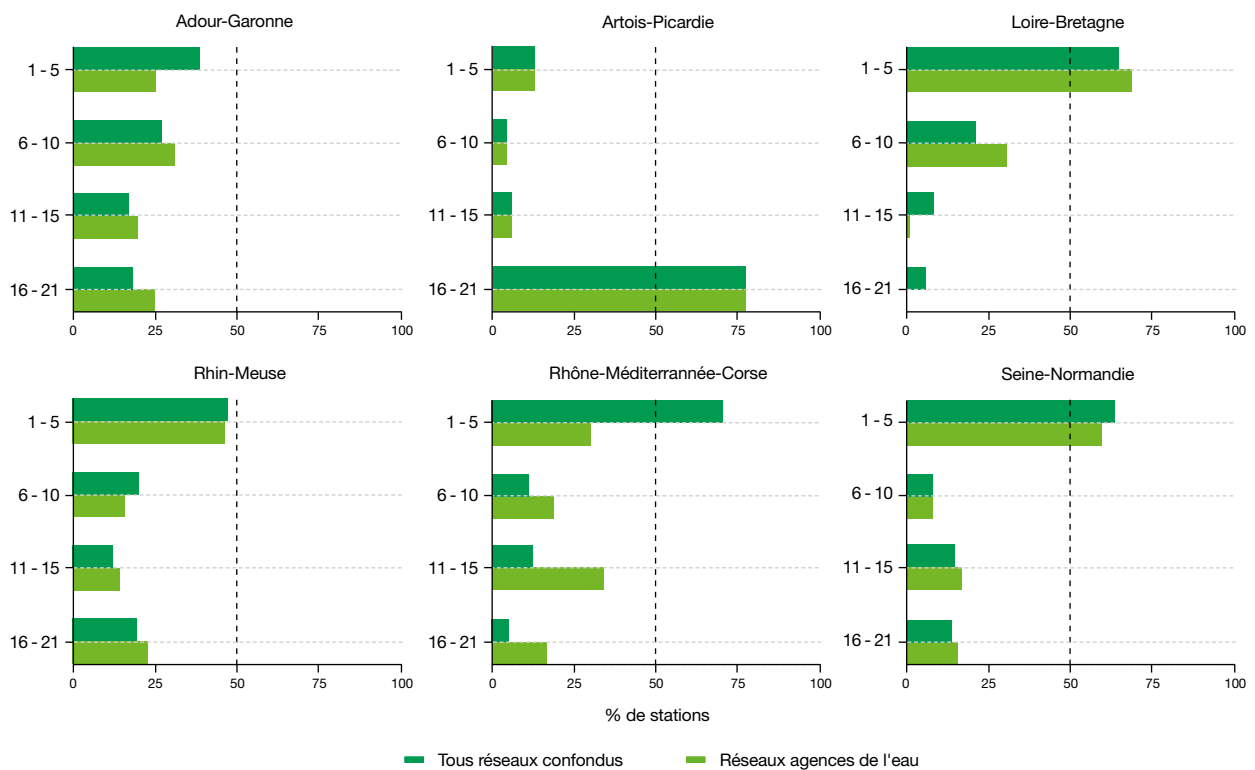
**UNE DURÉE DE SURVEILLANCE PLUS LONGUE POUR LES STATIONS DU RÉSEAU DCE**

Sur l'ensemble des réseaux de surveillance (réseau DCE et autres réseaux), une majorité de stations cumule au plus 5 ans de surveillance sur les 20 ans de la période 2000-2020 (graphique 2). Ces cumuls relativement courts s'expliquent par la présence de nombreux réseaux locaux mis en place pour répondre à des besoins limités dans le temps : des organisations privées ou publiques installent des réseaux de

surveillance dans le cadre de programmes de prévention ou de lutte contre une pollution ou encore de programmes de recherche scientifique. Le nombre d'années de surveillance se limite alors à la durée de ces programmes ponctuels. Le bassin Artois-Picardie se distingue par une part importante de stations surveillées sans discontinuité : 3 stations sur 4 ont été suivies chaque année de la période 2000-2020. Ce taux élevé s'explique par le fait que l'ensemble de ses stations appartient à un réseau DCE (absence de réseaux pour des programmes de surveillance ponctuels).

**Graphique 2 : nombre d'années de surveillance par station de métropole de 2000 à 2020**

En nombre d'années



Note : nombre d'années au cours desquelles une station a fait l'objet d'au moins quatre prélèvements d'eau en vue d'analyses.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022



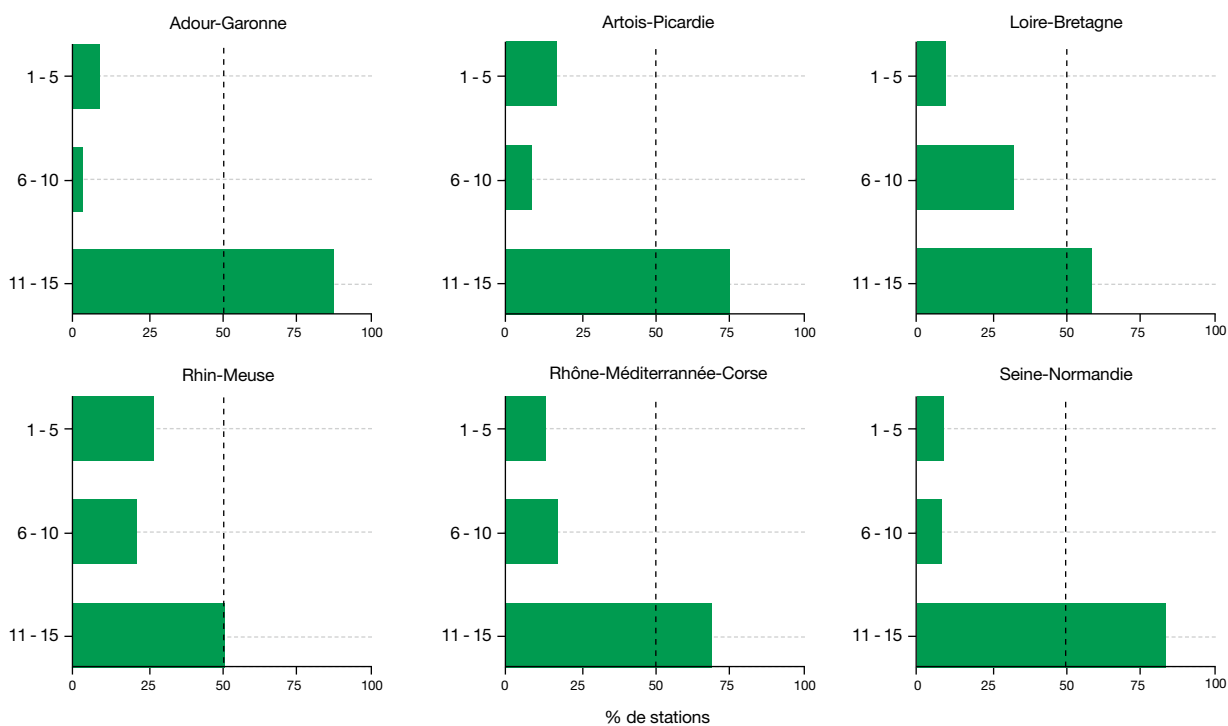
## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

Le réseau DCE, mis en place à partir de 2007, cumule une durée de surveillance plus importante. Sur les 13 ans de la période 2008-2020, une majorité de stations cumule plus de 11 ans de surveillance, celles en totalisant au plus 5 étant très minoritaires. Les cumuls moyens par station sont les plus élevés en Adour-Garonne, Seine-Normandie et Artois-Picardie, les plus faibles sont observés en Rhin-Meuse (*graphique 3*). Ces écarts de durée ont deux origines : premièrement, le gestionnaire du réseau peut remplacer des stations par d'autres

en raison d'un problème technique ou parce qu'il souhaite surveiller d'autres sites de son territoire, les stations concernées cumulant alors moins d'années de surveillance que les autres. Deuxièmement, les prescriptions réglementaires qui s'appliquent au réseau DCE autorisent une surveillance discontinue dans le temps, comme un suivi de seulement une année par période de six ans (ou bien, dans le cas d'une station subissant une pollution ponctuelle, un suivi jusqu'au retour à la normale et un arrêt de la surveillance ensuite).

**Graphique 3 : nombre d'années de surveillance par station du réseau DCE de métropole de 2008 à 2020**

En nombre d'années



Note : nombre d'années au cours desquelles une station du réseau DCE a fait l'objet d'au moins quatre prélèvements d'eau en vue d'analyses.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; AEE, base de données Eionet. Traitements : SDES, 2022

## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

### LES PETITS COURS D'EAU MOINS SURVEILLÉS

D'après la typologie nationale des cours d'eau [12], il est possible de regrouper les cours d'eau en classes de taille selon leur rang de confluence de Strahler (voir glossaire). À titre d'exemple, un rang de Strahler inférieur à 2 correspond aux très petits cours d'eau dans la plupart des bassins ; un rang supérieur à 6 correspond aux très grands cours d'eau.

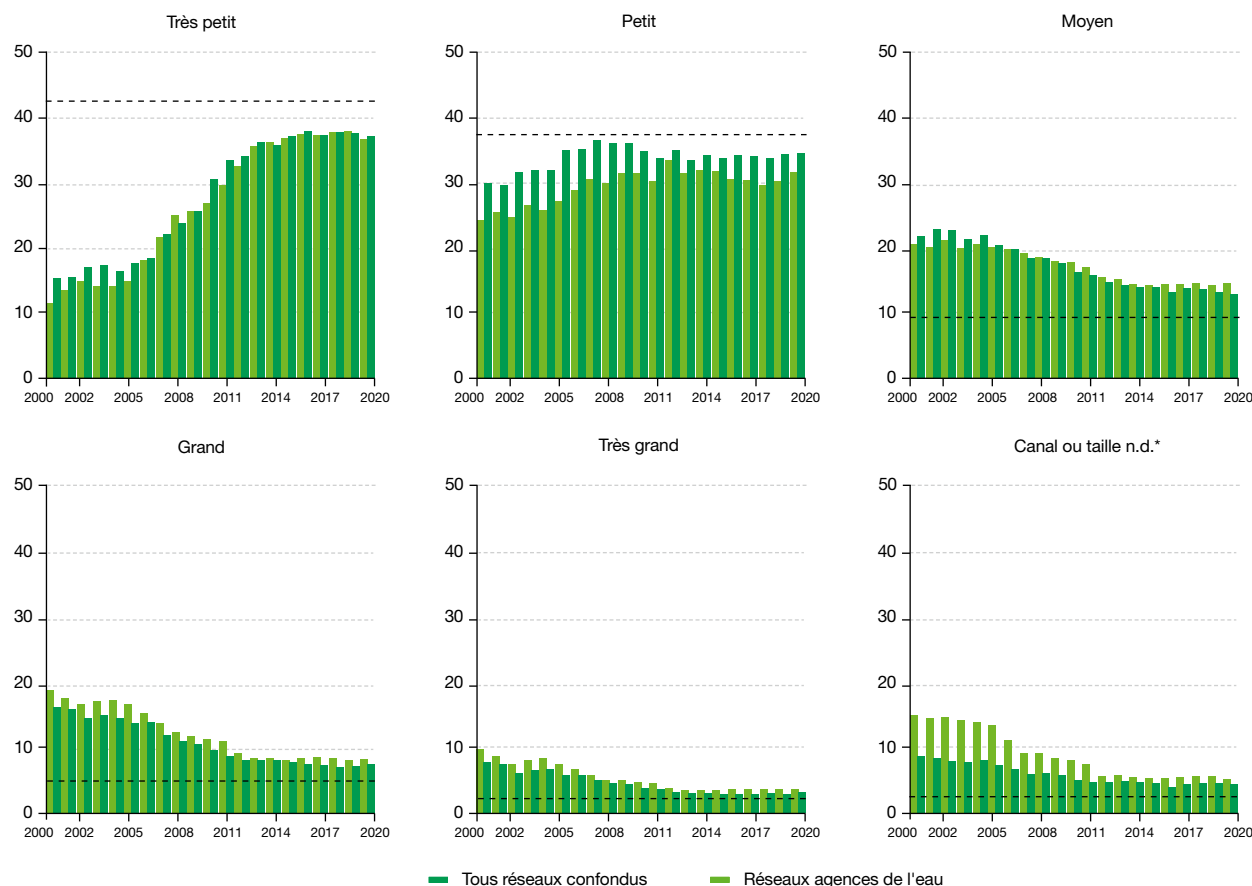
La répartition des stations par classe de taille a nettement évolué depuis le milieu des années 2000 (graphique 4). Tous réseaux de surveillance confondus, la part des stations situées sur les très petits cours d'eau a été multipliée par 2 entre 2006 et 2020. Inversement, la part de stations situées sur des canaux,

des cours d'eau de taille moyenne, grande et très grande a baissé et se rapproche désormais de la proportion que ces masses d'eau occupent réellement dans la longueur totale du réseau hydrographique. Cette évolution s'observe à la fois sur les réseaux de surveillance réglementaires et ceux mis en place dans des objectifs de prévention contre les pollutions ou de recherche scientifique.

Sur la période 2008-2020, la répartition des stations utilisées pour la surveillance réglementaire au titre de la DCE est beaucoup plus stable (graphique 5). Certains déséquilibres s'observent toutefois : surreprésentation des masses d'eau de grande taille et de taille moyenne, sous-représentation de celles de petite et très petite taille.

#### Graphique 4 : évolution de la répartition des stations de surveillance par taille de cours d'eau

En % de stations



\*n.d. = non déterminée.

Note de lecture : les cours d'eau de taille moyenne cumulent près de 10 % de la longueur totale du réseau hydrographique. Entre 2000 et 2020, la part des stations de surveillance situées sur ces cours d'eau passe de 20 % à 15 % environ. La baisse observée sur les réseaux des agences de l'eau est similaire à celle observée sur l'ensemble des réseaux existants.

Note : la taille d'un cours d'eau est déterminée par son rang de confluence de Strahler. Chaque ligne horizontale en pointillé indique la part qu'occupe réellement la classe de taille dans la longueur cumulée du réseau hydrographique.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, bases de données Naiades et Sandre. Traitements : SDES, 2022

## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

### PLUS DE 1 100 SUBSTANCES SURVEILLÉES, PLUS DE 11 MILLIONS D'ANALYSES ANNUELLES

#### Des listes évolutives de substances, différentes selon les territoires

La base de données Naiades, alimentée par les agences et offices de l'eau, permet d'accéder aux analyses portant sur plusieurs milliers de paramètres physico-chimiques et chimiques. Elle centralise uniquement les résultats obtenus sur les cours d'eau et plans d'eau non destinés à l'alimentation en eau potable ou à la baignade (ces deux dernières catégories d'eau relèvent du contrôle sanitaire et sont surveillées par les agences régionales de santé).

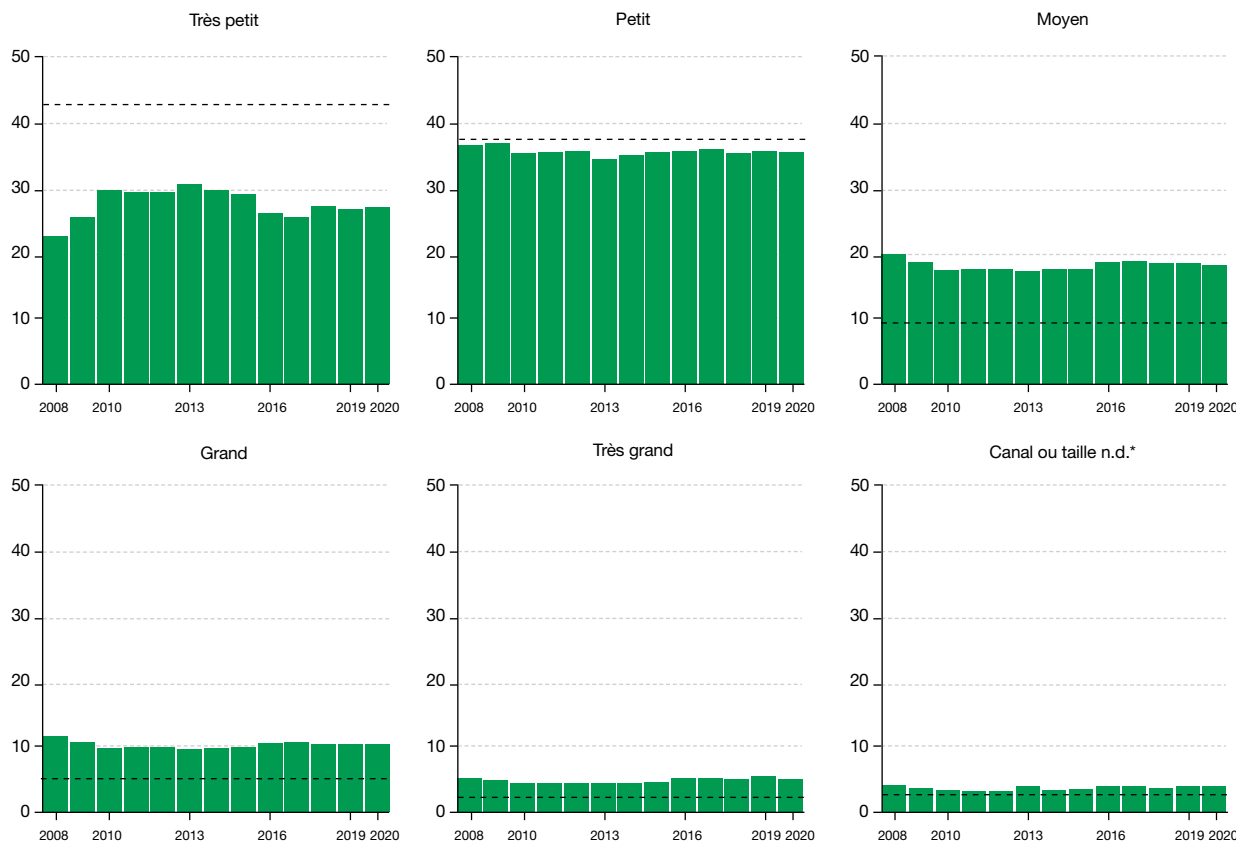
Certains paramètres sont surveillés au titre du code de l'Environnement, en application de la DCE, notamment en vue d'évaluer l'état chimique et écologique des masses d'eau de surface. D'autres sont surveillés pour améliorer la connaissance

générale de l'état des eaux. D'autres encore font l'objet de campagnes ponctuelles de surveillance prospective organisées pour détecter d'éventuels polluants émergents et, si besoin, actualiser les listes de paramètres à suivre sur l'ensemble du territoire et à inclure dans des plans de gestion des polluants, tels que le plan micropolluants et le plan national sur les résidus de médicaments dans l'eau.

En conséquence, la liste des polluants surveillés n'est pas rigoureusement identique d'un réseau de surveillance à l'autre : celle définie par voie réglementaire au niveau national se compose d'une liste commune à l'ensemble des bassins et de listes spécifiques à chaque bassin. En complément, d'autres listes peuvent être établies en dehors du cadre réglementaire pour répondre à des besoins particuliers. La composition de ces dernières peut dépendre des moyens disponibles localement et de la probabilité de retrouver telle ou telle substance dans les

#### Graphique 5 : évolution de la répartition des stations du réseau DCE en métropole par taille de cours d'eau

En % de stations



\*n.d. = non déterminée.

Note : la taille d'un cours d'eau est déterminée par son rang de confluence de Strahler. Chaque ligne horizontale en pointillé indique la part qu'occupe réellement la classe de taille dans la longueur cumulée du réseau hydrographique.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, bases de données Naiades et Sandre ; AEE, base de données Eionet. Traitements : SDES, 2022

## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

cours d'eau de la zone surveillée. Par exemple, dans le cas des pesticides, une liste sans portée réglementaire peut dépendre des types de culture en place dans le bassin, de leur surface respective et des quantités de pesticides vendues localement.

La liste des polluants surveillés en France en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'Environnement est fixée par arrêté ministériel. Elle se compose :

- de nutriments composés d'azote ou de phosphore d'origine agricole, industrielle ou urbaine. Ils proviennent des engrais, des effluents d'élevage et des rejets domestiques transférés via les stations de traitement des eaux urbaines ;
- de pesticides utilisés dans les secteurs agricoles et non agricoles. Ils sont essentiellement présents dans les produits de protection des cultures, de traitement des bois et charpentes, d'entretien des voies et de désinsectisation (insecticides, herbicides, fongicides) et, dans une moindre mesure, dans les désinfectants ménagers et les peintures anti-salissures. Leur surveillance vise à la fois les molécules mères et leurs produits de dégradation ;
- d'autres micropolluants provenant de rejets industriels, agricoles ou urbains. Ce groupe comporte notamment des détergents, des hydrocarbures, des solvants ou des composés

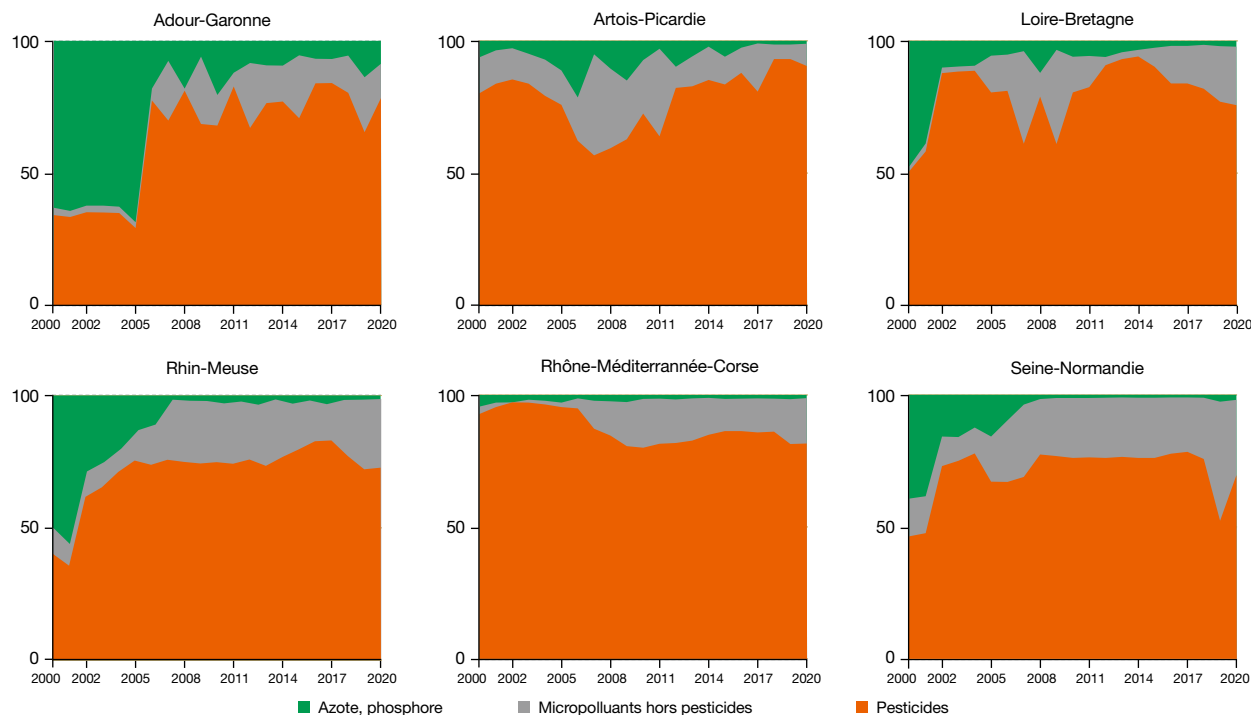
de type dioxine issus des procédés de fabrication de produits du quotidien ou présents dans des articles d'usage courant (carburants, détergents, plastifiants, peintures, adhésifs, retardateurs de flamme, colles, encres, conservateurs, etc.). Pour la période 2022-2027, cette liste a été actualisée et comporte 18 substances supplémentaires. En effet, sur la base de la campagne de surveillance prospective EMNAT 2018, l'Institut national de l'environnement industriel et des risques (Ineris) a recommandé aux pouvoirs publics d'inclure 3 pesticides supplémentaires (2 antiparasitaires à usages vétérinaires et 1 insecticide utilisé dans le traitement du bois) et 15 tensio-actifs présents dans les détergents ménagers ou dans des produits cosmétiques (shampooing, gel douche, etc.).

### Plus de 11 millions d'analyses par an

Les résultats d'analyses qui figurent dans la base de données Naiades concernent plus de 1 100 substances surveillées dans les cours d'eau et plans d'eau. Environ 74 % d'entre elles sont des pesticides, 25 % sont des micropolluants hors pesticides et 1 % des nutriments azotés ou phosphorés. Les pesticides sont de loin les plus recherchés dans presque tous les bassins hydrographiques entre 2000 et 2020 (*graphique 6*).

**Graphique 6 : évolution de la part des principaux groupes de paramètres chimiques dans les analyses**

En %



Notes : analyses cumulées de 1 137 substances appartenant aux groupes des composés d'azote ou de phosphore, des pesticides ou des autres micropolluants ; les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression des valeurs observées les cinq années précédentes.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

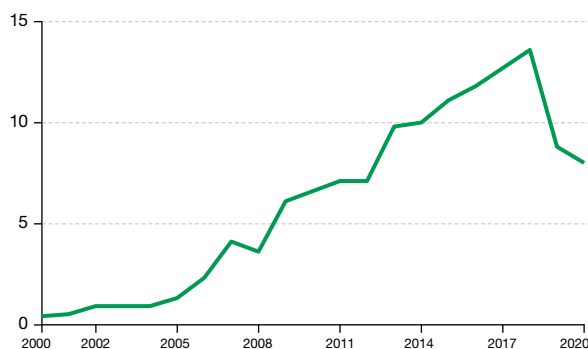
## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

Depuis les années 2000, le nombre d'analyses portant sur l'ensemble de ces polluants a été multiplié par 20. Il dépasse régulièrement 11 millions par an depuis 2015 (graphique 7). La progression s'est accentuée surtout à partir de 2006, particulièrement dans les bassins Loire-Bretagne, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie (graphique 8). Cette évolution coïncide avec la mise en œuvre des obligations de surveillance au titre de la DCE.

Sur la période 2018-2020, le nombre d'analyses baisse nettement à l'échelle de la métropole et dans plusieurs bassins. Cette diminution n'est pas liée à un allègement des exigences minimales de surveillance réglementaire des cours d'eau, les programmes nationaux établis au titre des directives nitrates ou DCE n'ayant pas évolué sur cette période. Elle s'explique essentiellement par une adaptation des programmes locaux de surveillance dans plusieurs grands bassins hydrographiques : en Loire-Bretagne et Rhône-Méditerranée-Corse, le nombre de stations surveillées a baissé conjointement aux fréquences de prélèvement. En Seine-Normandie, le nombre de stations a augmenté mais celui des paramètres analysés dans chaque prélèvement a été divisé par cinq. À l'inverse, les bassins Adour-Garonne et Artois-Picardie ont eu un volume d'activité plus stable sur cette période<sup>1</sup>.

**Graphique 7 : évolution du nombre d'analyses de 1 137 polluants chimiques en métropole**

En millions

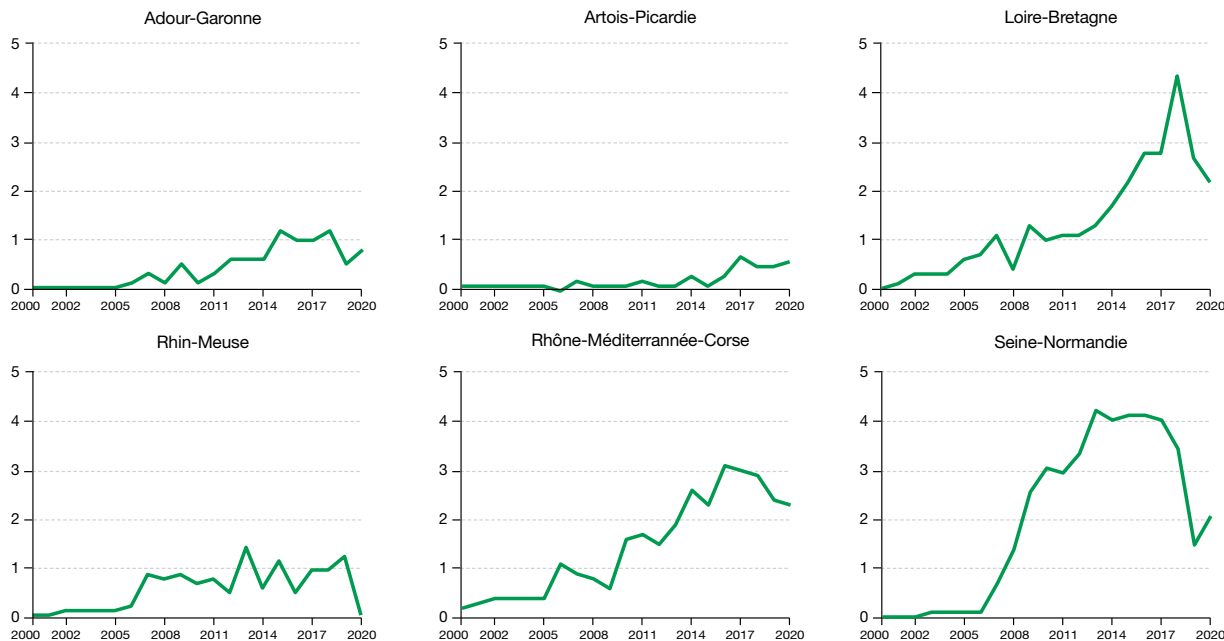


Notes : analyses cumulées de 1 137 substances appartenant aux groupes des composés d'azote ou de phosphore, des pesticides ou des autres micropolluants ; les données 2020 du bassin Rhin-Meuse sont incomplètes à la date de consultation de la source. Elles représentent entre 7 et 15 % du total selon les années. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 8 : évolution du nombre d'analyses de 1 137 polluants chimiques par bassin de métropole**

En millions



Notes : analyses cumulées de 1 137 substances appartenant aux groupes des composés d'azote ou de phosphore, des pesticides ou des autres micropolluants ; les données 2020 du bassin Rhin-Meuse sont incomplètes à la date de consultation de la source. Elles comportent uniquement des composés d'azote ou de phosphore. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

<sup>1</sup> Pour l'année 2020, la baisse s'explique également par une mise à disposition sur le site [naiades.eaufrance.fr](http://naiades.eaufrance.fr) d'une partie seulement des substances surveillées sur le bassin Rhin-Meuse (selon les années, les données de l'ensemble des substances surveillées sur ce bassin représentent entre 7 et 15 % du total des analyses).

## partie 2 : la surveillance des pollutions chimiques de l'eau

### DES PERFORMANCES ANALYTIQUES TRÈS DISPERSÉES POUR CERTAINS POLLUANTS

Les méthodes d'analyses utilisées dans la surveillance de l'eau peuvent être plus ou moins performantes. Parmi les indicateurs de performance figure la limite de quantification (LQ) – (voir glossaire) de la méthode d'analyse, ou concentration la plus faible que la méthode peut mesurer avec exactitude pour une substance donnée. Plus cette limite est basse, plus la méthode d'analyse est performante.

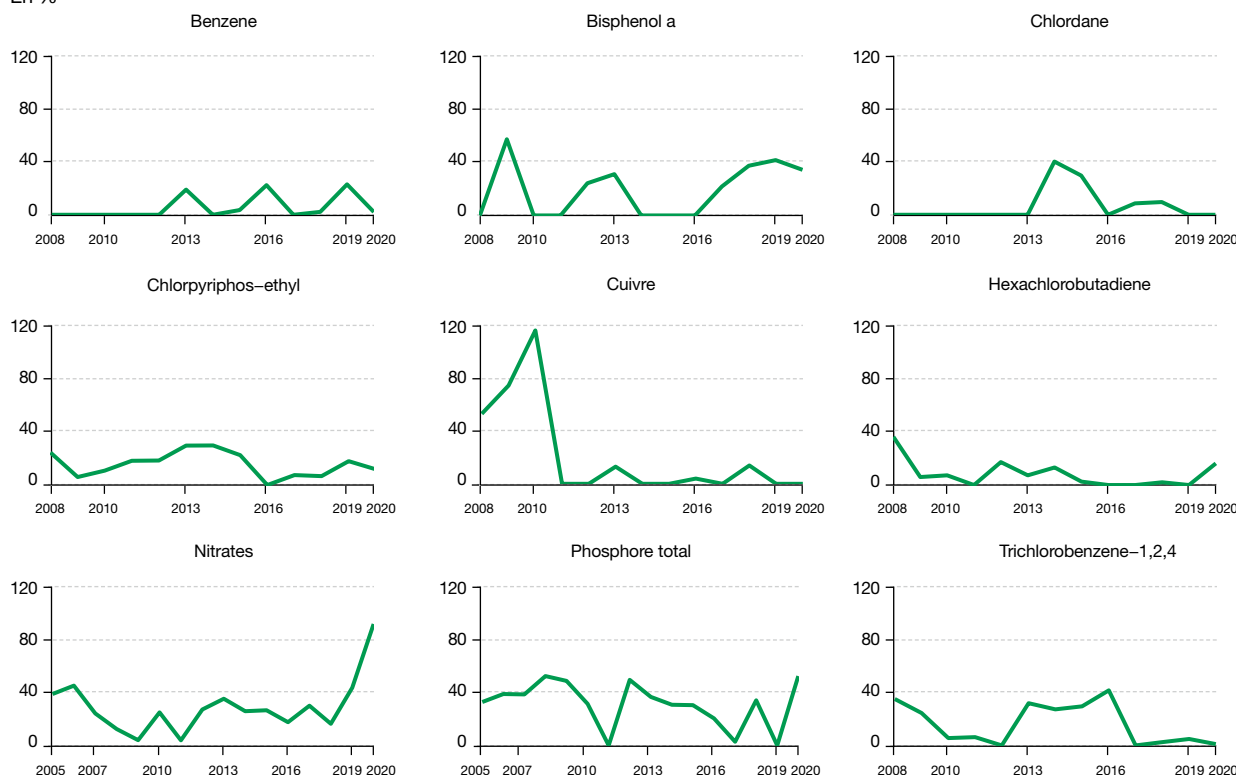
Les performances analytiques apparaissent très variables d'un laboratoire à l'autre : la dispersion des limites de quantification autour de leur moyenne dépasse régulièrement 40 % pour les métaux et les nutriments azotés ou phosphorés. Pour les pesticides et les composés organiques volatils, elle oscille autour de 20 % (graphique 9).

Cette dispersion peut s'expliquer par le grand nombre de commanditaires de données sur l'eau (plusieurs centaines), dont les niveaux d'exigences sont variables : selon qu'ils agissent dans le cadre d'une surveillance réglementaire de polluants, d'une étude d'impact ou d'un programme de recherche, les commanditaires imposent des cahiers des charges plus ou moins exigeants aux laboratoires. La variabilité des limites de quantifications reflète la diversité de leurs besoins.

Dans le cadre du suivi de l'état des masses d'eau au titre de la DCE, l'objectif est d'évaluer le respect d'une norme environnementale. Selon les critères de qualité de l'Union européenne, une LQ acceptable pour une substance donnée ne doit pas dépasser un tiers de la norme environnementale qui lui est associée (avec une incertitude de mesure plafonnée quand la concentration de la substance est égale à la valeur

Graphique 9 : exemples de variabilité des limites de quantification entre laboratoires

En %



Note : coefficient de variation médian des limites de quantification. Le coefficient de variation est le rapport de l'écart-type à la moyenne. Plus la valeur du coefficient est élevée, plus la dispersion autour de la moyenne est grande.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole et d'outre-mer.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

de la norme). C'est pourquoi les laboratoires agréés en France doivent respecter des exigences de limites de quantification fixées par arrêté ministériel. Depuis 2008, le respect de ces exigences s'améliore en continu même s'il reste une marge de progrès selon l'Ineris : alors qu'en 2008, au moins 50 % des analyses n'étaient pas conformes à ces exigences pour 45 substances, cette part d'analyses non conformes ne concerne plus que 34 substances en 2015. Sur la période 2016–2018, au moins 20 % des analyses ne respectaient pas les performances minimales, définies réglementairement, pour 18 substances en métropole et 13 substances en outre-mer [4, 5, 6].

Pour mesurer le niveau de contamination des masses d'eau, et pas simplement le respect d'une norme environnementale, des analyses s'appuyant sur des échantillonneurs intégratifs passifs (EIP) représentent des perspectives intéressantes (voir encadré 3).

### PRÈS DE 3 900 STATIONS RETENUES POUR ANALYSER L'ÉVOLUTION DES NIVEAUX DE CONTAMINATION

Afin d'analyser les niveaux de contamination des eaux de surface et leur évolution dans le temps pour trois grands groupes de polluants, une sélection des stations a dû être opérée. Dans un

objectif de robustesse des résultats, seules ont été retenues, parmi les stations présentant au moins 4 prélèvements d'échantillons par an en métropole (au moins 2 prélèvements par an en outre-mer), celles présentant des chroniques de surveillance d'au moins 6 ans sur la période 2008-2020. Parmi les stations satisfaisant à ces deux critères, la sélection a ensuite été conduite par classe de taille de cours d'eau afin de se rapprocher de la part qu'elles occupent dans le réseau hydrographique. Un ensemble de près de 3 900 stations de surveillance a finalement été retenu, dont 70 % du réseau DCE et 30 % d'autres réseaux. Environ 3 stations sélectionnées sur 4 présentent des chroniques de surveillance d'au moins 11 ans sur la période 2008-2020 (voir annexes 1 et 4).

Compte tenu de ces choix méthodologiques, les informations présentées dans cette publication peuvent ne pas être identiques à celles obtenues dans le cadre de l'évaluation de l'état des eaux conduites au titre de la DCE (voir encadré 4).

### Encadré 3 : les EIP, des outils permettant de mesurer des concentrations moyennes sur plusieurs jours et d'abaisser les limites de quantification

Les échantillonneurs intégratifs passifs (EIP) sont des outils comportant une membrane synthétique capable de retenir des polluants chimiques. Ils sont plongés dans les cours d'eau à étudier pendant quelques jours ou quelques semaines, période durant laquelle la membrane synthétique piège les polluants présents dans l'eau. Ce sont des outils « passifs » au sens où l'échantillonnage se fait par simple diffusion chimique passive, sans apport d'énergie. Ils sont « intégratifs » au sens où ils piègent les polluants en continu sur toute la durée d'immersion et non de façon ponctuelle.

Après la période d'immersion, les EIP sont analysés en laboratoire. On exprime d'abord les résultats en masse de polluant capté par l'échantillonneur (en ng/EIP), puis, après recours à des données de calibration, en concentration moyenne de polluant durant la durée d'immersion (en ng/l). L'échantillonnage intégratif donne une meilleure représentativité de l'évolution de la concentration moyenne dans le temps qu'un échantillonnage ponctuel.

Ce type d'échantillonneur présente également l'intérêt de concentrer les polluants sur la période d'immersion de l'outil, ce qui permet d'abaisser les limites de quantification par rapport à un échantillonnage ponctuel. Les gains sur les limites de quantification sont très variables et peuvent dépasser un facteur 100 selon le couple EIP-polluant considéré. Ils permettent de détecter ou de quantifier un plus grand nombre de molécules [28].

#### Encadré 4 : les différences entre les analyses couvertes dans cette publication et les évaluations DCE de l'état des eaux

La directive-cadre européenne 2000/60/CE du 23 octobre 2000 (DCE) impose d'évaluer et de cartographier l'état écologique et chimique des eaux de surfaces continentales. Réalisées périodiquement par les agences de l'eau, ces évaluations se fondent sur des listes de polluants définies dans la réglementation, et des méthodes de calcul décrites dans des documents techniques accessibles au public [29]. En fonction du respect de valeurs de référence par des indicateurs calculés (notamment la moyenne ou le 9<sup>e</sup> décile) – (*voir glossaire*) et du jugement d'experts, l'état écologique de l'eau peut être qualifié de « très bon », « bon », « moyen », « médiocre » ou « mauvais », et l'état chimique peut être « bon » ou « mauvais ».

Dans cette publication, les résultats ne sont pas présentés « toutes substances confondues », ni sous forme de classe d'état (« bon », « moyen » ou « mauvais ») par masse d'eau (*voir glossaire*). Les études portent sur de grandes catégories de polluant (macro-polluants azotés et phosphorés, pesticides et les autres substances chimiques dangereuses pour l'environnement) et privilégient les analyses de tendance à grande échelle géographique (par bassin hydrographique, par taille de cours d'eau, etc.) sur des indicateurs calculés en moyenne et au 9<sup>e</sup> décile, la plupart des valeurs repères s'appliquant à ces paramètres. Par ailleurs, la gamme de pesticides et d'autres substances dangereuses pour l'environnement couverte par la publication est plus large que celle retenue pour l'évaluation de la DCE. Enfin, les analyses se fondent sur un groupe de 3 858 stations de surveillance sélectionnées sur des critères de fréquence de prélèvement, de durée de surveillance et de répartition spatiale, dont 30 % ne sont pas situées sur le réseau utilisé au titre de la DCE.



partie 3

# Excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

— L'eutrophisation des cours d'eau, favorisée par des excès d'azote et de phosphore, induit des pertes de biodiversité aquatique. Les progrès réalisés en matière d'assainissement des eaux usées et de gestion d'effluents d'élevage ont permis de réduire d'environ deux tiers les concentrations dans les cours d'eau et les flux à la mer d'azote ammoniacal depuis les années 2000. Dans le cas des nitrates, une légère augmentation est observée. Pour les composés phosphorés, les concentrations et les flux à la mer ont baissé environ de moitié sur la même période.



### L'AZOTE ET LE PHOSPHORE D'ORIGINE ANTHROPIQUE FAVORISENT L'EUTROPHISATION

L'enrichissement des eaux de surface en azote et en phosphore perturbe les équilibres naturels des écosystèmes aquatiques et favorise leur eutrophisation (état correspondant à une surabondance de matière organique - venant du grec eutrophe ou « bien nourri ») – (voir glossaire). Il provoque de forts développements de plantes aquatiques et d'algues, des phénomènes de toxicité et un appauvrissement de l'eau en oxygène.

Ces processus peuvent être progressifs ou survenir de manière brutale. Ils induisent une perte de biodiversité et une augmentation de la mortalité d'organismes aquatiques, des dommages observables dans les plans d'eau, les rivières, les grands fleuves ou les eaux littorales.

Les risques d'eutrophisation augmentent avec le temps passé par l'eau sur un site, la lumière, la température et le manque d'oxygène. Ainsi, les étangs, les lacs naturels, les barrages, les tronçons à faible pente et les lagunes sont des sites plus sensibles que d'autres en raison d'un temps de résidence de l'eau plus long qu'ailleurs. Les petits cours d'eau non ombragés et les lacs peu profonds sont plus sensibles que les estuaires car l'eau y est plus claire et mieux éclairée en profondeur. Enfin, la prolifération d'algues et le déficit en oxygène dans l'eau se produisent surtout au printemps et en été, lorsque les températures sont élevées.

Les activités humaines augmentent les risques d'eutrophisation des milieux aquatiques, notamment en raison de l'intensification des pratiques agricoles et de la croissance démographique dans certaines agglomérations insuffisamment équipées pour traiter les eaux usées qu'elles produisent. En effet, la majeure partie de l'azote et du phosphore présents dans les cours d'eau provient de l'utilisation d'engrais minéraux en excès, des rejets d'élevages, de pratiques culturales comme le retournement de prairies, des rejets industriels et des rejets de stations d'épuration.

Dans la littérature technique, il existe une controverse concernant le rôle respectif de l'azote et du phosphore dans le déclenchement de l'eutrophisation, certains auteurs estimant que le phosphore est l'unique nutriment en cause dans l'eutrophisation des eaux douces. Cependant, selon l'expertise scientifique collective française conduite en 2018 (CNRS - Ifremer - INRA - Irstea), de nombreuses études récentes remettent en cause cette option et préconisent de limiter à la fois les apports d'azote et de phosphore dans les eaux continentales, saumâtres et salées [32].

Lorsqu'il se jette dans la mer, un cours d'eau enrichi en azote ou phosphore augmente le risque d'eutrophisation des eaux marines. Les nutriments qu'il rejette en mer peuvent provenir de zones continentales éloignées de plusieurs centaines de kilomètres et les temps de transit depuis ces zones jusqu'au littoral peuvent être de plusieurs années.

#### Près de deux tiers d'azote ammoniacal en moins entre 2000 et 2020

L'azote ammoniacal (ou azote provenant de l'ion ammonium  $\text{NH}_4^+$ ) peut être issu de rejets de stations d'épuration, de fuites de lieux de stockage d'effluents d'élevage ou de certains rejets de l'industrie agroalimentaire.

Sur la période 2000-2020, les concentrations moyennes ont baissé dans chaque bassin hydrographique et sur toutes les tailles de cours d'eau (voir annexe 2). À l'échelle des bassins, à l'exception de l'Artois-Picardie, la valeur du 9<sup>e</sup> décile des concentrations<sup>2</sup> est, depuis 2010, sous le seuil de référence de la DCE permettant de considérer l'eau en « bon état »<sup>3</sup>. À l'échelle des cours d'eau, le 9<sup>e</sup> décile est sous le seuil de référence depuis le milieu des années 2000, à l'exception des canaux pour lesquels il demeure au-dessus du seuil malgré une forte baisse. Ainsi, les dépassements du seuil de référence observés en Artois-Picardie s'expliquent essentiellement par la forte proportion de canaux au sein de son réseau hydrographique (graphiques 10 et 11).

### Zoom sur : le changement climatique va amplifier les symptômes d'eutrophisation

Les processus en cause dans l'eutrophisation sont susceptibles d'être modifiés par les changements des régimes thermiques, de la pluviométrie et des paysages qui leur sont associés.

Selon l'expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - Inra - Irstea de 2018, « des pluies plus violentes pourront augmenter l'érosion, les transferts terrestres et *in fine* la charge de nutriments vers les milieux aquatiques. À l'inverse, de plus longues périodes sèches affaibliront les débits estivaux, augmentant la part de contribution des aquifères plus chargés en nutriments aux cours d'eau. Dans les milieux aquatiques, les effets dépendront entre autres de leur morphométrie (profondeur et temps de submersion de leurs rives), du temps de résidence de leur eau, (...) et de la concentration en phosphore de leur sédiment. Ainsi tous les symptômes de l'eutrophisation pourraient être impactés » [32].

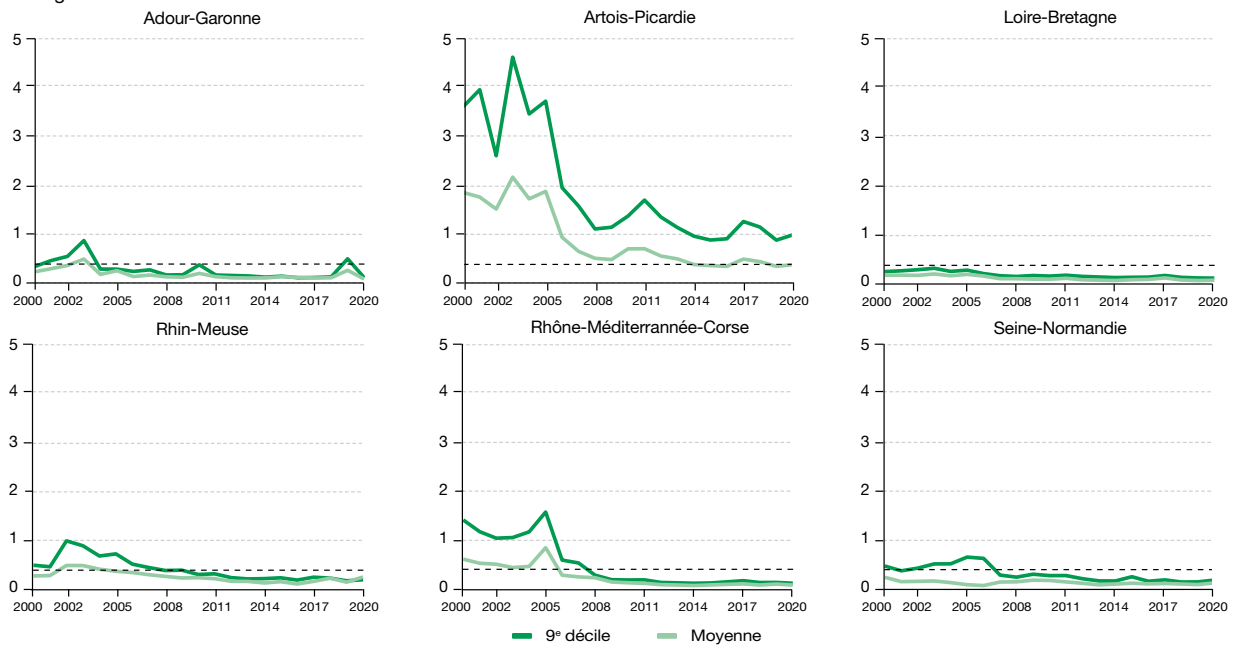
<sup>2</sup> Le 9<sup>e</sup> décile est la valeur en deçà de laquelle se situent 90 % des analyses de concentrations (voir glossaire).

<sup>3</sup> Au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à 0,4 mg N/l.

## partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

**Graphique 10 : évolution de la concentration en azote ammoniacal par bassin de métropole**

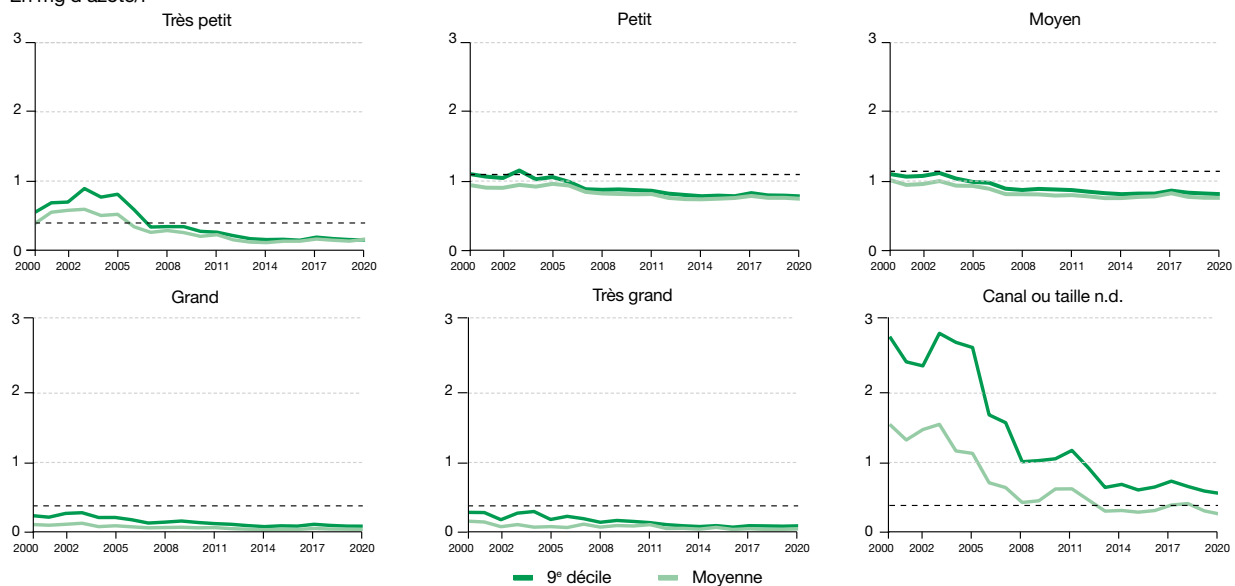
En mg d'azote/l



Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (0,5 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l ou 0,4 mg N/l).  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 11 : évolution de la concentration en azote ammoniacal par taille de cours d'eau**

En mg d'azote/l



\*n.d. = non déterminée.  
 Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (0,5 mg NH<sub>4</sub><sup>+</sup>/l ou 0,4 mg N/l).  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

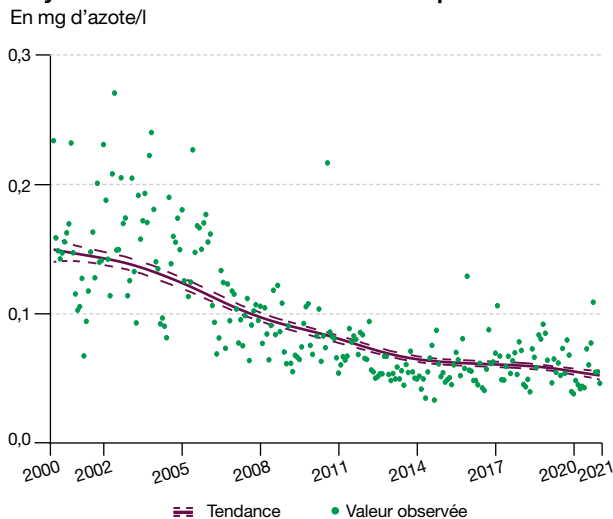
**partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse**

À l'échelle de la métropole, les concentrations moyennes ont diminué de 61 % depuis le début des années 2000 (graphique 12). Les moyennes mensuelles hivernales, couvrant les mois d'octobre à mars, sont équivalentes aux moyennes estivales calculées sur la période d'avril à septembre.

Ces améliorations traduisent les progrès réalisés en matière d'assainissement des eaux usées et de gestion d'effluents d'élevage : doublement de la capacité nominale de traitement des eaux usées depuis 2000, augmentation du nombre d'habitants raccordés à un assainissement collectif, gain de performance des stations d'épuration, doublement de la capacité de stockage et de traitement des effluents d'élevage depuis les années 1990. Si le bassin d'Artois-Picardie a enregistré une des plus fortes baisses de concentration, il présente encore les niveaux les plus élevés du territoire. Cela peut résulter de sa forte densité de population conjuguée à sa forte densité de canaux où les débits sont faibles (carte 2).

Sans surprise, les améliorations concernent également les flux d'azote ammoniacal rejetés dans les eaux marines, qui ont été divisés par 3 sur les 21 dernières années (voir annexe 3) - (graphique 13). La baisse s'observe sur chaque façade maritime (Manche-Mer du Nord, Atlantique et Méditerranée). Au niveau des grands fleuves, si l'amélioration est considérable sur la Loire, le Rhône et la Seine, elle est en revanche non significative sur la Garonne.

**Graphique 12 : tendance d'évolution de la concentration moyenne en azote ammoniacal en métropole**

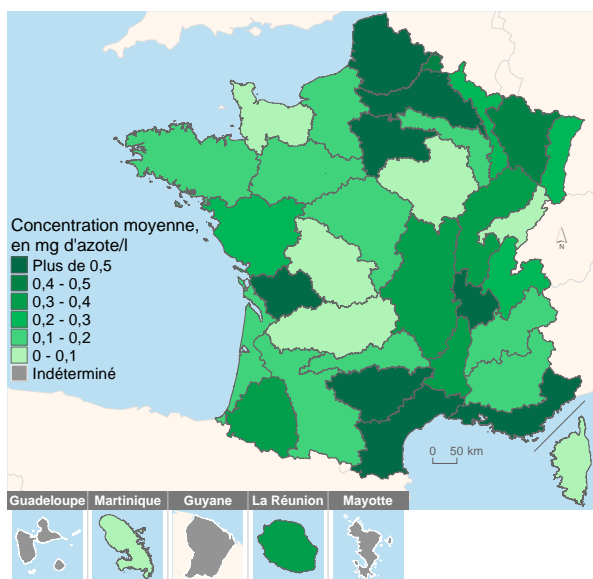


Note : la concentration moyenne baisse de 61 % entre 2000 et 2020. Les points représentent la concentration moyenne mensuelle à l'échelle du territoire. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 % (voir glossaire). La variation des performances analytiques est contrôlée en ajustant les limites de quantification de la période sur celles observées la première année.

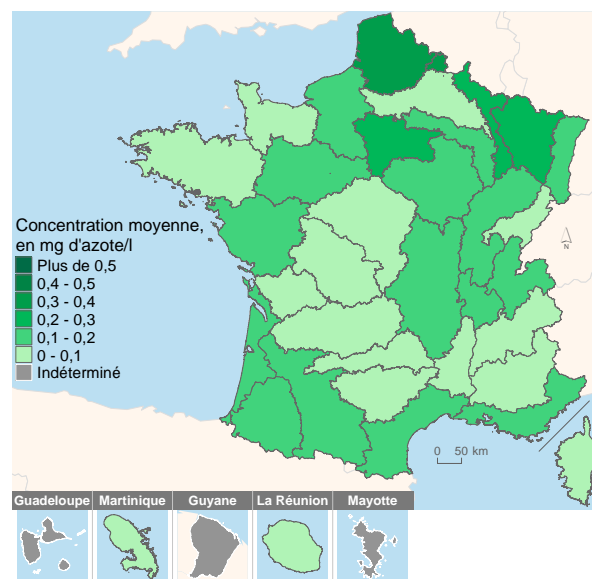
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Carte 2 : concentration moyenne en azote ammoniacal de 2000 à 2002**



**de 2018 à 2020**



Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

### partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

## Zoom sur : la notion d'équivalent d'azote

Le flux d'une substance chimique vers la mer est calculé en multipliant le débit du cours d'eau par la concentration de cette substance dans ce dernier. Pour faciliter les comparaisons entre molécules distinctes, les flux d'azote ammoniacal et de nitrate sont exprimés en équivalent d'élément azote.

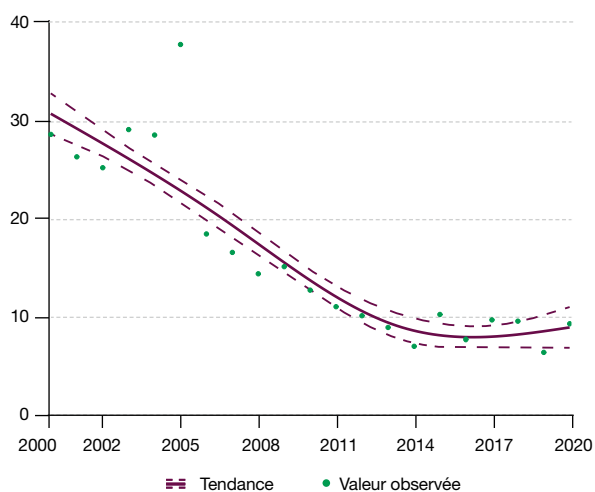
Par exemple, une concentration de 50 mg de nitrate/l est équivalente à une concentration de 11,3 mg d'élément azote/l, d'après la part que représente la masse de l'élément azote dans la masse de la molécule de nitrate (facteur de conversion unitaire = 4,42). Une concentration de 50 mg d'azote ammoniacal/l est équivalente à une concentration de 39,1 mg d'élément azote/litre (facteur de conversion unitaire = 1,28).

Appliquées aux flux annuels, ces conversions unitaires donnent :

- 100 kt d'azote ammoniacal  $\text{NH}_4^+$ /an sont équivalents à 77,8 kt d'élément azote N/an ;
- 100 kt de nitrate  $\text{NO}_3^-$ /an sont équivalents à 22,6 kt d'élément azote N/an.

### Graphique 13 : évolution des rejets d'azote ammoniacal à la mer en métropole

En kilotonnes d'azote/an



Note : le flux moyen baisse de 71 % entre 2000 et 2020. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 %.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, bases de données Naiades et Hydro. Traitements : SDES, 2022

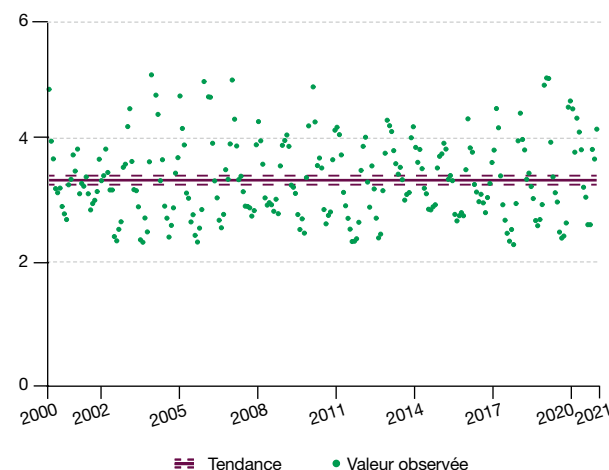
### Des concentrations en nitrate en légère hausse, toujours autant de rejets à la mer

Le nitrate provient principalement des fertilisants agricoles. Il est entraîné vers les cours d'eaux et les nappes souterraines lors d'épisodes pluvieux et à des périodes durant lesquelles les cultures absorbent peu d'azote. Sa concentration dans l'eau dépend donc du surplus d'azote apporté aux cultures agricoles, de l'occupation des sols (part des terres agricoles dans les utilisations totales des surfaces, part des prairies permanentes, etc.) et de la sensibilité du territoire (climat, types de sol, etc.).

Depuis 2000, les concentrations moyennes en nitrate ont augmenté de 6 % à l'échelle de la métropole. Cette légère hausse ne remet pas en cause l'état global du territoire vis-à-vis de cette substance : dans chaque bassin et sur toutes les tailles de cours d'eau, le 9<sup>e</sup> décile demeure bien inférieur à la valeur de référence sous laquelle l'eau est considérée en « bon état ». Les variations saisonnières sont plus marquées que dans le cas de l'azote ammoniacal, avec des moyennes hivernales supérieures aux moyennes estivales (graphiques 14 et 15).

### Graphique 14 : évolution de la concentration moyenne en nitrate en métropole

En mg d'azote/l

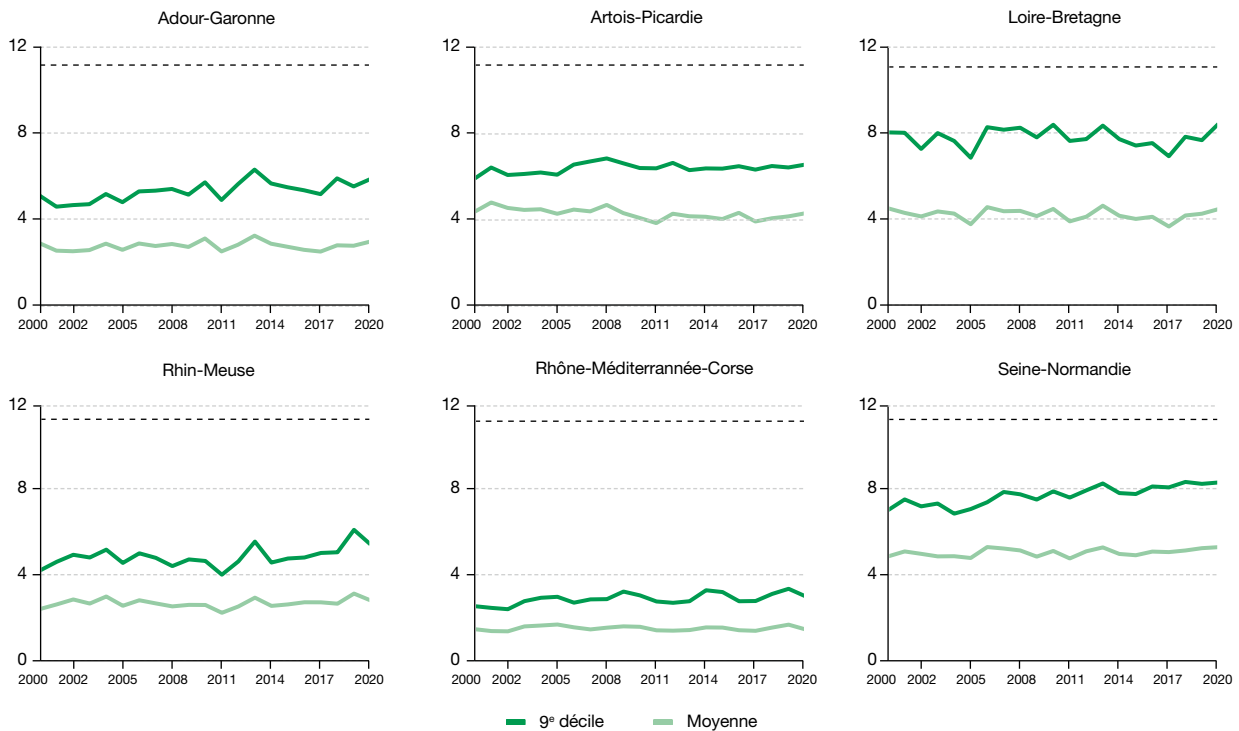


Note : la concentration moyenne augmente de 6 % entre 2000 et 2020. Les points représentent la concentration moyenne mensuelle à l'échelle du territoire. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 %. La variation des performances analytiques est contrôlée en ajustant les limites de quantification de la période sur celles observées la première année.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse**

**Graphique 15 : évolution de la concentration en nitrate par bassin de métropole**  
En mg d'azote/l



Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l ou 11,3 mg N/l).  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

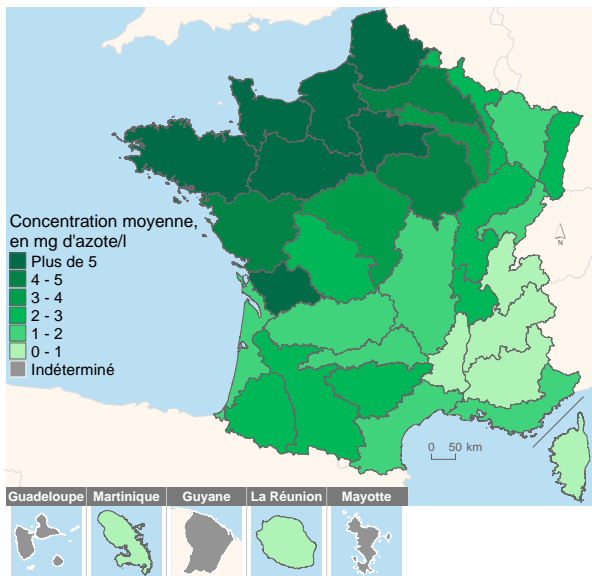
Les concentrations les plus élevées s'observent sur une grande moitié nord de la métropole, notamment en Bretagne (carte 3). Même si on y observe une légère baisse ces dernières années, ce territoire d'élevage cumule des facteurs de risque vis-à-vis du nitrate : cheptels à fortes densités animales, excédents d'azote élevés sur les terres agricoles (plus de 70 kg/ha en 2015 contre une moyenne nationale de 45 kg/ha) et diminution des superficies toujours en herbe, des prairies et des surfaces dédiées aux fourrages annuels (- 60 000 ha de

2000 à 2010 et - 11 000 ha de 2010 à 2020 d'après le site Agreste du ministère chargé de l'Agriculture).

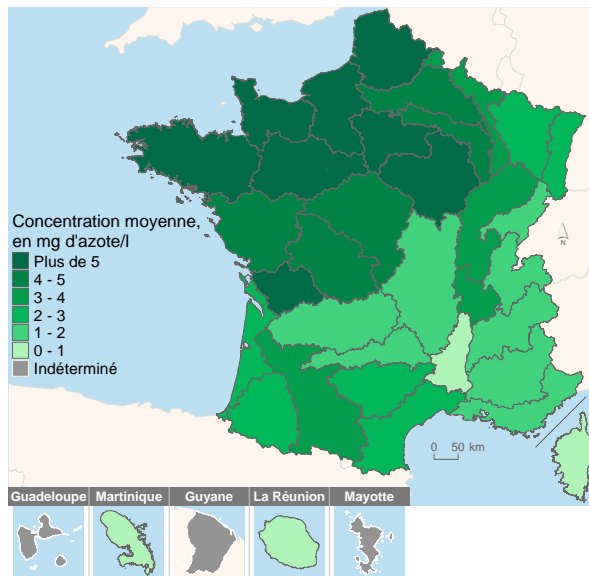
À l'échelle des cours d'eau, les concentrations les plus élevées s'observent sur ceux de petites et très petites tailles, c'est-à-dire les ruisseaux et rivières plutôt situés à proximité de terres agricoles fertilisées. Sur les grandes rivières et les fleuves, les concentrations sont vraisemblablement plus basses en raison de l'éloignement des cultures et des débits élevés générant une plus grande dilution (graphique 16).

**partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse**

**Carte 3 : concentration moyenne en nitrate**  
de 2000 à 2002

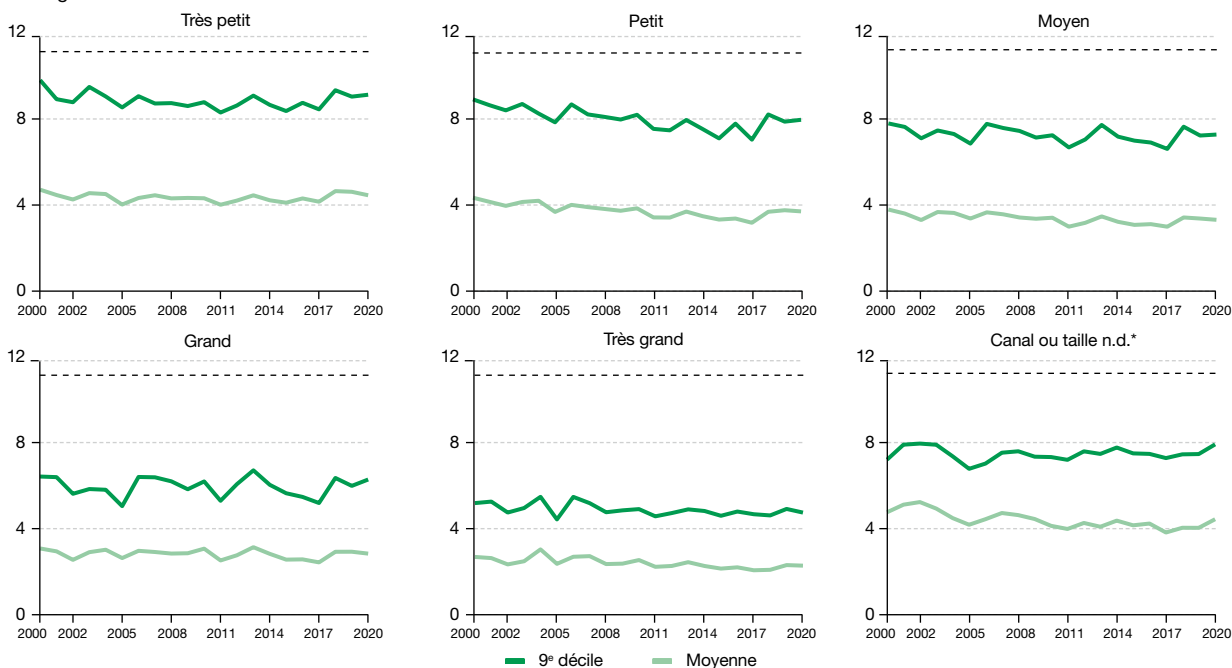


de 2018 à 2020



Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 16 : évolution des concentrations en nitrate par taille de cours d'eau en métropole**  
En mg d'azote/l



\*n.d. = non déterminée.  
Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (50 mg NO<sub>3</sub><sup>-</sup>/l ou 11,3 mg N/l).  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

### partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

Les flux à la mer atteignent environ 450-500 kt d'azote/an sur la période. Bien que des signes d'amélioration apparaissent depuis 2013-2014, aucune tendance significative à la baisse n'est observée sur la période 2000-2020 en métropole. Les variations interannuelles de flux s'expliquent essentiellement par les variations interannuelles des débits de cours d'eau (graphique 17).

De même, aucune tendance nette n'est observée à l'échelle des trois façades maritimes. À l'échelle des grands fleuves, la Garonne, le Rhône et la Seine maintiennent leurs niveaux moyens de rejets ; seule la Loire baisse de 18 %.

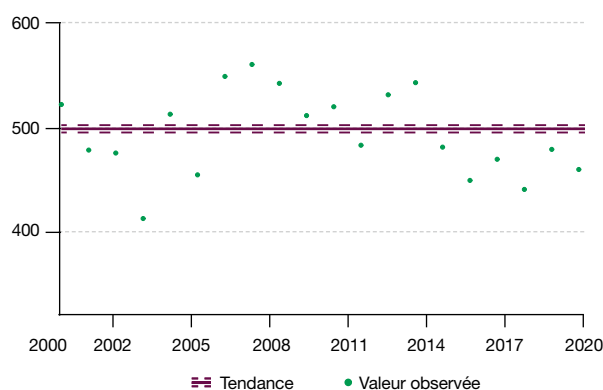
#### DEUX FOIS MOINS DE PHOSPHORE TOTAL DEPUIS 2000

Le phosphore total désigne la teneur globale en phosphore provenant d'ions phosphates ou de composés plus complexes. Ce paramètre est considéré comme le meilleur indicateur des niveaux de phosphore dans l'eau car il mesure toutes les formes sous lesquelles il se présente, organiques et inorganiques. Le phosphore organique peut provenir de tissus végétaux ou animaux, d'eaux usées domestiques ou industrielles (déjections humaines, rejets d'abattoirs ou de fabriques agroalimentaires) ou d'effluents d'élevages agricoles. Les phosphates inorganiques proviennent en partie des fertilisants agricoles.

Les concentrations en phosphore total ont nettement baissé depuis le début des années 2000 dans tous les bassins et sur

**Graphique 17 : évolution des rejets de nitrate à la mer en métropole**

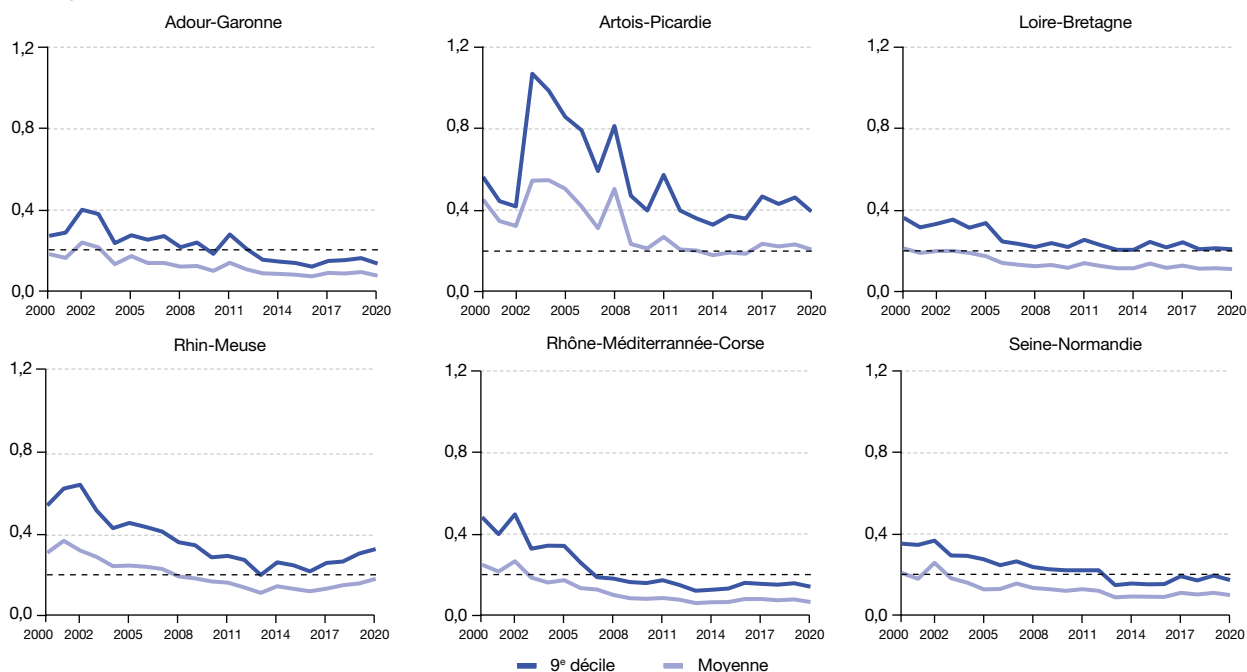
En kilotonnes d'azote/an



Note : le flux moyen n'évolue pas significativement entre 2000 et 2020. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 %.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, bases de données Naiades et Hydro. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 18 : évolution de la concentration en phosphore total par bassin de métropole**

En mg de phosphore/l



Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (0,2 mg de phosphore/l).  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022



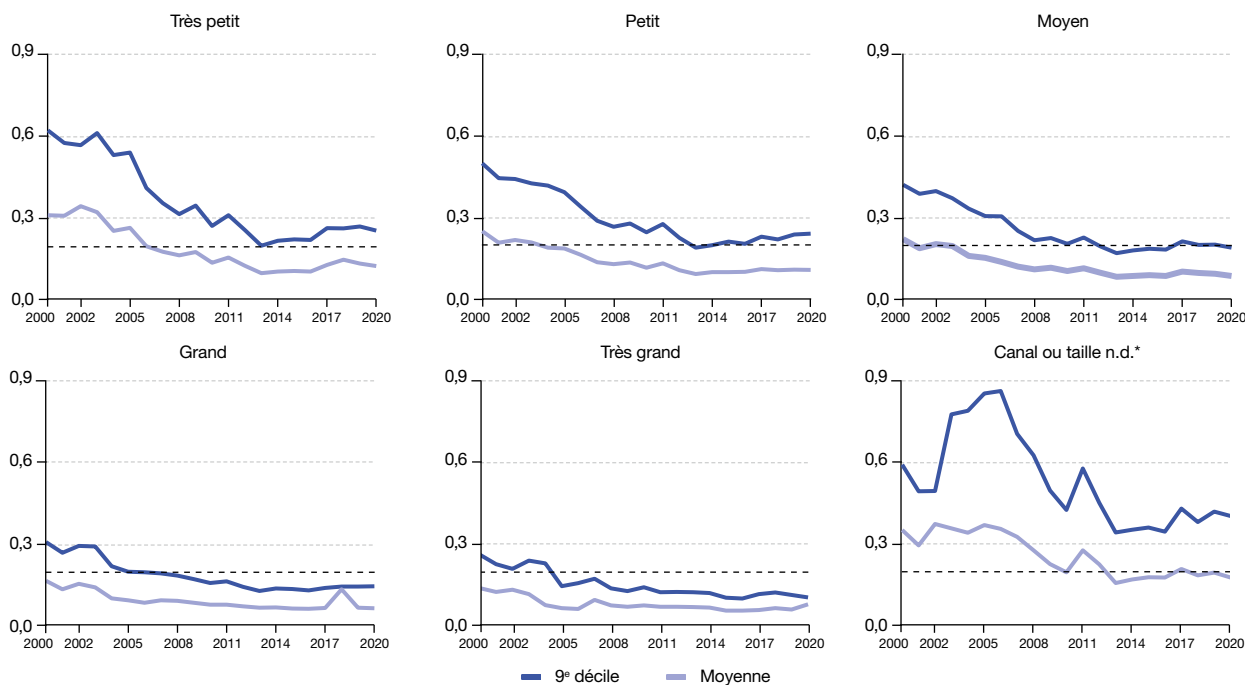
### partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse

toutes les tailles de cours d'eau. En Adour-Garonne et Seine-Normandie, l'amélioration est telle que le 9<sup>e</sup> décile est passé sous le seuil de référence de 0,2 mg de phosphore par litre (mg de phosphore/l) depuis 2014. Les autres bassins ont des évolutions moins favorables, certains s'étant temporairement approchés de

cette limite avant de repartir à la hausse. Considérées par catégorie de cours d'eau, les améliorations les plus nettes s'observent sur ceux de très petites et petites tailles, ainsi que sur les canaux. Toutefois, elles n'ont pas été suffisantes pour franchir le seuil de référence de 0,2 mg de phosphore/l (graphiques 18 et 19).

**Graphique 19 : évolution de la concentration moyenne en phosphore total par taille de cours d'eau**

En mg de phosphore/l



\*n.d. = non déterminée.

Note : au sens de la DCE, l'eau est considérée en « bon état » vis-à-vis de cette substance lorsque le 9<sup>e</sup> décile est inférieur à la ligne horizontale de référence en pointillé (0,2 mg de phosphore/l).

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

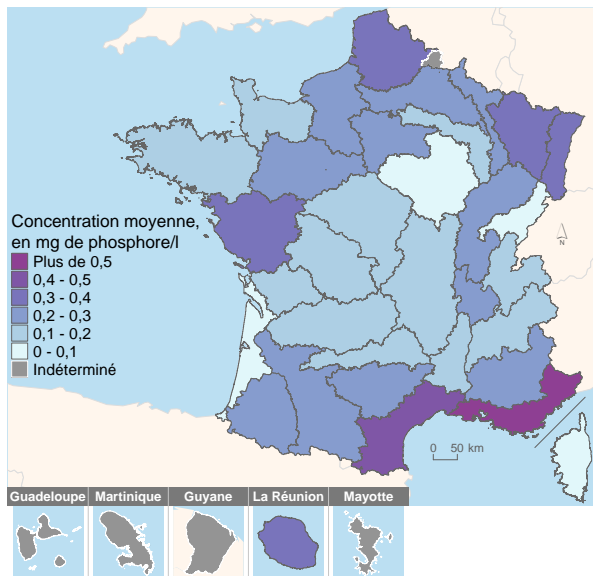
À l'échelle de la métropole, la concentration moyenne baisse de 53 % entre 2000 et 2020. Les variations saisonnières sont peu marquées, avec des moyennes hivernales légèrement inférieures aux moyennes estivales. L'amélioration mesurée sur tout le territoire peut notamment s'expliquer par la restriction d'usage des phosphates introduite en 2007 dans la réglementation des détergents textiles domestiques. Depuis, la charge imputable au lavage textile est considérée comme négligeable en France. À l'inverse, le phosphore d'origine agricole n'a pas fait l'objet de mesure de réduction à la source : la quasi-totalité des effluents d'élevage hors sol est épandue

sur les sols agricoles sur des surfaces relativement limitées. Ainsi, dans les zones d'élevage intensif, où les quantités d'effluents épandus dépassent nettement les besoins des plantes, le risque de transfert de phosphore vers les cours d'eau et les nappes demeure élevé (graphique 20 et carte 4).

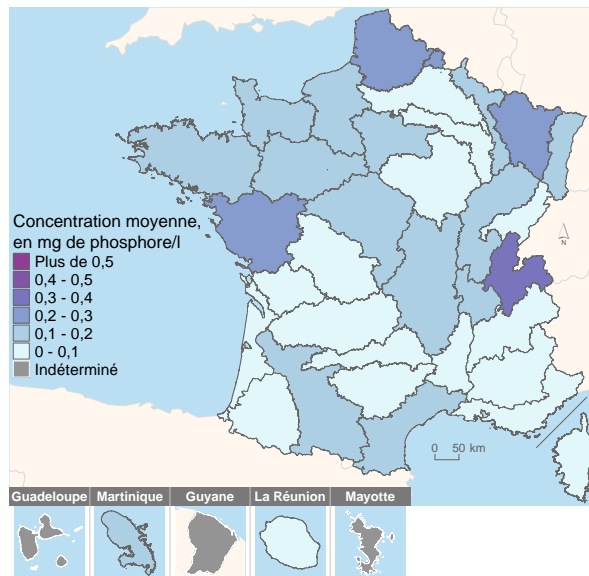
En corollaire, les flux à la mer ont baissé significativement sur la même période, passant de 33 à 14 milliers de tonnes de phosphore/an (graphique 21). À l'échelle des façades maritimes, on observe les plus grandes diminutions sur l'Atlantique et la Méditerranée (- 60 % environ). Pour les grands fleuves, la baisse la plus importante concerne la Loire (- 65 %).

**partie 3 : excès d'azote et de phosphore, deux facteurs de risque d'eutrophisation en baisse**

**Carte 4 : concentration moyenne en phosphore total de 2000 à 2002**



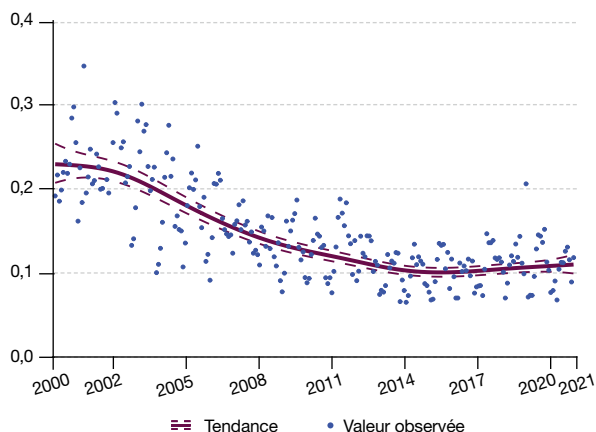
**de 2018 à 2020**



Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 20 : évolution de la concentration moyenne en phosphore total en métropole**

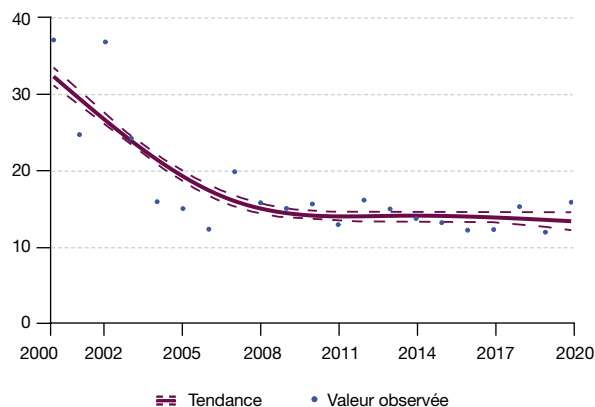
En mg de phosphore/l



Note : la concentration moyenne baisse de 53 % entre 2000-2002 et 2018-2020. Les points représentent la concentration moyenne mensuelle à l'échelle du territoire. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 %. La variation des performances analytiques est contrôlée en ajustant les limites de quantification de la période sur celles observées la première année.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 21 : évolution des rejets à la mer de phosphore total en métropole**

En kilotonnes de phosphore/an



Note : le flux moyen baisse de 52 % entre 2000-2002 et 2018-2020. Les lignes rouges représentent la tendance de long terme et son intervalle de confiance à 95 %.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, bases de données Naiades et Hydro.  
Traitements : SDES, 2022

partie 4

# Pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

— Les pesticides utilisés en milieu agricole et non agricole contaminent la quasi-totalité des eaux de surfaces en France. Les principales substances présentes à des niveaux quantifiables sont les herbicides et leurs produits de dégradations en métropole, les insecticides et leurs métabolites en outre-mer. Depuis 2008, des baisses de concentration ont été observées sur plusieurs pesticides considérés individuellement. Elles ont contribué à améliorer le respect des normes de qualité environnementale à l'échelle du territoire. Pour autant, considérés en mélange au sein des prélèvements d'eau et non substance par substance, les pesticides continuent de présenter de forts cumuls de pressions toxiques sur la moitié des stations de surveillance. Aucune catégorie de cours d'eau n'est préservée.



## USAGES, DÉGRADATION ET ÉCOTOXICITÉ DES PESTICIDES

Les pesticides désignent les produits phytopharmaceutiques ou biocides utilisés, ou ayant été utilisés, pour détruire les organismes considérés comme nuisibles (voir encadré 5). En Europe, plus de 300 substances herbicides, insecticides et fongicides sont actuellement approuvées. En France, elles sont surtout utilisées en milieu agricole pour traiter des parcelles cultivées et, dans une moindre mesure, en zone non agricole notamment pour l'entretien d'espaces verts. Depuis 2017, l'État, les collectivités locales et les établissements publics ne doivent plus les utiliser pour entretenir les espaces verts ouverts au public, les voiries ou les infrastructures de transport. Depuis 2022, les pesticides sont interdits d'usage dans les propriétés privées, les parcs et jardins privés, les résidences hôtelières, les campings, les parcs d'attractions, les zones commerciales, ainsi que dans les établissements d'enseignement et de santé.

Un pesticide peut se transformer ou se dégrader, par réactions chimiques ou biologiques, en de nouvelles substances appelées métabolites. Les processus de dégradation se déroulent notamment dans l'air, dans les sols et dans l'eau. Les nouvelles substances ainsi formées possèdent des propriétés distinctes du pesticide initial : solubilité, durée de vie, toxicité, etc.

Quel que soit l'endroit de leur utilisation, les pesticides et leurs produits de dégradation, les métabolites, peuvent rejoindre les cours d'eau et impacter les organismes qui y vivent. Ils les contaminent notamment via les eaux ruisselant sur les surfaces traitées (parcelle de terre, route, etc.) et par dérive aérienne lors de l'application des produits. En raison de leurs propriétés toxicologiques, certains métabolites sont surveillés dans l'eau

tout comme les pesticides desquels ils proviennent. En effet, ils sont parfois plus toxiques et plus persistants que la substance initiale. Certaines études ont ainsi montré que les principaux métabolites des herbicides glyphosate, métazachlore et sulcotrione présentent des persistances dans le sol<sup>4</sup> 20 à 100 fois plus élevées que leur molécule d'origine [27].

L'écotoxicité (voir glossaire) d'un pesticide s'exprime notamment par la concentration en dessous de laquelle il ne provoque aucun effet néfaste visible sur l'environnement. La concentration sans effet prévisible d'une substance (*Predicted non effect concentration*, ou PNEC) – (voir glossaire) est souvent déterminée à partir d'études de toxicité conduite sur des poissons, des invertébrés aquatiques, des algues et des plantes aquatiques. Plus le niveau de PNEC est bas, plus la substance est écotoxique : à quantité égale, un pesticide ayant une PNEC de 0,01 µg/l est plus dangereux pour l'environnement qu'un autre dont la PNEC est de 0,1 µg/l. Les insecticides figurent parmi les substances les plus écotoxiques.

## LES PRINCIPALES SUBSTANCES QUANTIFIÉES : DES HERBICIDES EN MÉTROPOLE, DES INSECTICIDES EN OUTRE-MER

Une substance peut être présente dans l'eau sans que sa concentration soit mesurable pour autant. Elle est quantifiée lorsque sa concentration dépasse une valeur limite au-delà de laquelle le laboratoire peut la mesurer avec une précision satisfaisante. Pour faciliter les comparaisons entre substances, on utilise fréquemment leur taux de quantification. Pour une substance donnée, ce taux désigne le rapport entre le nombre d'analyses où elle est quantifiée et le nombre total d'analyses où elle est recherchée (voir encadré 6).

### Encadré 5 : que recouvre le terme « pesticide » ?

Au sens de la directive 2009/128/CE, les produits phytopharmaceutiques et les produits biocides sont des pesticides. Les substances actives qui les composent doivent être approuvées au niveau communautaire. Pour être utilisés en France, les produits doivent détenir une autorisation de mise sur le marché émise par l'Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail (Anses).

Les produits phytopharmaceutiques sont autorisés pour lutter contre les organismes nuisibles aux végétaux et produits végétaux (protection des cultures contre les mauvaises herbes, les insectes ou les moisissures, etc.). Les biocides sont utilisables pour lutter contre les organismes nuisibles à l'homme, à ses activités, aux animaux ou à l'environnement de manière générale (désinfection des réseaux publics d'eau destinée à la consommation humaine, répulsifs et appâts domestiques, désinfectants utilisés pour l'hygiène vétérinaire, etc.). Le formol utilisé comme désinfectant dans les hôpitaux, ou comme désinfectant des surfaces associées à l'hébergement ou au transport des animaux, est un exemple de biocide.

Quelques substances actives sont communes aux deux catégories de produits, certaines ne sont autorisées que pour l'un des deux usages. Par exemple, le diuron n'a plus d'usage phytopharmaceutique depuis 2008 mais reste autorisé pour des usages biocides de protection des toitures, des murs et des façades.

<sup>4</sup> Les persistances dans le sol sont mesurées par la durée au bout de laquelle la moitié de la quantité initialement présente est dégradée.

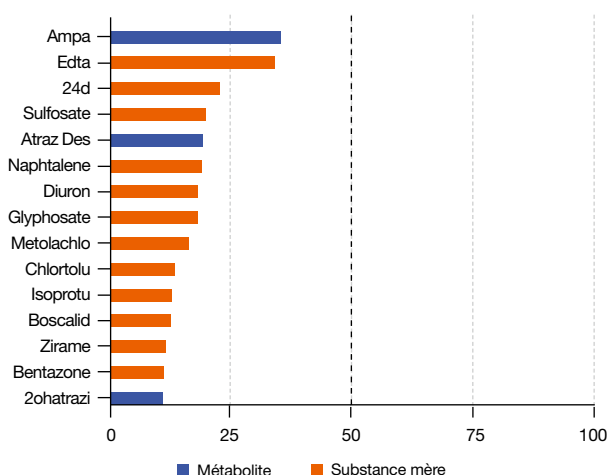
### Encadré 6 : le taux de quantification d'une substance ne dépend pas seulement de son niveau de concentration

Cet indicateur est fonction du niveau de concentration de la substance dans l'eau et de la sensibilité de la méthode d'analyse. Pour une concentration donnée, plus la méthode d'analyse est sensible (autrement dit, plus la limite de quantification est basse), plus la probabilité de quantifier la substance augmente. Prenons l'exemple d'un échantillon d'eau contenant 10 nanogrammes par litre (ng/l) d'un pesticide et réparti sur 100 laboratoires. Si, parmi ces laboratoires, 80 ont une limite de quantification supérieure à 10 ng/l, le pesticide sera quantifié uniquement par les 20 laboratoires les plus performants. La quantification sera alors de 20 %. Si davantage de laboratoires utilisent une méthode d'analyse suffisamment sensible, cette proportion augmentera, bien que la concentration du pesticide soit constante. Ainsi, d'une année sur l'autre, un pesticide peut être davantage quantifié si sa concentration augmente ou si la limite de quantification du laboratoire baisse en raison de progrès réalisés en chimie analytique.

**Depuis 2008, en métropole, surtout des herbicides et leurs métabolites parmi les 15 premiers pesticides quantifiés**  
 Entre 2008 et 2020, les taux de quantification ont augmenté, tout comme le nombre de métabolites quantifiés. Sur 2018-2020, près d'une dizaine de substances dépassent le seuil de 25 % d'analyses quantifiées, contre seulement deux sur la période 2008-2010. L'élargissement du champ de recherche

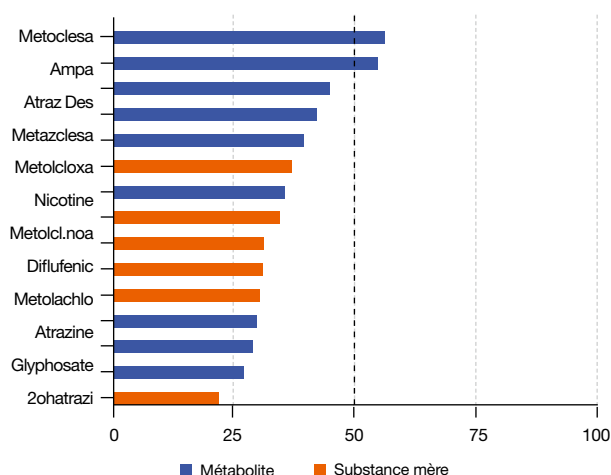
de pesticides explique en partie l'augmentation des métabolites dans les dix premières quantifications. Depuis 2008, les trois molécules les plus fréquentes sont le glyphosate, le déséthyl-atrazine et l'acide amino-méthyl-phosphonique ou AMPA. La première est une substance mère herbicide, les deux dernières, des métabolites d'herbicide (*graphiques 22 et 23*).

**Graphique 22 : top 15 des pesticides quantifiés en métropole de 2008 à 2010**  
 Analyses quantifiées en %



*Note de lecture : l'AMPA est un métabolite dont 32 % des analyses sont quantifiées sur la période 2008-2010.*  
*Note : le classement concerne les pesticides recherchés sur au moins 50 % des stations de surveillance.*  
*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.*  
*Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022*

**Graphique 23 : top 15 des pesticides quantifiés en métropole de 2018 à 2020**  
 Analyses quantifiées en %



*Note de lecture : l'AMPA est un métabolite dont 55 % des analyses sont quantifiées sur la période 2018-2020.*  
*Note : le classement concerne les pesticides recherchés sur au moins 50 % des stations de surveillance.*  
*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.*  
*Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022*

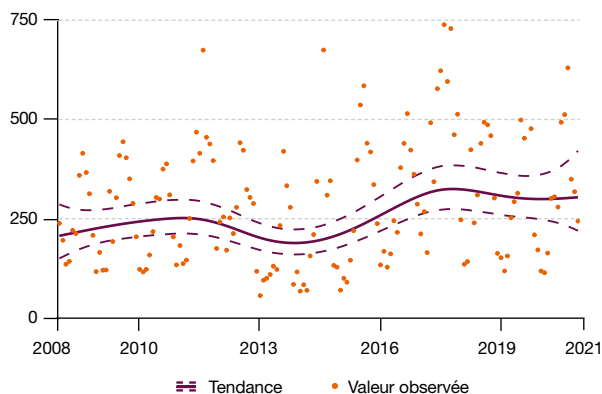
## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

Ces herbicides présentent des taux élevés de quantification pour des raisons distinctes. L'AMPA, est au premier rang des substances quantifiées depuis 2008 parce que ses concentrations ont régulièrement augmenté (+31 % de concentration moyenne entre 2008 et 2020) et ont toujours largement dépassé les limites de quantifications des méthodes d'analyses (graphiques 24 à 26, tableau 2).

Si l'AMPA est le métabolite principal du glyphosate, il peut aussi avoir une origine industrielle ou domestique. En effet, les phosphonates contenus dans les détergents, les lessives domestiques et les produits anti-tartre industriels se dégraderaient en AMPA. Toutefois, l'AMPA provenant du glyphosate semble majoritaire [8, 10, 14, 22]. Selon son origine, ce métabolite peut rejoindre les cours d'eau par transport de particules de terre lors de pluies, ou sous forme dissoute dans les eaux circulant sur des parcelles désherbées, sur des bords de routes ou des voies ferrées. Il peut également être transporté par les réseaux d'eaux usées ou pluviales.

**Graphique 24 : évolution de la concentration moyenne de l'AMPA en métropole**

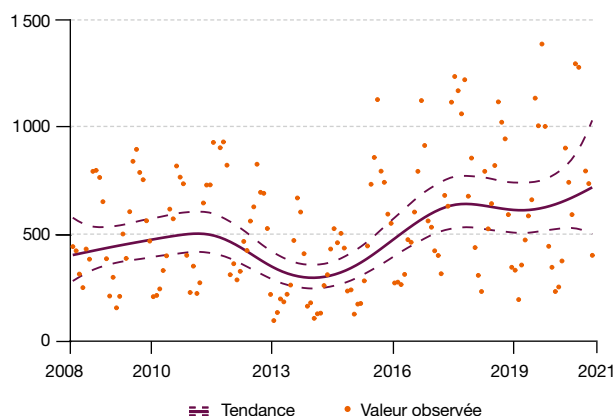
En ng/l



Note : la concentration moyenne augmente de 31 % entre 2008 et 2020. Les lignes pointillées figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 25 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations de l'AMPA en métropole**

En ng/l

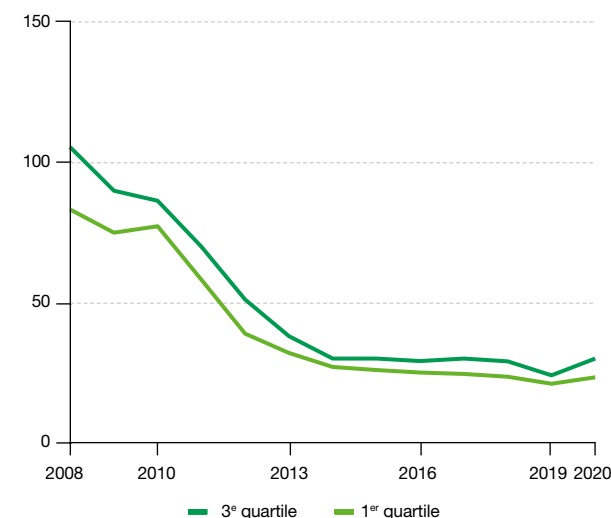


Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations augmente de 39 % entre 2008 et 2020. Les lignes pointillées figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 26 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification de l'AMPA en métropole**

En ng/l



Note de lecture : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées d'AMPA (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 79 à 23 ng/l.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

Dans le cas du déséthyl-atrazine et du glyphosate, leurs taux élevés de quantification sont dus à de meilleures performances analytiques et non à une augmentation de leurs concentrations.

Les concentrations du déséthyl-atrazine (métabolite de l'atrazine, un herbicide massivement utilisé pendant 40 ans et interdit d'usage depuis 2003) ont nettement baissé depuis 2008 (- 43 % pour la concentration moyenne), tout comme les limites de quantification des méthodes d'analyses. En conséquence, le taux de quantification reste élevé (voir annexe 6, graphiques 65 à 67). La présence constante de déséthyl-atrazine dans les cours d'eau confirme que des décennies d'utilisation massive d'atrazine ont formé un stock considérable de ce métabolite persistant dans les sols. Ce « bruit de fond » en déséthyl-atrazine devrait mettre encore des années avant de disparaître.

Le cas de l'herbicide glyphosate présente des points communs avec celui du déséthyl-atrazine. Sa concentration moyenne a significativement baissé de 39 % entre 2008 et 2020, comme les concentrations les plus élevées (baisse de 31 % du 9<sup>e</sup> décile). Toutefois, l'herbicide demeure souvent quantifié car les baisses de concentration sont encore insuffisantes pour passer sous les limites analytiques des laboratoires (voir annexe 6, graphiques 68 et 69, tableau 2).

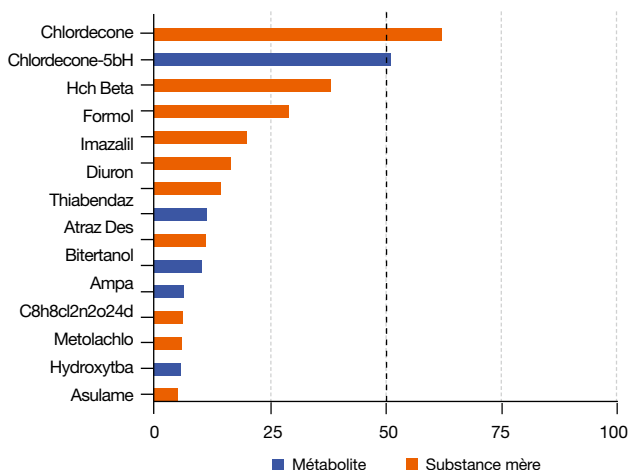
La baisse des concentrations du glyphosate indique un moindre transfert du pesticide entre l'endroit où il est utilisé et les cours d'eau. Il est possible qu'à quantité d'utilisation supposée constante (les ventes de glyphosate ne diminuent pas sur cette période), ces baisses soient liées au moins en partie aux forts déficits d'humidité des sols observés en 2015, 2018, 2019 et 2020 en métropole. De longues sécheresses édaphiques ont été mesurées sur une large part du territoire et ont fortement ralenti les mouvements d'eau dans les sols. Elles ont vraisemblablement modifié le transfert de pesticides sous forme de substance mère, augmenté leur temps de séjour dans les sols et favorisé leur dégradation en métabolites (dans le cas du glyphosate, une durée d'environ un mois dans un sol permet de dégrader en métabolites 50 % de la quantité de substance mère appliquée au départ).

### Depuis 2008, en outre-mer, moins de pesticides quantifiés et moins de métabolite du chlordécone

L'analyse des données d'outre-mer se limite à la Martinique et à La Réunion car les résultats des autres départements portent sur la moitié de la période d'étude et ne permettent pas des analyses de tendance. Contrairement à la métropole, les taux de quantification des deux départements sont plus faibles en 2018-2020 qu'en 2008-2010 (graphiques 27 et 28).

**Graphique 27 : top 15 des pesticides quantifiés en outre-mer de 2008 à 2010**

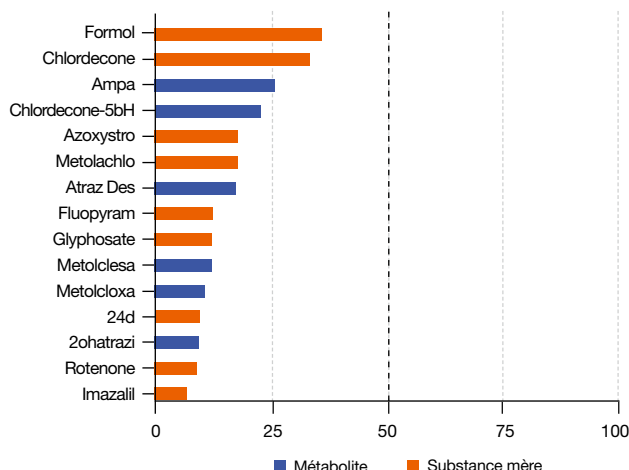
Analyses quantifiées en %



Note de lecture : le chlordécone est une substance mère dont 62 % des analyses sont quantifiées sur la période 2008-2010.  
 Note : le classement concerne les pesticides recherchés sur au moins 50 % des stations de surveillance, uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau d'outre-mer.  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 28 : top 15 des pesticides quantifiés en outre-mer de 2018 à 2020**

Analyses quantifiées en %

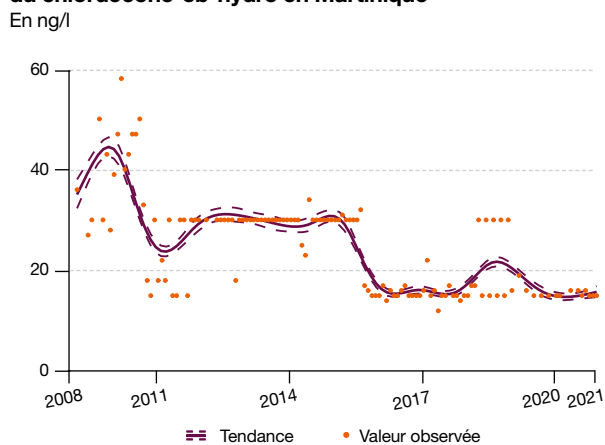


Note de lecture : le chlordécone est une substance mère dont 33 % des analyses sont quantifiées sur la période 2008-2010.  
 Note : le classement concerne les pesticides recherchés sur au moins 50 % des stations de surveillance, uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau d'outre-mer.  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau**

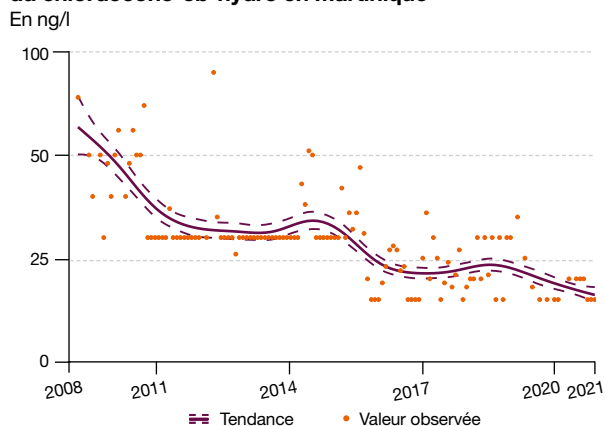
En Martinique, le taux de quantification du chlordécone-5b-hydro est parmi les plus élevés depuis 2008. Toutefois, les concentrations de ce métabolite du chlordécone (ou képone), insecticide interdit depuis 1993, ont baissé significativement depuis une dizaine d'années (graphiques 29 et 30). Son maintien au deuxième rang des substances quantifiées s'explique par la baisse des limites analytiques des laboratoires (graphique 31, tableau 2).

**Graphique 29 : évolution de la concentration moyenne du chlordécone-5b-hydro en Martinique**



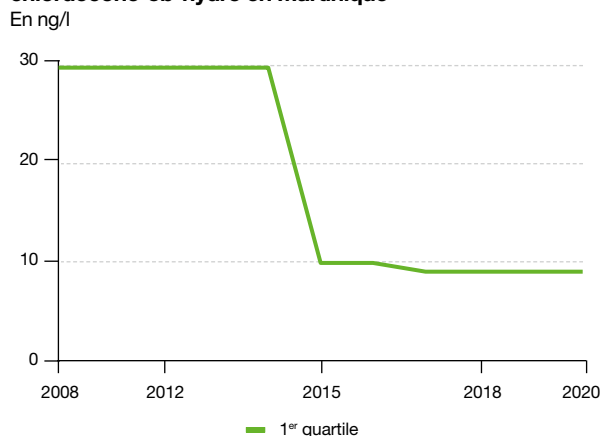
Note : la concentration moyenne baisse de 45 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 30 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations du chlordécone-5b-hydro en Martinique**



Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations baisse de 50 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 31 : évolution des limites de quantification du chlordécone-5b-hydro en Martinique**



Note de lecture : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées du chlordécone-5b-hydro (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 30 à 9 ng/l. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Tableau 2 : synthèse des tendances observées sur quatre pesticides largement surveillés entre 2008 et 2020**

Territoires	Polluants	Taux de quantification	Concentration
Métropole	AMPA	↗	↗
Métropole	Déséthyl-atrazine	↗	↘
Métropole	Glyphosate	↘	↘
Martinique	Chlordécone-5b-hydro	↗	↘

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective (au moins quatre prélèvements d'échantillons par an en métropole et deux par an en outre-mer). Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022



### **LES NORMES DE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE POUR LES PESTICIDES SONT MIEUX RESPECTÉES**

Afin de protéger la santé humaine et l'environnement, la DCE prévoit des valeurs limites à ne pas dépasser à l'échelle d'une masse d'eau. En France, ces normes de qualité environnementale (NQE) – (voir *glossaire*) ont été fixées par des arrêtés ministériels successifs définissant les méthodes d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du

potentiel écologique des eaux de surface. Celles mentionnées dans l'arrêté du 27 juillet 2018 concernent une centaine de substances, dont 52 pesticides. Au sens réglementaire, une masse d'eau est donc de qualité satisfaisante vis-à-vis des pesticides si la concentration des 52 pesticides pris en compte respecte ces normes. Elle répond aux exigences réglementaires même si d'autres pesticides présents dans l'eau, mais absents de la liste ministérielle, sont en forte concentration.

### **Zoom sur : état des masses d'eau évalué au titre de la DCE : quelles différences avec les taux de stations dépassant une NQE présentés dans cette publication ?**

Les résultats d'évaluation rapportés au titre de la DCE concernent des unités géographiques agrégées (une masse d'eau peut englober plusieurs stations de surveillance) et se fondent sur deux indicateurs distincts : le dépassement des NQE relatives à l'état chimique de la masse d'eau et le dépassement de celles relatives à son état écologique. Ces indicateurs englobent à la fois des polluants des catégories « pesticides » et « autres substances dangereuses ». À l'inverse, dans cette publication, le taux de station dépassant une NQE mesure le respect des normes pour chaque catégorie de polluant (pesticides dans la partie 4, autres substances dangereuses dans la partie 5).

Par ailleurs, les évaluations au titre de la DCE sont réalisées avec des listes de polluants et de NQE susceptibles de changer dans le temps. Dans le cas des pesticides par exemple, les listes en vigueur en 2010 ont été modifiées en 2015 : ajout d'une trentaine de substances et changements de NQE, comme celle du chlortoluron (baisse de 5 µg/l à 0,1 µg/l), de l'oxadiazon (baisse de 0,75 µg/l à 0,09 µg/l), du 2,4 MCPA (augmentation de 0,1 µg/l à 0,5 µg/l) ou du 2,4 D (augmentation de 1,5 µg/l à 2,2 µg/l). Il est donc possible qu'après 2015 une masse d'eau devienne en « mauvais état », au sens de la DCE, à cause d'une substance qui n'était pas prise en compte en 2010 ou bien à cause d'une substance qui a gardé une concentration constante dans le temps mais dont la NQE a été revue à la baisse.

Dans cette publication, les taux de stations dépassant une NQE présentés se rapprochent d'une observation « toutes conditions égales par ailleurs ». Seuls 35 pesticides sont pris en compte pour apprécier l'évolution de leurs concentrations par rapport aux valeurs de NQE en vigueur en 2020. Les autres pesticides mentionnés dans l'arrêté du 27 juillet 2018 n'ont pas été retenus en raison de performances analytiques insuffisantes pour statuer, certaines années, sur le respect de ces NQE. La liste des 35 permet donc de suivre l'évolution du respect des NQE dans des conditions comparables du début à la fin de la période 2008-2020 (voir *annexe 3*).

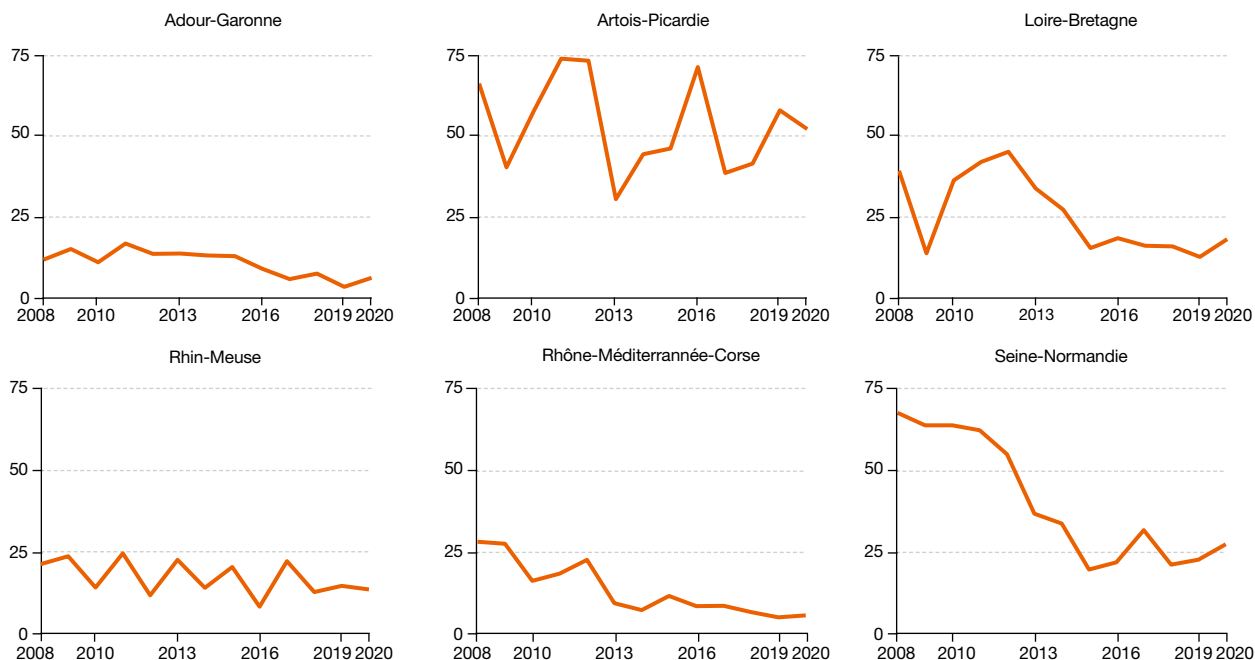
**partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau**

Entre 2008 et 2020, sur un total de 35 pesticides, la part des stations dépassant une NQE a été divisée par 2,5 en métropole. Elle est de 10 % environ sur la période 2018-2020. Les baisses les plus nettes ont été observées sur les bassins métropolitains de Seine-Normandie et de Rhône-Méditerranée-Corse. En Artois-Picardie, les variations interannuelles sont

particulièrement marquées. Selon l'agence de l'eau de ce bassin, ces variations s'expliquent par une plus forte pression de surveillance les années où l'état des masses d'eau doit être officiellement évalué et d'une moindre surveillance les autres années (*graphiques 32 et 33*).

**Graphique 32 : évolution du taux de stations dépassant au moins une NQE par bassin de métropole**

En %



Note : une station dépasse une norme de qualité environnementale (NQE) si l'une des substances prises en compte dépasse une concentration maximale admissible ou une concentration moyenne annuelle admissible. Ces normes sont établies au titre de la directive-cadre sur l'eau. Les résultats concernent 35 pesticides et leurs normes en vigueur en 2020. Les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression linéaire des valeurs observées les cinq années précédentes.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris. Traitements : SDES, 2022

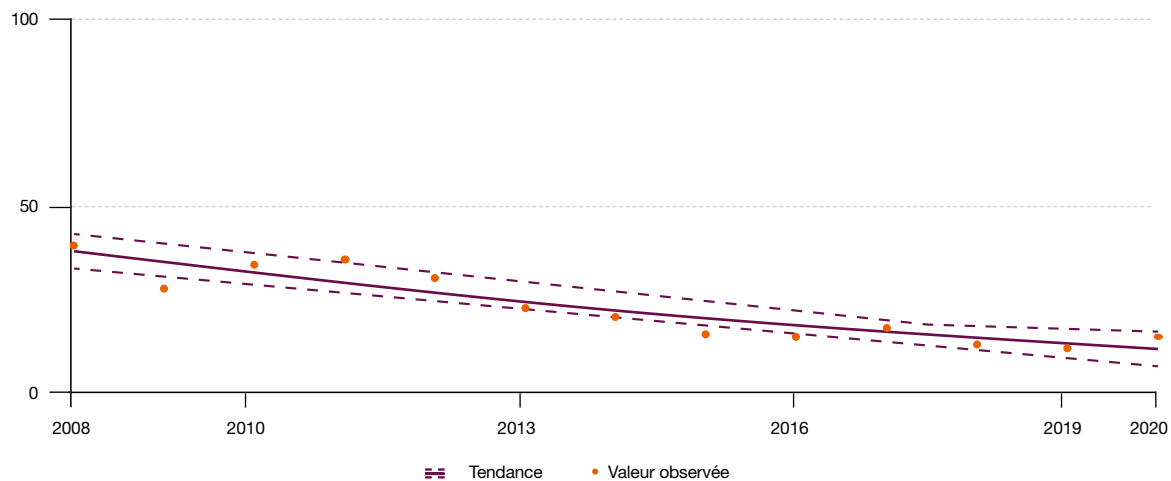
Sur les deux départements d'outre-mer étudiés, la part des stations dépassant une norme a été proche de 0 % à La Réunion et a oscillé autour de 75 % en Martinique

(*graphique 34*). Les dépassements observés en Martinique sont dus à l'insecticide chlordécone, ceux de La Réunion à l'herbicide aminotriazole.

## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

**Graphique 33 : tendance d'évolution du taux de stations dépassant une NQE\* en métropole**

En %



\*NQE = norme de qualité environnementale.

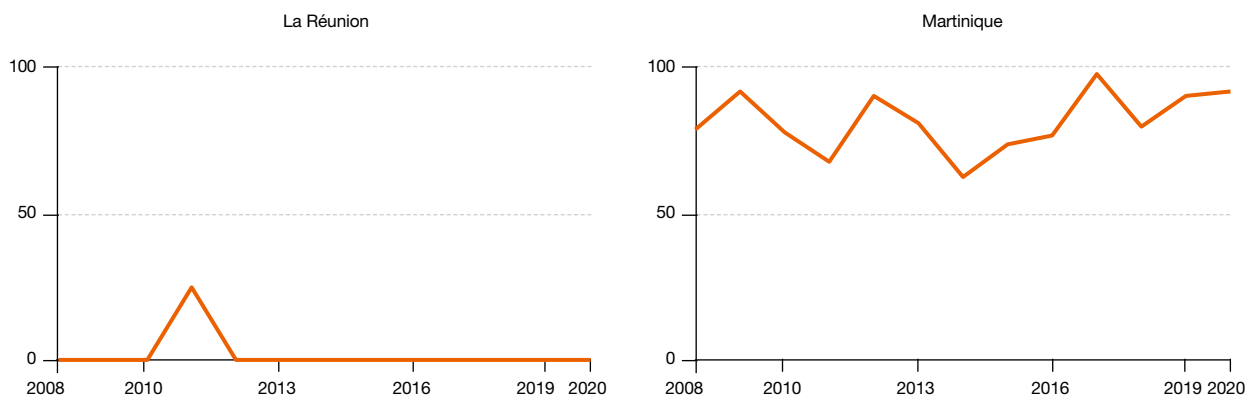
Note : la valeur moyenne baisse de 59 % entre la période 2008-2010 et la période 2018-2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les résultats concernent 35 pesticides et leurs normes en vigueur en 2020.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Source : Eaufrance, bases de données Naiades ; Ineris. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 34 : tendance d'évolution du taux de stations dépassant une NQE\* par département d'outre-mer**

En %



\*NQE = norme de qualité environnementale.

Note : uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes. Les résultats concernent 35 pesticides et leurs normes en vigueur en 2020.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique et de La Réunion.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris. Traitements : SDES, 2022

### MÉLANGES DE PESTICIDES : DE FORTS CUMULS DE PRESSIONS TOXIQUES

L'eau d'une rivière, d'un fleuve ou d'un lac, contient souvent des pesticides en mélange, exposant les organismes qui y vivent à un « cocktail » de pressions toxiques. Plusieurs études montrent

que les effets combinés de ces substances en mélange peuvent s'additionner et nuire à la reproduction de ces organismes, leur développement ou leur immunité. L'indice des pressions toxiques cumulées (IPTC) permet une première approximation des risques de toxicité d'un mélange de pesticides pour les organismes aquatiques (voir encadré 7) - [16, 17, 21].

#### Encadré 7 : que représente l'IPTC d'un prélèvement d'eau ? Comment l'interpréter ?

Un prélèvement désigne le volume d'eau pris sur une station de surveillance à une date donnée en vue d'y analyser une liste de pesticides surveillés chaque année de la période 2008-2020. Un prélèvement est un échantillon d'eau composé de plusieurs substances toxiques présentes en mélange. L'indice des pressions toxiques cumulées mesure l'intensité des pressions toxiques qu'un mélange de telles substances exerce sur les organismes aquatiques (voir annexe 5). Il prend en compte 64 pesticides recherchés régulièrement et à grande échelle depuis 2008.

Le cumul des pressions toxiques est une adaptation du concept toxicologique d'addition des concentrations [7]. Pour un pesticide considéré individuellement, un risque de toxicité pour l'écosystème apparaît lorsque sa concentration dans l'eau dépasse sa concentration sans effet prévisible sur l'environnement (PNEC) ou sa NQE, c'est-à-dire quand son quotient de danger « concentration/(PNEC ou NQE) » dépasse 1. Dans ce cas, l'écotoxicologue dit que le niveau de risque devient « inacceptable » car la substance exerce une pression toxique telle que la survenue d'effets néfastes est hautement probable.

Pour un prélèvement, l'indice des pressions toxiques cumulées est la somme des quotients de danger de chaque pesticide présent en mélange. L'IPTC est calculé avec des résultats d'analyse quantifiés. Sa valeur varie, en théorie, de zéro à l'infini. En raison du nombre limité de pesticides pris en compte, l'indice sous-estime la pression toxique qui s'exerce réellement sur les organismes aquatiques.

Les pressions toxiques cumulées peuvent être considérées comme excessives lorsque l'une des conditions suivantes est remplie :

- Le quotient de danger d'au moins une substance toxique du mélange dépasse 1, ce qui signale un risque avéré d'effets indésirables sur l'environnement.
- Le cumul des quotients de danger du mélange dépasse 1, bien qu'aucun pesticide considéré individuellement ne dépasse sa propre NQE ou PNEC. D'après les écotoxicologues ayant proposé cet indicateur, une valeur supérieure à 1 n'implique pas nécessairement un risque avéré pour l'environnement, mais peut être un signal justifiant une expertise écotoxicologique complète sur le mélange. Une telle expertise pourrait conclure à un risque avéré d'effets indésirables.

Les connaissances actuelles sur les mélanges de substances toxiques étant limitées, un IPTC supérieur à 1 ne peut pas être considéré comme le seuil absolu entre ce qui est dangereux et ce qui ne l'est pas. En effet, une valeur comprise entre 0 et 1 signifie déjà que des substances dangereuses sont quantifiées dans l'eau et exercent une pression toxique indésirable. Pour autant, la valeur 1 constitue un point de repère utile pour situer le cumul de pressions sur une échelle d'intensité et pour comparer des zones géographiques ou des évolutions dans le temps. Dans ce contexte, on qualifiera ici l'IPTC de « 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. Inversement, le cumul des pressions est considéré comme « faible » ou « modéré » quand l'indice est compris entre 0 et 1.

## Zoom sur : NQE ou PNEC, quelles différences ?

- Des points communs :

Une norme de qualité environnementale (NQE) tout comme une concentration prédite sans effet (PNEC) est une valeur de concentration d'une substance chimique dans l'environnement. Les deux valeurs indiquent une limite au-dessus de laquelle des effets nuisibles sont attendus. Elles sont toutes les deux calculées sur la base de résultats d'essais biologiques conduits selon une méthodologie standardisée. Leur valeur numérique peut être identique ou distincte.

- Des particularités :

Une NQE est une valeur fixée dans le cadre d'une réglementation (la directive-cadre sur l'eau). Elle est juridiquement contraignante au sens où des actions correctives doivent être prises en cas de dépassement.

À l'inverse, une PNEC est simplement estimée dans le cadre d'une évaluation de risque d'une substance.

Selon la directive-cadre sur l'eau, une NQE désigne la « concentration d'un polluant ou d'un groupe de polluants dans l'eau, les sédiments ou le biote qui ne doit pas être dépassée, afin de protéger la santé humaine et l'environnement » (DCE du 23 octobre 2000, article 2, définition 35). À l'inverse, une PNEC ne vise pas la protection de la santé humaine et ne vaut que pour un seul compartiment environnemental.

La NQE d'un polluant est déterminée en considérant des concentrations de référence (équivalent à une PNEC) spécifiques aux compartiments eau, sédiments et biote (mammifères, oiseaux). La valeur de référence spécifique d'un compartiment protège l'environnement et la santé humaine (par exemple, la valeur de référence pour le biote protège les animaux contre l'empoisonnement et la santé humaine contre l'intoxication par les produits de la pêche). Finalement, la NQE retenue pour ce polluant est la plus petite de ses valeurs de références calculées pour l'eau, les sédiments et le biote.

**partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau**

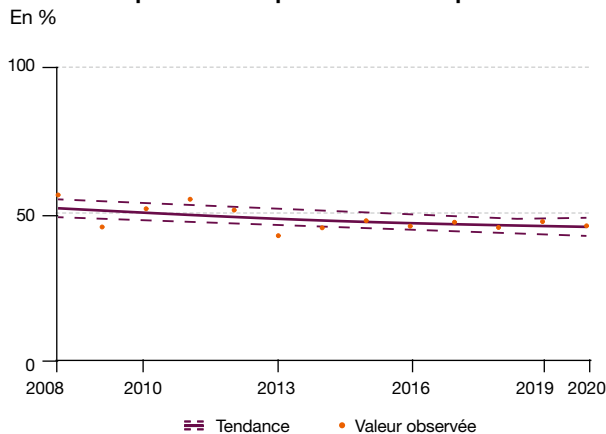
**Une station sur deux présente un fort IPTC-pesticides**

On considère ici qu'une station présente un fort cumul de pressions toxiques quand l'IPTC d'au moins un de ses échantillons d'eau dépasse 1. Par exemple, si 12 prélèvements sont réalisés sur une station durant une année et que l'IPTC de l'un d'eux dépasse 1, alors les pressions cumulées de la station sont dites fortes cette année-là.

Depuis 2008, en métropole, environ une station sur deux présente un IPTC-pesticides supérieur à 1, cette part étant en légère baisse (10 %). À l'échelle des bassins, la proportion la plus élevée, autour de 90 %, est observée en Artois-Picardie. Elle oscille autour de 75 % en Seine-Normandie, autour de 50 % en Loire-Bretagne et Rhin-Meuse, et autour de 30 % en Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse (graphiques 35 et 36).

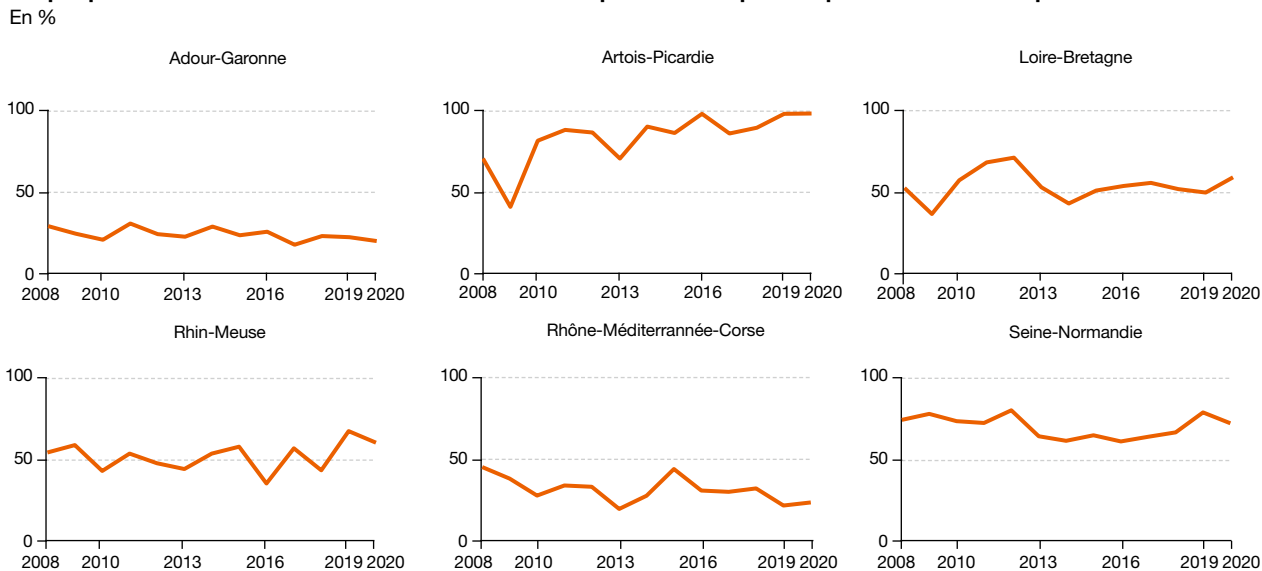
Les situations demeurent plus dégradées au nord qu'au sud de la métropole, avec des évolutions globalement plus défavorables à l'ouest qu'à l'est (carte 5).

**Graphique 35 : tendance d'évolution du taux de stations dont l'IPTC-pesticides dépasse 1 en métropole**  
En %



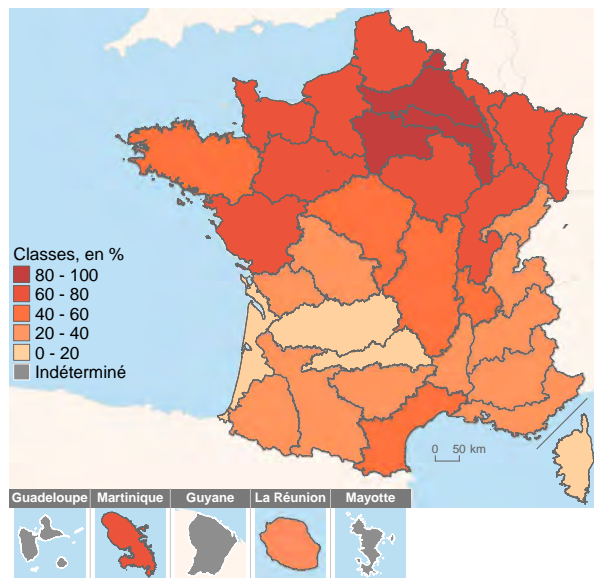
*Note : la valeur moyenne baisse de 10 % entre la période 2008-2010 et la période 2018-2020.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the NORMAN Network. Traitements : SDES, 2022*

**Graphique 36 : évolution du taux de stations dont l'IPTC-pesticides dépasse 1 par bassin de métropole**  
En %

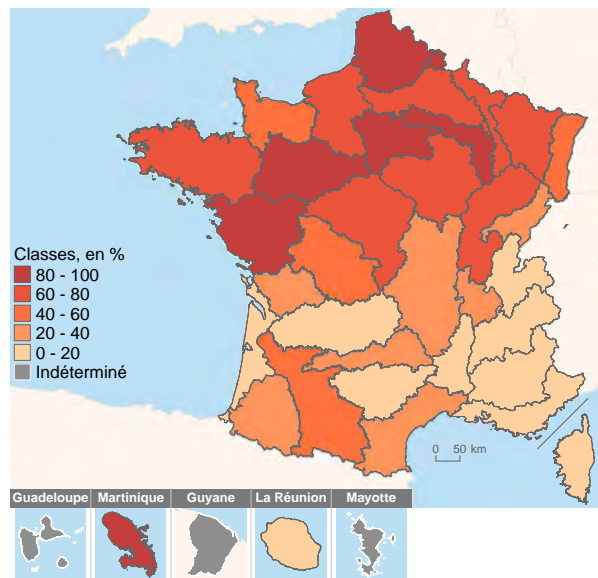


*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022*

**Carte 5 : taux de stations dont l'IPTC-pesticides dépasse 1 de 2008 à 2010**



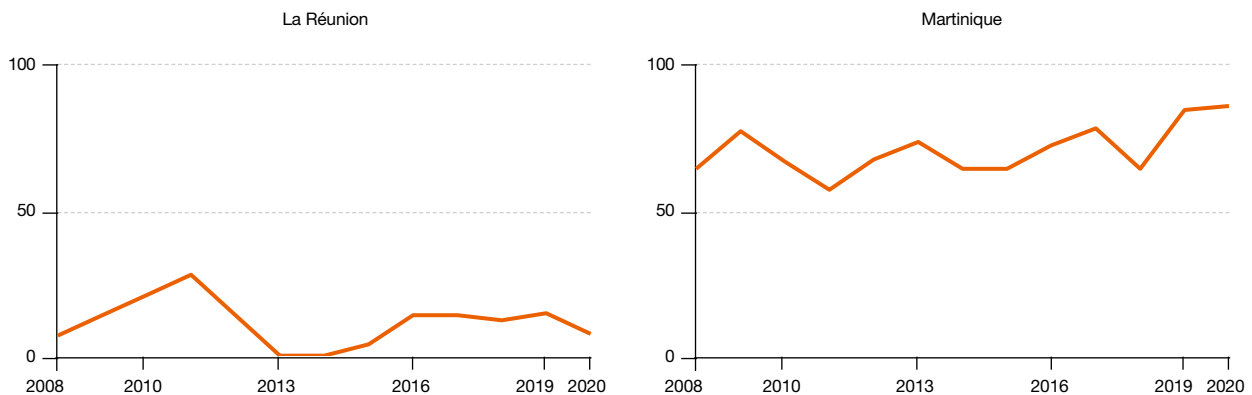
**de 2018 à 2020**



Note : les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression linéaire des valeurs observées les cinq années précédentes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

En outre-mer, l'IPTC montre de fortes variations interannuelles tant à La Réunion qu'en Martinique et tend à augmenter sur ce dernier département (graphique 37).

**Graphique 37 : évolution du taux de stations dont l'IPTC-pesticides dépasse 1 par département d'outre-mer**  
 En %



Note : uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique et de La Réunion.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

## Zoom sur : les différences entre le taux de stations dépassant une NQE et le taux de stations dont l'IPTC dépasse 1

Bien que calculés sur le même réseau de stations, ces deux indicateurs ne se fondent pas sur des listes identiques de substances, l'IPTC en considère un plus grand nombre.

Le taux de stations dépassant une NQE exprime une proportion d'endroits sur lesquels a été mesuré un pic de pollution ponctuel ou une concentration moyenne annuelle excessive sur au moins une substance. La station respecte les NQE tant qu'aucune des substances prises en compte ne dépasse son ou ses seuils de référence, indépendamment de l'effet de leur cumul.

Le taux de stations dont l'IPTC dépasse 1 exprime une proportion d'endroits où la survenue d'effets néfastes sur l'environnement, par les substances considérées en mélange, est hautement probable. Le cumul des pressions toxiques est alors considéré comme excessif même si aucune des substances prises en compte ne dépasse son seuil de référence (*a fortiori* si l'une d'elles le dépasse). Par effet d'addition des quotients de risques individuels au sein du mélange de polluants, une station peut avoir un IPTC supérieur à 1 tout en étant conforme aux NQE ; mais une station non conforme à une NQE aura nécessairement un IPTC supérieur à 1. Ce sont deux indicateurs emboîtés si la liste des substances utilisées dans l'IPTC englobe toutes celles prises en compte pour évaluer le respect des NQE.

Même dans le cas où ils sont emboîtés, les deux indicateurs peuvent être faiblement corrélés entre eux. Sur une zone géographique, il est possible d'observer simultanément 100 % de stations avec un IPTC supérieur à 1 et 0 % de station dépassant une NQE, tout comme 100 % de stations dont l'IPTC dépasse 1 et 100 % de stations non conformes aux NQE.

### Les cumuls de pressions toxiques sont plus élevés au nord qu'au sud de la métropole

En métropole, la part des prélèvements dont l'IPTC dépasse 1 est stable entre la période 2008-2010 (20,2 %) et 2018-2020 (20,4 %).

Depuis 2008, les bassins Adour-Garonne et Rhône-Méditerranée-Corse présentent les plus faibles indices moyens et 9<sup>e</sup> déciles. Ces résultats ne s'expliquent pas uniquement par une plus faible proportion de terres agricoles : si cette part est inférieure à la moyenne nationale en Rhône-Méditerranée-Corse (environ 30 % contre 50 % au niveau national), ce n'est pas le cas en Adour-Garonne (48 %). De façon générale, de

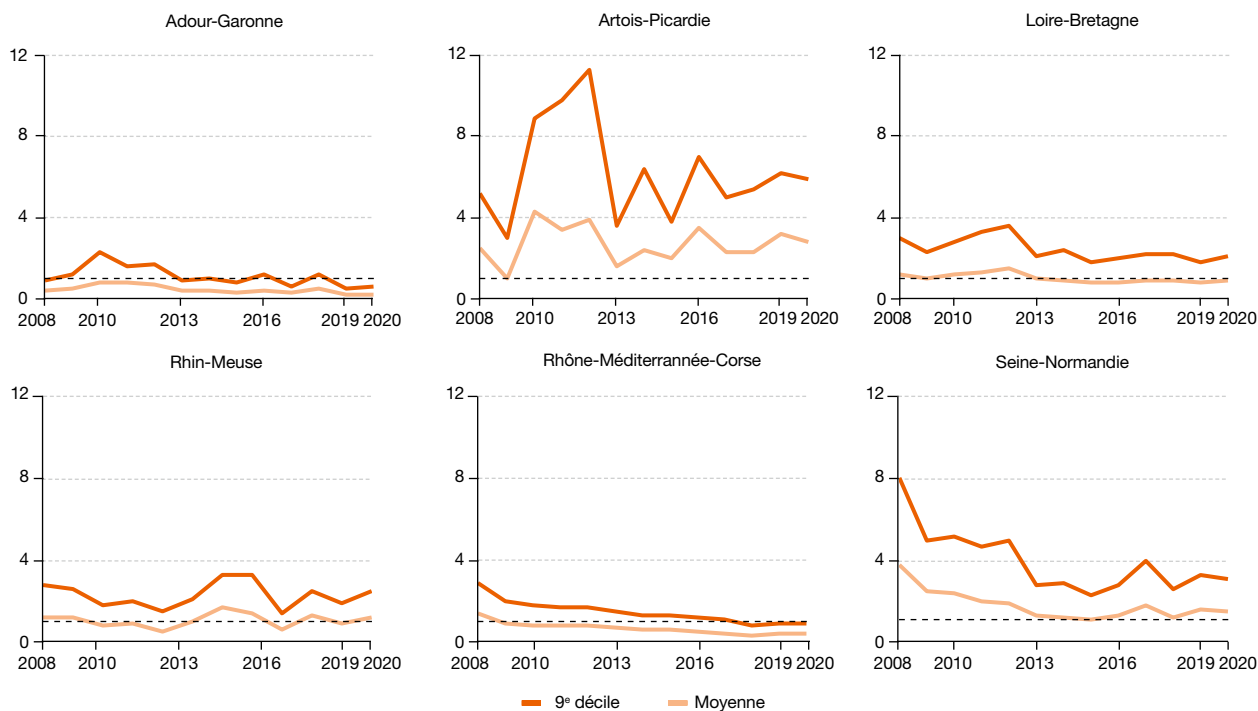
plus faibles IPTC peuvent résulter d'un moindre recours aux pesticides les plus dangereux sur les cours d'eau surveillés, de remplacements par des pesticides au profil de risque plus favorable ou de remplacements par des pesticides qui ne figurent pas dans la liste des 64 pris en compte ou encore par des mesures de protection plus efficaces des cours d'eau.

Dans les bassins situés plus au Nord, les indices fluctuent souvent entre 2 et 6, ce qui signifie que la probabilité d'observer des effets néfastes sur l'environnement y demeure particulièrement élevée. Le bassin Artois-Picardie présente la situation la plus dégradée sur l'ensemble de la période d'étude (*graphique 38*).



partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

**Graphique 38 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau par bassin de métropole**  
En IPTC



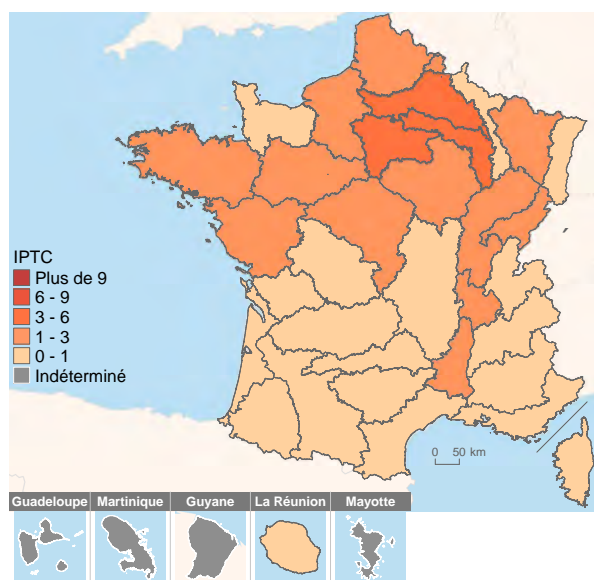
Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

**partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau**

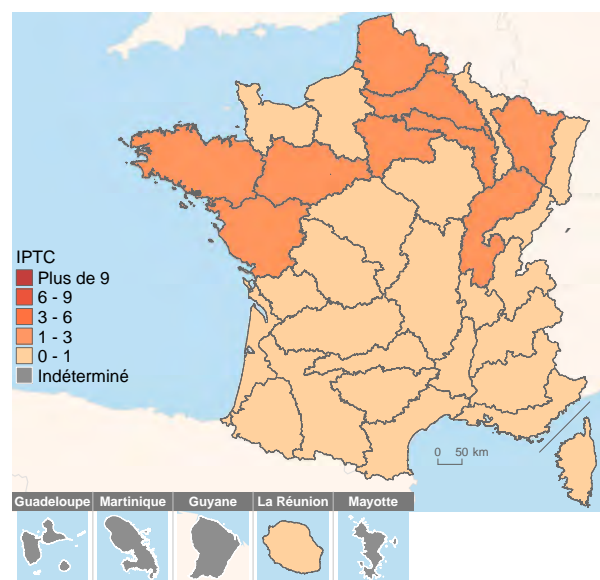
À l'échelle des sous-bassins, les évolutions favorables les plus nettes s'observent sur celui incluant Paris et ceux du couloir rhodanien. Les évolutions les plus défavorables sont

mesurées sur les sous-bassins chevauchant les régions Centre-Val de Loire et Pays de la Loire, ainsi que ceux situés dans les Hauts-de-France (cartes 6 et 7).

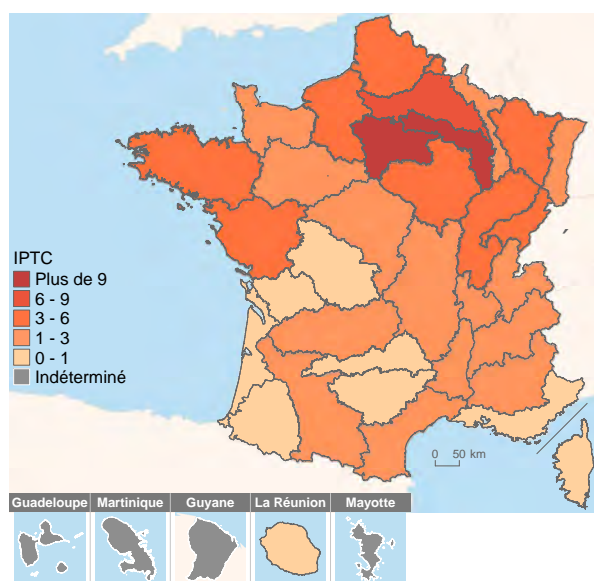
**Carte 6 : moyenne de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau de 2008 à 2010**



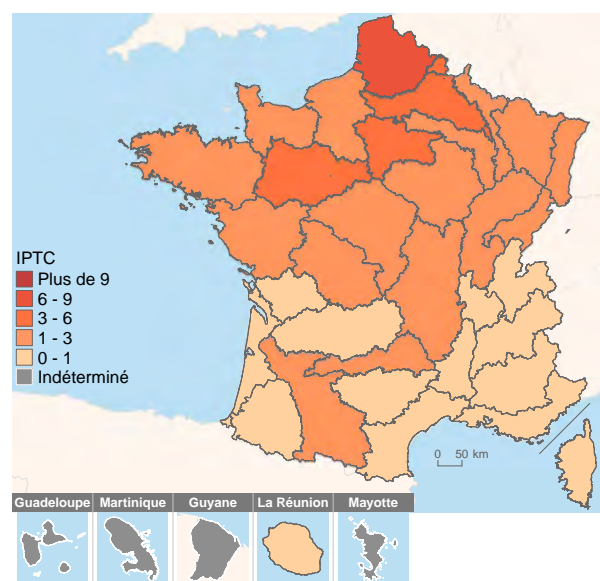
**de 2018 à 2020**



**Carte 7 : 9<sup>e</sup> décile de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau de 2008 à 2010**



**de 2018 à 2020**



Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
Sources : Eaufrance, base de données Nalades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

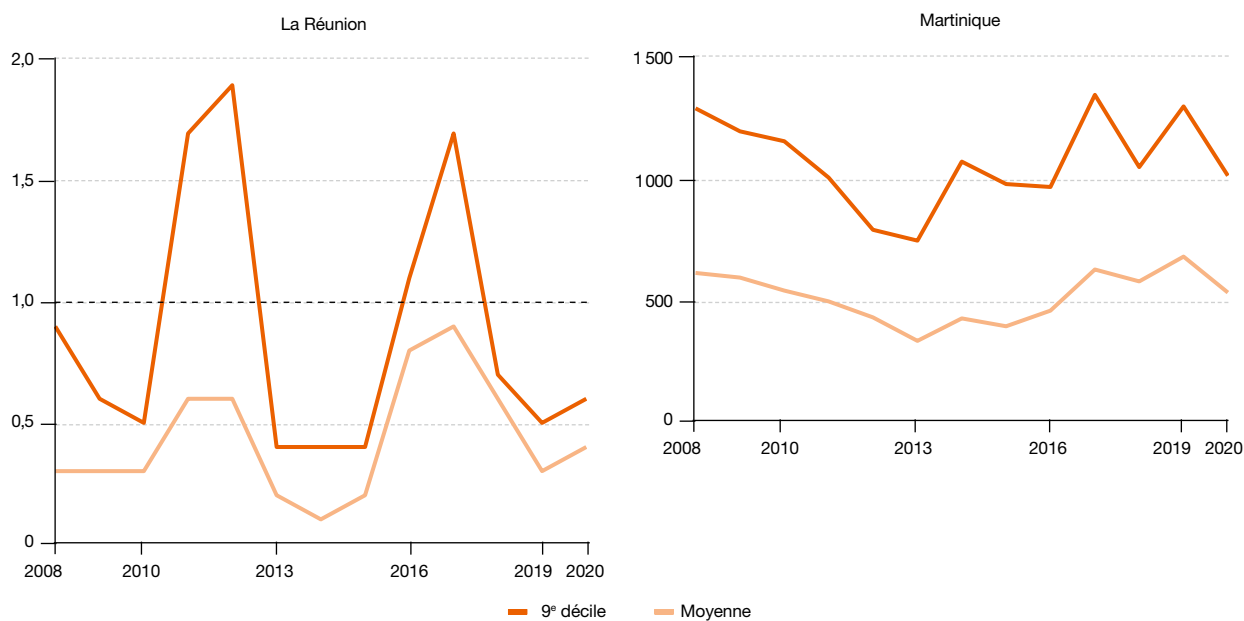
Dans les deux départements d'outre-mer étudiés et pour les mêmes périodes de référence, la part des prélèvements dont l'IPTC dépasse 1 est stable à La Réunion (4-5 %) et augmente légèrement en Martinique, de 84 % à 87 %.

À La Réunion plus qu'ailleurs, les indices présentent des pics périodiques et des écarts irréguliers entre le 9<sup>e</sup> décile et la moyenne. Ce département semble caractérisé par de plus

grandes inégalités de niveau de contamination. Pour autant, ces variations sont faibles en valeur absolue, l'IPTC moyen demeure inférieur à 1.

En Martinique, les indices sont de très loin les plus élevés de France, malgré une baisse observée entre 2008 et 2013. Depuis 2017, l'IPTC moyen dépasse de nouveau 500 et le 9<sup>e</sup> décile, 1 000 (graphique 39).

**Graphique 39 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau par département d'outre-mer**  
En IPTC



Notes : uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes ; la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de Martinique et de La Réunion.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

**En métropole, l'IPTC-pesticides dépasse 1 sur toutes les tailles de cours d'eau**

Aucune catégorie de cours d'eau de métropole n'est épargnée par la présence d'un cortège de pesticides dont le cumul exerce très probablement des effets indésirables sur les organismes aquatiques. Hors canaux, l'indice moyen et le 9<sup>e</sup> décile ont baissé de moitié sur toutes les tailles de cours d'eau entre 2008 et 2013, puis se sont stabilisés jusqu'en 2020. Le 9<sup>e</sup> décile dépasse 1 chaque année depuis 2008. Sur les canaux, majoritairement situés sur le bassin Artois-Picardie dans le groupe de stations retenues pour cette étude, l'IPTC-

pesticides est nettement plus élevé qu'ailleurs et présente des évolutions plus irrégulières (graphique 40).

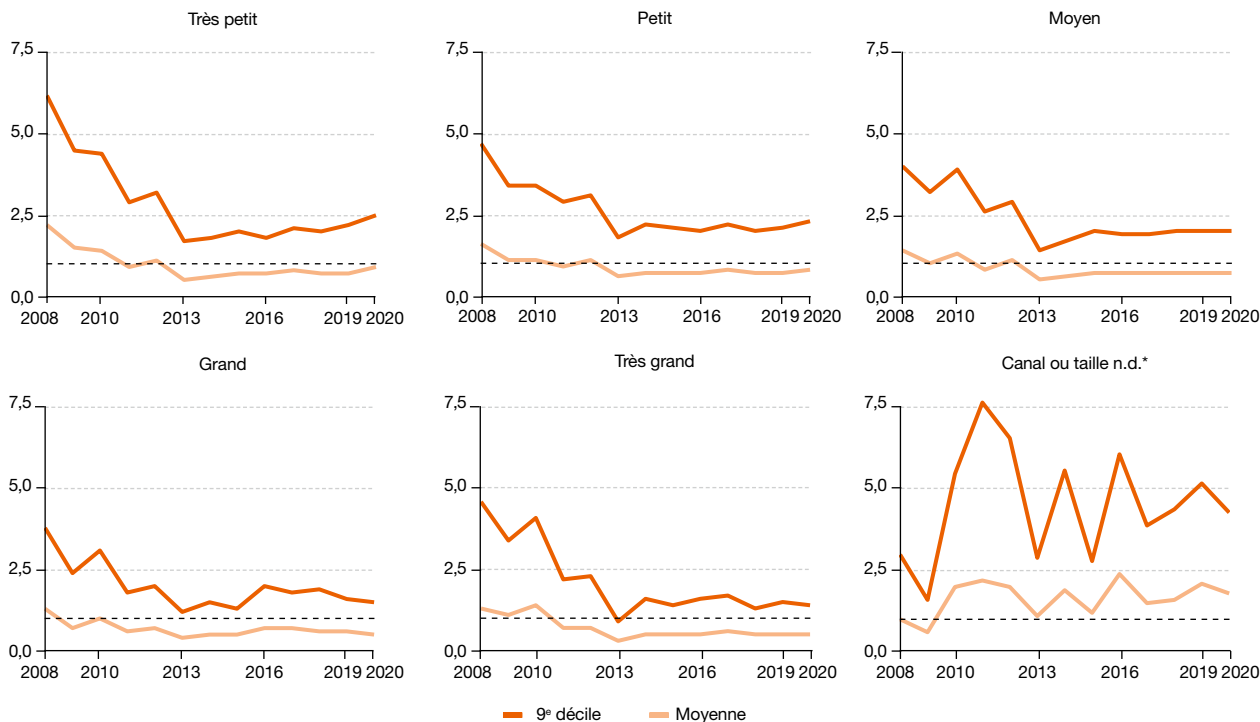
Les plans d'eau présentent un indice moyen inférieur à 1 avec de faibles écarts avec le 9<sup>e</sup> décile. Les deux indicateurs semblent évoluer de façon périodique, les valeurs les plus hautes étant mesurées tous les 4 ans (graphique 41).

**Les herbicides sont les principaux contributeurs à l'IPTC-pesticides en métropole**

Les contributeurs sont identifiés à l'échelle d'un prélèvement d'eau dont l'IPTC dépasse 1. Pour chaque prélèvement, les

**Graphique 40 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau par taille de cours d'eau en métropole**

En IPTC



\*n.d. = non déterminée.

Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

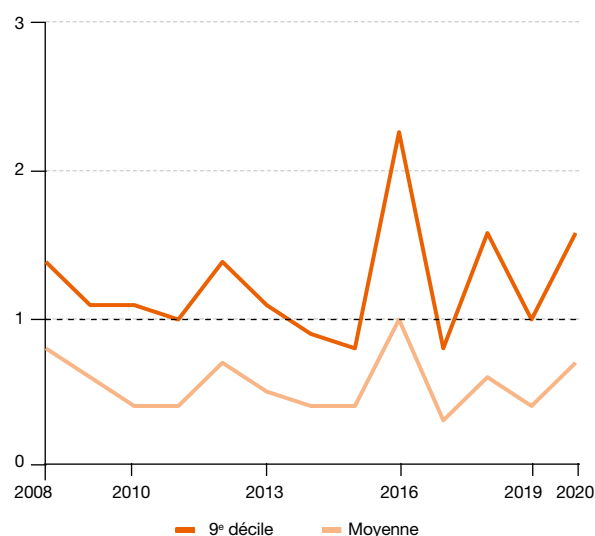
substances sont classées par ordre décroissant de contribution à l'indice (en %). Les pesticides, pris dans cet ordre et dont le cumul des quotients de risque individuels représente 90 % de l'IPTC du prélèvement, sont dits « contributeurs majeurs ». Ce sont les principaux contributeurs au cumul des pressions toxiques du prélèvement [21].

À l'échelle d'un bassin, les pesticides sont classés selon la fréquence (en %) avec laquelle ils sont qualifiés de « contributeur majeur » dans les prélèvements.

Sur la période 2018-2020, cinq herbicides figurent parmi les premiers contributeurs majeurs à l'IPTC dans les cours d'eau et les plans d'eau de plusieurs bassins (*graphiques 42 et 43*) :

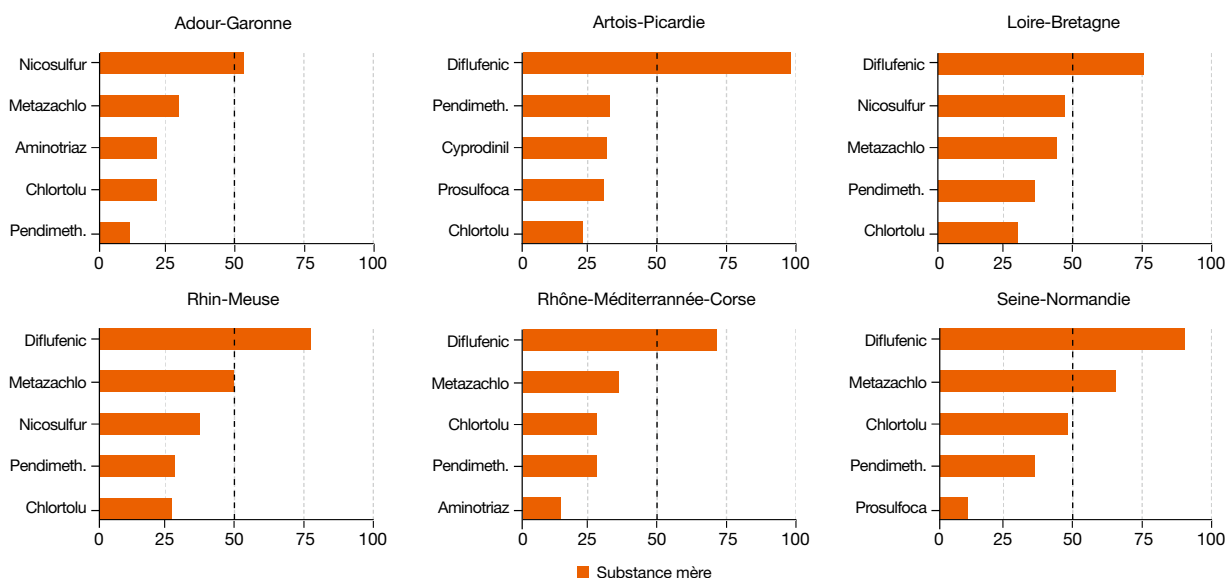
- Le chlortoluron et le nicosulfuron (6 bassins sur 6), herbicides utilisés sur les grandes cultures et très mobiles dans les sols. Pour limiter les risques de transfert du chlortoluron depuis les parcelles traitées vers les eaux de surface, la réglementation interdit son usage sur les parcelles artificiellement drainées.
- Le diflufenicanil (5 bassins sur 6), herbicide autorisé sur les cultures de céréales, de vigne et en pépinières arboricoles. Il a été classé « perturbateur endocrinien suspecté » par la Commission européenne en 2016.
- La pendiméthaline (6 bassins sur 6), un herbicide très largement utilisé sur les cultures de céréales.
- Le métazachlore (5 bassins sur 6), herbicide essentiellement utilisé sur les cultures de colza et de tournesol. Depuis 2021, son usage est limité à 500 g/ha une fois tous les 3 ans ou à 750 g/ha tous les 4 ans.

**Graphique 41 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-pesticides d'un prélèvement d'eau sur les plans d'eau**  
En IPTC



Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.  
Champ : 40 plans d'eau des bassins Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie (bassins avec un nombre suffisant de données exploitables).  
Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 42 : contributeurs majeurs à l'IPTC-pesticides des cours d'eau de métropole de 2018 à 2020**  
En %

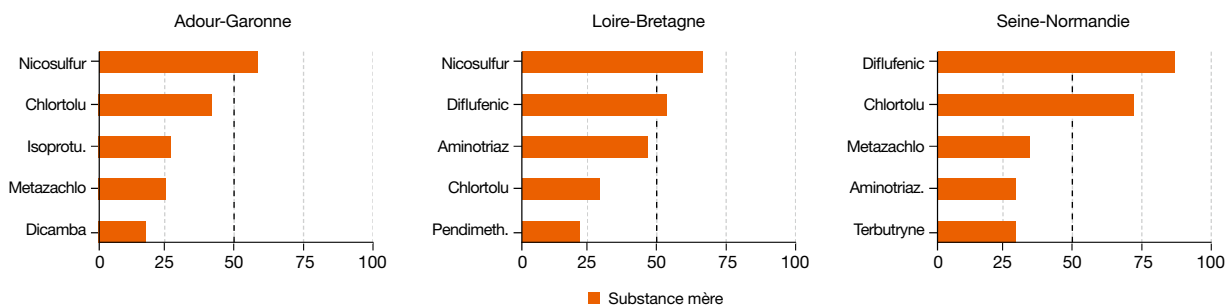


Note de lecture : le cyprodinil est un contributeur majeur à l'IPTC-pesticides dans plus de 25 % des prélèvements du bassin Artois-Picardie. Dans ces prélèvements, il participe aux 90 % de la valeur de l'indice.  
Note : prélèvements où la substance est un contributeur majeur.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

## partie 4 : pesticides, de forts cumuls de pressions toxiques sur toutes les tailles de cours d'eau

**Graphique 43 : contributeurs majeurs à l'IPTC-pesticides des plans d'eau de métropole de 2018 à 2020**

En %



Note de lecture : la terbutryne est un contributeur majeur à l'IPTC-pesticides dans plus de 25 % des prélèvements du bassin Seine-Normandie. Dans ces prélèvements, il participe aux 90 % de la valeur de l'indice.

Note : prélèvements où la substance est un contributeur majeur.

Champ : 40 plans d'eau des bassins Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie (bassins avec un nombre suffisant de données exploitables pour cette période).

Sources : Eaufrance, base de données Naïades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

Le métolachlore, un herbicide souvent détecté dans les eaux destinées à la consommation humaine sur cette même période, ne figure pas parmi les principaux contributeurs majeurs à l'IPTC (voir encadré 8).

### Les principaux contributeurs à l'IPTC-pesticides en outre-mer : un insecticide et trois herbicides

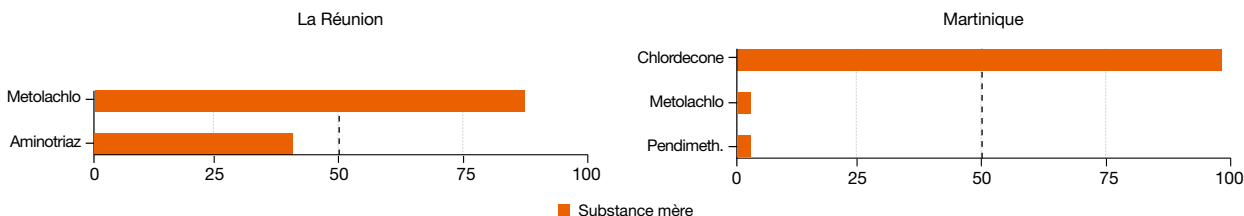
La Réunion et la Martinique se distinguent par le faible nombre de contributeurs majeurs à l'IPTC : seulement deux ou trois substances dans chaque département. En Martinique, l'insecticide chlordécone est de loin le plus fort contributeur (graphique 44). Il a été largement utilisé dans les bananeraies

jusque dans les années 1990. D'usage interdit aujourd'hui, sa forte contribution s'explique par un usage massif pendant des années, associé à une longue persistance dans les sols. Les stocks ainsi constitués mettront encore de nombreuses années à se dissiper. La présence de chlordécone dans l'eau, l'air, les sols et l'alimentation a justifié la mise en œuvre de plans d'action particuliers (voir encadré 9).

À La Réunion, l'herbicide métolachlore arrive en tête. Chaque année, il est utilisé au moins une fois sur 70 à 90 % des surfaces de canne à sucre du département. Le deuxième contributeur est l'herbicide aminotriazole, interdit d'usage depuis 2015.

**Graphique 44 : contributeurs majeurs à l'IPTC-pesticides par département d'outre-mer de 2018 à 2020**

En %



Note de lecture : le métolachlore est un contributeur majeur à l'IPTC-pesticides d'environ 80 % des prélèvements de La Réunion. Dans ces prélèvements, il participe aux 90 % de la valeur de l'indice.

Notes : le métolachlore correspond au code paramètre Sandre n° 1221 et regroupe le métolachlore interdit d'usage depuis 2003 et le S-métolachlore actuellement autorisé ; prélèvements où la substance est un contributeur majeur.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de Martinique et de La Réunion.

Sources : Eaufrance, base de données Naïades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

## Encadré 8 : l'herbicide S-métolachlore et son métabolite ESA sont présents dans l'eau du robinet de millions de Français

Environ 1 900 tonnes de S-métolachlore sont vendues chaque année en France depuis 2014, plaçant la substance dans les 10 premières ventes de pesticides. Cet herbicide est utilisé sur les grandes cultures (maïs, tournesol, colza, soja, betterave, canne à sucre). Essentiellement épandu au sol au début du printemps, avant la levée des premières mauvaises herbes, il se dégrade en métolachlore-ESA, une substance très mobile dans le sol. Cette dernière se retrouve facilement dans les eaux souterraines et les captages d'eaux destinées à la consommation humaine.

Sur la période 2018-2020, le métolachlore-ESA est la substance qui a dégradé le plus souvent la qualité de l'eau du robinet, très loin devant tous les autres pesticides. D'après le ministère chargé de la Santé, sa concentration a dépassé le seuil de 0,1 µg/l dans l'eau distribuée chez 1,2 à 2,2 millions d'habitants. Sur le plan réglementaire, les pesticides et leurs métabolites dits « pertinents » doivent respecter une limite de 0,1 µg/l par substance individuelle et 0,5 µg/l pour la somme des pesticides et des métabolites pertinents.

Début 2021, le ministère chargé de la Santé a signalé à l'Anses des non-conformités répétées dans les eaux destinées à la consommation humaine dues à certains métabolites du S-métolachlore. En septembre 2021, dans son rapport d'analyse du signalement, l'Anses estime que la présence des métabolites du S-métolachlore dans ces eaux distribuées est probablement antérieure à 2014 et qu'elle n'engendre pas de risque sanitaire pour les populations (la situation engendrerait principalement des problèmes de gestion). Elle préconise de renforcer la surveillance du S-métolachlore et de ces métabolites dans les eaux de surfaces, souterraines et distribuées [1]. En novembre 2021, l'Anses modifie des conditions d'emploi de cette substance pour certaines cultures afin de limiter la contamination des eaux de surfaces ou souterraines : apports limités à 1 000 g/ha/an sur les cultures de maïs, de sorgho, de tournesol et de soja et respect d'une zone non traitée de 5 à 20 mètres par rapport aux points d'eau, selon la culture. Les doses d'utilisation sur les autres cultures n'ont pas été modifiées. En septembre 2022, l'agence considère que le métolachlore-ESA n'est pas un métabolite « pertinent » dans les eaux destinées à la consommation humaine et préconise de retenir une valeur de vigilance de 0,9 µg/l [2]. Cela signifie que les dépassements de concentrations de 0,1 µg/l signalés par le ministère chargé de la Santé ne sont pas gérés comme des non-conformités. En janvier 2023, l'étude de l'Anses sur les risques de contamination des eaux souterraines après une application de S-métolachlore à la dose maximale autorisée de 1 000 g/ha/an indique que cette réduction de dose ne permet pas de maintenir les concentrations de ses métabolites en deçà de la valeur seuil fixée dans la législation européenne. L'autorisation actuelle de certains usages de cet herbicide étant remise en cause, l'Anses engage une procédure de retrait des principaux usages des pesticides à base de S-métolachlore [3].

Cette substance est actuellement approuvée par l'Union européenne jusqu'au 31 juillet 2023. Si elle demeure approuvée après cette date, l'Anses devrait conduire une évaluation des risques des produits à base de S-métolachlore avant d'accorder de nouvelles autorisations de mise sur le marché.

### Encadré 9 : un nouveau plan gouvernemental « Chlordécone IV » pour la période 2021-2027

Depuis 2008, trois plans nationaux ont été mis en œuvre aux Antilles pour lutter contre la pollution par le chlordécone. Toutefois, le rapport d'évaluation du plan « Chlordécone III » dresse un bilan mitigé des actions conduites en raison « d'un système de pilotage inefficace, de l'absence d'indicateurs pertinents et de priorités, ainsi qu'un démarrage tardif » [11].

Fondé sur les recommandations de ce rapport, un quatrième plan a été élaboré et vise à :

- rendre publiques une cartographie détaillée des sols et des masses d'eau pollués au chlordécone, et les données de pollution de l'air ;
- revoir les conditions de culture des végétaux, les modalités d'élevage et de pêche pour prévenir les contaminations et tendre vers « zéro chlordécone dans l'alimentation » ;
- mieux connaître l'exposition des ouvriers agricoles lors du travail d'un sol pollué ;
- conduire des actions de prévention et de dépistage des affections dont le chlordécone peut être à l'origine chez l'homme ou dont il peut être un facteur de risque.



partie 5

# Autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

— De nombreuses substances issues de procédés de fabrication industriels ou composant des produits de la vie quotidienne ont des propriétés toxiques. Parmi elles, les hydrocarbures aromatiques polycycliques et les médicaments sont les plus fréquemment quantifiés dans les cours d'eau. Celles qui sont peu persistantes et non accumulables dans les organismes vivants respectent mieux leur norme de qualité. Toutefois, considérées en mélanges, ces substances dangereuses hors pesticides présentent des cumuls de pressions toxiques particulièrement élevés sur l'ensemble des cours d'eau et plans d'eau de la plupart des territoires.



## NATURES ET USAGES DES AUTRES SUBSTANCES DANGEREUSES POUR L'ENVIRONNEMENT

Les autres substances dangereuses pour l'environnement désignent les molécules non pesticides dont les propriétés toxicologiques peuvent nuire aux organismes vivants dans les milieux naturels. Elles appartiennent à de nombreuses familles chimiques distinctes et peuvent avoir des dizaines d'usages différents. Certaines se trouvent dans des produits de la vie quotidienne, d'autres sont des résidus de procédés de fabrication industriels, d'autres encore sont des substances présentes naturellement mais devenant dangereuses en concentration élevée ou après combustion.

Cette publication se concentre sur les groupes de substances dangereuses suivantes :

- Les composés organiques volatils (COV) présents dans les peintures, les détergents, les désodorisants, les vernis, les colles des meubles, et l'essence. Ils sont capables de s'évaporer facilement à la pression et aux températures ambiantes et peuvent se disperser loin de l'endroit où ils sont produits ou utilisés. Parmi les COV, le sous-groupe constitué des molécules de benzène, toluène, éthylbenzène et xylène (BTEX) est souvent considéré comme représentatif de l'ensemble des COV émis dans l'environnement.
- Les phtalates, substances entrant dans la composition des plastiques, peintures, vernis, laques, encres, produits ménagers, et pesticides. Elles se retrouvent dans des centaines d'articles ou produits de consommation courante comme les adhésifs, les revêtements de sol en vinyle, les huiles lubrifiantes, les condensateurs électriques, les détergents, les câbles électriques, les déodorants, les shampoings, et les aérosols pour cheveux.
- Les métaux considérés comme dangereux prioritaires dans l'Union européenne (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc). S'ils sont naturellement présents dans de nombreux minerais et dans des combustibles fossiles solides, les plus grandes quantités émises dans

l'environnement proviennent d'activités industrielles (aciérie, sidérurgie, incinération de déchets).

- Les alkylphénols, utilisés dans la fabrication d'adhésifs, de peintures, de nettoyeurs ménagers, de produits de polissage, dans les matériaux de construction, les pâtes et papiers, les plâtres chirurgicaux, les industries du cuir, du bois, des textiles et de l'automobile.
- Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP et dérivés). Ils proviennent essentiellement de la combustion du carburant automobile, du chauffage domestique au charbon ou au bois, des industries métallurgiques ou encore des incinérateurs. Ces substances peuvent facilement se fixer sur les matières organiques particulières en suspension dans l'air et dans l'eau, ou s'accumuler dans les organismes et devenir nocives.
- Les médicaments, considérés comme dangereux pour l'environnement au sens où leurs composants biologiquement actifs peuvent nuire aux organismes vivants des milieux aquatiques.

Parmi ces molécules, certaines sont présentes dans les fumées industrielles, les gaz d'échappement des véhicules ou d'appareils de chauffage domestique. Elles peuvent contaminer les cours d'eau lorsque ces fumées retombent sous forme de pluie, de neige ou d'autres dépôts, parfois après avoir été transportées sur de très longues distances. D'autres substances se retrouvent dans les cours d'eau via les eaux de ruissellement des routes (abrasion des pneus et des pièces mécaniques des véhicules, fuites de divers fluides automobiles, lessivage du revêtement des chaussées et des peintures routières, etc.). Bon nombre atteignent également les rivières et plans d'eau par les rejets de stations de traitement d'épuration urbaines, industrielles ou hospitalières. Certains polluants sont absorbés par des organismes vivants et s'accumulent dans leurs tissus. Lorsqu'ils sont ingérés par des espèces migratrices, ces polluants peuvent être propagés sur de longues distances, au-delà des frontières internationales, et contaminer des milieux très éloignés de leur site d'origine.

### Zoom sur : les substances PBT ubiquistes

Plusieurs substances dangereuses pour l'environnement ne sont pas ou peu biodégradables, persistent dans les milieux, et peuvent s'accumuler dans les organismes vivants. Elles sont dites persistantes, bioaccumulables et toxiques (PBT) – (voir *glossaire*). Certaines sont presque omniprésentes dans l'environnement en raison de leur aptitude à être transportées sur de longues distances (retombées de pollution atmosphérique par exemple). Elles ont un caractère ubiquiste (voir *glossaire*).

Les substances PBT ubiquistes prises en compte dans cette publication sont les HAP, les diphenylétherbromés, le tributylétain et le mercure.

**partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires**

**LES HAP ET LES MÉDICAMENTS SONT LES SUBSTANCES LES PLUS FRÉQUEMMENT QUANTIFIÉES**

Une substance peut être présente dans l'eau sans que sa concentration soit mesurable pour autant. Elle est quantifiée lorsque sa concentration dépasse une valeur seuil au-delà de laquelle le laboratoire peut la mesurer avec une précision satisfaisante. Pour faciliter les comparaisons entre substances, on utilise fréquemment leur taux de quantification. Pour une substance donnée, ce taux désigne le rapport entre le nombre d'analyses où elle est quantifiée et le nombre total d'analyses où elle est recherchée (voir encadré 6).

**Depuis 2008, en métropole, davantage de HAP quantifiés mais des concentrations en baisse**

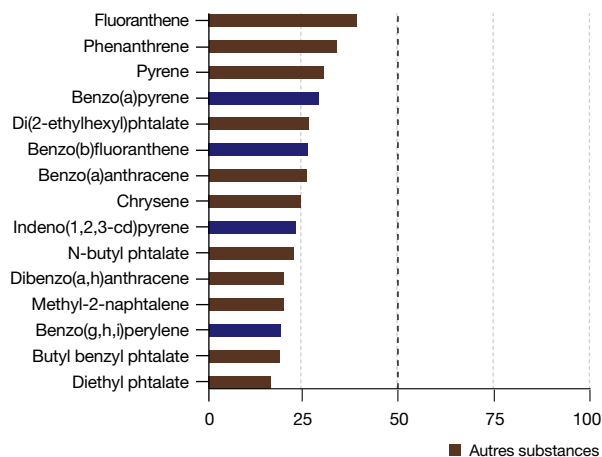
L'étude des pollutions par les substances dangereuses hors pesticides couvre la période 2008-2020 pour des raisons

similaires à celles évoquées dans le cas des pesticides. Sur cette période d'étude, les substances dangereuses pour l'environnement sont quantifiées de plus en plus souvent : au moins 25 substances dépassent le seuil de 25 % d'analyses quantifiées sur 2018-2020, contre seulement 7 sur 2008-2010.

Dans les dix premiers rangs des substances quantifiées se trouvent majoritairement des HAP, dont quatre substances persistantes, bioaccumulables et toxiques (PBT) ubiquistes (graphiques 45 et 46).

**Graphique 45 : top 15 des autres substances dangereuses quantifiées en métropole de 2008 à 2010 en métropole**

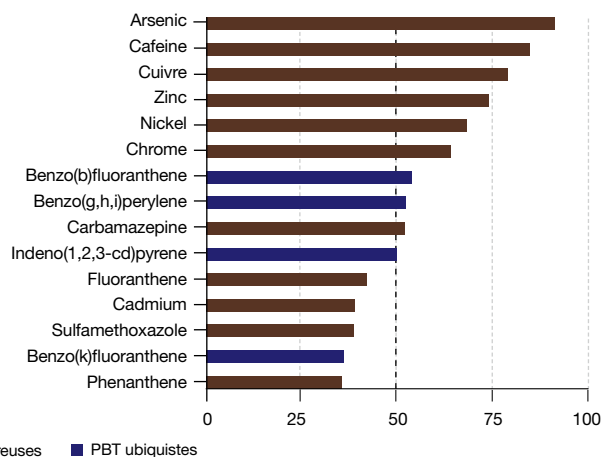
Analyses quantifiées en %



*Note de lecture : le fluoranthène est une substance non PBT ubiquiste quantifiée dans 30 % des analyses de la période 2008-2010.*  
*Notes : classement des substances dangereuses pour l'environnement recherchées sur au moins 50 % des stations de surveillance. Les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement. Parmi les métaux, sont pris en compte ceux considérés comme dangereux prioritaires dans l'Union européenne (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc).*  
*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.*  
**Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022**

**Graphique 46 : top 15 des autres substances dangereuses quantifiées en métropole de 2018 à 2020**

Analyses quantifiées en %



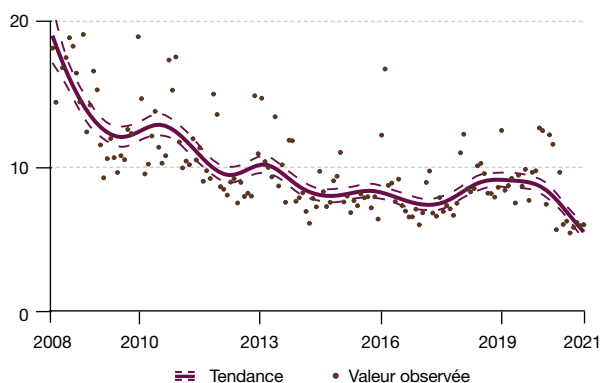
*Note de lecture : l'indeno(1,2,3-cd)pyrène est une substance PBT ubiquiste quantifiée dans 50 % des analyses de la période 2018-2020.*  
*Notes : classement des substances dangereuses pour l'environnement recherchées sur au moins 50 % des stations de surveillance. Les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement. Parmi les métaux, sont pris en compte ceux considérés comme dangereux prioritaires dans l'Union européenne (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc).*  
*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.*  
**Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022**

## partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

Depuis 2008, les pourcentages d'analyses quantifiées ont augmenté en raison de l'amélioration des performances analytiques. Toutefois, de forts taux de quantification ne signifient pas nécessairement que la situation se dégrade. Par exemple, bien que les taux de quantification des HAP

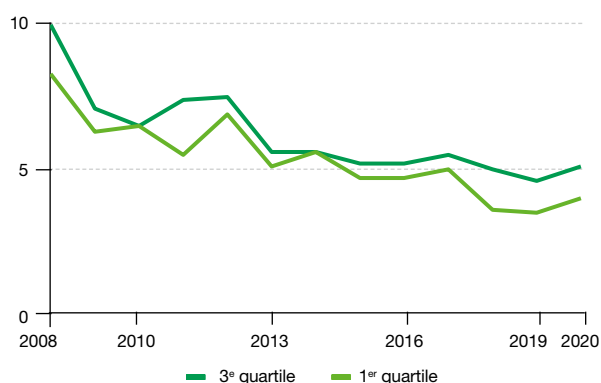
augmentent ou demeurent à des niveaux élevés, leurs concentrations baissent. Ainsi, le fluoranthène présente environ un tiers d'analyses quantifiées sur toute la période, mais sa concentration moyenne et son 9<sup>e</sup> décile baissent d'environ 50 % (graphiques 47 à 49, tableau 3).

**Graphique 47 : évolution de la concentration moyenne du fluoranthène en métropole**  
En ng/l



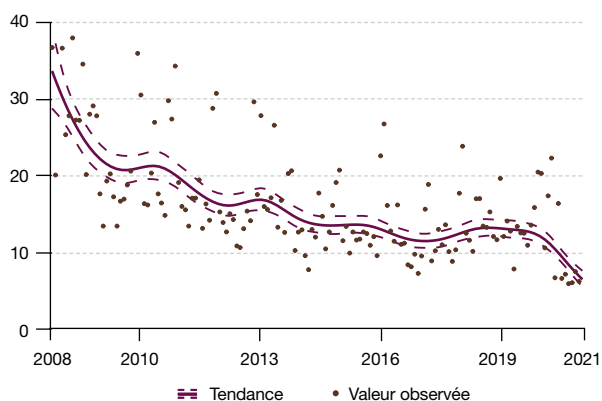
Note : la concentration moyenne baisse de 46 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 49 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification du fluoranthène en métropole**  
En ng/l



Note : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées du fluoranthène (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 7 à 4 ng/l.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 48 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations du fluoranthène en métropole**  
En ng/l



Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations baisse de 50 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

Deux autres HAP présentent des points communs avec le fluoranthène : le benzo(b)fluoranthène et l'indéno(1,2,3-cd)pyrène. Leurs concentrations ont nettement baissé depuis 2008, tout comme les limites de quantification des méthodes d'analyses. De ce fait, les taux de quantification demeurent particulièrement élevés (voir tableau 3 et annexe 7, graphiques 71 à 75).

Les chroniques de HAP présentées ci-dessus se caractérisent par une faible dispersion des valeurs mensuelles, ce qui indique que l'apport de HAP dans les cours d'eau est un phénomène continu, peu marqué par des effets de saison. La répartition spatiale des niveaux de concentration est homogène sur l'ensemble de la métropole : aucun sous-bassin ne dépasse 0,1 µg/l en moyenne mensuelle. Ce bruit de fond s'explique par le nombre élevé de sources de HAP réparties sur tout le territoire, chacune ayant de longues durées d'émission (appareils de chauffage des résidences et des bâtiments du secteur tertiaire, engins de transports routier, aérien, fluvial et maritime, fours industriels, incinérateurs, etc.).

Les baisses des concentrations de HAP dans l'eau peuvent notamment s'expliquer par les baisses d'émissions de HAP dans l'atmosphère en France depuis le début des années 1990 (36 t/an sur 2017-2021 contre 49 t/an sur 1990-1994) - [13].

## partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

Elles résultent aussi en partie de changements de pratiques observés dans le secteur des enrobés routiers : les goudrons ne sont plus utilisés depuis 1993 et les dérivés houillers depuis 2005, ces matériaux présentant des teneurs élevées en HAP.

### Quatre médicaments fréquemment quantifiés en métropole sur la période 2018-2020

Sur la période 2018-2020, parmi les 15 premières substances quantifiées se trouvent l'antidépresseur et antiépileptique carbamazépine et l'antibiotique sulfaméthoxazole (*graphique 45*). Les anti-inflammatoires diclofénac et ibuprofène sont au 17<sup>e</sup> et 23<sup>e</sup> rangs du classement. Ces quatre médicaments apparaissent dans le classement des substances quantifiées en raison d'un élargissement du champ de surveillance des polluants à grande échelle. Tous sont quantifiés dans plus de 25 % des analyses.

Ils peuvent provenir de rejets d'industries pharmaceutiques, d'établissements de soins ou de stations d'épuration urbaines. En effet, la plupart des stations de traitement des eaux usées (STEU) ont été conçues à l'origine pour réduire uniquement les matières en suspension, les matières organiques et les composés azotés ou phosphorés. Par conception, ces stations ne peuvent pas éliminer des substances médicamenteuses ayant des propriétés physico-chimiques variées. Les boues produites lors des traitements d'épuration dégradent ou captent

une partie des médicaments présents dans les eaux usées brutes. Après décantation des boues, l'eau qui retourne dans les cours d'eau contient encore beaucoup de substances médicamenteuses [14].

Il n'est pas encore possible d'analyser les tendances d'évolution des médicaments en métropole en raison du nombre limité d'années de surveillance dans les cours d'eau.

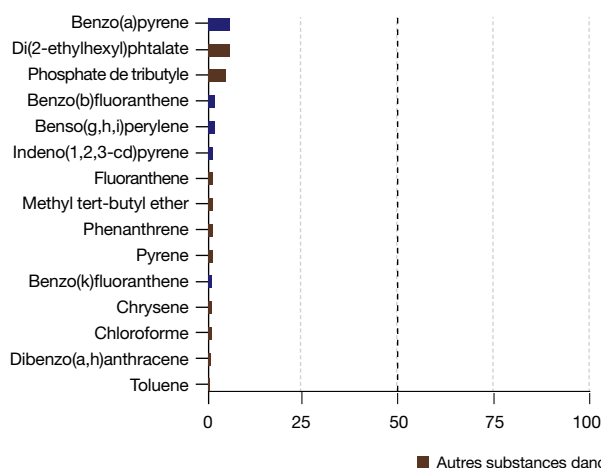
### Depuis 2008, en outre-mer, peu de substances et d'analyses quantifiées

L'analyse des données d'outre-mer se limite à la Martinique et à La Réunion, comme dans le cas des pesticides (peu de résultats disponibles sur les autres départements).

Sur l'ensemble de la période d'étude, peu de substances ont un taux de quantification supérieur à 1 % : moins d'une dizaine pour ces deux départements contre une vingtaine en métropole. Parmi ces substances dangereuses, la part d'analyses quantifiées la plus élevée est de 10 % contre 55 % en métropole. Comme en métropole, les HAP sont majoritaires dans les 10 premiers rangs du classement (*graphiques 50 et 51, tableau 3*).

Aucune analyse de tendance n'a été conduite sur les substances surveillées en outre-mer, les taux d'analyses quantifiées étant trop bas sur la période d'étude pour obtenir des résultats fiables.

**Graphique 50 : top 15 des autres substances dangereuses quantifiées en outre-mer de 2008 à 2010**  
Analyses quantifiées en %



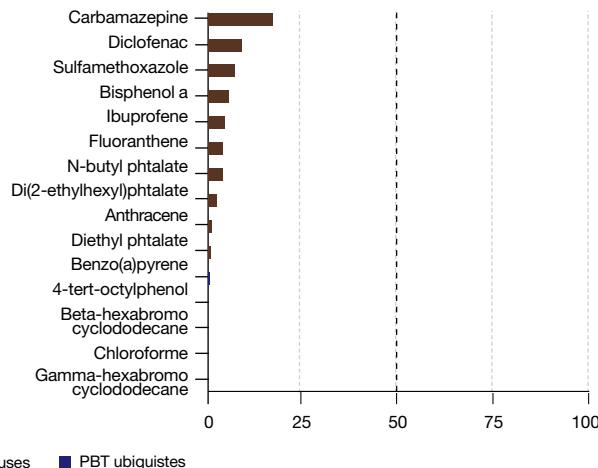
Note de lecture : le benzo(a)pyrène est une substance PBT ubiquiste quantifiée dans 6 % des analyses de la période 2008-2010.

Notes : uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes. Le classement concerne les substances dangereuses pour l'environnement recherchées sur au moins 50 % des stations de surveillance. Les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement. Parmi les métaux, sont pris en compte ceux considérés comme dangereux prioritaires dans l'Union européenne (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc).

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau d'outre-mer.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 51 : top 15 des autres substances dangereuses quantifiées en outre-mer de 2018 à 2020**  
Analyses quantifiées en %



Note de lecture : le diclofénac est une substance non PBT ubiquiste quantifiée dans près de 10 % des analyses de la période 2018-2020.

Notes : uniquement en Martinique et à La Réunion car les données des autres départements sont incomplètes. Le classement concerne les substances dangereuses pour l'environnement recherchées sur au moins 50 % des stations de surveillance. Les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement. Parmi les métaux, sont pris en compte ceux considérés comme dangereux prioritaires dans l'Union européenne (arsenic, cadmium, cuivre, mercure, nickel, plomb, zinc).

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau d'outre-mer.

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires**

**Tableau 3 : synthèse des tendances observées sur quatre substances dangereuses largement surveillées entre 2008 et 2020**

Territoires	Polluants	Taux de quantification	Concentration
Métropole	Fluoranthène	→	↘
Métropole	Benzo(b)fluoranthène	↗	↘
Métropole	Indéno(1,2,3-cd) pyrène	↗	↘
La Réunion et Martinique	Benzo(a)pyrène	↘	n.d.*

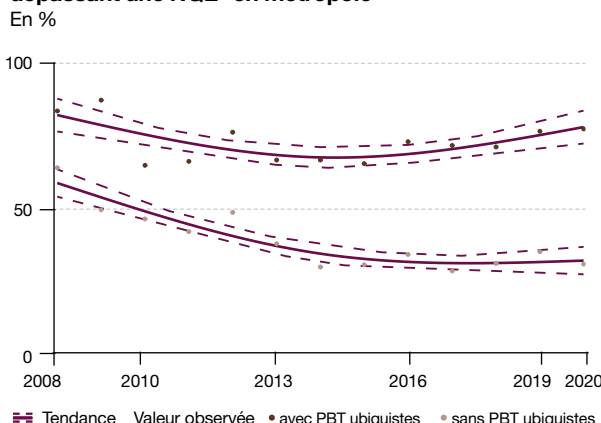
\*n.d. : non déterminée.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective (au moins quatre prélèvements d'échantillons par an en métropole et deux par an en outre-mer).  
 Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**LES SUBSTANCES NON PBT UBIQUISTES RESPECTENT MIEUX LES NORMES DE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE**

L'évaluation de la qualité d'une masse d'eau au titre de la DCE se fonde actuellement sur une liste composée de 44 substances non pesticides, considérées comme dangereuses pour l'environnement. Le nombre de substances prises en compte a augmenté dans le temps, les évaluations les plus récentes portant sur un plus grand nombre de substances que les évaluations plus anciennes. Ces changements de référentiels ne permettent pas de mesurer l'évolution du respect des NQE dans des conditions comparables du début à la fin des chroniques. C'est pourquoi, dans la suite de cette publication, le respect des normes est mesuré sur 12 substances dangereuses (aucune n'est considérée comme PBT ubiquiste), avec les valeurs de NQE en vigueur en 2020. Les autres substances n'ont pas été retenues en raison de performances analytiques insuffisantes pour statuer certaines années sur le respect des valeurs de NQE en vigueur en 2020 (voir annexe 3).

Entre 2008 et 2020, à l'échelle de la métropole, le taux de stations dépassant une NQE demeure proche de 70 % lorsque l'ensemble des substances dangereuses sont prises en compte. À l'inverse, le taux est divisé par 1,5 quand les substances PBT ubiquistes ne sont pas prises en compte, atteignant 1 station sur 3 sur la période 2018-2020. Cela signifie que les masses d'eau montrent des signes d'amélioration uniquement pour les polluants autres que les HAP, les diphénylétherbromés, le tributylétain et le mercure (graphique 52).

**Graphique 52 : tendance d'évolution du taux de stations dépassant une NQE\* en métropole**



\*NQE : norme de qualité environnementale.  
 Note : la valeur moyenne baisse de 39 % entre la période 2008-2010 et la période 2018-2020 lorsque les substances PBT ubiquistes ne sont pas prises en compte, et n'évolue pas significativement lorsqu'elles sont prises en compte. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris. Traitements : SDES, 2022

**Zoom sur : présenter l'état de pollution des eaux en présence et en l'absence des substances PBT ubiquistes**

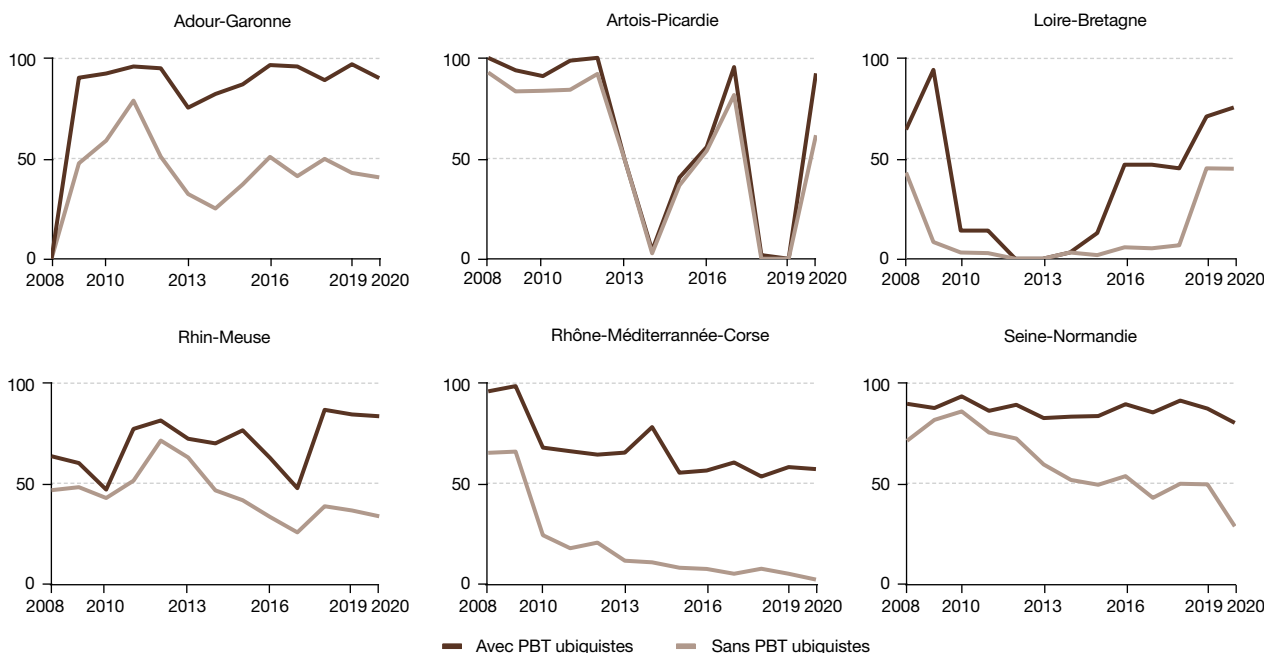
Au niveau de l'Union européenne, il est admis que les substances PBT ubiquistes sont susceptibles d'être détectées pendant des décennies dans l'environnement aquatique, à des concentrations qui présentent un risque significatif, même si des mesures rigoureuses visant à réduire ou éliminer leurs émissions ont déjà été prises. C'est pourquoi les États membres peuvent présenter séparément l'incidence sur l'état chimique des substances PBT ubiquistes, de façon à ne pas masquer l'évolution de la qualité de l'eau liée aux autres substances dangereuses. Dans cette partie de publication, les résultats relatifs au respect des NQE sont également présentés sous ces deux angles.

## partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

À l'échelle des bassins hydrographiques, toutes substances dangereuses confondues, la part des stations conformes aux normes de qualité en vigueur s'améliore uniquement en Rhône-Méditerranée-Corse. Ailleurs, elle demeure à des niveaux comparables à celle de 2008-2010. Lorsque les substances PBT ubiquistes ne sont pas prises en compte, l'indicateur s'améliore à la fois en Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie mais se dégrade sur certaines parties des

bassins Adour-Garonne et Loire-Bretagne. Qu'il soit calculé avec ou sans les PBT ubiquistes, l'indicateur présente de faibles taux en 2008 en Adour-Garonne, en 2014 et 2018-2019 en Artois-Picardie, ainsi qu'en 2013-2014 en Loire-Bretagne. Ces valeurs s'expliquent par de plus faibles pressions de contrôle à ces périodes, la surveillance portant sur moins de substances (graphique 53).

**Graphique 53 : évolution du taux de stations dépassant au moins une NQE\* par bassin de métropole**  
En %



\*NQE = norme de qualité environnementale.

Note : une station dépasse une norme de qualité environnementale si l'une des substances prises en compte dépasse une concentration maximale admissible ou une concentration moyenne annuelle admissible. Ces normes sont établies au titre de la directive-cadre sur l'eau. Les résultats concernent 12 substances dangereuses, hors pesticides, et leurs normes en vigueur en 2020. Les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression linéaire des valeurs observées les cinq années précédentes.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris. Traitements : SDES, 2022

### DE FORTES PRESSIONS TOXIQUES SUR DE VASTES TERRITOIRES

Comme dans le cas des pesticides, les pressions toxiques cumulées des autres substances dangereuses sont qualifiées de « fortes » ou « élevées » quand leur IPTC dépasse 1 : l'indice indique alors que la survenue d'effets néfastes sur l'environnement est soit hautement probable, soit possible mais à confirmer par une expertise complète. Inversement, le cumul des pressions est considéré comme « faible » ou « modéré » quand l'indice est compris entre 0 et 1 (voir encadré 7).

Dans le cas des substances hors pesticides, l'indice prend en compte 15 molécules, dont 3 PBT ubiquistes (voir annexe 5). Les substances sont sélectionnées lorsqu'elles font l'objet d'une surveillance régulière et à grande échelle depuis 2008. Les médicaments et d'autres substances toxiques, comme les perfluorées, ne sont pas pris en compte pour une raison de représentativité des résultats à l'échelle de la métropole (voir encadré 10). Compte tenu du nombre limité de molécules prises en compte, l'IPTC-substances dangereuses sous-estime le cumul de pressions toxiques pesant sur les organismes aquatiques.

**partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires**

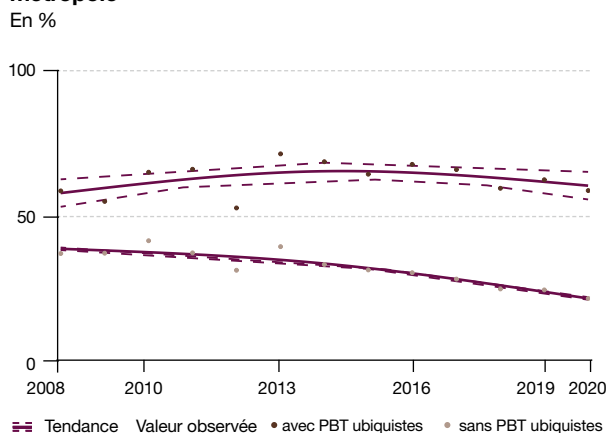
**Davantage de stations dont l'IPTC-substances dangereuses dépasse 1 au Nord qu'au Sud**

Dans la liste des 15 molécules considérées dans l'IPTC-substances dangereuses, 7 sont prises en compte pour estimer le respect des NQE. Les deux listes ne se recouvrant pas entièrement, les indicateurs «taux de stations dont l'IPTC-substances dangereuses dépasse 1 » et « taux de stations dépassant au moins une NQE » ne sont pas emboîtés et sont faiblement corrélés.

À l'échelle de la métropole, la part des stations présentant un IPTC supérieur à 1 est stable depuis 2008 (environ 70 %) quand l'indice est calculé avec les substances ubiquistes. Lorsque les substances PBT ubiquistes ne sont pas prises en compte, une baisse de 38 % est observée sur la période (graphique 54).

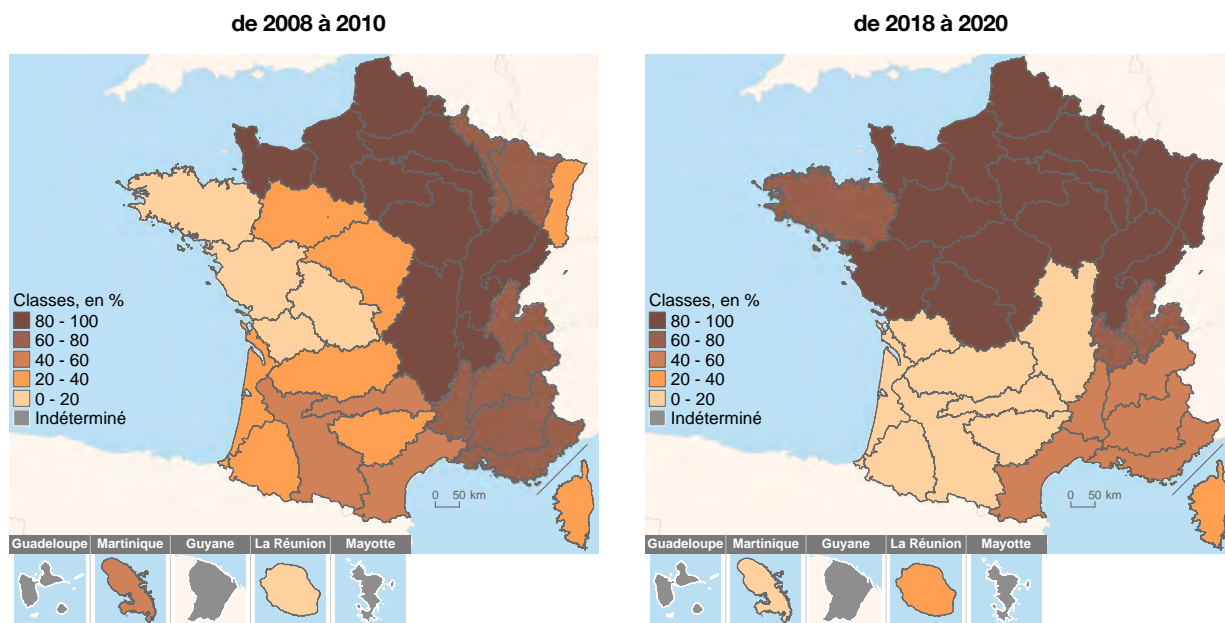
À l'échelle des bassins, cet indicateur n'évolue pas de façon homogène sur la période 2008-2020. Lorsque les substances ubiquistes sont prises en compte, l'indicateur est relativement stable en Rhône-Méditerranée-Corse (autour de 65 %) et en Seine-Normandie (autour de 80 %) où il atteint les valeurs les plus élevées de métropole. À l'inverse, il augmente en Rhin-Meuse et Loire-Bretagne. Hors substances ubiquistes, l'indicateur baisse en Seine-Normandie, tout en restant élevé, ainsi qu'en Loire-Bretagne. Il reste quasi stable dans les autres bassins. Les évolutions irrégulières enregistrées en Artois-Picardie et, dans une moindre mesure, en Loire-Bretagne s'expliquent, comme pour le taux de respect des NQE, par de plus faibles pressions de contrôle en 2013, 2014, 2018 et 2019 (graphique 55 et carte 8).

**Graphique 54 : tendance d'évolution du taux de stations dont l'IPTC-substances dangereuses dépasse 1 en métropole**



Note : la valeur moyenne baisse de 38 % entre la période 2008-2010 et la période 2018-2020 lorsque les substances PBT ubiquistes ne sont pas prises en compte, et n'évolue pas significativement lorsqu'elles sont prises en compte. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the NORMAN Network. Traitements : SDES, 2022

**Carte 8 : taux de stations dont l'IPTC-substances dangereuses dépasse 1 avec PBT ubiquistes**

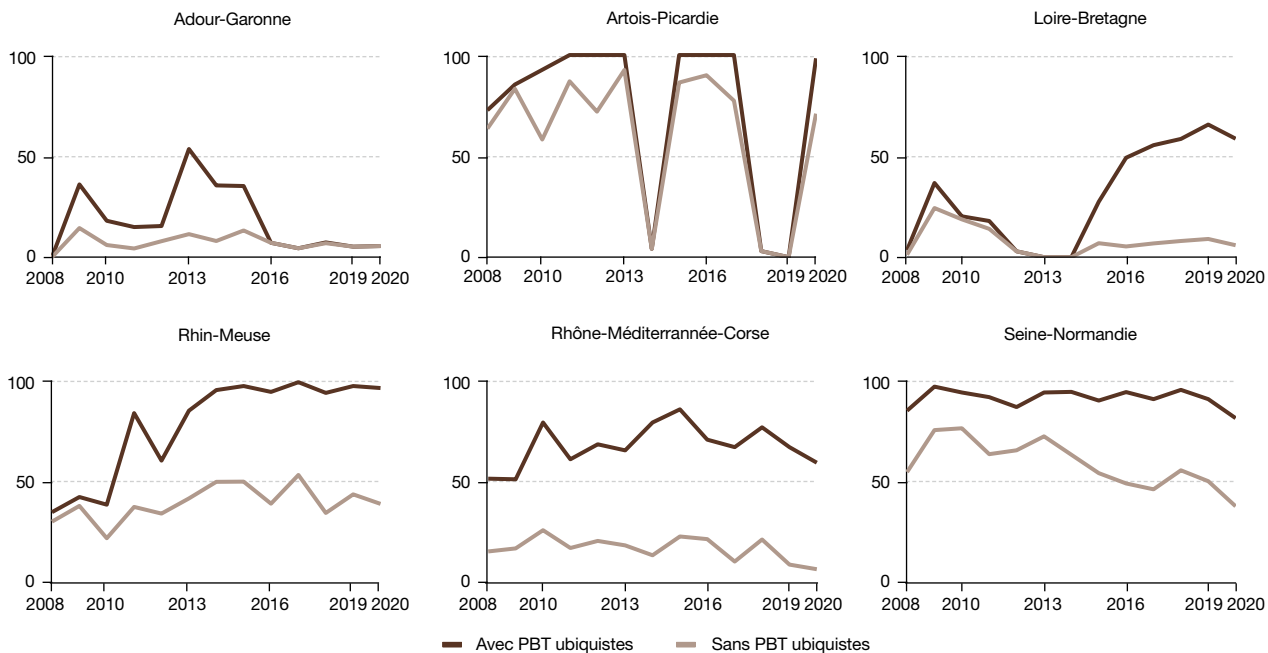


Note : résultat provisoire pour la Martinique sur la période 2018-2020 car les données sont incomplètes. Les indices sont calculés avec 15 substances dangereuses non-pesticides, dont 3 PBT ubiquistes. Les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression linéaire des valeurs observées les 5 années précédentes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022



**Graphique 55 : évolution du taux de stations dont l'IPTC-substances dangereuses dépasse 1 par bassin de métropole**

En %



Note : les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement. Les valeurs 2013, 2014, 2018 et 2019 des bassins Artois-Picardie et Loire-Bretagne s'expliquent par de plus faibles pressions de contrôle. Les valeurs 2020 du bassin Rhin-Meuse sont estimées par régression linéaire des valeurs observées les cinq années précédentes.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naïades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

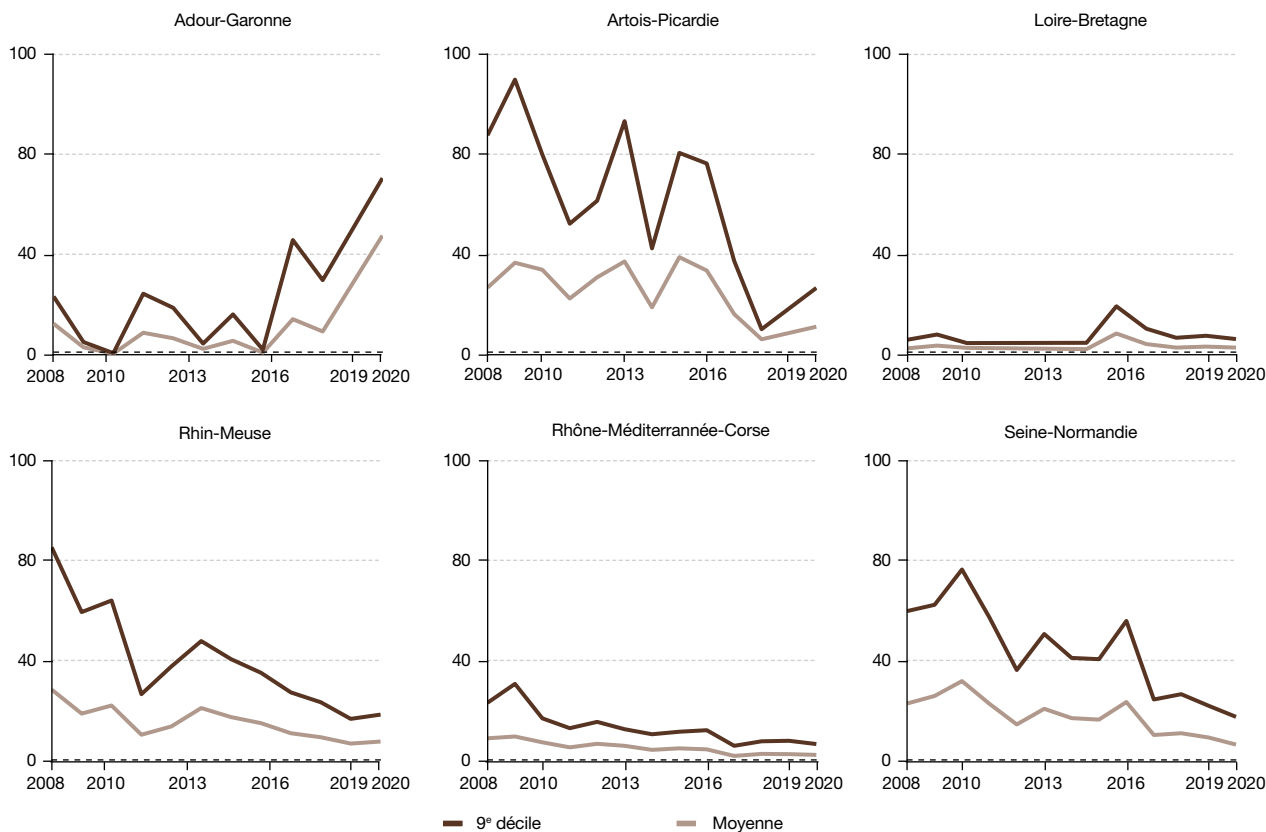
**L'IPTC-substances dangereuses dépasse très largement 1 dans tous les bassins**

De 2008 à 2020, la part des prélèvements dont l'indice dépasse 1 se maintient autour de 40 %. Les bassins Artois-Picardie, Rhin-Meuse et Seine-Normandie présentent les valeurs les plus élevées d'IPTC moyens (autour de 20) et de 9<sup>e</sup> décile (régulièrement entre 40 et 80), leurs cours d'eau étant soumis aux plus grandes pressions polluantes urbaines ou industrielles

de métropole. Ces niveaux de pressions traduisent les plus fortes densités de population, d'activités manufacturières ou métallurgiques et de réseaux routiers de ces territoires. Ces trois bassins présentent toutefois une nette baisse tendancielle du 9<sup>e</sup> décile et, dans une moindre mesure, de l'IPTC moyen. À l'inverse, le bassin Adour-Garonne présente des signes de dégradation entre 2016 et 2020 (*graphique 56, cartes 9 et 10*).

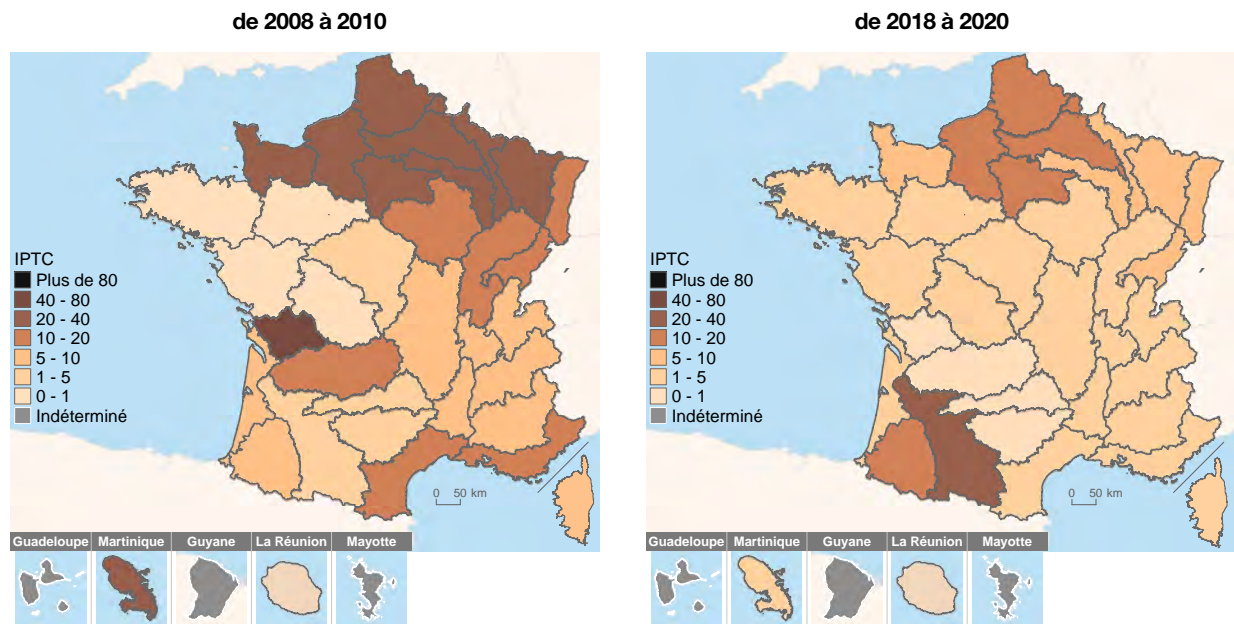
**Graphique 56 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-substances dangereuses d'un prélèvement d'eau, par bassin de métropole, avec PBT ubiquistes**

En IPTC

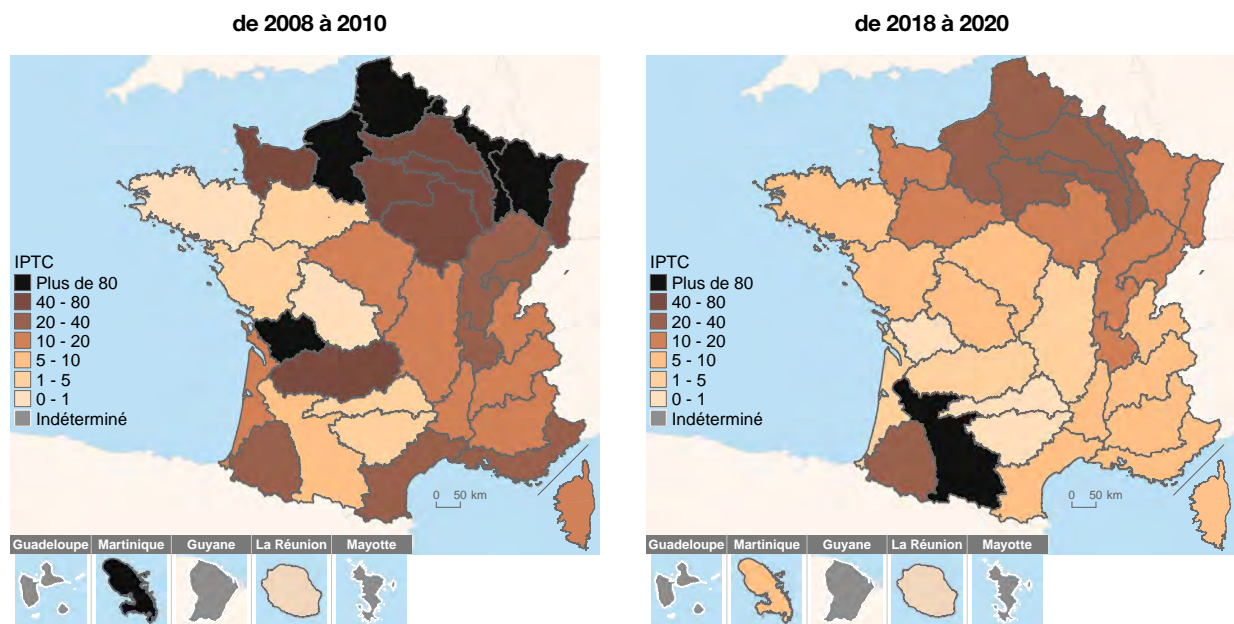


Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

**Carte 9 : moyenne de l'IPTC-substances dangereuses, avec PBT ubiquistes**



**Carte 10 : 9<sup>e</sup> décile de l'IPTC-substances dangereuses, avec PBT ubiquistes**



*Note : résultat provisoire pour la Martinique sur la période 2018-2020 car les données sont incomplètes.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022*

## partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires

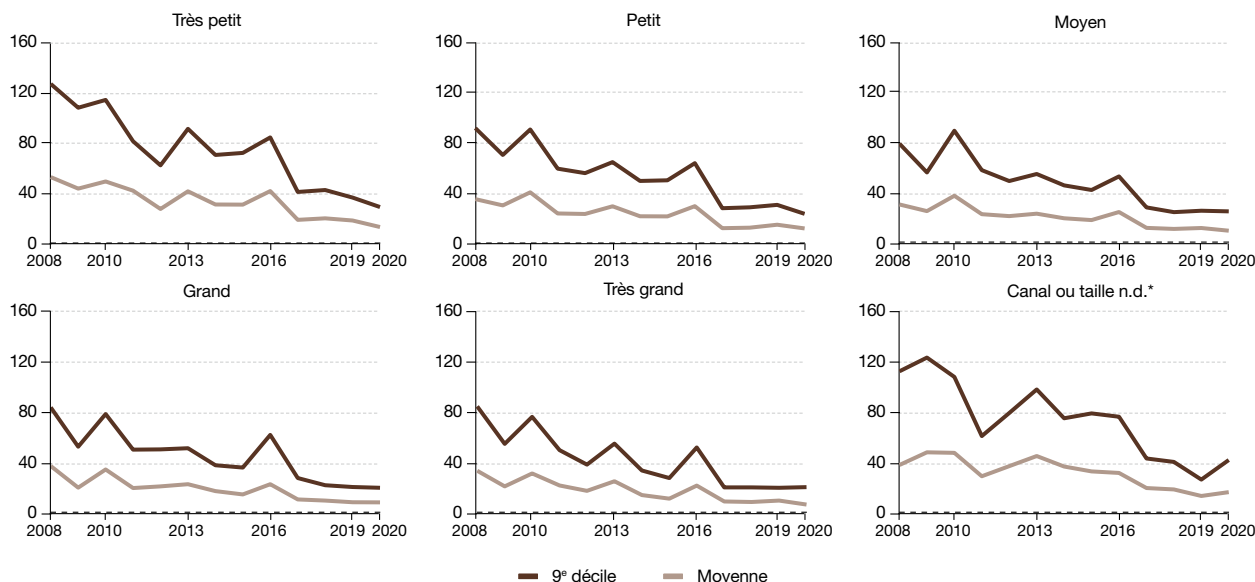
### Aucune catégorie de cours d'eau, ni de plans d'eau n'est épargnée

Contrairement aux situations observées pour les pesticides, aucune catégorie de cours d'eau ne présente d'IPTC proches de 1 depuis 2008 : les IPTC moyens varient de 10 à 50, les

9<sup>e</sup> déciles varient de 25 à plus de 100. Les canaux, essentiellement situés en Artois-Picardie, présentent les indices les plus élevés. Depuis 2016, les écarts entre les indices moyens et les 9<sup>e</sup> déciles diminuent, ce qui pourrait s'expliquer par des pics de pollution de moindre ampleur qu'avant (graphique 57).

**Graphique 57 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-substances dangereuses d'un prélèvement d'eau par taille de cours d'eau, avec les PBT ubiquistes**

En IPTC



\*n.d. = non déterminée.

Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.

Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

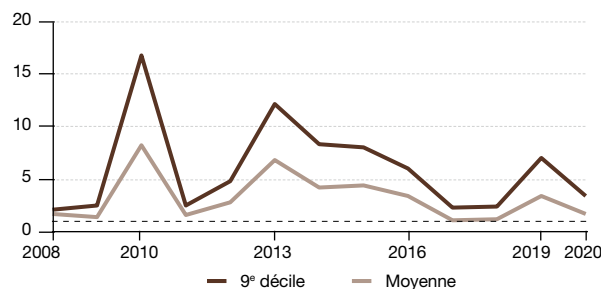
Les plans d'eau ont des IPTC plus bas, variant le plus souvent de 1 à 4 sur la période 2018-2020. Contrairement aux cours d'eau, ils présentent de plus faibles écarts entre la moyenne et le 9<sup>e</sup> décile sur l'ensemble de la période d'étude (graphique 58).

### Les HAP dominent largement les contributeurs à l'IPTC-substances dangereuses

Cinq HAP distincts figurent parmi les principaux contributeurs dans chaque bassin de métropole, sur les cours d'eau et les plans d'eau. Cela souligne leur forte écotoxicité : les faibles concentrations auxquelles ils sont mesurés suffisent à dominer les valeurs prises par l'IPTC. Cela confirme également leur caractère ubiquiste, aucune zone n'étant préservée. Ces substances proviennent en effet de produits pétroliers utilisés sur tout le territoire, comme le goudron, le bitume et l'asphalte pour les revêtements des routes, les enduits pour tuyaux ou la protection des traverses de chemin de fer, des poteaux électriques ou des piliers immergés. Elles sont également émises à grande échelle dans les suies de fumées des véhicules roulant au diesel et à l'essence, des chaudières au fioul et/ou au bois (graphiques 59 et 60).

**Graphique 58 : 9<sup>e</sup> décile et moyenne de l'IPTC-substances dangereuses d'un prélèvement sur plan d'eau, avec les PBT ubiquistes**

En IPTC



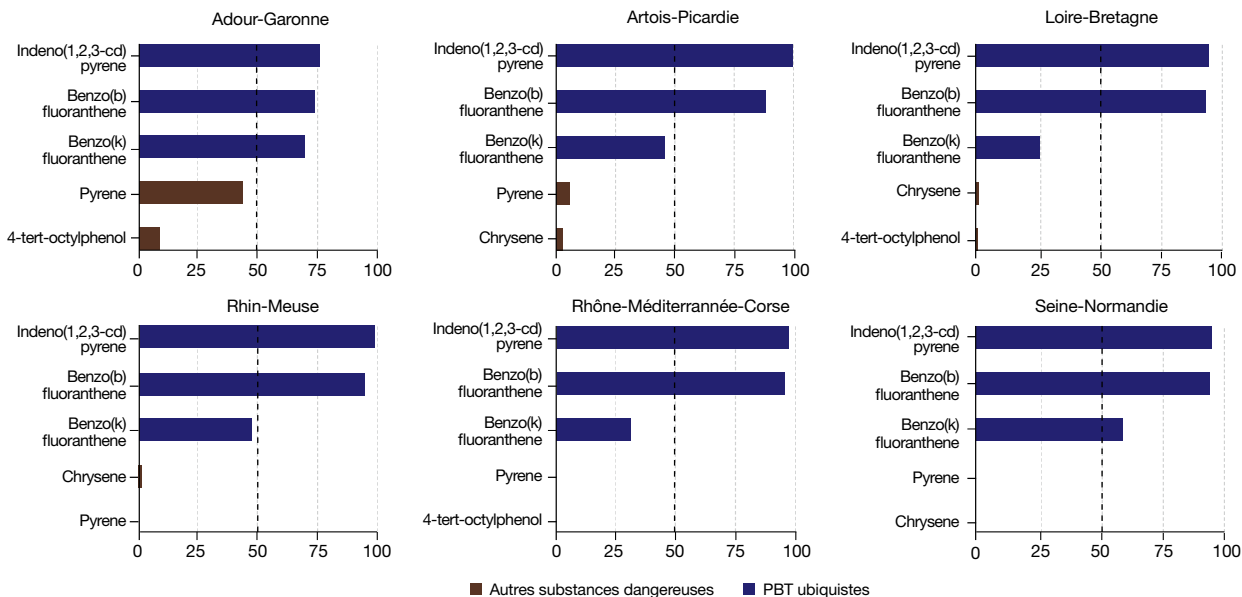
Note : la ligne horizontale en pointillé représente le niveau au-delà duquel l'IPTC est considéré comme fort ou élevé.

Champ : 20 plans d'eau des bassins Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie (bassins avec un nombre suffisant de données exploitables).

Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022

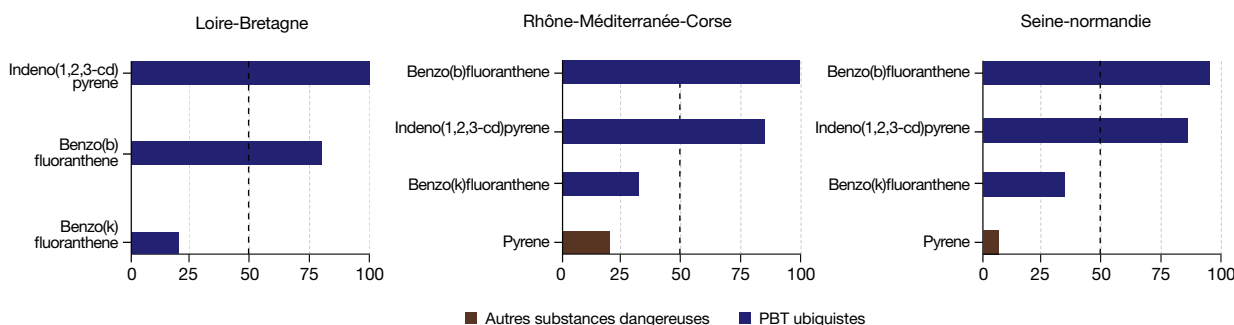
**partie 5 : autres substances dangereuses pour l'environnement : une situation dégradée sur de vastes territoires**

**Graphique 59 : contributeurs majeurs à l'IPTC-substances dangereuses des cours d'eau de métropole de 2018 à 2020**  
En %



*Note de lecture : l'indéno(1,2,3-cd)pyrène est un contributeur majeur à l'IPTC-substances dangereuses de 75 % des prélèvements du bassin Adour-Garonne. Dans ces prélèvements, il participe aux 90 % de la valeur de l'indice.*  
*Notes : prélèvements où la substance est un contributeur majeur ; les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement.*  
*Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.*  
*Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022*

**Graphique 60 : contributeurs majeurs à l'IPTC-substances dangereuses des plans d'eau de métropole de 2018 à 2020**  
En %



*Note de lecture : l'indéno(1,2,3-cd)pyrène est un contributeur majeur à l'IPTC-substances dangereuses de près de 100 % des prélèvements du bassin Loire-Bretagne. Dans ces prélèvements, il participe aux 90 % de la valeur de l'indice.*  
*Note : prélèvements où la substance est un contributeur majeur ; les PBT ubiquistes sont des substances persistantes, bioaccumulables et toxiques retrouvées à grande échelle dans l'environnement.*  
*Champ : 20 plans d'eau des bassins Adour-Garonne, Loire-Bretagne, Rhin-Meuse, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie (bassins avec un nombre suffisant de données exploitables).*  
*Sources : Eaufrance, base de données Naiades ; Ineris ; the Norman Network. Traitements : SDES, 2022*

## Encadré 10 : les PFAS, des « polluants éternels » peu surveillés en France

Les substances perfluoroalkylées (PFAS) sont utilisées dans la fabrication de produits de la vie courante car elles ont de bonnes propriétés antiadhésives, résistantes aux fortes chaleurs et imperméabilisantes. Elles sont notamment présentes dans des vestes imperméables, des tapis, des produits de nettoyage, des emballages alimentaires, des poêles antiadhésives (téflon) et dans des mousses utilisées pour lutter contre les incendies. Elles sont considérées comme des « polluants éternels » en raison de la très grande stabilité de leurs liaisons chimiques carbone-fluor, non dégradables dans les conditions naturelles. Les PFAS persistent dans l'environnement plus longtemps que toutes les autres molécules de synthèse. Certaines PFAS s'accumulent dans les êtres vivants et ont des effets toxiques pour la reproduction. Sur l'homme, elles peuvent provoquer des cancers et certaines sont suspectées d'être des perturbateurs endocriniens.

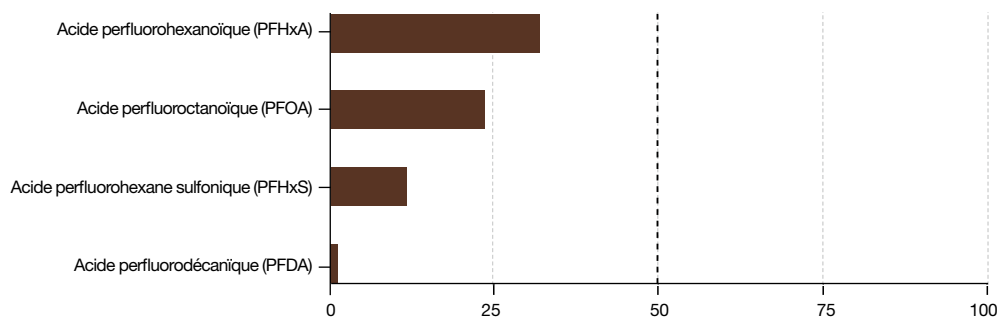
Sur la période 2018-2020, seules quatre molécules perfluorées ont été surveillées au moins une année dans les six bassins de métropole : les acides perfluorooctanoïques (PFOA), perfluorohexanoïques (PFHxA), perfluorodécanoïques (PFDA) et perfluorohexanes sulfoniques (PFHxS). Les PFOA, PFHxA et PFHxS ont été surveillés pendant les trois ans de la période uniquement dans les bassins Adour-Garonne, Rhône-Méditerranée-Corse et Seine-Normandie, sur 55 à 100 % des stations selon les territoires. Avant 2016, leur surveillance a concerné deux fois moins de stations. Compte tenu de cette hétérogénéité à l'échelle de la métropole, les données disponibles pour les PFAS ne sont pas prises en compte dans l'IPTC-substances dangereuses. La contamination des cours d'eau et plans d'eau par ces molécules est avérée sur l'ensemble des bassins de métropole : de 2018 à 2020, les PFHxA et PFOA sont quantifiés plus d'une fois sur quatre, devant les PFHxS et PFDA (*graphique 61*). Le PFOA est plus fréquemment quantifié sur le bassin Rhin-Meuse, environ une fois sur deux.

Depuis 2019, la convention de Stockholm sur les polluants organiques persistants interdit de produire et d'utiliser le PFOA, sauf dérogations spécifiques comme pour les mousses anti-incendies et les vêtements professionnels hydrofuges ou oléofuges. Depuis 2022, elle interdit la production et l'utilisation de PFHxS, sans dérogation. Sans être complètement interdit, le PFOS est soumis à des restrictions de production et d'usage depuis 2009.

Depuis 2023, le plan d'action PFAS 2023-2027 porté par le ministère chargé de l'Écologie vise notamment à réduire les risques à la source et à poursuivre la surveillance des milieux. L'Anses a ainsi été saisie pour déterminer des valeurs maximales de concentrations à respecter dans les milieux aquatiques pour les principaux PFAS. Par ailleurs, après identification des sites industriels émetteurs de grandes quantités de PFAS, une démarche de réduction technico-économique des rejets est prévue. Ces actions s'ajoutent aux travaux européens visant une interdiction large pour supprimer les risques liés à l'usage ou la mise sur le marché de ces substances.

**Graphique 61 : taux de quantification des substances perfluoroalkylées (PFAS) en métropole de 2018 à 2020**

En %



Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Seules sont prises en compte les molécules perfluorées surveillées au moins une année dans les six bassins de métropole entre 2018 et 2020..

Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

# Annexes

- Annexes méthodologiques et résultats complémentaires
- Glossaire
- Sigles et abréviations
- Bibliographie



# Annexes méthodologiques et résultats complémentaires

## ANNEXE 1 : LES DONNÉES ANALYSÉES

### Sources des données

Les informations présentées dans cette publication s'appuient sur des données publiques d'analyse chimique de polluants, de débits de cours d'eau et de valeurs de référence permettant d'évaluer le niveau de qualité globale d'une masse d'eau.

Les données relatives aux résultats d'analyses chimiques réalisées sur cours d'eau et plans d'eau proviennent du site [www.naiades.eaufrance.fr](http://www.naiades.eaufrance.fr), consulté le 31 août 2022. Cette base de données comporte les résultats d'analyses produits par les commanditaires financés par des fonds publics, essentiellement les agences et les offices de l'eau.

Les valeurs de débits des cours d'eau, utilisées pour calculer des flux de polluants à la mer, proviennent du site [www.hydro.eaufrance.fr](http://www.hydro.eaufrance.fr), consulté le 31 octobre 2021.

Les valeurs de références (normes de qualités environnementales, écotoxicité) relatives aux composés azotés, phosphorés, pesticides et autres substances dangereuses pour l'environnement proviennent du site [substances.ineris.fr](http://substances.ineris.fr), consulté le 23 mars 2022. Afin d'élargir la liste des polluants pris en compte dans cette publication, des valeurs de référence ont aussi été tirées du site européen [www.norman-network.com](http://www.norman-network.com), consulté le 25 mars 2022.

Les référentiels géographiques (aire des bassins et sous-bassins hydrographiques, longueur et taille des cours d'eau, stations du réseau DCE utilisées pour les rapportages) proviennent des sites [www.sandre.eaufrance.fr](http://www.sandre.eaufrance.fr) et [dd.eionet.europa.eu](http://dd.eionet.europa.eu), consultés le 15 septembre 2022.

### Apurement des données avant calculs

Les données brutes extraites du site [www.naiades.eaufrance.fr](http://www.naiades.eaufrance.fr) sont apurées afin d'écartier celles qualifiées d'incertaines ou d'incorrectes par les producteurs. Puis, certaines données dupliquées sont supprimées afin de conserver une seule ligne par enregistrement distinct. Les lignes restantes présentent alors une combinaison unique de 8 variables (code du paramètre analysé, code du lieu de prélèvement, date du prélèvement, support d'analyse, fraction analysée, résultat de l'analyse, code indiquant si le résultat est quantifié ou non, unité de mesure du résultat).

Sont ensuite supprimées les données présentant des erreurs manifestes ou des valeurs d'analyses douteuses. Les erreurs manifestes comportent notamment les valeurs de concentrations négatives, les unités de mesure inappropriées (exemple : concentration en nitrate exprimée en mg CO<sub>3</sub>/kg au lieu de mg NO<sub>3</sub>/l, concentration en phosphore total exprimée en unité pH). Les valeurs sont considérées comme douteuses lorsqu'elles dépassent les bornes de vraisemblance utilisées par l'Agence européenne pour l'environnement.

Après apurement, des conversions unitaires ont été réalisées, autant que de besoin, afin d'avoir une unique unité de mesure pour chaque substance.

### Sélection des stations de surveillance pour les calculs

Les résultats de cette publication proviennent d'un groupe de 3 858 stations de surveillance situées sur des réseaux référencés dans [www.naiades.eaufrance.fr](http://www.naiades.eaufrance.fr). Dans un objectif de robustesse des résultats, ce groupe répond aux conditions suivantes :

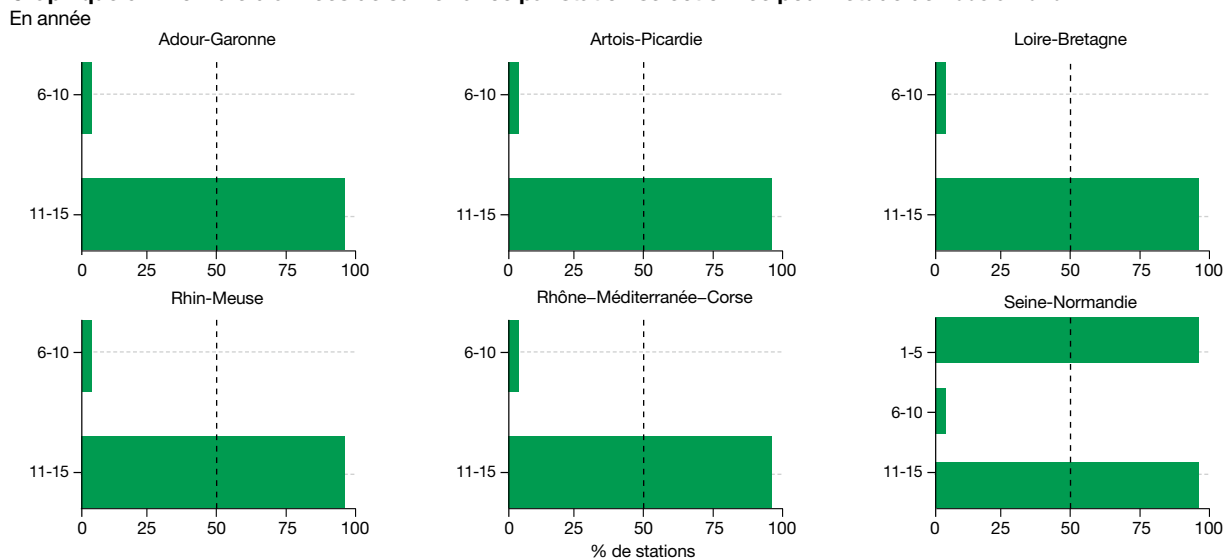
- À l'échelle d'une année, chaque station fait l'objet d'au moins quatre prélèvements d'échantillon en métropole (au moins deux prélèvements en outre-mer compte tenu du nombre plus faible de données).
- Sur la période 2008-2020, chaque station est surveillée au moins 6 ans.
- Sur la période 2008-2020, la part des stations surveillées par taille de cours d'eau est relativement stable.

À l'issue de cette étape, le groupe de stations sélectionnées offre une large couverture du territoire et comporte 75 % de stations présentant des chroniques de surveillance d'au moins 11 ans (*graphique 62*). La répartition des stations par taille de cours d'eau étant différente de celle observée sur l'ensemble du réseau hydrographique, un redressement des résultats est réalisé lors des calculs de concentrations à l'échelle de la métropole (*graphique 63*). Les résultats par sous-bassin sont ainsi pondérés après calage sur marges sur leurs longueurs de cours d'eau par classes de tailles.

Dans le groupe ainsi constitué, 70 % des stations proviennent du réseau DCE et 30 % sont issus d'autres réseaux (recherches scientifiques, etc.).

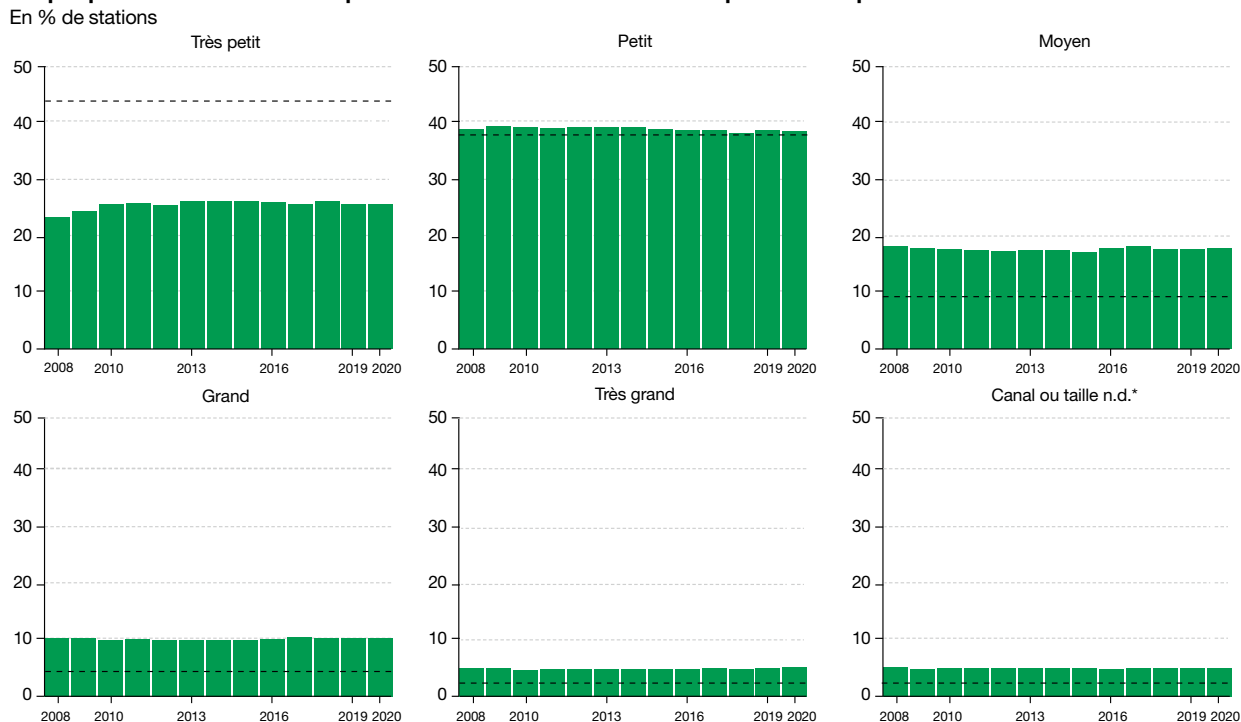


**Graphique 62 : nombre d'années de surveillance par station sélectionnée pour l'étude de 2008 à 2020**



Note : nombre d'années au cours desquelles une des 3 858 stations sélectionnées a fait l'objet de prélèvements d'eau en vue d'analyses.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
 Sources : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 63 : évolution de la répartition des stations sélectionnées pour l'étude par taille de cours d'eau**



\*n.d. = non déterminée.  
 Note : la taille d'un cours d'eau est déterminée par son rang de confluence de Strahler. Chaque ligne horizontale en pointillé indique la part qu'occupe réellement la classe de taille dans la longueur cumulée du réseau hydrographique.  
 Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau de métropole.  
 Source : Eaufrance, bases de données Naiades et Sandre. Traitements : SDES, 2022

## ANNEXE 2 : MÉTHODOLOGIE D'ANALYSE DES SÉRIES TEMPORELLES

Les analyses de tendance concernent des concentrations moyennes de polluants ou des taux de stations remplissant une condition prédéfinie. Les chroniques analysées n'ont pas toutes la même longueur selon le groupe de substances considéré. Pour les composés azotés et phosphorés, les données sont analysées à partir de 2000. Pour les pesticides et les autres substances dangereuses, elles ne débutent qu'en 2008, année à partir de laquelle les données sont de qualité satisfaisante et homogène sur l'ensemble de la métropole ; dans le cas de l'outre-mer, seuls deux départements présentent des chroniques exploitables à partir de 2008.

### Estimation des concentrations moyennes

Les jeux de données relatifs aux concentrations de substances chimiques dans l'eau comportent souvent des résultats non quantifiés (NQ) dont la valeur est inférieure à la limite de quantification (LQ) du laboratoire d'analyse. Ces données qualitatives, au sens où elles indiquent seulement que la concentration réelle est comprise dans l'intervalle  $[0 ; LQ]$ , sont toutefois utilisées pour estimer la concentration moyenne d'une substance au même titre que les valeurs quantifiées.

L'estimation de moyenne est réalisée avec l'algorithme ESTIM dont les étapes de calculs et les performances sont décrites dans la note méthodologique citée en référence [18]. La méthode s'appuie sur une analyse de la distribution des valeurs observées pour prendre en compte les valeurs non quantifiées. Elle se fonde sur l'hypothèse que les valeurs NQ suivent la même distribution que les valeurs quantifiées.

### Correction des changements de limites de quantification

Les limites de quantification LQ d'une substance peuvent changer au sein d'une chronique en raison de progrès techniques ou de changements de laboratoire. Les limites de la première année de la chronique, prise comme année de référence, sont souvent plus élevées que celles des années suivantes. Ces valeurs étant prises en compte pour estimer les concentrations moyennes, au même titre que les valeurs quantifiées, il convient de corriger leur variation dans le temps avant l'analyse de tendance. Cette correction permet de détecter des changements de concentration moyenne non liés à des changements de méthode d'analyse.

La méthode consiste, pour une année quelconque de la chronique, à remplacer chaque valeur de LQ plus basse que celles qui existaient au début de la chronique par la LQ supérieure la plus proche parmi celles présentes l'année de référence. Les valeurs quantifiées inférieures aux LQ de remplacement sont alors écartées car elles ne pouvaient logiquement pas être mesurées avec de tels niveaux de LQ. Cette suppression modifiant la part des mesures quantifiées dans le jeu de données d'origine, un nombre équivalent de valeurs non quantifiées est écarté, parmi les plus élevées, pour maintenir le taux de censure initial. Le processus de correction et son efficacité sont décrits dans la note méthodologique citée en référence [18].

### Analyse de tendance des concentrations moyennes

*Sélection des substances candidates à la constitution d'une chronique*

Pour une substance donnée, l'analyse de tendance des concentrations est conduite à l'échelle de la métropole sur des chroniques couvrant une période d'au moins six ans, avec un pas mensuel.

Une substance est sélectionnée lorsqu'elle est surveillée sur au moins 50 % des grands bassins hydrographiques de métropole et lorsqu'elle présente au moins 20 % de valeurs quantifiées par bassin sur la période d'étude.

### Constitution de chroniques à l'échelle de la métropole

Les valeurs mensuelles des sous-bassins (moyenne et 9<sup>e</sup> décile des concentrations) sont estimées après regroupement des résultats d'analyses de leurs stations de surveillance. À l'échelle de la métropole, la valeur retenue est la moyenne pondérée des valeurs mensuelles des sous-bassins. Le facteur de pondération initial est l'aire du sous-bassin, lequel est redressé par calage sur marges sur ses longueurs de cours d'eau par classes de tailles. Ce redressement permet notamment de réduire la variance d'échantillonnage. Il est réalisé selon l'algorithme CALMAR développé par l'Insee. Son code, compilé pour différentes versions de SAS, ainsi que sa documentation exposant les aspects théoriques et pratiques du calage sur marges sont disponibles sur le site [www.insee.fr/fr/information/2021902](http://www.insee.fr/fr/information/2021902).

### Modélisation des chroniques

La variable « concentration moyenne mensuelle » présente de fortes variations saisonnières et interannuelles pouvant induire des tendances non monotones. Par ailleurs, les chroniques présentent parfois des données irrégulièrement espacées dans le temps. C'est pourquoi, des modèles additifs généralisés (ou GAM, pour *generalized additive models*) ont été spécifiés compte tenu des caractéristiques suivantes : aptitude à estimer des réponses linéaires ou non linéaires, flexibilité pour évaluer plusieurs variables indépendantes, robustesses aux valeurs manquantes. Leur formulation générale est :

$$g(E(Y)) = \beta_0 + f_1(x_1) + f_2(x_2) + \dots + f_p(x_p), \quad Y \sim \text{FE}(\mu, \phi)$$

où  $E(Y)$  est l'espérance de la variable réponse  $Y$ . Le modèle est « généralisé » au sens où la réponse doit suivre une distribution de la famille exponentielle (FE) sans nécessairement être une loi normale. La fonction de lien  $g$ , monotone, fait correspondre l'espérance de  $Y$  à l'échelle du prédicteur linéaire. Le terme constant du modèle est  $\beta_0$  et  $f_1, f_2, \dots, f_p$  sont des fonctions non paramétriques (splines de lissage) des covariables  $x_1, x_2, \dots, x_p$  [33].

Pour les chroniques de concentrations mensuelles, deux types de modèles sont appliqués :

$$\text{Type 1 : } \ln(E(\text{Conc. moyenne}_i)) = s(\text{DDate}_i) + s(\text{JourAnnee}_i), Y \sim \Gamma(\mu_i, \phi)$$

$$\text{Type 2 : } \ln(E(\text{Conc. moyenne}_i)) = s(\text{DDate}_i) + s(\text{JourAnnee}_i) + s(\text{DDate}_i, \text{JourAnnee}_i), Y \sim \Gamma(\mu_i, \phi)$$

où *DDate* est la variable du temps exprimée en valeur continue (2020,5 pour le 1<sup>er</sup> juillet 2020 par exemple) et *JourAnnee* est la variable saisonnière exprimée en valeur discrète par le numéro du jour de l'année correspondant à la date de mesure (46 pour le 15 février par exemple).

Les termes *s(DDate)*, *s(JourAnnee)* et *s(DDate, Saison)* sont des splines de lissage pour les variations interannuelles (tendance de long terme), les variations intra-annuelles (effets saisonniers) et leurs interactions. Le lien logarithme permet d'obtenir des valeurs prédites strictement positives après passage à l'exponentielle. Compte tenu de l'étude préliminaire de la distribution de la variable réponse, le modèle est spécifié avec une loi Gamma  $\Gamma$ .

Chaque type de modèle est décliné avec trois classes de spline (spline en plaque mince, spline de krigeage avec fonction de covariance de Matérn, spline de krigeage avec fonction de covariance exponentielle). Six modèles distincts sont donc appliqués sur une chronique. La sélection du meilleur d'entre eux se fonde sur le critère d'information d'Akaike. Les algorithmes sont développés en R avec la librairie mgcv.

#### Calcul du taux d'évolution

La tendance est exprimée par le taux d'évolution des valeurs prédites par le modèle entre le début et la fin de période d'étude [31, 34]. Cela implique de calculer la différence entre les deux périodes et, pour estimer la significativité du changement, l'erreur type de cette différence. Pour la robustesse du résultat, le début de la période correspond à la moyenne des trois premières années de la chronique, et la fin de période à la moyenne des trois dernières.

La matrice X des covariables est d'abord convertie en matrice Z des prédicteurs linéaires exprimés dans les bases de spline du modèle. La différence entre les valeurs du prédicteur en début et fin de chronique est :

$$\mathbf{Z}_d = \mathbf{d} \mathbf{A} \mathbf{Z}_p$$

Où

$\mathbf{Z}_p$  : prédicteur linéaire des 3 premières et des 3 dernières années de la chronique

$\mathbf{A}$  : matrice calculant la moyenne de début et la moyenne de fin de chronique

$\mathbf{d}$  : vecteur ligne [-1 1]

La différence estimée est

$$\hat{\delta} = \mathbf{Z}_d \hat{\boldsymbol{\beta}}$$

Où

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} \mathbf{Z}^T \mathbf{Y} : \text{vecteur des coefficients du modèle}$$

Le taux d'évolution est le rapport de la différence des valeurs prédites à la valeur prédite en début de période. La significativité de la différence est évaluée avec :

$$t = \hat{\delta} / \text{s.e}(\hat{\delta})$$

Où

$$\text{s.e}(\hat{\delta}) = \sqrt{\mathbf{Z}_d \widehat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\boldsymbol{\beta}} \mathbf{Z}_d^T} : \text{erreur standard de } \hat{\delta}$$

$$\widehat{\boldsymbol{\Sigma}}_{\boldsymbol{\beta}} = s^2 (\mathbf{Z}^T \mathbf{Z})^{-1} : \text{matrice de variance-covariance des coefficients du modèle}$$

La valeur t est comparée à la valeur critique de la distribution de t au niveau de confiance souhaité. Dans la présente publication, les évolutions sont considérées comme stables si elles sont dans l'intervalle [- 5 % ; 5 %] ou si la p-valeur de t est supérieure à 0,1.

#### Analyse de tendance sur les taux de stations

Cette méthode concerne par exemple l'étude du changement du taux annuel de stations dont l'IPTC dépasse 1. La chronique est modélisée par un GAM dont la variable réponse Y est le nombre de station répondant à une condition (valeur discrète) et la covariable est l'année exprimée en valeur continue. Comme la réponse Y est une variable de dénombrement, le modèle est spécifié avec une loi de Poisson :

$$\ln(E(Y_i)) = \eta(\text{DDate}_i) + \ln(S_i), Y_i \sim P(\mu_i)$$

où

$$E(Y_i) = \mu_i ; \text{var}(Y_i) = \mu_i$$

$\eta(\text{DDate}_i) = \beta_0 + s(\text{DDate}_i)$  : prédicteur linéaire dont les coefficients sont estimés

$\ln(S_i)$  : variable « somme des stations » ajoutée en dehors du prédicteur linéaire et dont le coefficient n'est pas estimé.

L'ajout du logarithme de  $S_i$  permet d'aboutir au ratio estimé  $\mu_i/S_i$  après passage à l'exponentielle, lequel est alors converti en taux.

$$\ln(E(Y_i)) = \eta(\text{Année}_i) + \ln(S_i) = \ln(\mu_i) \Rightarrow \ln(\mu_i/S_i) = \eta(\text{Année}_i)$$

Le calcul de la différence entre le début et la fin de chronique et l'estimation de sa significativité sont réalisés comme pour les concentrations mensuelles.

### ANNEXE 3 : MÉTHODOLOGIE DES FLUX DE POLLUANTS À LA MER

Les calculs se fondent sur les données d'un réseau fixe de stations de surveillance de la qualité des eaux et de stations de jaugeage. L'objectif étant d'estimer les rejets annuels de polluants à la mer, les stations sont situées au plus près de l'exutoire des bassins, dans une zone non influencée par la marée.

#### Calcul du flux annuel

Avec au moins 12 mesures de concentration et 365 débits journaliers

$$Flux(tonne/an) = k \cdot \sum_{n=1}^{365} (C_n \cdot Q_n)$$

Avec :

k : facteur de conversion unitaire ;  $k = 86\,400 \times 1/1\,000 \times 1/1\,000$  ;  
 $C_n$  : concentration du jour n en mg/l, mesurée ou estimée par interpolation linéaire ;  
 $Q_n$  : débit du jour n en m<sup>3</sup>/s.

Avec moins de 12 mesures de concentration ou moins de 365 débits journaliers

$$Concentration\ moyenne\ journalière\ pondérée\ (CMJP) = 1/Q_a \cdot \sum_{n=1}^n (C_n \cdot Q_n)$$

$$Flux(tonne/an) = k \cdot CMJP \cdot Q_{ma}$$

Avec :

k : facteur de conversion unitaire ;  $k = 365,25 \times 86\,400 \times 1/1\,000 \times 1/1\,000$  ;  
 $C_n$  : concentration du jour n, en mg/l ;  
 $Q_n$  : débit du jour n, en m<sup>3</sup>/s ;  
 $Q_a$  : débit cumulé de l'année a (somme des débits journaliers), en m<sup>3</sup>/s ;  
 $Q_{ma}$  : débit moyen journalier de l'année a, en m<sup>3</sup>/s.

#### Constitution des chroniques de débits journaliers

Lorsqu'une station de jaugeage 1 présente des données manquantes, ces dernières sont estimées par la méthode de transfert de bassin avec les débits d'une station 2 située à proximité sur le même cours d'eau. La relation entre le débit  $Q_1$  de la première station et  $Q_2$  de la deuxième est considérée de la forme :

$$Q_1 = Q_2 \times (S_1 / S_2)^a$$

Avec :

$S_1$  et  $S_2$  : surfaces drainées par les stations de jaugeage 1 et 2 ;  
 $a = \ln(Q_1/Q_2) / \ln(S_1/S_2)$ .

Lorsque les deux stations ont des données manquantes aux mêmes dates, les débits de la station d'intérêt sont estimés par interpolation linéaire.

**ANNEXE 4 : MÉTHODOLOGIE D'ÉVALUATION DU RESPECT DES NORMES DE QUALITÉ ENVIRONNEMENTALE**

Ces évaluations sont conduites conformément à la méthode décrite dans le guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales [29]. Elles s'appuient sur la liste des substances et des normes de qualité environnementale (NQE) publiées dans l'arrêté du 27 juillet 2018 modifiant l'arrêté du 25 janvier 2010 modifié relatif aux méthodes et critères d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface pris en application des articles R.212-10, R.212-11 et R.212-18 du code de l'Environnement (NOR : TREL1819388A). Pour des raisons de représentativité des résultats, les substances prises en compte dans cette publication répondent aux conditions suivantes :

- Être surveillées sur au moins 50 % des bassins hydrographiques.
- Être surveillées sur au moins 10 % des stations de chaque bassin hydrographique.

- Présenter, pour les pesticides, au moins 100 analyses par an et par bassin de métropole (au moins 20 analyses par an et par bassin d'outre-mer). Pour les autres substances dangereuses, présenter au moins 12 analyses par an et par bassin de métropole (au moins 6 analyses par an et par bassin d'outre-mer).
- Présenter une limite de quantification maximale inférieure à la NQE en vigueur en 2020 sur au moins 90 % des stations et l'ensemble de la période d'étude. Cela signifie que des substances, pourtant mentionnées dans l'arrêté du 27 juillet 2018, n'ont pas été retenues en raison de performances analytiques insuffisantes pour statuer certaines années sur le respect des normes environnementales en vigueur en 2020. La liste finale retenue permet de suivre l'évolution du respect des NQE dans des conditions comparables de 2008 à 2020.

La liste finale comporte 35 pesticides et 12 autres substances dangereuses.

**Liste des substances prises en compte, classées par catégorie**

N°	Codes Sandre	Substances	Catégories	PBT ubiquiste
1	1141	2,4-d	Pesticide	Non
2	1212	2,4-mcpa	Pesticide	Non
3	1688	Aclonifene	Pesticide	Non
4	1101	Alachlore	Pesticide	Non
5	1105	Aminotriazole	Pesticide	Non
6	1907	AMPA	Pesticide	Non
7	1107	Atrazine	Pesticide	Non
8	1951	Azoxystrobine	Pesticide	Non
9	1113	Bentazone	Pesticide	Non
10	1584	Biphenyle	Pesticide	Non
11	1866	Chlordecone	Pesticide	Non
12	1464	Chlorfenvinphos	Pesticide	Non
13	1136	Chlortoluron	Pesticide	Non
14	1359	Cyprodinil	Pesticide	Non
15	1161	Dichloroethane-1,2	Pesticide	Non
16	1168	Dichloromethane	Pesticide	Non
17	1170	Dichlorvos	Pesticide	Non
18	1172	Dicofol	Pesticide	Non
19	1177	Diuron	Pesticide	Non
20	1506	Glyphosate	Pesticide	Non
21	1877	Imidaclopride	Pesticide	Non
22	1206	Iprodione	Pesticide	Non
23	1208	Isoproturon	Pesticide	Non

## annexes

N°	Codes Sandre	Substances	Catégories	PBT ubiquiste
24	1209	Linuron	Pesticide	Non
25	1796	Metaldehyde	Pesticide	Non
26	1670	Metazachlore	Pesticide	Non
27	1517	Naphtalene	Pesticide	Non
28	1667	Oxadiazon	Pesticide	Non
29	1234	Pendimethaline	Pesticide	Non
30	1263	Simazine	Pesticide	Non
31	1694	Tebuconazole	Pesticide	Non
32	1713	Thiabendazole	Pesticide	Non
33	1286	Trichloroethylene	Pesticide	Non
34	1289	Trifluraline	Pesticide	Non
35	1269	Terbutryne	Pesticide	Non
36	5474	4-n-nonylphenol	Autre substance dangereuse	Non
37	1959	4-tert-octylphenol	Autre substance dangereuse	Non
38	1458	Anthracene	Autre substance dangereuse	Non
39	1114	Benzene	Autre substance dangereuse	Non
40	1135	Chloroforme	Autre substance dangereuse	Non
41	1272	Tetrachloroethylene	Autre substance dangereuse	Non
42	1276	Tetrachlorure de carbone	Autre substance dangereuse	Non
43	1278	Toluene	Autre substance dangereuse	Non
44	1283	Trichlorobenzene-1,2,4	Autre substance dangereuse	Non
45	6616	Di(2-ethylhexyl)phtalate	Autre substance dangereuse	Non
46	1652	Hexachlorobutadiene	Autre substance dangereuse	Non
47	1847	Phosphate de tributyle	Autre substance dangereuse	Non

Source : SDES

## ANNEXE 5 : MÉTHODOLOGIE DE L'INDICE DES PRESSIONS TOXIQUES CUMULÉES

### Choix des substances

#### Cas des pesticides

Les substances prises en compte dans l'indice des pressions toxiques cumulées répondent aux conditions suivantes :

- Être surveillée sur au moins 50 % des bassins hydrographiques ;
- Être surveillée sur au moins 10 % des stations de chaque bassin hydrographique ;
- Présenter au moins 100 analyses par an et par bassin de métropole (au moins 20 analyses par an et par bassin d'outre-mer) ;
- Présenter au moins 1 % d'analyses quantifiées sur la période d'étude (l'IPTC se fonde uniquement sur des valeurs quantifiées) ;
- Avoir été analysée avec une méthode dont la limite de quantification maximale est inférieure au seuil de toxicité de la substance (PNEC ou NQE).

Ces conditions permettent de sélectionner des substances surveillées sur une part représentative du territoire et d'écartier celles dont la contribution à l'indice peut être négligeable en raison de leur très faible part d'analyses quantifiées. La liste finale en comporte 64 pour la France entière : 18 sont spécifiques à la métropole, 23 sont spécifiques à l'outre-mer et 26 sont communes à l'ensemble des territoires.

#### Cas des autres substances dangereuses pour l'environnement

Les critères de sélection sont similaires à ceux utilisés pour les pesticides. Toutefois, compte tenu d'un nombre plus faible d'analyses disponibles par substance, la sélection s'est faite parmi les substances présentant au moins 12 analyses par an et par bassin de métropole (au moins 6 analyses par an et par bassin d'outre-mer). La liste finale comporte 15 substances surveillées sur la France entière : 2 pour la métropole, 7 pour l'outre-mer et 6 substances communes à l'ensemble des territoires.

### Substances prises en compte dans l'IPTC

Pour l'IPTC des autres substances dangereuses pour l'environnement

N°	Substances	Codes Sandre	Seuil de toxicité (µg/l)	Sources du seuil	Territoires*	PBT ubiquiste
1	Acetochlor	1903	0,013	Norman	M	Non
2	Clomazone	2017	15,9466	Norman	M	Non
3	Cprophame	1474	4,0	Ineris	M	Non
4	Cyprodinil	1359	0,026	Ineris	M	Non
5	Dicamba	1480	0,5	Ineris	M	Non
6	Diflufenic	1814	0,01	Ineris	M	Non
7	Dimethamid	1678	0,04	Ineris	M	Non
8	Epoxcz	1744	1,2216	Norman	M	Non
9	Ethidimuro	1763	2,5398	Norman	M	Non
10	Ethofumes	1184	26,6013	Norman	M	Non
11	Isoxaben	1672	0,2191	Norman	M	Non
12	Lenacile	1406	1,215	Ineris	M	Non
13	Napropamid	1519	0,9858	Norman	M	Non
14	Nicosulfur	1882	0,035	Ineris	M	Non
15	Oxadiazon	1667	0,09	Ineris	M	Non
16	Propyzamid	1414	8,0	Ineris	M	Non
17	Prosulfoca	1092	0,5	Ineris	M	Non
18	Terbuthyl.	1268	0,06	Ineris	M	Non
19	2.4-Mcpa	1212	0,5	Ineris	M et OM	Non
20	24d	1141	2,2	Ineris	M et OM	Non
21	Aminotriaz	1105	0,08	Ineris	M et OM	Non
22	AMPA	1907	452	Ineris	M et OM	Non
23	Antquinone	2013	1,7092	Norman	M et OM	Non
24	Atraz Des	1108	0,6	Norman	M et OM	Non

## annexes

N°	Substances	Codes Sandre	Seuil de toxicité (µg/l)	Sources du seuil	Territoires*	PBT ubiquiste
25	Atrazine	1107	0,6	Ineris	M et OM	Non
26	Azoxystro	1951	0,95	Ineris	M et OM	Non
27	Bentazone	1113	70,0	Ineris	M et OM	Non
28	Bromacil	1686	11,2074	Norman	M et OM	Non
29	Carbendaz.	1129	0,15	Ineris	M et OM	Non
30	Chlortolu	1136	0,1	Ineris	M et OM	Non
31	Diuron	1177	0,2	Ineris	M et OM	Non
32	Fipronil	2009	0,0228	Norman	M et OM	Non
33	Glyphosate	1506	28,0	Ineris	M et OM	Non
34	Imidaclopr	1877	0,2	Ineris	M et OM	Non
35	Isoprotu.	1208	0,3	Ineris	M et OM	Non
36	Mecoprop	1214	5,9102	Norman	M et OM	Non
37	Metazachlo	1670	0,019	Ineris	M et OM	Non
38	Metolachlo	1221	0,07	Ineris	M et OM	Non
39	Oxadixyl	1666	13,2976	Norman	M et OM	Non
40	Pendimeth.	1234	0,02	Ineris	M et OM	Non
41	Propiconaz	1257	0,5404	Norman	M et OM	Non
42	Simazine	1263	1,0	Ineris	M et OM	Non
43	Tebuco.	1694	1,0	Ineris	M et OM	Non
44	Terbutryne	1269	0,065	Ineris	M et OM	Non
45	Aclonifene	1688	0,12	Ineris	OM	Non
46	Biphenyle	1584	3,3	Ineris	OM	Non
47	Bitertanol	1529	0,1252	Norman	OM	Non
48	Chlordecone	1866	0,001	Norman	OM	Non
49	Difenocona	1905	0,1129	Norman	OM	Non
50	Diquat	1699	17,0329	Norman	OM	Non
51	Etchlorpy	1083	0,03	Ineris	OM	Non
52	Hexazinone	1673	37,9151	Norman	OM	Non
53	loxynil	1205	0,7915	Norman	OM	Non
54	Metaldehyd	1796	60,6	Ineris	OM	Non
55	Monuron	1228	5,6798	Norman	OM	Non
56	Naphtalene	1517	2,0	Ineris	OM	Non
57	Oxamyl	1850	6,4366	Norman	OM	Non
58	Oxydemetom	1231	0,1886	Norman	OM	Non
59	Paraquat	1522	17,9174	Norman	OM	Non
60	Pentaclbz	1888	0,007	Ineris	OM	Non
61	Piper.buto	1709	1,48	Ineris	OM	Non
62	Prochloraz	1253	0,0992	Norman	OM	Non
63	Tce	1286	10,0	Ineris	OM	Non
64	Thiabendaz	1713	1,2	Ineris	OM	Non

\*M = métropole, OM = outre-mer.

Sources : the Norman Network ; Ineris



Pour l'IPTC des autres substances dangereuses pour l'environnement

N°	Substances	Codes Sandre	Seuil de toxicité (µg/l)	Sources du seuil	Territoires*	Famille chimique	PBT ubiquiste
1	Benzo(k)fluoranthène	1117	0,0021	Norman	M	HAP et dérivés	Oui
2	Tetrachloroéthylène	1272	10,0	Ineris	M	COV, BTEX	Non
3	4-tert-octylphenol	1959	0,1	Ineris	M et OM	Alkylphénols, bisphénols	Non
4	Anthracène	1458	0,1	Ineris	M et OM	HAP et dérivés	Non
5	Benzo(b)fluoranthène	1116	0,0019	Norman	M et OM	HAP et dérivés	Oui
6	Chrysène	1476	0,0139	Norman	M et OM	HAP et dérivés	Non
7	Fluorène	1623	0,8591	Norman	M et OM	HAP et dérivés	Non
8	Indeno(1,2,3-cd) pyrène	1204	0,0004	Norman	M et OM	HAP et dérivés	Oui
9	Pyrène	1537	0,0286	Norman	M et OM	HAP et dérivés	Non
10	Chloroforme	1135	2,5	Ineris	OM	COV, BTEX	Non
11	Di(2-ethylhexyl) phtalate	6616	1,3	Ineris	OM	Phtalates	Non
12	Hexachlorobutadiene	1652	0,1014	Ineris	OM	COV, BTEX	Non
13	Methyl tert-butyl ether	1512	35,0762	Norman	OM	COV, BTEX	Non
14	Phosphate de tributyle	1847	82,0	Ineris	OM	Organophosphorés	Non
15	Toluène	1278	74,0	Ineris	OM	COV, BTEX	Non

\*M = métropole, OM = outre-mer.  
Sources : the Norman Network ; Ineris

### Calcul et agrégation de l'IPTC

#### Échelle du prélèvement d'eau

Un prélèvement désigne le volume d'eau pris sur une station de surveillance à une date donnée en vue d'y analyser l'ensemble des substances de la liste précédente (66 pesticides en métropole, 25 en outre-mer). Il correspond également à l'ensemble des résultats d'analyses obtenus sur ce point de mesure ce jour-là.

L'indice des pressions toxiques cumulées d'un prélèvement est la somme des rapports à la PNEC ou la NQE des substances qui composent ce prélèvement :

$$IPTC \text{ prélèvement} = \sum_{1}^n (C_n / PNEC_n \text{ ou } NQE_n)$$

Avec :

$C_n$  : résultat d'analyse quantifiée de la substance n (µg/l).  
Lorsqu'une substance est analysée plusieurs fois dans un même prélèvement (par exemple, un résultat mesuré sur eau brute et un autre sur eau filtrée), la concentration retenue est la moyenne des valeurs quantifiées afin d'éviter les doubles comptes. Les résultats non quantifiés sont remplacés par zéro.

$PNEC_n$  : concentration sans effet prévisible sur l'environnement de la substance n (µg/l).

$NQE_n$  : norme de qualité environnementale de la substance n (µg/l).

En fin de chronique, certaines substances peuvent présenter des valeurs quantifiées très basses en raison des progrès analytiques. De telles concentrations ne peuvent pas toujours être mesurées en début de période d'étude. Pour limiter les biais dans la comparaison des cumuls de pressions toxiques, les résultats quantifiés inférieurs à la médiane des limites de quantification minimales de la période d'étude (c'est-à-dire ceux obtenus avec les méthodes d'analyse les plus performantes) sont remplacés par zéro.

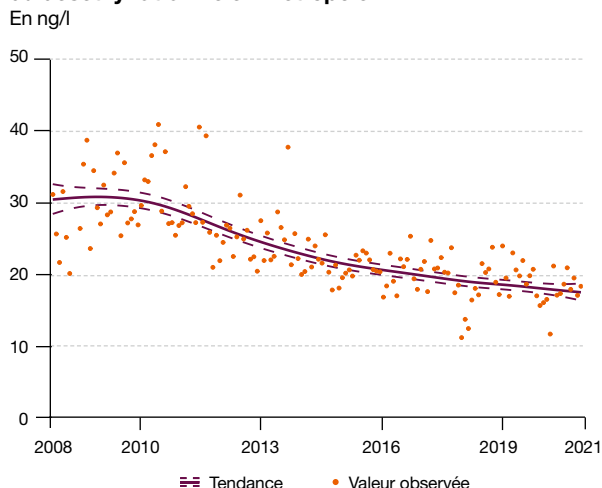
#### Agrégation des résultats par unité géographique

À l'échelle d'un sous-bassin hydrographique, les valeurs retenues sont la moyenne arithmétique et le 9<sup>e</sup> décile. À l'échelle d'un bassin hydrographique, les indices moyens des sous-bassins sont agrégés en moyenne pondérée par leur aire.

**ANNEXE 6 : RÉSULTATS COMPLÉMENTAIRES SUR LES PESTICIDES**

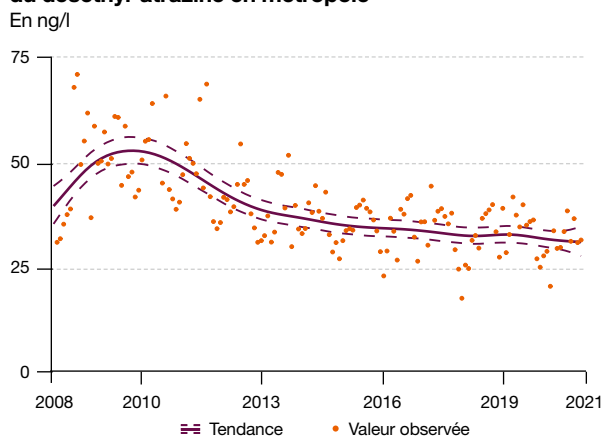
Évolutions comparées, pour le déséthyl-atrazine et le glyphosate, des concentrations estimées dans l'eau et des limites de quantification des laboratoires.

**Graphique 64 : évolution de la concentration moyenne du déséthyl-atrazine en métropole**



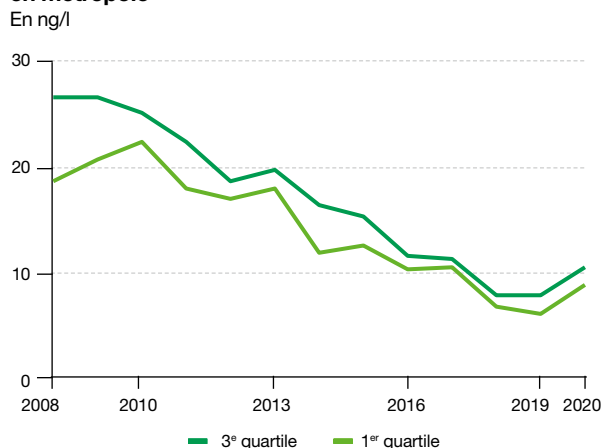
Note : la concentration moyenne baisse de 43 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 65 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations du déséthyl-atrazine en métropole**



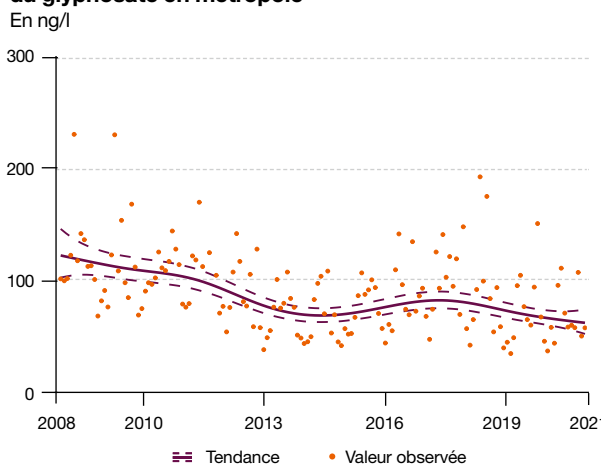
Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations baisse de 37 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 66 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification du déséthyl-atrazine en métropole**



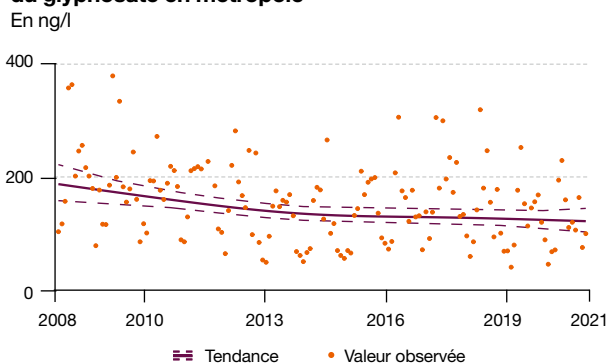
Note de lecture : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées du déséthyl-atrazine (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 19 à 7 ng/l. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 67 : évolution de la concentration moyenne du glyphosate en métropole**



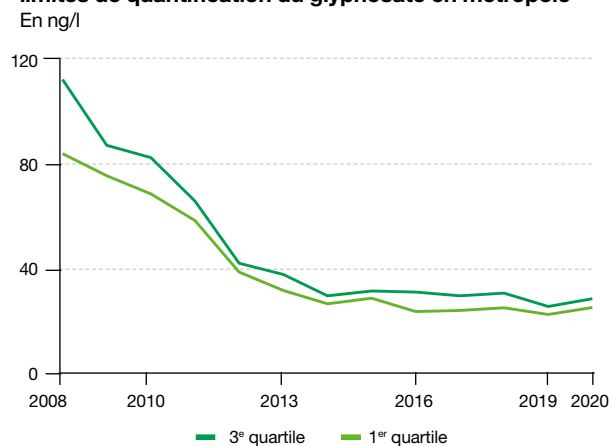
Note : la concentration moyenne baisse de 39 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques. Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole. Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 68 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations du glyphosate en métropole**



Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations baisse de 31 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 69 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification du glyphosate en métropole**

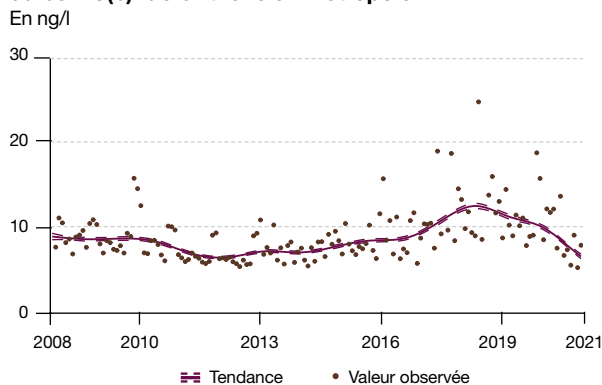


Note : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées du glyphosate (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 83 à 26 ng/l.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**ANNEXE 7 : RÉSULTATS COMPLÉMENTAIRES SUR LES AUTRES SUBSTANCES DANGEREUSES**

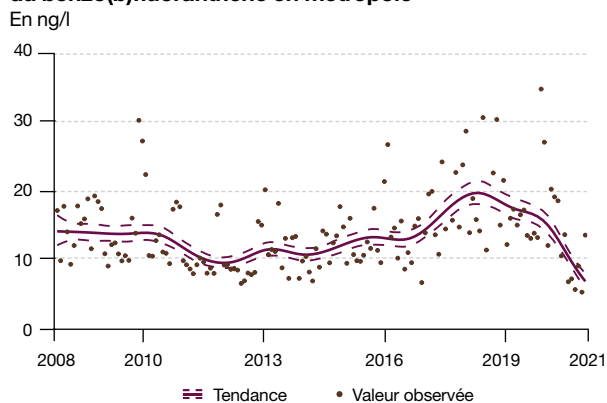
Évolutions comparées, pour le benzo(b)fluoranthène et l'indeno(1,2,3-cd)pyrène, des concentrations estimées dans l'eau et des limites de quantification des laboratoires.

**Graphique 70 : évolution de la concentration moyenne du benzo(b)fluoranthène en métropole**



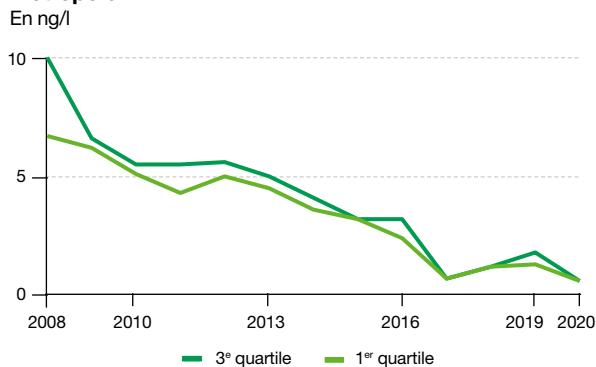
Note : la concentration moyenne n'évolue pas significativement entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 71 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations du benzo(b)fluoranthène en métropole**



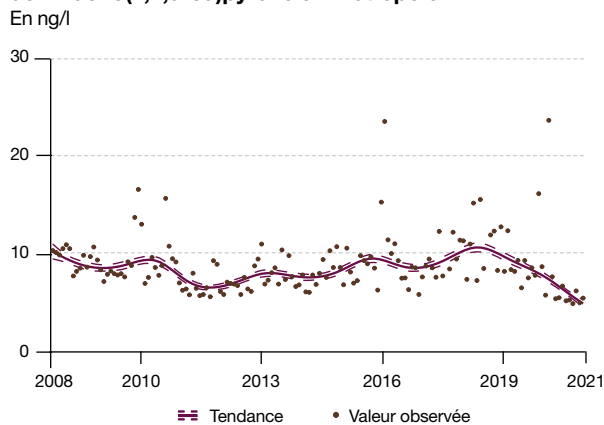
Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations n'évolue pas significativement entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 72 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification du benzo(b)fluoranthène en métropole**



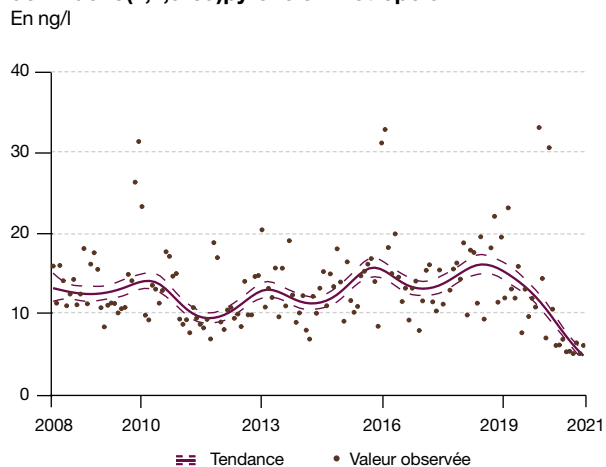
Note de lecture : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées du benzo(b)fluoranthène (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 6 à 1 ng/l.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 73 : évolution de la concentration moyenne de l'indeno(1,2,3-cd)pyrène en métropole**



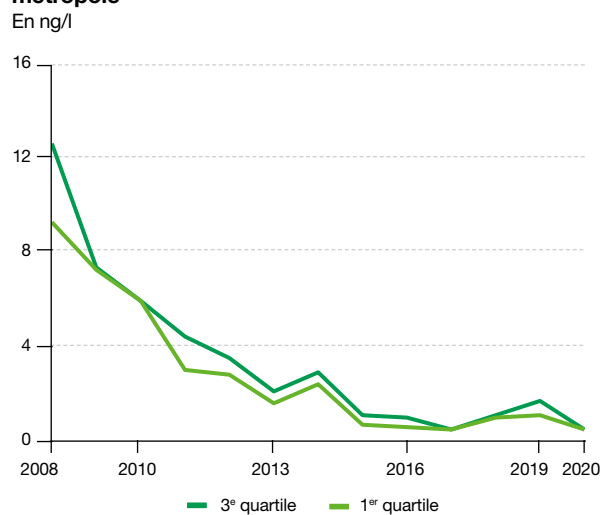
Note : la concentration moyenne baisse de 9 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance. Les limites de quantification sont ajustées sur celles du début de période pour contrôler l'évolution des performances analytiques.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 74 : évolution du 9<sup>e</sup> décile des concentrations de l'indéno(1,2,3-cd)pyrène en métropole**



Note : le 9<sup>e</sup> décile des concentrations baisse de 12 % entre 2008 et 2020. Les lignes en pointillé figurent l'intervalle de confiance à 95 % de la ligne de tendance.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

**Graphique 75 : évolution des 1<sup>er</sup> et 3<sup>e</sup> quartiles des limites de quantification de l'indéno(1,2,3-cd)pyrène en métropole**



Note de lecture : entre 2008 et 2020, la limite de quantification en deçà de laquelle se situent 25 % des analyses non quantifiées de l'indéno(1,2,3-cd)pyrène (1<sup>er</sup> quartile) est passée de 7 à 0,8 ng/l.  
Champ : stations faisant l'objet d'une surveillance effective sur les cours d'eau et plans d'eau de métropole.  
Source : Eaufrance, base de données Naiades. Traitements : SDES, 2022

# Glossaire

**Agence de l'eau** : établissement public de l'État à caractère administratif placé sous la tutelle du ministre chargé de l'Environnement. L'établissement met en œuvre des actions favorisant une gestion équilibrée et économe de la ressource en eau et des milieux aquatiques, l'alimentation en eau potable, la régulation des crues et le développement durable des activités économiques. Ses ressources proviennent essentiellement de la perception de redevances sur les prélèvements et la pollution des eaux. En outre-mer, les offices de l'eau ont les mêmes missions que les agences de l'eau de métropole.

**Bassin** : circonscription hydrographique française la plus grande en matière de planification et de gestion de l'eau. Chaque agence et office de l'eau élabore le schéma directeur d'aménagement et de gestion des eaux et son programme de mesures à l'échelle du bassin.

**Décile** : si on ordonne une distribution de concentrations, les déciles sont les valeurs qui partagent cette distribution en dix parties d'effectifs égaux. Le neuvième décile d'une distribution de concentrations est la concentration en dessous de laquelle se situent 90 % des concentrations (ou concentration au-dessus de laquelle se situent 10 % des concentrations).

**Directive-cadre sur l'eau (DCE)** : directive 2000/60/CE du Parlement européen et du Conseil du 23 octobre 2000 établissant un cadre pour une politique communautaire dans le domaine de l'eau. Cet acte juridique fixe des objectifs environnementaux et des échéances pour améliorer l'état écologique et l'état chimique des masses d'eau de surface, ainsi que l'état quantitatif et l'état chimique des masses d'eau souterraine. Les États membres ont une obligation quant aux résultats à atteindre mais sont laissés libres quant aux moyens à mettre en œuvre pour y parvenir.

**Écotoxicité** : aptitude d'une substance, en raison de sa toxicité, à produire des effets nuisibles sur la faune, la flore ou l'homme via l'environnement.

**Eutrophisation** : déséquilibre de fonctionnement des écosystèmes aquatiques provoqué par des apports anthropiques en phosphore et en azote. Cette altération se manifeste par un ensemble de symptômes, comme des proliférations d'algues, des pertes de biodiversité ou des mortalités d'organismes aquatiques.

**HAP** : hydrocarbures aromatiques polycycliques provenant essentiellement de la combustion du carburant automobile, du chauffage domestique au charbon ou au bois, des industries métallurgiques ou encore des incinérateurs. Ces substances peuvent facilement se fixer sur les matières

organiques particulières en suspension dans l'air et dans l'eau, ou s'accumuler dans les organismes et devenir nocives.

**Intervalle de confiance à 95 %** : lorsqu'on estime la moyenne d'une population d'après un échantillon tiré aléatoirement de cette population, l'intervalle de confiance à 95 % est la plage de valeurs à l'intérieur de laquelle la vraie moyenne de la population à 95 % de chance de se trouver.

**Limite de quantification** : pour une substance à analyser dans un échantillon et une méthode d'analyse donnée, plus faible concentration que les instruments de mesure peuvent quantifier avec une fiabilité satisfaisante.

**Masse d'eau** : portion de cours d'eau, canal, aquifère, plan d'eau ou zone côtière homogène. Il s'agit d'un découpage élémentaire des milieux aquatiques destiné à être l'unité d'évaluation de la directive-cadre sur l'eau 2000/60/CE.

**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.

**Norme de qualité environnementale (NQE)** : concentration en un polluant ou groupe de polluants dans l'eau, le sédiment ou le biote qui ne doit pas être dépassée afin de protéger la santé humaine et l'environnement. Ces normes concernent une centaine de substances surveillées au titre de la directive-cadre sur l'eau (liste révisable tous les 4 ans). Certaines NQE sont déterminées au niveau européen par la Commission et s'appliquent à l'ensemble du territoire de l'Union européenne, d'autres sont fixées au niveau de chaque État membre. L'eau est considérée en mauvais état chimique ou écologique lorsque la concentration d'une des substances surveillées dépasse la norme de qualité correspondante.

**PNEC** : acronyme de *predicted non effect concentration*. Pour une substance prise isolément, sa concentration sans effet prévisible sur l'environnement est un indicateur d'écotoxicité. Une substance est d'autant plus toxique pour l'environnement que la valeur de sa PNEC est basse.

**Prélèvement** : volume d'eau pris sur une station de surveillance à une date donnée en vue d'y analyser une liste de substances. Plusieurs résultats d'analyses peuvent donc provenir d'un même prélèvement.

**Rang de confluence de Strahler** : nombre entier positif indiquant le niveau de branchement d'un cours d'eau dans un réseau hydrographique. Il caractérise également



## annexes

---

l'importance du cours d'eau. Le rang de Strahler est de 1 entre la source d'un cours d'eau et sa première confluence. Quand deux tronçons de même rang se rejoignent, ils forment un cours d'eau de rang supérieur. Un cours d'eau qui reçoit un affluent d'ordre inférieur conserve le même ordre.

**Sous-bassin** : circonscription administrative d'un niveau intermédiaire entre la masse d'eau et le grand bassin hydrographique, notamment utilisé pour des objectifs de rapportage et de visualisation.

**Station de mesure (ou station de surveillance)** : lieu situé sur un cours d'eau, un plan d'eau ou un canal, sur lequel sont

effectués des mesures ou des prélèvements d'eau en vue d'analyses physico-chimiques ou microbiologiques. Les résultats obtenus servent à déterminer la qualité des milieux aquatiques à cet endroit.

**Substance PBT** : substance persistante, bioaccumulable et toxique susceptible d'être détectée pendant des décennies dans l'environnement aquatique à des concentrations qui présentent un risque.

**Substance ubiquiste** : substance presque omniprésente dans l'environnement, susceptible d'être transportée sur de longues distances.

## Sigles et abréviations

<b>AEE</b>	Agence européenne de l'environnement
<b>AMPA</b>	acide amino-méthyl-phosphonique
<b>Anses</b>	Agence nationale chargée de la sécurité sanitaire de l'alimentation, de l'environnement et du travail
<b>BTEX</b>	benzène, toluène, éthylbenzène, xylène
<b>CNRS</b>	Centre national de la recherche scientifique
<b>COV</b>	composé organique volatil
<b>DCE</b>	directive-cadre sur l'eau
<b>EIP</b>	échantillonneur intégratif passif
<b>g/ha</b>	gramme par hectare
<b>HAP</b>	hydrocarbure aromatique polycyclique
<b>Ifremer</b>	Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer
<b>Ineris</b>	Institut national de l'environnement industriel et des risques
<b>Inra</b>	Institut national de la recherche agronomique (depuis le 1 <sup>er</sup> janvier 2020, l'Inra et l'Irstea ont fusionné en Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement - Inrae).
<b>IPTC</b>	indice des pressions toxiques cumulées
<b>Irstea</b>	Institut national de recherche en sciences et technologies pour l'environnement et l'agriculture
<b>kg/ha</b>	kilogramme par hectare
<b>kt/an</b>	kilotonne par an
<b>LQ</b>	limite de quantification
<b>mg/l</b>	milligramme par litre
<b>µg/l</b>	microgramme par litre
<b>ng/l</b>	nanogramme par litre
<b>NH<sub>4</sub><sup>+</sup></b>	azote ammoniacal
<b>NQE</b>	norme de qualité environnementale
<b>PFAS</b>	perfluoroalkyl substance
<b>PFDA</b>	acide perfluorodécanoïque
<b>PFHxA</b>	acide perfluorohexanoïque
<b>PFHxS</b>	acide perfluorohexane sulfonique
<b>PFOA</b>	acide perfluorooctanoïque
<b>PNEC</b>	<i>predicted non effect concentration</i> (concentration sans effet prévisible sur l'environnement)
<b>PBT</b>	persistant, bioaccumulable, toxique
<b>STEU</b>	station de traitement des eaux usées



## Bibliographie

- [1] Anses, (2021). *Non-conformités dans les eaux destinées à la consommation humaine dues aux métabolites du métolachlore*. Signalement n° 82. Extrait du rapport d'analyse et d'interprétation d'un signalement transmis à l'Anses au titre de la phytopharmacovigilance, 2021-AST-0088.
- [2] Anses, (2022). *Avis relatif au réexamen du classement de la pertinence pour le métabolite ESA (CGA 354743) du S-métolachlore dans les eaux destinées à la consommation humaine*. Maisons-Alfort : Anses, 18 p.
- [3] Anses, (2023). *Avis relatif à la demande de réexamen des autorisations de mise sur le marché des produits phytopharmaceutiques contenant du S-métolachlore*. Maisons-Alfort : Anses, 32 p.
- [4] Assoumani, A., Salomon, M., Jouglet, P. (2018). *Bilan du 1<sup>er</sup> cycle de surveillance de la directive-cadre sur l'eau - évolution des performances analytiques*. Rapport Ineris, DRC-18-167467-11131A.
- [5] Assoumani, A., Salomon, M. (2020). *Substances pertinentes à surveiller dans les eaux de surface - Bilan des données de surveillance acquises de 2016 à 2018 pour l'eau et le sédiment – Rapport Ineris 2020 - 181881 - 2331284 - v3.0*.
- [6] Assoumani, A., Lestremau, F., Salomon, M., Ferret, C., Lepot, B. (2020). *Campagne émergents nationaux 2018 (EMNAT 2018) - Résultats de la recherche de contaminants émergents dans les eaux de surface et les rejets de STEU – Rapport Ineris 2020 - 172894–2169068–v3.0*.
- [7] Backhaus, T., Faust, M. (2012). *Predictive environmental risk assessment of chemical mixtures : a conceptual framework*. Environ Sci Technol 46, 2564–2573.
- [8] Battaglin, W.A., Meyer, M.T., Kuivila, K.M., & Dietze, J.E. (2014). *Glyphosate and its degradation product AMPA occur frequently and widely in U.S. soils, surface water, groundwater, and precipitation*. Journal of the American Water Resources Association, 50, 275 - 290.
- [9] Beketov, M.A., Kefford, B.J., Schäfer, R.B., Liess, M. (2013). *Pesticides reduce regional biodiversity of stream invertebrates*. Proceedings of the National Academy of Sciences. 110 (27) 11039-11043.
- [10] Botta F, et al. (2009). *Transfer of glyphosate and its degradate AMPA to surface waters through urban sewerage systems*. Chemosphere. 2009 Sep ;77(1), 133-9.
- [11] Branchu, C., Oppelt, M-E., Mir, C., Renucci, A., Thibault, H-L. (2020). *Évaluation du troisième plan chlordécone et propositions*. Rapport conjoint IGAS N° 2019-053R/CGEDD N° 012862-01/IGÉSR N° 2020-011/CGAAER N° 19051.
- [12] Chandresis, A., Wasson, J.G., Pella, H., Eric Sauquet, E., Mengin, N (2006). *Appui scientifique à la mise en œuvre de la directive-cadre européenne sur l'eau. Typologie des cours d'eau de France métropolitaine*. Irstea. 2006, 63 p.
- [13] Citepa (2021). *Inventaire des émissions de polluants atmosphériques et de gaz à effet de serre en France – Format Secten*.
- [14] Dagot, C. (2018). *Traitement des résidus de médicaments dans les ouvrages d'épuration des eaux*. Environnement, Risques & Santé, 17, 47-58.
- [15] Delfosse, V. et al. (2015). *Synergistic activation of human pregnane X receptor by binary cocktails of pharmaceutical and environmental compounds*. Nat. Commun. 6 :8089.
- [16] Deneer, J.W. (2000). *Toxicity of mixtures of pesticides in aquatic systems*. Pest Manag. Sci. 56, 516–520.
- [17] Dupraz, V., Ménard, D., Akcha, F., Budzinski, H., Stachowski-Haberkorn, S. (2019). *Toxicity of binary mixtures of pesticides to the marine microalgae *Tisochrysis lutea* and *Skeletonema marinoi* : Substance interactions and physiological impacts*. Aquat. Toxicol. 211, 148–162.
- [18] Eumont, D. (2023). *Estimer une concentration moyenne en présence de données multi-censurées. Note méthodologique*, SDES, juin 2023, 31 p.
- [19] European commission (2016). *Screening of available evidence on chemical substances for the identification of endocrine disruptors according to different options in the context of an Impact Assessment*. Specific Contract. SANTE/2015/E3/SI2.706218. 2016.

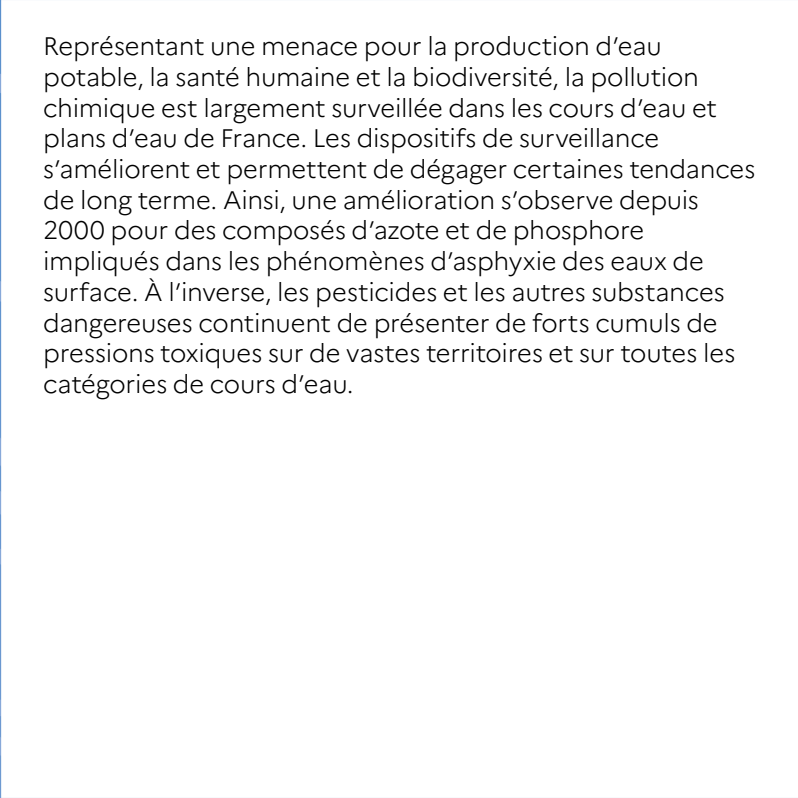
- 
- [20] European commission (2020). *Chemicals strategy for sustainability, towards a toxic-free environment*. Com 667 final.
- [21] Ginebreda, A., Kuzmanovic, M., Guasch, H., et al. (2014). *Assessment of multi-chemical pollution in aquatic ecosystems using toxic units : compound prioritization, mixture characterization and relationships with biological descriptors*. *Science of the total environment*, 468–469:715–723.
- [22] Grandcoin, A., Piel, S., Baurès, E. (2017). *AminoMethylPhosphonic acid (AMPA) in natural waters : its sources, behavior and environmental fate*. *Water Research*, volume 117, 187-197.
- [23] Inserm (2021). *Pesticides : Effets sur la santé*. Rapport. Paris : Inserm, 2021. - Expertise collective.
- [24] Kidd, K. A., Blanchfield, P.J., Mills, K.H., et al. (2007). *Collapse of a fish population after exposure to a synthetic estrogen*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(21), 8897–8901.
- [25] Knauert, S., Escher, B., Singer, H., Hollender, J., Knauer, K. (2008). *Mixture toxicity of three photosystem II inhibitors (atrazine, isoproturon, and diuron) toward photosynthesis of freshwater phytoplankton studied in outdoor mesocosms*. *Environ. Sci. Technol.* 42, 6424–6430.
- [26] Lukowicz, C et al. (2018). *Métabolic effects of a chronic dietary exposure to a low-dose pesticide cocktail in mice : sexual dimorphism and role of the constitutive androstane receptor*. *Environmental Health Perspectives*. 25 juin 2018.
- [27] Mamy, L., Barriuso, E., Gabrielle, B. (2008). *Évaluer les risques environnementaux des pesticides - exemple du désherbage des cultures résistantes ou non au glyphosate*. *Innovations agronomiques*. 3, 121-143.
- [28] Mathon, B. et al. (2021). *Les échantillonneurs intégratifs passifs, des outils pertinents pour améliorer la surveillance réglementaire de la qualité chimique des milieux aquatiques ?* *Techniques Sciences Méthodes*, n°6, 2021, 57-71.
- [29] Ministère de la Transition écologique et solidaire (2019). *Guide technique relatif à l'évaluation de l'état des eaux de surface continentales* (cours d'eau, canaux, plans d'eau).
- [30] Munaron, D., et al. (2020). *OBSLAG – Volet pesticides : bilan 2017-2019 du suivi des lagunes méditerranéennes*. Rapport final, Conventions AERMC Ifremer 2017, n° ODE/UL/LER-LR/20.09, Juillet 2020. 78 p.
- [31] Murphy, R., Perry, E., Harcum, J., Keisman, J. (2019). *A generalized additive model approach to evaluating water quality : Chesapeake bay case study*. *Environmental Modelling & Software*, Volume 118, 2019, 1-13, ISSN 1364-8152.
- [32] Pinay, G., Gascuel, C., Ménesguen, A., et al. (2018). *L'eutrophisation : manifestations, causes, conséquences et prédictibilité*. Synthèse de l'Expertise scientifique collective CNRS - Ifremer - Inra - Irstea (France), 148 p.
- [33] Wood, S.N. (2017). *Generalized additive models : an introduction with R – Second édition*. Chapman and Hall.
- [34] Yang, G., Moyer, D.L. (2020). *Estimation of nonlinear water-quality trends in high-frequency monitoring data*. *Science of the total environment*, Volume 715, 136686, ISSN 0048-9697.

### Conditions générales d'utilisation

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent ouvrage, faite sans l'autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (3, rue Hautefeuille — 75006 Paris), est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 1<sup>er</sup> juillet 1992 — art. L.122-4 et L.122-5 et Code pénal art. 425).

**Dépôt légal** : juin 2023  
**ISSN** : 2557-8138 (en ligne)

**Directrice de publication** : Béatrice Sédillot  
**Rédacteur en chef** : Hugues Cahen  
**Coordination éditoriale** : Céline Blivet  
**Cartographie** : Antéa  
**Infographie** : Bertrand Gaillet  
**Maquettage et réalisation** : Agence Citizen Press



Représentant une menace pour la production d'eau potable, la santé humaine et la biodiversité, la pollution chimique est largement surveillée dans les cours d'eau et plans d'eau de France. Les dispositifs de surveillance s'améliorent et permettent de dégager certaines tendances de long terme. Ainsi, une amélioration s'observe depuis 2000 pour des composés d'azote et de phosphore impliqués dans les phénomènes d'asphyxie des eaux de surface. À l'inverse, les pesticides et les autres substances dangereuses continuent de présenter de forts cumuls de pressions toxiques sur de vastes territoires et sur toutes les catégories de cours d'eau.



**La pollution  
chimique des  
cours d'eau et  
des plans d'eau  
en France**  
de 2000 à 2020

**Service des données et études statistiques**

Sous-direction de l'information environnementale

Tour Séquoia - 92055 La Défense cedex

Courriel : [diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr](mailto:diffusion.sdes.cgdd@developpement-durable.gouv.fr)

[www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr](http://www.statistiques.developpement-durable.gouv.fr)